



การประชุมวิชาการ

ระดับชาติ ครั้งที่ 3 และ นานาชาติ ครั้งที่ 1

THE 3rd NATIONAL AND THE 1st INTERNATIONAL
MJU-PHRAE CONFERENCE

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
Maejo University Phrae Campus

วันที่ 21 กรกฎาคม 2566
July 21st, 2023



การประชุมวิชาการ

ระดับชาติ ครั้งที่ 3 และ นานาชาติ ครั้งที่ 1

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

วันที่ 21 กรกฎาคม 2566

THE 3rd NATIONAL AND THE 1st INTERNATIONAL

MJU-PHRAE CONFERENCE

Maejo University Phrae Campus

July 21st, 2023

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3 และ นานาชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

THE 3rd NATIONAL AND THE 1st INTERNATIONAL MJU-PHRAE CONFERENCE
Maejo University Phrae Campus

บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลพร ปานง่อม
จัดทำโดย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ISBN (e-Book) 978-616-91851-7-8
สงวนสิทธิ์
เผยแพร่ครั้งที่ 1 30 กันยายน 2566
ออกแบบ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
17 หมู่ที่ 3 ตำบลแม่ทราย
อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่
54140



คำนำ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จัดตั้งขึ้นเพื่อขยายโอกาสทางการศึกษาให้กับนักเรียนในพื้นที่จังหวัดที่อยู่ห่างไกลจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยมหาวิทยาลัยมีนโยบายว่า “มีความเป็นเลิศทางด้านวิชาการและเป็นศูนย์กลางของการแก้ปัญหาในท้องถิ่น” ซึ่งในปัจจุบันได้มีการจัดการเรียนการสอนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 จนถึงปัจจุบัน มีหลักสูตรที่มีความหลากหลายของสาขาวิชา ทั้งทางด้านสังคมศาสตร์ บริหารธุรกิจ ศิลปศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเกษตรศาสตร์ ทำให้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มีบุคลากรและนักศึกษามีผลงานทางวิชาการที่มีความหลากหลายและมีการบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ อีกทั้งมหาวิทยาลัยยังให้บริการวิชาการกับหน่วยงานภายนอกทั้งในภาคเกษตร โรงเรียน และชุมชน เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับมหาวิทยาลัยตั้งอยู่ในพื้นที่ที่รายล้อมด้วยทรัพยากรธรรมชาติทั้งดิน น้ำ ป่า ทำให้สามารถใช้แหล่งทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้เป็นพื้นที่ในการพัฒนาองค์ความรู้ทั้งในการเรียนการสอนการวิจัย และการบริการวิชาการเพื่อการพัฒนาและแก้ไขปัญหาท้องถิ่น ขณะเดียวกันนโยบายของการพัฒนาประเทศในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-economy) เพื่อเสริมสร้างเศรษฐกิจของชุมชนและพื้นที่ให้เกิดความเข้มแข็ง และส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศให้สามารถแข่งขันได้ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ โดยใช้หลักการจัดการทรัพยากรท้องถิ่นตามโมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืนตามนโยบายเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศ (Creative Innovation and Technology for Sustainable Development Goals : SDGs) เพื่อเป็นการขับเคลื่อนผลงานทางวิชาการของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ให้ทันความก้าวหน้าทางด้านสังคม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่มีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และเกิดการบูรณาการงานข้ามศาสตร์อย่างหลากหลาย นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในการพัฒนาผลงานทางวิชาการให้เกิดความทันสมัยและเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ดังนั้นมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จึงขอจัดโครงการการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ในหัวข้อ “เทคโนโลยีและนวัตกรรมสร้างสรรค์สู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน” (Creative Innovation and Technology for Sustainable Development Goals : SDGs) ขึ้น เพื่อเป็นเวทีในการนำเสนอและเผยแพร่ผลงานวิจัย การแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด และประสบการณ์ด้านการวิจัยจากนักวิจัยอาวุโส สุนัขวิจัยรุ่นกลางและรุ่นใหม่ อาจารย์ในมหาวิทยาลัย นักศึกษา นักเรียน และผู้สนใจทั่วไป ซึ่งจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ทางด้านประโยชน์เชิงวิชาการ เชิงสังคม และเศรษฐกิจ เพื่อการต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการกระตุ้นให้นักวิจัยได้ตระหนักและมีการปรับตัวเพื่อรองรับการวิจัยที่ต้องการความถูกต้องและแม่นยำสูงจากการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการวิจัยในยุคปัจจุบัน รวมถึงเกิดการพัฒนาและสร้างเครือข่ายการวิจัย ความร่วมมือทางวิชาการให้เข้มแข็งระหว่างนักวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

PREFACE

Maejo University Phrae Campus (MJUP) aims to drive the academic and research tasks to keep up with the rapid development of society, economy, sciences, technology, and innovation. Then the transdisciplinary is rising to expand new knowledge. This body of knowledge can be applied to create the cutting-edge academic works adapted to a fast-changing world, academic excellence, and to be the local problem-solving center. MJUP, therefore, has the development and implementation of technology and innovation to enhance the country's socio-economic structure according to the international sustainable development goals (SDGs). Besides, MJUP is situated in the area of natural diversities – namely land; water; and forest, which are used for conducting research to apply in education, research activities, academic services, and Community Problem Solving. It also conforms with Thailand's emerging bioeconomic development so as to strengthen the local economy and community empowerment. This resulted in Thai economic situations to enhance the capacity and competitiveness in both national and international level, aligned with Bio-Circular-Green Economic Model or BCG.

The 3rd National and the 1st International MJUP conference under the theme “Creative Technology and Innovation for Sustainable Development Goals (SDGs)” have provided a platform to disseminate research papers. The conference offers participants an opportunity to gain research knowledge or experiences from senior researcher. This contributes to the beneficial outcomes of academic, society, and economy to commercialization. In addition, the participants are encouraged to aware of conducting research precisely in the era of technology and innovation. What is more, the participants also have a chance to network with colleagues and to develop academic cooperation association between locally and internationally lecturers, researchers as well as scholars.



The 1st International MJU-Phrae Conference (MJUP Conference 2023)
on Creative Technology and Innovation for Sustainable Development Goals

July 21st, 2023

Venue: Maejo University-Phrae Campus, Phrae, Thailand

www.phrae.mju.ac.th

(Conference Hall: Room Phamahapotiwongsachan, Palangmaejosamakkee Building)

Time (ICT)	Contents
08:30 – 09:00 am	Registration
09:00 – 09:30 am	Opening Ceremony Welcome Speech and Welcome Report of MJUP Conference 2023 <i>By Dr. Sukree Yoosuk, Dean of Maejo University- Phrae Campus</i> Opening Remarks of MJUP Conference 2023 <i>By Assistant Professor Dr. Natthawut Dusadee, Vice President of Maejo University</i>
10:20 – 10:35 am	Coffee/tea break
10:35 – 11:25 am	Plenary speaker (Online) Topic: Food Technology and Innovation for Sustainable Development <i>By Associate Professor Dr. Pui Liew Phing, Malaysia</i>
12:00 – 01:00 pm	Lunch break

Time (ICT)	Contents	
International Conference (Oral Presentation) (Venue: Room No. 208, Palangmaejosamakkee Building)		
Group I Technology and Innovation for Agriculture and Food Chairperson: Assistant Professor Rattaphong Pokkaew, Ph.D. (Maejo University- Phrae Campus) Co-Chairperson: Patpen Penjumras, Ph.D. (Maejo University- Phrae Campus) Scholar 1: Associate Professor Panich Intra, D.Eng. Scholar 2: Assistant Professor Tammasak Punsasensri, D.Eng. Scholar 3: Lecturer Watcharee Lekhawipat, Ph.D.		
01:30 – 01:45 pm	IOT-01	Analysis of the Association between Education Level and the Adoption of Digital Technologies by Smallholder Farmers in Quang Tri Province, Vietnam-Implications for Digital Extension Strategies <i>(Online)</i> <i>Tran Cao Uy, Budsara Limnirankul, Weerapong Palee, Kittisak Thongmeethip, Chanin Kaewkhata and Suparat Potibunlung</i> <i>Chiang Mai University</i>
01:45 – 02:00 pm	IOT-02	Development of Yogurt Fortified with Polysaccharide Extract from Longan Pulp <i>(Online)</i> <i>Kanokwan Tandee, Supanida Suwannakart, Supasinee Wannathai, Suriya Ounya, Nunnapat Rahong and Janjira Wunchana,</i> <i>Maejo University</i>
02:00 – 02:15 pm	IOT-03	Texture Modified Fish Balls for Elderly with Difficulty Chewing and Swallowing <i>(Online)</i> <i>Chitraporn Ngampeerapong, Chueamchaitrakun, S., Rahong N., Wanchana J., Pomsri S. and Nitassanagul S.,</i> <i>Maejo University</i>
02:15 – 02:30 pm	IOT-04	Distribution of <i>Peronosclerospora neglecta</i> on Maize in Thailand <i>(Online)</i> <i>Manorat Sudsanguan, Roger G. Shivas, Yu Pei Tan, Chanintorn Doungsa-ard and Sarunya Nalump,</i> <i>Chiang Mai University</i>

Time (ICT)	Contents	
02:30 – 02:45 pm	IOT-05	Antioxidant Activities, Sugar and Caffeine Content in Thai Arabica Coffee Beans <i>Apichaya Laosrivijit, Thiti Jarangdet, Panicha Chutichaicharat, Kanticha Matrong, Supansa Jaroenyin, Kansinee Wongreun and Wimolsiri Pridasawas, King Mongkut's University of Technology Thonburi</i>
02:45 – 03:00 pm	IOT-06	Effects of using Synbiotic Microencapsulation as a Feed Additive in Tilapia Culture <i>Nuttaporn Chanchay and Ansaya Boonprajaub, Maejo University Phrae Campus</i>
03:00 – 03:15 pm	IOT-07	Maximizing Growth Potential of <i>Spirulina platensis</i> : Harnessing the Power of Enhanced LED Illumination and Optimization Strategies <i>Obaid Bhat, Yuwalee Unpaprom and Rameshprabu Ramaraj, Maejo University</i>
03:15 – 03:30 pm	Coffee/tea break	
<h3>Group II Natural Resource and Environment</h3> <p>Chairperson: Assistant Professor Rattaphong Pokkaew, Ph.D. (Maejo University- Phrae Campus)</p> <p>Co-Chairperson: Patpen Penjumras, Ph.D. (Maejo University- Phrae Campus)</p> <p>Scholar 1: Associate Professor Panich Intra, D.Eng.</p> <p>Scholar 2: Assistant Professor Tammasak Punsasri, D.Eng.</p> <p>Scholar 3: Lecturer Watcharee Lekhawipat, Ph.D.</p>		
03:30 – 03:45 pm	ION-01	Diversity of Birds at Umong (Suan Buddha Dhamma), Pa Dara Phirom, and Chang Kham Temple in Chiang Mai Province, Thailand <i>Kanarat Chairat, Sawat Sanitjan and Kanokporn Saenphet, Chiang Mai University</i>

Time (ICT)	Contents	
<p>Group III Business Administration and Social Science</p> <p>Chairperson: Wilasinee Boontham, Ph.D., (Maejo University- Phrae Campus)</p> <p>Co-Chairperson: Junjira Nunta, Ph.D., (Maejo University- Phrae Campus)</p> <p>Independent Scholar : Dr.Allan Kongthai</p> <p>Scholar : Lecturer Watcharee Lekhawipat, Ph.D.</p>		
03:45 – 04:00 pm	IOB-01	<p>Tourist Behavior at Cafes inside the Old City Walls of Phrae Province</p> <p><i>Piranun Juntapoon, Threerapat Charoenpasertkun, Amnuayporn Yaiying, Kassaraporn Thirawong, Narupon Lerdkanjanaporn and Wattana Wanitchanont, Maejo University Phrae Campus</i></p>
04:00 – 04:45 pm	IOB-02	<p>The Development of the Electronic Books (E-books) in English using PWPA Learning Process for the Sixth Grade Primary Students at Watmethangkarawas School</p> <p><i>Kuntana Kuntahong, Watmethangkarawas School</i></p>
04:45 – 05:00 pm	IOB-03	<p>Attitudes towards Gender Diversity in Workplaces: A Case Study of Workplaces in Rayong Province, Thailand</p> <p><i>Orrarath Amornsukont and Haruthai Numprasertchai, Kasetsart University</i></p>
05:45 - 06:00 pm	<p>Presentation Award and Closing Ceremony</p> <p><i>By Assistant Professor Dr. Natthawut Dusadee, Vice President of Maejo University</i></p>	

* The schedule may be subject to change under certain circumstances



กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3 และนานาชาติ ครั้งที่ 1

(The 3rd National and The 1st International MJU-Phrae Conference: MJUP Conference 2023)

“เทคโนโลยีและนวัตกรรมสร้างสรรค์สู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Creative Technology and Innovation for Sustainable Development Goals)”

วันศุกร์ ที่ 21 กรกฎาคม 2566 ณ ห้องประชุมพระมหาโพธิวงศาจารย์ อาคารพลังแม่โจ้สามัคคี

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

เวลา	รายละเอียด
08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00 - 09.30 น.	พิธีเปิดการประชุม - กล่าวรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 3 และนานาชาติครั้งที่ 1 (MJUP Conference 2023) โดย อาจารย์ ดร.ศุภรี อยู่สุข คณบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ - พิธีเปิดการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 3 และนานาชาติครั้งที่ 1 (MJUP Conference 2023) โดย ผศ. ดร.ณัฐวุฒิ ดุษฎี รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้
09.30 - 10.20 น.	การบรรยายพิเศษ เรื่อง เทคโนโลยีและนวัตกรรมสร้างสรรค์สู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดย ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว ประธานพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
10.20 - 10.35 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.35 - 11.25 น.	Plenary speaker (Online) Topic: Food Technology and Innovation for Sustainable Development By Associate Professor Dr. Pui Liew Phing, Malaysia

เวลา	รายละเอียด	
11.25 - 12.00 น.	การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ (Poster Session)	
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	<p>กลุ่ม 1 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร</p> <p>(ห้อง208 อาคารพลังแม่โจ้สามัคคี)</p>	
13.00 – 13.30 น.	<p>การบรรยายรับเชิญ</p> <p>เรื่อง เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร</p> <p>โดย รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช อินต๊ะ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์</p>	
	<p>การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย</p> <p>กลุ่ม 1 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร</p> <p>(ห้องกว้างทับทิม อาคารนำชัย ทุนผล)</p> <p>ประธาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิศรา วัฒนนภาเกษม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p> <p>เลขานุการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงดาว คนยัง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p>	
13.30 – 13.45 น.	OT-01	<p>สภาวะควบคุมการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยระบบอบแห้งแบบมีสทิฟโพล์ที่ใช้ก๊าซไบโอมีเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน</p> <p>กัญฐภัทร ไชยแสน สุรชัย เหมศิริ และ ประชา บุญยวานิชกุล</p> <p>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ</p>
13.45 – 14.00 น.	OT-02	<p>ผลของเชื้อเห็ดตับเต่า (<i>Phlebopus portentosus</i>) ต่อการเจริญเติบโตของกวางป่า (<i>Peterocapus macrocapus</i>)</p> <p>อัญชิสา วสุสุนทร แผลมไทย อาชานอก กมลพร ปานง่อม และ วรณา มังกิตะ</p> <p>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
14.00 – 14.15 น.	OT-03	<p>การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยเรื่องพลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย</p> <p>พัชรณัฐ ดาวดิษฐ์ ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ และ ศักดา ปินดาวงค์</p> <p>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>

เวลา	รายละเอียด	
14.15 – 14.30 น.	OT-04	<p>ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ของสารสกัดหายาจากหอม</p> <p style="text-align: right;">ญาดา ไชยวิเศษ และ วีรนนท์ ไชยมณี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
14.30 – 14.45 น.	OT-05	<p>การศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไคววาระ</p> <p style="text-align: right;">ชญาดา ม้าแก้ว ชลดา นามไพร ศิริโสภา อินชะ วรรณวงศ์ ละออทิพย์ นะโลกา พัตรเพ็ญ เพ็ญจำรัส และ ศรายุทธ ตริรัตน์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
14.45 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
	<p>การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย กลุ่ม 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ (กลุ่มย่อย 3) (ห้องกว้างทับทิม อาคารนำชัย ทนุผล)</p> <p style="text-align: right;">ประธาน : อาจารย์ ดร.ปิยะพิศ ขอนแก่น (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : อาจารย์ ดร.รัชนีวรรณ คำตัน (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p>	
15.00 - 15.15 น.	OB-13	<p>ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ในรายวิชาภาษาจีน</p> <p style="text-align: right;">ฐิติมนินทร์ ชูประดิษฐ์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)</p>
15.15 - 15.30 น.	OB-14	<p>การประเมินผลหลักสูตรฝึกอบรมภาษาอังกฤษโครงการ U2T ในจังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;">กรรณิการ์ กาญจันดา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
15.30 – 15.45 น.	OB-15	<p>พฤติกรรมของผู้สูงอายุและความต้องการสร้างเสริมสุขภาพของครอบครัว</p> <p style="text-align: right;">วิลาวัลย์ กันทะ และ จันทร์จิรา นันตา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
15.45 – 16.00 น.	OB-16	<p>ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;">พรพรหม ฮ่องเดช และ อุบลวรรณ สุภาแสน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>

เวลา	รายละเอียด	
16.00 – 16.15 น.	OB-17	<p>ความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำ ตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่</p> <p><i>พีรพัฒน์ ทางศร และ ธนวัฒน์ ปินต้ามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
16.15 – 16.30 น.	OB-18	<p>พฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงหลังผ่อนปรนมาตรการป้องกัน โควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p> <p><i>จิรภัทร วิจิตรจันทร์ และ มัชฌิมา ศุภวิมลพันธ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
16.30 – 16.45 น.	OB-19	<p>พฤติกรรมและแรงจูงใจของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่</p> <p><i>ณัฐพร ทนุ มัชฌิมา ศุภวิมลพันธ์ และ รัชนีวรรณ คำตัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
16.45 - 17.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
17.30 – 18.00 น.	<p>พิธีปิดการประชุมและมอบรางวัล</p> <p><i>โดย ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ ดุษฎี รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้</i></p>	
18.00 – 19.00 น.	รับประทานอาหารเย็นร่วมกัน	
<p>กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</p> <p>Group II Natural Resource and Environment</p> <p>(ห้อง 302/2 อาคารพลังแม่โจ้สามัคคี)</p>		
13.00 – 13.30 น.	<p>การบรรยายรับเชิญ (Invited speaker)</p> <p>เรื่อง คาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้กับเป้าหมาย NET ZERO ของประเทศไทย</p> <p><i>โดย นายอภิสิทธิ์ เสนาวงค์ องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)</i></p>	

เวลา	รายละเอียด	
		<p>การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (กลุ่มย่อย 1) กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประธาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงษ์ ทองเรือง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p>
13.30 – 13.45 น.	ON-01	<p>ความหลากหลายของไม้ต้นในป่าชุมชนผาหมูเหนือ ตำบลร่องกวาง จังหวัดแพร่ <i>ธรรมรัตน์ เขมะวนิช มณฑล นอแสงศรี วรรณมา มังกิตะ และ ปิยะพิศ ขอนแก่น</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
13.45 – 14.00 น.	ON-02	<p>ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน <i>กฤษฎา พงษ์การ์ณภาส แหลมไทย อาชานอก และ วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
14.00 – 14.15 น.	ON-03	<p>โครงสร้างสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมบางประการ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่หยวกของป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ <i>แหลมไทย อาชานอก ชนะศักดิ์ เวียงทอง ฎานิกา แซ่มซ้อย เพ็ญพิลัย เปียนคิด ภัคดีพร สิงห์ชู และคณะ</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
14.15 – 14.30 น.	ON-04	<p>นิเวศวิทยาของแก้ง (<i>Muntiacus muntjak</i>) บริเวณทุ่งหญ้าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ <i>ศศิพัทธ์ สุวรรณมีระ นริศ ภูมิภาคพันธ์ และ วิจักขณ์ ฉิมโฉม</i> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์</p>
14.30 – 14.45 น.	ON-05	<p>ลักษณะสังคมพืช และมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี <i>นิรวิทธิ์ สุขคง ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง และ วาทีนี สวนผกา</i> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์</p>
14.45 – 15.00 น.	ON-06	<p>ปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ <i>พรชิตา จินาวรณั รัตนภรณ์ วัดแจ้ง กันตพงศ์ เครือมา และ ต่อลาภ คำไย</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
15.00 – 15.15 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	

เวลา	รายละเอียด	
	<p style="text-align: center;">การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (กลุ่มย่อย 2) กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</p> <p style="text-align: center;">ประธาน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณมา มั่งกิตะ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ: อาจารย์ ดร.ละออทิพย์ นะโลกา (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p>	
15.15 – 15.30 น.	ON-07	<p>คุณสมบัติการหน่วงไฟและความแข็งแรงของไม้สักที่ผ่านการอาบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอนโดยวิธีการแช่</p> <p style="text-align: center;"><i>ธิตี วานิชติลกรัตน์ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ อีสริย์ ฮาวปินใจ นันทน์ภัส เชื่อมทอง นฤมล ชื่นวงศ์ และ จิตรา พิมพวงค์เขียว</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
15.30 – 15.45 น.	ON-08	<p>การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อคัดแยกไม้พะยุงกับไม้ชิงชันด้วยการวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มสีด้วยกราฟ(Histrogam)</p> <p style="text-align: center;"><i>จิรัชยา มังคละศิริ ธนากร นากอก อาทิตย์ แซ่ลิ้ม ปฏิภาณ โนนกลาง อีระเดช สายเนตร และ วิทยา บุญสุข</i> มหาวิทยาลัยนครพนม</p>
15.45 – 16.00 น.	ON-09	<p>การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักสวนป่าเอกชนและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้</p> <p style="text-align: center;"><i>อีสริย์ ฮาวปินใจ ธิตี วานิชติลกรัตน์ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ ภัทริกา วงศ์เศรษฐี</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
16.00 – 16.15 น.	ON-10	<p>ผลของสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ต่อการเข้าทำลายของมอดซึ่มในไม้สัก</p> <p style="text-align: center;"><i>ศิริลักษณ์ สุขเจริญ อีสริย์ ฮาวปินใจ และ ธิตี วานิชติลกรัตน์</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
16.15 – 16.30 น.	ON-11	<p>สมบัติเชิงกลและทางกายภาพของไผ่ชางป่า (<i>Dendrocalamus membranaceus</i> Munro) และไผ่ไผ่ชางหม่น (<i>Dendrocalamus sericeus</i> Munro) จากพื้นที่จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: center;"><i>กาญจน์ศรัณย์ ลอยใหม่ ญัฐธิดา ศรีจันทร์ อาทิตยา แลไค้ อีสริย์ ฮาวปินใจ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ และ ธิตี วานิชติลกรัตน์</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>

เวลา	รายละเอียด	
		<p style="text-align: center;">การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (กลุ่มย่อย 3) กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประธาน : อาจารย์ ดร.พัทธเพ็ญ เพ็ญจำรัส (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : อาจารย์ ดร.ศิริโสภา อินชะ วรณวงศ์ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p>
16.30 – 16.45 น.	ON-12	<p>การศึกษาผลของการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ต่อคุณสมบัติของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่ง</p> <p style="text-align: right;">ณัฐภาส นิธิยโสธรานนท์ ปานจันทร์ ศรีจรรยา และ จินดารัตน์ ทิมพัสมาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี</p>
16.45 - 17.00 น.	ON-13	<p>การเตรียมแผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากเปลือกไข่และตอซังข้าว</p> <p style="text-align: right;">เกียรติลักษณ์ จิงเจริญพูน ชิตภากร บรรลั้งเดช ณัฐธิดา ทองคำ พัศตราพรรณ มณฑาพงศ์ และ ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี</p>
17.00 - 17.15 น.	ON-14	<p>การเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่สามารถย่อยสลายได้จากเส้นใยผักตบชวา</p> <p style="text-align: right;">วริษฐา จันทพร ชณันภัสร์ วรพัฒนะลักษณ์ พิธัชชัย อรัญวงศ์ ภูเบศ มโนภิรมย์ และ เกียรติลักษณ์ จิงเจริญพูน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี</p>
17.15 - 17.30 น.	ON-15	<p>การประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;">กัลยกร แป้นทอง ญาณิกา แซ่มซ้อย และ ต๋อลาก คำไย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
17.30 - 18.00 น.	<p>พิธีปิดการประชุมและมอบรางวัล โดย ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ คุชฎี รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้</p>	
18.00 – 19.00 น.	<p>รับประทานอาหารเย็นร่วมกัน</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่ม 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ (ห้องพระมหาโพธิวงศาจารย์ อาคารพลังแม่โจ้สามัคคี)</p>		
13.00 – 13.30 น.		<p>การบรรยายรับเชิญ เรื่อง การเมืองบนความมั่นคงทางอาหาร โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ หวังสัจจะโชค มหาวิทยาลัยนเรศวร</p>
		<p style="text-align: center;">การนำเสนอภาคบรรยาย (กลุ่มย่อย 1) กลุ่ม 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ ประธาน : รองศาสตราจารย์ ดร.ทีฆา โยธากิติ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา พันธุ์แสนศรี (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)</p>
13.30 – 13.45 น.	OB-01	<p>การศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีในการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ จังหวัดอุดรดิตถ์ <i>พิกุลมาศ พุกอินทร์ และ เขมิสรา พุกอินทร์</i> วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรดิตถ์</p>
13.45 – 14.00 น.	OB-02	<p>การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด <i>อดุลย์ พุกอินทร์ เขมิสรา พุกอินทร์ ชนัญชิตา ทรงคุณ ชนันญฎัก แสงสาย และ พิกุลมาศ พุกอินทร์</i> มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์</p>
14.00 – 14.15 น.	OB-03	<p>การตัดสินใจละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมภายใต้ภาษีและเงินเฟ้อ: การใช้แบบจำลองแบบเชิงกำหนดโดยอิงจากอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในไทย <i>ณัฐวุฒิ คุ้มคนเสียรชัย</i> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์</p>
14.15 – 14.30 น.	OB-04	<p>ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง <i>ณัฐธยาน์ น้อยเปียง กฤษณา วงศ์ไชยพรม และ วรวิทย์ สวนเสริมผล</i> สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ จังหวัดลำปาง</p>
14.30 – 14.45 น.	OB-05	<p>กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลไทยชนะศึก จังหวัดสุโขทัย <i>พรชัย ปานทุ่ง</i> มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม</p>

14.45 – 15.00 น.	OB-06	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD <i>ธัญยา ทิพบรรจง วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย และ เออวดี เปรมษ์เจริญ</i> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
15.00 – 15.15 น.		พักรับประทานอาหารว่าง
		การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (กลุ่มย่อย 2) กลุ่ม 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ ประธาน : อาจารย์ ดร.โอฬาร อ่องพะ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : อาจารย์อุบลวรรณ สุภาแสน (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)
15.15 – 15.30 น.	OB-07	การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มนมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน <i>พัชรินทร์ อภิรม เออวดี เปรมษ์เจริญ และ สุวรรณา สายรวญาติ</i> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
15.30 – 15.45 น.	OB-08	ประสบการณ์นักนิเทศศาสตร์เพื่อสังคมสู่บทบาทนักนิเทศศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม <i>พิทักษ์ ศศิสุวรรณ</i> มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
15.45 – 16.00 น.	OB-09	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดงของผู้บริโภค <i>อุษา ใหญ่กระโทก วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย และ อภิชาติ ตะลุดเพทย์</i> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
16.00 – 16.15 น.	OB-10	การพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 <i>อนันต์ ลากุล นพพล จันทร์กระจ่างแจ้ง และ รัตนาพร แซ่มเสถียร</i> มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
16.15 – 16.30 น.	OB-11	ภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนในนวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกร และพิมานแพรของประภัสสร เสวิกุล <i>He Xiao hua ปรียาร์ตน์ เขาวลิตประพันธ์ และ พชลินจ์ จินนุ่น</i> มหาวิทยาลัยทักษิณ

16.30 - 16.45 น.	OB-12	ความคิดเห็นและแนวทางการประยุกต์ใช้สื่อดิจิทัลของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน <i>นพพล จันท์กระจ่างแจ้ง อนันต์ ลากุล นพดล เพ็ญเขตกรณ์ และ นนทกร เพ็ญเขตกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์</i>
16.45 – 17.30 น.		พักรับประทานอาหารว่าง
17.30 - 18.00 น.	พิธีปิดการประชุมและมอบรางวัล <i>โดย ผศ.ดร.ณัฐวดี ดุษฎี รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้</i>	
18.00 – 19.00 น.	รับประทานอาหารเย็นร่วมกัน (Dinner)	
กลุ่ม 4 นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์ (ห้องประชุมกว้างเพทาย ชั้น 2 อาคารนำชัย ทะนุผล)		
13.00 – 13.30 น.	การบรรยายรับเชิญ สร้างงานวิจัยบนพื้นฐานความคิดแบบนักธุรกิจ สร้างจุดแข็ง และความยั่งยืนทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยี และนวัตกรรม <i>โดย นายทิวา จามะรี บริษัท ทิวา อินโนเวท จำกัด (Thiva innovate Co., Ltd.)</i>	
การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (กลุ่ม 1) กลุ่มนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประธาน: รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพร จันท์ฉาย (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : อาจารย์ ดร.เอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยั้ง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)		
13.30 – 13.45 น.	OI-01	การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าหมักร่วมกับเปลือกกาแฟและฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์โดยใช้จุลินทรีย์ตรังไนโตรเจนเป็นหัวเชื้อในการผลิต <i>สร้อยฟ้า ดิษคำเหมาะ จุฑามาศ คำนาน และ ณัฐพร จันท์ฉาย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i>
13.45 – 14.00 น.	OI-02	การประยุกต์ใช้หัวเชื้อสาโทในกระบวนการผลิตไวน์ส้ม <i>เกตุวลิน ล้ำเลิศ และ พิชญาพร आयुมัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i>
14.00 – 14.15 น.	OI-03	การสกัดสีย้อมธรรมชาติจากมะเขี๋ยง <i>สุดา จันทะบัตร์ และ พิชญาพร आयुมัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i>

14.15 – 14.30 น.	OI-04	การหาสภาวะที่เหมาะสมของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าว <i>อารีรัตน์ แซ่ว่าน และ เอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยิ่ง, มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i>
14.30 – 14.45 น.	OI-05	การกำจัดสีย้อมจากน้ำทิ้งโรงงานผ้าฝ้าย้อมโดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย <i>จิรัฐ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์ ธนกร ช่างเหล็ก ศิริสิทธิ์ แนวพิชิต พิทักษ์ วงษ์รีย์ และ ศุภณัฐ พัฒนสารินทร์ โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่</i>
14.45 – 15.00 น.		พักรับประทานอาหารว่าง
		การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (กลุ่ม 2) กลุ่มนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์ ประธาน: รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพร จันทน์ฉาย (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ) เลขานุการ : อาจารย์ ดร.เอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยิ่ง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ)
15.00 – 15.15 น.	OI-06	อุปกรณ์ตรวจจับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์ <i>รพีพงศ์ ลิ้มชวพันธ์กุล ณัฐวุฒิ ประเสริฐ และ เกนกี ทามานากะ โรงเรียนวาริชเชียงใหม่</i>
15.15 – 15.30 น.	OI-07	การพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 <i>ทองแซ หมื่นฟิล์มทอง เจค ชมพูนิก อัครมานะกิจ และ สุภารัตน์ พงษ์ตระกูล โรงเรียนสรรพวิทยาคม</i>
15.30 – 15.45 น.	OI-08	เครื่องคัดแยกเกรดมะม่วงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ <i>รพีภัทร ศรีปัญญา ณัทธมน ธารพิพิธชัย และ นิพัทธ์พนธ์ บุญเต็ม โรงเรียนวาริชเชียงใหม่</i>
15.45 – 16.00 น.	OI-09	RoboSign (หุ่นยนต์คัดกรองผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน) <i>นรภัทร พรหมบุตร ปภินวิช ตริอินทอง และ ปรานต์ แดงสกุล โรงเรียนวาริชเชียงใหม่</i>
16.00 – 16.15 น.	OI-10	การพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูป <i>กรณีย์ เย็นอารมณ์ ลักษิกา สังสิริ อัญญา บุญประจวบ และ ณัฐพร จันทน์ฉาย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i>
16.15 – 17.30 น.		พักรับประทานอาหารว่าง
17.30 - 18.00 น.		พิธีปิดการประชุมและมอบรางวัล <i>โดย ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ ดุษฎี รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้</i>
18.00 – 19.00 น.		รับประทานอาหารเย็นร่วมกัน

การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ (Poster Session)

ณ บริเวณด้านหน้าอาคารพลังแม่โจ้สามัคคี

เวลา 11.25 - 12.00 น.	กลุ่มที่ 1 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร	
	PT-01	ทรัพยากรพันธุกรรมข้าวเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ <i>จิตรา สุวรรณ พิรพล ม่วงงาม วชิรี สุขวิวัฒน์ ปราณี มณีนิล ธารารัตน์ มณีน่วม และคณะ</i> ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
	PT-02	ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการฆ่ามอดข้าวเปลือก <i>Rhyzopertha dominica</i> Fabricious (Coleoptera: Bostrichidae) <i>กนกอร วุฒิวังศ์ นพดล ประยูรสุข รัตติกาล อินทมา และ ชาญชัย ทองโสภา</i> ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
	PT-03	การพัฒนาเครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโอสแบบพกพาสำหรับข้าวสาร <i>ธารารัตน์ มณีน่วม รณฤทธิ์ ฤทธิธิน บุษกร พลดงนอก วชิรี สุขวิวัฒน์ ปราณี มณีนิล และ รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร</i> ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
	PT-04	เมแทบอลอไมกส์ในข้าวพันธุ์ต้านทานโรคไหม้ <i>รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร สุพัตรา นราวิวัฒนะ ภัทรศยา สายยัด และ ดวงกมล บุญช่วย</i> สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ
	PT-05	การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบของกฤษณา <i>ภัทรพร ผูกคล้าย วิวัฒน์ คล้ายสุทธิ์ ตูลาลักษณ์ เพิ่มนิตย์ พรรณพร กุลมา และ ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
	PT-06	ผลของพลาสมาความดันบรรยากาศต่อการแสดงออกของยีนที่ก่อโรคแอนแทรกโนสในพริก <i>กมลพร ปานง่อม ขนิษฐา สมพงษ์ ศิริโสภา อินชะ วรรณวงศ์ และ วีรนนท์ ไชยมณี</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

PT-07	การพัฒนาไฮโดรเจลจากน้ำลอกกาวยุคใหม่ที่ใช้เป็นวัสดุคลุมหน้าดินที่สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของปุ๋ย	<p style="text-align: right;">นภิสรา กลิ่นขจร ฐปนน ตั้งกมลสถาพร และ ชลากร อัครณิชากร โรงเรียนวาริชียงใหม่</p>
PT-08	สมบัติของเนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดินต่อความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ในแปลงปลูกกาแฟอาราบิก้า	<p style="text-align: right;">อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ วุฒิ ศรีวิชัย รัฐกร สืบคำ พชรินทร์ นามวงษ์ ฤทัยรัตน์ ห้อยสัน และ สุชาวดี จันจาตุรงค์ กรมวิชาการเกษตร</p>
PT-09	การประมาณกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง	<p style="text-align: right;">ครวญ บัวศิริ และ ปิยะนันท์ นวลหนูปลั่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา</p>
PT-10	ผลของการเสริมกระถินต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนของโคเนื้อลูกผสมที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าอินทรีย์	<p style="text-align: right;">ดุจดาว คนยัง สมศักดิ์ กันถาด ภาสกร อัมพรสวัสดิ์ วงศ์วิเศษ วงศ์นาค และ มรกต วงศ์หน่อ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
PT-11	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม	<p style="text-align: right;">มงคล เทพรัตน์ และ ธัญจิรา เทพรัตน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา</p>
PT-12	การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบจากแป้งถั่วขาวและแก่นตะวันผง	<p style="text-align: right;">ลิซเรศ คงแก้ว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่</p>
PT-13	ผลของสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักต่อการเจริญของเชื้อรา <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> สาเหตุของโรคแอนแทรคโนสในพริก	<p style="text-align: right;">ขวัญจรัส เขิงปัญญา จิรพงศ์ ศรศักดิ์านุภาพ ฉันทนา ชูแสวงทรัพย์ อภิรดี เสียงสืบชาติ นัฏฐวดี แลต่อ่ง และคณะ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
PT-14	PRE07114-5-1-1-1: ข้าวเจ้าหอมพื้นนุ่มไวต่อช่วงแสงต้านทานโรคไหม้ในเขตภาคเหนือตอนบน	<p style="text-align: right;">คณางค์ ปัญญาธิ์กุล กุลชนา ดาร์เวล กาญจนา พิบูลย์ พันนิภา ยาใจ เปรมฤดี ปินทยา และคณะ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่</p>

	PT-15	ผลของการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม <i>วรศิลป์ มาลัยทอง วรพรรณ ภู่มณี ศรายุทธ ตรีรัตน์ ศิริวรรณ ณะวงษ์ และ อิศรา วัฒนนภาเกษม</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
	PT-16	การประเมินตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมความต้านทาน โรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ <i>กุลชนา ดาร์เวล คคนางค์ ปัญญาลือ พันนิภา ยาใจ กนกอร วุฒิวิงศ์ ประจักษ์ เหล็งบำรุง และคณะ</i> ศูนย์วิจัยข้าวแพร่
	PT-17	เทคโนโลยีพลาสมาระดับบรรยากาศต่อการยับยั้ง <i>Nosema ceranae</i> ในผึ้งพันธุ์ (<i>Apis mellifera</i>) <i>กษิต์เดช เลากุลศิริ ธรรมบุญ บุญมี และ วีรนนท์ ไชยมณี</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
	PT-18	การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซิสต์ต่อการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียน <i>ธนนท์ หนูสอน ขวัญจรัส เเชิงปัญญา ถมรัตน์ ชัชวาลย์ และ อภิรดี เสียงสืบชาติ</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
	PT-19	ผลของสารเคลือบผิวจากเปลือกส้มเขียวหวานต่อการเก็บรักษาสตอเบอร์รี่ <i>ทิพวรรณ ขำนิเขตกิจ และ พิชญภาพร อายุมัน</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
		กลุ่มที่ 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Group II Natural Resource and Environment
	PN-01	การสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่า และการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ <i>พีรพล ม่วงงาม ประจักษ์ เหล็งบำรุง มาลินี จันวรรณ เอกราช แก้วนางโอ สุรเชษฐ์ ชามนตรี และคณะ</i> ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
	PN-02	ปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกัญชง <i>ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด ธนากร ลัทธิตระสุวรรณ ศศิกานต์ คู่วัฒนา และ ภัทรภาพร ผูกคล้าย</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

PN-03		<p>การศึกษาประสิทธิภาพแฉมพู่จากสารสกัดของพืชสมุนไพรในการกำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกากเคลื่อนบนหนังศีรษะ</p> <p style="text-align: right;"><i>ธนภฤต คุณยศยิ่ง ฌภัทร อยู่ในธรรม ภาคิน คุณยศยิ่ง และ วิวรรธน์ สุทะณะ</i></p> <p style="text-align: right;"><i>โรงเรียนวาริชียงใหม่</i></p>
PN-04		<p>ผลของความชื้นของข้อไม้ไฟที่แตกต่างกันต่อการเผาถ่านแฉมด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน (Gasification)</p> <p style="text-align: center;"><i>ธัญญาลักษณ์ วงเวียน ญัฐกานต์ หมื่นจันทร์ วรวุฒิ งามพิบูลเวท ประเจต อำนาจ เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภาอ้าย</i></p> <p style="text-align: right;"><i>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
PN-05		<p>อิทธิพลของความยาวรากต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักหวานป่า</p> <p style="text-align: center;"><i>วิศรา โชติสันเทียะ อีระพงษ์ รัตนศิลา ประเจต อำนาจ วรวุฒิ งามพิบูลเวท เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภาอ้าย</i></p> <p style="text-align: right;"><i>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
PN-06		<p>อิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า</p> <p style="text-align: right;"><i>ศตพร สังข์ทอง ธมลวรรณ ชันทองคำ และ ประเจต อำนาจ</i></p> <p style="text-align: right;"><i>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
PN-07		<p>การศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาที่ใช้ความร้อนจากเตาเผาถ่านและเตาเผาแกลบ</p> <p style="text-align: center;"><i>พิพัฒน์พล พร้อมมิตร ชาญณรงค์ มุลศรี วรวุฒิ งามพิบูลเวท ประเจต อำนาจ เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภาอ้าย</i></p> <p style="text-align: right;"><i>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
PN-08		<p>การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ตำบลปากน้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์</p> <p style="text-align: right;"><i>ศุภกิตติ คำเลี้ยง ภูรินทร์ สวัสดิ์รักษ์ และ ประเจต อำนาจ</i></p> <p style="text-align: right;"><i>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>
PN-09		<p>โครงสร้างสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภอลอง จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: center;"><i>พาณิชย์ ดอมี ภูรินทร์ อินพรม วรวุฒิ งามพิบูลเวท ประเจต อำนาจ เปรมชัย สุทธคุณ กษมา ภาอ้าย และ อภิรดี เสียงสืบชาติ</i></p> <p style="text-align: right;"><i>มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</i></p>

กลุ่มที่ 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ Group III Business Administration and Social Science		
	PB-01	<p>การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชนเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมฐานราก หลังโควิด ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;"><i>ชัยวัฒน์ สมศรี</i> กรรมการ เศวตปวิช และ กชภัฏ บุญสิทธิ์ วิทยาลัยชุมชนแพร่</p>
	PB-02	<p>การพัฒนาสร้างสรรค์และยกระดับผลิตภัณฑ์ชุมชนสู่ความยั่งยืนในอนาคต กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอมืองแพร่</p> <p style="text-align: right;"><i>มนัส จันทรพวง</i> จุฬารักษ์ ดวงตาดำ และ วิยะณี ดังก้อง วิทยาลัยชุมชนแพร่</p>
	PB-03	<p>แนวทางสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน: การประเมินผลกระทบของการเติบโตทางเศรษฐกิจและนวัตกรรมที่มีต่อการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย</p> <p style="text-align: right;"><i>วันวสา วิโรจนารมย์</i> และ กษมา ถาอ้าย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
	PB-04	<p>กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;"><i>วิยะณี ดังก้อง</i> มนัส จันทรพวง และ ปาริฉัตร กุลเกลี้ยง วิทยาลัยชุมชนแพร่</p>
	PB-05	<p>การพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เชิงสร้างสรรค์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ ตำบลกาญจนา อำเภอมืองแพร่ จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;"><i>กิตติพร สังคตีส</i> ภูงค์วิฐภูมิ เชื้อกุลชาติ และ ปาริฉัตร กุลเกลี้ยง วิทยาลัยชุมชนแพร่</p>
	PB-06	<p>การประยุกต์ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์เพื่อการนำเสนอข้อค้นพบ จากงานวิจัยเรื่องมหาสติปัญญา</p> <p style="text-align: right;"><i>สร้อยญา ไชติรัตน์</i> และ ศักดา ปินตาวงค์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>

PB-07	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	<p style="text-align: right;">ฉลวย จันศรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
PB-08	การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ Active learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	<p style="text-align: right;">ชยันต์ ลินสกุล สุมิตรา โรจนนิติ ภาควงมิ โชคทวีพาณิชย์ สิริรัตน์ ลินสกุล และ จริญญา พิชัยคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์</p>
PB-09	แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	<p style="text-align: right;">ภิญโญ ผลงาม และ สรัญญา โชติรัตน์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
PB-10	การศึกษาแนวทางการเลือกใช้โปรแกรม E-meeting ที่เหมาะสม: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	<p style="text-align: right;">ศิริภัสสร กันถาด มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
PB-11	ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติของนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	<p style="text-align: right;">วัชรวิ เลขาวิพัฒน์ ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด และ ศศิกันต์ คู่วัฒนา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>
PB-12	ธุรกิจร้านขนมไข่มุกลดพลังงาน: กรณีศึกษาในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ	<p style="text-align: right;">ชลิตา เอี่ยมแจ่ม อภิสรา เล่งวงศ์ กรโชค ศรินนทชาติ และ ธนัท อมาตยกุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ</p>
PB-13	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายไปไม้จากสีธรรมชาติภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ BCG ชุมชนตำบลพระหลวง จังหวัดแพร่	<p style="text-align: right;">นุชลิรี ภาคบุตร และ ศุภลักษณ์ มุคยะ วิทยาลัยชุมชนแพร่</p>

	PB-14	<p>พฤติกรรมที่ตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี</p> <p style="text-align: right;"><i>สุชีนา มีบุญพอ อุษณี จิตติมณี และ พรพจน์ จุลสวัสดิ์</i> มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี</p>
	PB-15	<p>การศึกษารายละเอียดบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัย แต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย</p> <p style="text-align: right;"><i>วิภารัตน์ พุฒินานุรักษ์</i> มหาวิทยาลัยนเรศวร</p>
	PB-16	<p>การศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่</p> <p style="text-align: right;"><i>พรหมพร พันพิจิตร และ ปัญจพร คำโย</i> มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ</p>

หมายเหตุ: กำหนดการสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

บรรยายพิเศษ (Keynote Speaker)

1. ผู้ทรงคุณวุฒิบรรยายพิเศษ (Keynote Speaker)



ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว

ประธานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

หัวข้อการบรรยาย:

“เทคโนโลยีและนวัตกรรมสร้างสรรค์สู่
เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)”



Associate Professor Dr. Pui Liew Phing

UCSI University, Malaysia

Topic:

“Food Technology and Innovation
for Sustainable Development”

2. ผู้ทรงคุณวุฒิบรรยายพิเศษประจำกลุ่ม (Invited Speaker)

กลุ่ม 1 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร



รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช อินต๊ะ

หัวหน้าหน่วยวิจัยสนามไฟฟ้าประยุกต์ในงานวิศวกรรม

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

หัวข้อบรรยาย:

“เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเกษตร
และอาหาร”

กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



นายอภิสิทธิ์ เสนาวงค์

นักวิชาการชำนาญการพิเศษ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

หัวข้อบรรยาย:

“คาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้ กับ เป้าหมาย
NET ZERO ของประเทศไทย”

กลุ่ม 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ หวังสังจะโชค

อาจารย์ประจำภาควิชารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์

คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

หัวข้อบรรยาย:

“การเมืองบนความมั่นคงทางอาหาร”

กลุ่ม 4 นวัตกรรมวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์



นายทิวา จามะรี

เจ้าของบริษัท ทิวา อินโนเวท จำกัด
ผู้คิดค้น และพัฒนาระบบปลูกพืชในบรรจุภัณฑ์
ด้วยเทคโนโลยี Plant factory

หัวข้อบรรยาย :

“สร้างงานวิจัยบนพื้นฐานความคิดแบบ
นักธุรกิจ สร้างจุดแข็ง และความยั่งยืน
ทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยี และนวัตกรรม”

สารบัญ

หน้า

คำนำ

กำหนดการ

บรรยายพิเศษ

International Conference (Oral Presentation)

Group I Technology and Innovation for Agriculture and Food

Analysis of the Association between Education Level and the Adoption of Digital Technologies by Smallholder Farmers in Quang Tri Province, Vlewnam-Implications for Digital Extension Strategies	3
<i>By Tran Cao Uy, Budsara Limnirankul, Weerapong Palee, Kittisak Thongmeethip, Chanin Kaewkhata and Suparat Potibunlung</i>	
Development of Yogurt Fortified with Polysaccharide Extract from Longan Pulp	4
<i>By Kanokwan Tandee, Supanida Suwannakart, Supasinee Wannathai, Suriya Ounya, Nunnapat Rahong and Janjira Wunchana</i>	
Texture Modified Fish Balls for Elderly with Difficulty Chewing and Swallowing	12
<i>By Chitraporn Ngampeerapong, Chueamchaitrakun, S., Rahong N., Wanchana J., Pomsri S. and Nitassanagul S.</i>	
Distribution of <i>Peronosclerospora neglecta</i> on Maize in Thailand	23
<i>By Manorat Sudsanguan, Roger G. Shivas, Yu Pei Tan, Chanintorn Doungsa-ard and Sarunya Nalump</i>	
Antioxidant Activities, Sugar and Caffeine Content in Thai Arabica Coffee Beans	24
<i>By Apichaya Laosrivijit, Thiti Jarangdet, Panicha Chutichaicharat, Kanticha Matrong, Supansa Jaroenyng, Kansinee Wongreun and Wimolsiri Pridasawas</i>	
Effects of using Synbiotic Microencapsulation as a Feed Additive in Tilapia Culture	32
<i>By Nuttaporn Chanchay and Ansaya Boonprajaub</i>	
Maximizing Growth Potential of <i>Spirulina platensis</i> : Harnessing the Power of Enhanced LED Illumination and Optimization Strategies	40
<i>By Obaid Bhat, Yuwalee Unpaprom and Rameshprabu Ramaraj</i>	

	หน้า
Group II Natural Resource and Environment	
Diversity of Birds at Umong (Suan Buddha Dhamma), Pa Dara Phirom, and Chang Kham Temple in Chiang Mai Province, Thailand <i>By Kanarat Chairat, Sawat Sanitjan and Kanokporn Saenphet</i>	52
Group III Business Administration and Social Science	
Tourist Behavior at Cafes inside the Old City Walls of Phrae Province <i>By Piranun Juntapoom, Threerapat Charoenpasertkun, Amnuayporn Yaiying, Kassarapom Thirawong, Narupon Lerdkanjanaporn and Wattana Wanitchanont</i>	64
The Development of the Electronic Books (E-Book) in English using PWPA Learning Process for the Sixth Grade Primary Students at Watmethangkarawas School <i>By Kuntana Kuntahong</i>	74
Attitudes towards Gender Diversity in Workplaces: A Case Study of Workplaces in Rayong Province, Thailand <i>By Orrarath Amornsukont and Haruthai Numprasertchai</i>	84
การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (Oral Presentation)	
กลุ่ม 1 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร	
สภาวะควบคุมการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยระบบอบแห้งแบบมัสท์โฟลว์ที่ใช้ก๊าซไปโอมิเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน <i>โดย กันฐภัทร ไชยแสน สุรัชย์ เหมศิริญ และ ประชา บุญยวานิชกุล</i>	94
ผลของเชื้อเห็ดตับเต่า (<i>Phlebopus portentosus</i>) ต่อการเจริญเติบโตของก๊อปปี้ (<i>Peterocapus macrocapus</i>) <i>โดย อัญชิสรา วสุสุนทร แผลมไทย อาษานอก กมลพร ปานง่อม และ วรณมา มั่งกิตะ</i>	105
การพัฒนาาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยเรื่องพลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย <i>โดย พัชรณัฐ ดาวดึงษ์ ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ และ ศักดา ปินตาวงค์</i>	116
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ของสารสกัดหยาบจากหอม <i>โดย ญาดา ไชยวิเศษ และ วีรนนท์ ไชยมณี</i>	127
การศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไควเราะ <i>โดย ญาดา ม้าแก้ว ชลดา นามไพโร ละออทิพย์ นะโลกา ศิริโสภา อินชะ วรณวงค์ และ พัชรเพ็ญ เพ็ญจำรัส</i>	135

	หน้า
กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	
ความหลากหลายของไม้ต้นในป่าชุมชนผาหมื่นือ ตำบลร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดย ธรรมรัตน์ เขมะวนิช มณฑล นอแสงศรี วรรณมา มังกิตะ และ ปิยะพิศ ขอนแก่น	144
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน โดย กฤษดา พงษ์การณียภาส แหลมไทย อาษานอก และ วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ	152
โครงสร้างสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมบางประการ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่หยวกของป่าชุมชน บ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดย แหลมไทย อาษานอก ชนะศักดิ์ เวียงทอง ญาณิกา แซ่ม้อย เพ็ญพิลัย เปียนคิด ภักติพร สิงห์ชู และคณะ	164
นิเวศวิทยาของแก้ง (<i>Muntingia muntjak</i>) บริเวณทุ่งหญ้าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดย ศศิพันธ์ สุวรรณมีระ นริศ ภูมิภาคพันธ์ และ วิจักขณ์ ฉิมโฉม	174
ลักษณะสังคมพืช และมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดย นิรวิทย์ สุขคง ชاکกริต ณ ตะกั่วทุ่ง และ วาทีณี สวนผกา	184
ปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดย พรชิตา จินาวรรณ รัตนาภรณ์ วัตแจ้ง และ ต่อลาก คำโย	199
คุณสมบัติการหน่วงไฟและความแข็งแรงของไม้สักที่ผ่านการอาบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอน โดยวิธีการแช่ โดย อิติ วาณิชติกรัตน์ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ อิศรีย์ ฮาวปินใจ นันทน์ภัส เชื่อมทอง นฤมล ชื่นวงศ์ และ จิตรา พิมพ์วงศ์เขียว	208
การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อคัดแยกไม้พุ่มกับไม้ชิงชันด้วยการวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มสีด้วยกราฟ (Histrogram) โดย จิรัชยา มังคละศิริ ธนากร นากอก อาทิตย์ แซ่ลิ้ม ปฏิภาณ โนนกลาง อีร์เดช สายเนตร และ วิทยา บุญสุข	218
การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักสวนป่าเอกชนและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ โดย อิศรีย์ ฮาวปินใจ อิติ วาณิชติกรัตน์ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ ภัทริกา วงศ์เศรษฐี	230
ผลของสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ต่อการเข้าทำลายของมอดซึ่มในไม้สัก โดย ศิริลักษณ์ สุขเจริญ อิศรีย์ ฮาวปินใจ และ อิติ วาณิชติกรัตน์	240
สมบัติเชิงกลและทางกายภาพของไผ่ชางป่า (<i>Dendrocalamus membranaceus</i> Munro) และ ไผ่ชางหม่น (<i>Dendrocalamus sericeus</i> Munro) จากพื้นที่จังหวัดแพร่ โดย กาญจน์ศรัณย์ ลอยใหม่ ภัฏฐิตา ศรีจันทร์ อาทิตยา แลไค้ง อิศรีย์ ฮาวปินใจ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ และ อิติ วาณิชติกรัตน์	248

	หน้า
การศึกษาผลของการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ต่อคุณสมบัติของโพลิเอทิลีนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่ง	258
<i>โดย ณัฐภาส นิธิยโสธรานนท์</i>	
การเตรียมแผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากเปลือกไข่และตอซังข้าว	268
<i>โดย เกียรติลักษณ์ จิ่งเจริญพูน ชิตภากร บรรลิ่งเดช ณัฐธิดา ทองคำ พัสตราพรรณ มณฑาพวงค์ และ ปิยะบุตร วาณิชพงษ์พันธ์</i>	
การเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่สามารถย่อยสลายได้จากเส้นใยผักตบชวา	282
<i>โดย วริษฐา จันทพร ชนันภัทร์ วรพัฒนะลักษณ์ พิรัชชัย อรัญวงศ์ ภูเบศ มโนภริมย์ และ เกียรติลักษณ์ จิ่งเจริญพูน</i>	
การประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่	296
<i>โดย กัลยกร แป้นทอง ญานิกา แซ่มซ้อย และ ต๋อลาก คำโย</i>	
กลุ่ม 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์	
การศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีในการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์	310
<i>โดย ผกามาศ พุกอินทร์ และ เขมิสร่า พุกอินทร์</i>	
การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ของบริษัท ดราگون กรีน เอ็นเนอจี จำกัด	321
<i>โดย อตุลย์ พุกอินทร์ เขมิสร่า พุกอินทร์ ชนัญชิตา ทรงคุณ ชนันญภัค แสงสาย และ ผกามาศ พุกอินทร์</i>	
การตัดสินใจละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมภายใต้ภาษีและเงินเฟ้อ: การใช้แบบจำลองแบบเชิงกำหนดโดยอิงจากอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในไทย	331
<i>โดย ณัฐวุฒิ คุ้มณเธิร์ชัย</i>	
ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง	344
<i>โดย ณัฐธยาน์ น้อยเปียง</i>	
กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลไทยชนะศึก จังหวัดสุโขทัย	355
<i>โดย พรชัย ปานทุ่ง</i>	
ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD	370
<i>โดย ธันยา ทิพบรรจง วิศิษฐ์ ลีสมบุญชัย และ เออวดี เปรมษ์เชื้อย</i>	
การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคเครื่องดื่มนมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน	381
<i>โดย พัชรินทร์ อภิรม เออวดี เปรมษ์เชื้อย และ สุวรรณา สายรวญาดี</i>	

	หน้า
ประสบการณ์นักนิเทศศาสตร์เพื่อสังคมสู่บทบาทนักนิเทศศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดย พัทธ์ชัย ศศิสุวรรณ	392
ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรามิกบัวแดงของผู้บริโภค โดย อุษา ใหญ่กระโทก วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย และ อภิชาติ ตะคุณเพทย์	406
การพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย อนันต์ ลาภกุล นพพล จันทรกระจ่างแจ้ง และ รัตนาพร แซ่มเสถียร	417
ภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนในนวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกร และพินานแพรของประภัสสร เสวิกุล โดย He Xiao hua, ปรียารัตน์ เขาวลิตประพันธ์ และ พัทธ์ลินจ์ จินนุ่น	428
ความคิดเห็นและแนวทางการประยุกต์ใช้สื่อชุดอรรถาภิธานจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน โดย นพพล จันทรกระจ่างแจ้ง อนันต์ ลาภกุล นพพล เพ็ญเขตกรณ์ และ นนทกร เพ็ญเขตกรณ์	440
ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ในรายวิชาภาษาจีน โดย จิตินันท์ ชูประดิษฐ์	454
การประเมินผลหลักสูตรฝึกอบรมภาษาอังกฤษโครงการ U2T ในจังหวัดแพร่ โดย กรรณิการ์ กาญจันดา	463
พฤติกรรมของผู้สูงอายุและความต้องการสร้างเสริมสุขภาวะองค์รวม โดย วิลาวัลย์ กันทะ และ จันทรจิรา นันตา	465
ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ โดย พรพรม ฮ่องเดช และ อุบลวรรณ สุภาแสน	476
ความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำ ตำบลทุ่งศรี อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดย พีรพัฒน์ ทางศร และธนวัฒน์ ปินตา	486
พฤติกรรมทางท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงหลังผ่อนปรนมาตรการป้องกัน โควิด-19 ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดย จิรภัทร วิจิตรจันทร์ และ มัชฌิมา ศุภวิมลพันธ์	497
พฤติกรรมและแรงจูงใจของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่ โดย ณัฐพร ทนุ มัชฌิมา ศุภวิมลพันธ์ และ รัชนีวรรณ คำตัน	504

	หน้า
กลุ่ม 4 นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์	
การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าหมักร่วมกับเปลือกกาแฟและฟืนข้าวโพดอาหารสัตว์ โดยใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเป็นหัวเชื้อในการผลิต โดย สร้อยฟ้า ดิษคำเหมาะ และคณะ	515
การประยุกต์ใช้หัวเชื้อสาโทในกระบวนการผลิตไวน์ส้ม โดย เกตุวสิน ล้ำเลิศ และ พิชญาวพร อายุมัน	530
การสกัดสีย้อมธรรมชาติจากมะเขีแยง โดย สุดา จันทะบัตร และ พิชญาวพร อายุมัน	540
การหาสภาวะที่เหมาะสมของปลาสมาย์ต่อการตายของตัวงวงข้าว โดย อาริรัตน์ แซ่वान และ เอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยั้ง	551
การกำจัดสีย้อมจากน้ำทิ้งโรงงานผ้าฝ้าย้อมโดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียน และเปลือกแมคคาเดเมีย โดย จิรัฏฐ์ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์ และคณะ	562
อุปกรณ์ตรวจจับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์ โดย รพีพงศ์ ลิ้มชวพันธ์กุล และคณะ	573
การพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 โดย ทองแข หมั่นพิลมทอง และคณะ	580
เครื่องคัดแยกเกรดมะม่วงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดย รพีภัทร ศรีปัญญา และคณะ	592
RoboSign (หุ่นยนต์คัดกรองผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน) โดย นรภัทร พรหมบุตร และคณะ	601
การพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูป โดย กรณ์ เย็นอารมณ์ และคณะ	612
การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)	
กลุ่ม 1 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร	
ทรัพยากรพันธุกรรมข้าวเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ โดย จิตรา สุวรรณ พิรพล ม่วงงาม วัชรีย์ สุขวิวัฒน์ ปราณีย์ มณีนิล ธารารัตน์ มณีนุ่ม และคณะ	627
ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการฆ่ามอดข้าวเปลือก <i>Rhyzopertha dominica</i> Fabricious (Coleoptera: Bostrichidae) โดย กนกอร วุฒินวงศ์ นพตล ประยูรสุข รัตติกาล อินทมา และ ชาญชัย ทองโสภา	638

	หน้า
การพัฒนาเครื่องตรวจสอบปริมาณอิมัลชันแบบพกพาสำหรับข้าวสาร	646
โดย ธารารัตน์ มณีนิ่ม รณฤทธิ์ ฤทธิธรม บุษกร พลดงนอก วชิรี สุขวิวัฒน์ ปราณี มณีนิล และ รัตนาพร จันทร์ศิริ	
เมแทบอลอิมิกส์ในข้าวพันธุ์ต้านทานโรคไหม้	657
โดย รัตนาพร จันทร์ศิริ สุกตรางา นราวิวัฒน์ ภัทรศยา สายยี่ด และ ดวงกมล บุญช่วย	
การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบของกฤษณา	668
โดย ภัทรพร ผูกคล้าย วิวัฒน์ คล้ายสุทธิ ตูลาลักษณ์ เพิ่มนิตย์ พรรณพร กุลมา และ ชญ์รัตน์ เชื้อสะอาด	
ผลของพลาสมาความดันบรรยากาศต่อการแสดงออกของยีนที่ก่อโรคแอนแทรกซ์ในพริก	670
โดย กมลพร ปานอ้อม ขนิษฐา สมพงษ์ ศิริโสภา อินชะ วรรณวงศ์ และ วีรพันธ์ ไชยมณี	
การพัฒนาไฮโดรเจลจากน้ำลอกกาวไหมที่ใช้เป็นวัสดุคลุมหน้าดินที่สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของปุ๋ย	672
โดย นกิสรา กลิ่นขจร นายฐปนัน ตั้งกมลสถาพร และ ชลากร อัครณิชากร	
สมบัติของเนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดินต่อความจุ้นน้ำที่เป็นประโยชน์ในแปลงปลูก กาแฟอะราบิกา	674
โดย อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ วุฒิ ศรีวิชัย รัฐกร สืบคำ พชรินทร์ นามวงษ์ ฤทัยรัตน์ ห้อยสั้น และ สุชาวดี จันจาตุรงค์	
การประมาณกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง	676
โดย ครวญ บัวศิริ และ ปิยะนันท์ นวลหนูปล้อง	
ผลของการเสริมกระถินต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนของโคเนื้อลูกผสมที่เลี้ยง แบบปล่อยแปลงหญ้าอินทรีย์	683
โดย ดุจดาว คนยัง สมศักดิ์ กันถาด ภาสกร อัมพรสวัสดิ์ วงศ์วิริศ วงศ์นาค และ มรกต วงศ์ห่อ	
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม	693
โดย มงคล เทพรัตน์ และ ธัญจิรา เทพรัตน์	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบจากแป้งข้าวและแก่นตะวันผง	699
โดย สิขเรศ คงแก้ว	
ผลของสารสกัดขี้เถ้าไม้สักต่อการเจริญของเชื้อรา <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> สาเหตุของ โรคแอนแทรกซ์ในพริก	709
โดย ขวัญจรัส เขิงปัญญา จิรพงศ์ ศรศักดิ์านภาพ ฉันทนา ชูแสงทรัพย์ อภิรติ เสียงสีบชาติ นัฏฐวดี แลต้อง และคณณะ	

	หน้า
PRE07114-5-1-1-1: ข้าวเจ้าหอมพื้นนุ่มไวต่อช่วงแสงต้านทานโรคไหม้ในเขตภาคเหนือตอนบน โดย คณางค์ ปัญญาลือ กุลชนา ดาร์เวล กาญจนา พิบูลย์ พันนิภา ยาใจ เปรมฤดี ปินทยา และคณะ	720
ผลของการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม โดย วรศิลป์ มาลัยทอง วรพรรณ ภู่มณี ศรายุทธ ตริรัตน์ ศิริวรรณ ณะวงษ์ และ อิศรา วิฒนนาเกษม	734
การประเมินตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมความต้านทาน โรคและแมลงศัตรูข้าว ที่สำคัญ โดย กุลชนา ดาร์เวล คณางค์ ปัญญาลือ พันนิภา ยาใจ กนกอร วุฒิวังศ์ ประจักษ์ เหล็งบำรุง และคณะ	743
เทคโนโลยีพลาสมาระดับบรรยากาศต่อการยับยั้ง <i>Nosema ceranae</i> ในผึ้งพันธุ์ (<i>Apis mellifera</i>) โดย กษิติเดช เลากุลศิริ ธรรมบุญ บุญมี และ วีรนนท์ ไชยมณี	746
การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซิสต์ต่อการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียน โดย ธนพนธ์ หนูสอน ขวัญจรัส เจริญปัญญา ฤมรัตน์ ชัชวาลย์ และ อภิรดี เสียงสีบชาติ	748
ผลของสารเคลือบผิวจากเปลือกส้มเขียวหวานต่อการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ โดย ทิพวรรณ ชำนิเขตกิจ และ พิชญพร อายุมัน	760
กลุ่ม 2 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	
การสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่า และการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อประโยชน์ใน การปรับปรุงพันธุ์ โดย พีรพล ม่วงงาม ประจักษ์ เหล็งบำรุง มาลินี จันวรรณ เอกราช แก้วนางโอ สุระเชษฐ์ ชามนตรี และคณะ	772
ปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกฤษณา โดย ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ ศศิกันต์ คู่วัฒนา และ ภัทรพร ผูกคล้าย	782
การศึกษาประสิทธิภาพแชมพูจากสารสกัดของพืชสมุนไพรในการกำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและ กากเกลื้อนบนหนังศีรษะ โดย ธนกฤต คุณยศยิ่ง ฌภัทร อยู่ในธรรม ภาคิน คุณยศยิ่ง และ วิวรรณ สุทะณะ	784

	หน้า
ผลของความชื้นของข้อไม้ไม้ที่แตกต่างกันต่อการเผาถ่านแนวตั้งด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน (Gasification) โดย ธัญญาลักษณ์ วงเวียน ญัฐกานต์ หมั่นจันทร์ วรุฒิ งามพิบูลเวท ประเจต อำนาจ เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภา	794
อิทธิพลของความยาวรากต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักหวานป่า โดย วริศรา โชติสันเทียะ ชีระพงษ์ รัตนศิลา ประเจต อำนาจ วรุฒิ งามพิบูลเวท เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภาอ้าย	805
อิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า โดย ศตพร สังข์ทอง ธมลวรรณ ชั้นทองคำ และ ประเจต อำนาจ	816
การศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาที่ใช้ความร้อนจากเตาเผาถ่านและเตาเผาเกลือ โดย พิพัฒน์พล พร้อมมิตร ชาญณรงค์ มุลศรี วรุฒิ งามพิบูลเวท ประเจต อำนาจ เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภาอ้าย	823
การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ตำบลปากน้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดย ศุภกิตต์ คำเลี้ยง ภูรินทร์ สวัสดิ์รักษ์ และ ประเจต อำนาจ	833
โครงสร้างสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภออลอง จังหวัดแพร่ โดย พายัพ ดอมี ภูรินทร์ อินพรม วรุฒิ งามพิบูลเวท ประเจต อำนาจ เปรมชัย สุทธคุณ และ กษมา ภาอ้าย	845
กลุ่มที่ 3 บริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์	
การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชนเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมฐานราก หลังโควิด ตำบลทุ่งแล้ง อำเภออลอง จังหวัดแพร่ โดย ชัยวัฒน์ สมศรี กรรณิการ์ เสวตปวิช และ กชภัฏ บุญสิทธิ์	857
การพัฒนาสร้างสรรค์และยกระดับผลิตภัณฑ์ชุมชนสู่ความยั่งยืนในอนาคต กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่ โดย มนต์ จันทร์พวง จุฬารักษ์ ดวงตา คำ และ วิยะณี ดั่งก้อง	869
แนวทางสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน: การประเมินผลกระทบของการเติบโตทางเศรษฐกิจและนวัตกรรมที่มีต่อการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย โดย วันนสา วิโรจนารมย์ และ กษมา ภาอ้าย	880

	หน้า
กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่	882
<i>โดย วิยะณี ดั่งก้อง มนัส จันทร์พวง และ ปาริฉัตร กุลเกลี้ยง</i>	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เชิงสร้างสรรค์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กลุ่มหัตถกรรมจักสาน บ้านหนองบ่อ ตำบลกาญจนนา อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่	893
<i>โดย กิตติพร สังคคิส ภู่งควัษฐิ์ เชื้อกุลชาติ และ ปาริฉัตร กุลเกลี้ยง</i>	
การประยุกต์ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์เพื่อการนำเสนอข้อค้นพบ จากงานวิจัยเรื่องมหาสติปัญญา <i>โดย สรัญญา โชติรัตน์ และ ศักดา ปินตาวงศ์</i>	905
แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ <i>โดย ฉลวย จันทร์ศรี</i>	916
การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ Active learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 <i>โดย ชยันต์ สีนสกุล สุมิตรา โรจนนิตี ภาคภูมิ โชคทวีพาณิชย์ สิริรัตน์ สีนสกุล และ จริยา พิชัยคำ</i>	926
แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ <i>โดย ภิญโญ ผลงาม และ สรัญญา โชติรัตน์</i>	939
การศึกษาแนวทางการเลือกใช้โปรแกรม E-meeting ที่เหมาะสม: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ <i>โดย ศิริภัสสร กันถาด</i>	952
ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติของนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ <i>โดย วชิรี เลชะวิวัฒน์ ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด และ ศศิกานต์ คู่วัฒนา</i>	963
ธุรกิจร้านขนมไข่มุกลดพลังงาน: กรณีศึกษาในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ <i>โดย ชลิตา เอี่ยมแจ่ม อภิสรา เล่งวงศ์ กรโชค ศิรินนทชาติ และ ธนัท อมาตยกุล</i>	965
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายไปไม้จากสีธรรมชาติภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ BCG ชุมชนตำบลพระหลวง จังหวัดแพร่ <i>โดย นุชสิริ ภาคยุทธ และ ศุภลักษณ์ มุคยะ</i>	975
พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนใน โรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี <i>โดย สุชีนา มีบุญพอ อุษณี จิตติมณี และ พรพจน์ จุลสวัสดิ์</i>	986



	หน้า
การศึกษารายละเอียดบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัย แต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงิน ของมหาวิทยาลัย โดย วิจารณ์ พพัฒนานุรักษ์	997
การศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดย พรหมพร พันพิจิตร และ ปัญจพร คำโย	1005
ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ คณะผู้จัดทำ	



**International Conference
(Oral Presentation)**

Group I

**Technology and
Innovation for
Agriculture and Food**



ANALYSIS OF THE ASSOCIATION BETWEEN EDUCATION LEVEL AND THE ADOPTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES BY SMALLHOLDER FARMERS IN QUANG TRI PROVINCE, VIETNAM - IMPLICATIONS FOR DIGITAL EXTENSION STRATEGIES

Tran Cao Uy^{1,2*}, Budsara Limnirankul¹, Weerapong Palee¹, Kittisak Thongmeethip¹,
Chanin Kaewkhata¹ and Suparat Potibunlung¹

¹Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Thailand

²University of Agriculture and Forestry, Hue University, Vietnam

*Corresponding author. E-mail address: trancaouy@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

The digital technologies adoption by smallholders enables them to expedite information access, enhance marketing strategies, and facilitate agricultural product trading. This study aimed to explore the association between the education level and the adoption of digital technologies among smallholder farmers in Quang Tri Province to recommend effective digital extension strategies. The data were gathered through key informant interviews and household interviews (the sample size was 455 farmers). Descriptive statistics and correlation analysis were employed to analyze the collected data. The findings indicated the use of various digital applications by smallholders and their purposes were statistically associated with education level (p -value < 0.05). The correlation analysis revealed statistically significant relationships between educational attainment and various aspects of digital technology adoption. Specifically, educational attainment was positively correlated with the number of digital applications used ($r = 0.488$) and the extent of usage of specific platforms, such as Webs and search engines ($r = 0.517$) and Zalo ($r = 0.338$), etc. and negatively associated with YouTube usage ($r = -0.275$). These results have important implications for the success of digital extension strategies. Extension agencies must take into account the appropriate tools and approaches for different groups of farmers based on their education levels.

Keywords: Digital agriculture, Digital technology, Education level, Smallholder, Vietnam



DEVELOPMENT OF YOGURT FORTIFIED WITH POLYSACCHARIDE EXTRACT FROM LONGAN PULP

Kanokwan Tandee^{1*}, Supanida Suwannakart¹, Supasinee Wannathai¹, Suriya Ounya¹,
Nunnapat Rahong¹ and Janjira Wunchana¹

¹Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: ktandee@gmail.com

ABSTRACT

Polysaccharide fortified yogurt was developed from a longan-based ingredient to raise the economic value of fresh product and the nutritional value of fermented dairy product. This research aimed to determine the quality parameters of new yogurt product. Heteropolysaccharide was extracted from a longan pulp by the ethanol precipitation, then homogenized in pasteurized milk at 0.1%, 0.2% and 0.3% (W/V). Yogurt was then fermented with *Streptococcus thermophilus* TISTR 894 and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* TISTR 892 at 42°C for 4 h. The results indicated that three levels of longan polysaccharide extract had no significant effect on the yogurt texture profile, pH, % lactic acid, and reducing sugar. Yogurt viscosity was decreased after fortification of over 0.1% polysaccharide while ABTS radical scavenging activity and fiber content were increased. However, the yogurt fortified with 0.1% longan polysaccharide extract was lower in color acceptability, compared to a plain yogurt, but no statistical difference was found on odor, flavor, texture, and overall liking. This study could promote the nutritional value of yogurt through the fortification of longan polysaccharide extract and increase the economic value of small-sized longan.

Keywords: Extract, Longan, Polysaccharide, Yogurt

INTRODUCTION

Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) is one of the major fresh produces in Thailand with a production volume of over 1 million ton and an export value of over 30 billion Baht per year (Office of Agricultural Economics, 2022). Longan pulp is primarily comprised of water and carbohydrates that are divided into sugars and polysaccharides. In general, longan polysaccharide is a heteropolymer of rhamnose, galactose, arabinose, and glucose. Polysaccharide backbone was characterized by (1→3,4)- α -Rhap, (1→4)- β -Galp, (1→6)- β -Galp, and (1→3,6)- β -Galp with branching at O-4-Rha and O-3-Gal (Bai et al., 2020a). Moreover, 10-30 kDa longan polysaccharide was shown to scavenge the radicals and reduce the blood sugar by inhibiting α -glucosidase (Liu et al., 2018).

Several value-added ingredients were extracted from small-sized longan such as pulp polysaccharide that could promote the growth of lactic acid bacteria e.g., *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus fermentum* and *Leuconostoc mesenteroides* (Huang et al., 2019). In addition, longan polysaccharide could modulate the immune system by activating the proliferation, engulfment, and cytokine secretion of macrophage (Gan et al., 2021) as well as inhibiting the tumor cell and hypersensitivity (Zhong et al., 2010). Polysaccharide from longan pulp also relieved the intestinal injury by stimulating the production of mucous proteins (Bai et al., 2020b) and suppressed the cancer by promoting the cell apoptosis (Yu et al., 2022).

Yogurt is a dairy product fermented by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* that transform lactose to lactic acid, leading to the casein precipitation. It is considered a nutritious food due to high amounts of proteins, peptides, fats, organic acids, calcium, phosphorus, potassium, vitamin D, vitamin B12, vitamin B2, etc. Additionally, lactic acid bacteria and their metabolites could promote the human intestinal and immune system (Wang et al., 2023).

Fortification of yogurt with longan polysaccharide extract was, therefore, proposed to reduce the whey separation and to increase the fiber content since longan polysaccharide is indigestible for human. This study was aimed to determine the quality parameters of yogurt enriched with longan polysaccharide extract. Moreover, health benefits of longan polysaccharide were expected from the fortified yogurt.

METHODOLOGY

Polysaccharide was extracted from longan pulp by modification of the previous method (Yi et al., 2011). Briefly, 30 g of dried longan pulp was homogenized (Philips, China) in 600 mL of water and heated (IKA Labortechnik, Germany) at 80°C for 2 h. Solution was separated through a cheese cloth and evaporated at 80°C for 3 h until a final volume of 100 mL. After adding 400 mL of 95% ethanol (Liquor Distillery Organization, Thailand), a mixture was stored at 4°C for 18 h and a precipitate was collected by centrifugation (Eppendorf, Germany) at 3500×g for 10 min. About 1 g of extract was recovered after a precipitate was oven-dried (WTB Binder, Germany) at 45°C for 3 h.

Streptococcus thermophilus TISTR 894 and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* TISTR 892 were independently grown in MRS broth (Himedia, India) at 35°C for 16-18 h until OD₆₀₀ (Shimadzu, Japan) of 6 was reached, indicating a cell number of 10⁸ – 10⁹ CFU/mL. Cell was collected by centrifugation at 3000×g for 5 min and washed with 0.85% NaCl (Merck, Germany) and resuspended in pasteurized milk (Meji, Thailand). Each starter culture was inoculated at 5% (V/V) in pasteurized milk and incubated at 42°C for 4 h for a plain yogurt. Fortified yogurt was prepared by homogenization (IKA Labortechnik, Germany) of 0.1%, 0.2% and 0.3% (W/V) longan polysaccharide extract in pasteurized milk before adding starter cultures. Each treatment was prepared in triplicate.

Physical properties of yogurt were determined including viscosity using LV62 spindle (Brookfield Ametek, USA) at a speed of 1 rpm. Each sample was measured in hexaplicate. Moreover, the texture profile, which was hardness, deformation, adhesiveness, resilience, cohesiveness, gumminess, and chewiness, was examined using TA11/1000 probe (Brookfield Ametek, USA) at a pre-test speed of 1 mm/s, a test speed of 1 mm/s, and a post-test speed of 5 mm/s (Mudgil et al., 2017).

Chemical properties of yogurt were measured including pH value (Mettler-Toledo, Switzerland) and % lactic acid by titration (Hach Company, 2019). In general, 5 g of sample was diluted in 95 mL of distilled water before titrated with 0.1 M NaOH (Merck, Germany) until an end point at pH 8.4. % lactic acid was calculated by multiplying 0.18 with a volume of 0.1 M NaOH used. Moreover, reducing sugar was evaluated by modification of the previous method (Miller, 1959). Briefly, 0.5 mL of diluted sample was mixed with 0.5 mL of 0.1% DNS (Loba, India) and boiled for 10 min and dipped into ice water. 5 mL of distilled water was added before OD measurement at 520 nm using distilled water as a blank. Reducing sugar was determined from a standard curve of glucose (Ajax Finechem, Australia) and reported as g/L. Each sample was measured in triplicate.

Antioxidant activities were examined by ABTS radical scavenging activity (Re et al., 1999) and ferric reducing antioxidant power (Benzie and Strain, 1996) with modification. ABTS radical was prepared by mixing 7 mM ABTS (Sigma-Aldrich, USA) with 4.9 mM K₂S₂O₈ (Himedia, India) at a ratio of 1:1 before stored in the dark for 16 h. ABTS radical was diluted with 95% ethanol at a ratio of 1:55 and OD was measured at 734 nm (OD1) using 95% ethanol as a blank. 0.02 mL of diluted sample was mixed with 2 mL of diluted ABTS radical and left at room temperature for 1 min before OD measurement at 734 nm (OD2). % inhibition was calculated by $(OD1 - OD2) / OD1 \times 100$. ABTS radical scavenging activity was determined from a standard curve of Trolox (Sigma-Aldrich, USA) and reported as mM Trolox equivalent (TE). Each sample was measured in triplicate.

FRAP solution was prepared by mixing 300 mM acetate buffer pH 3.6 (Fisher Scientific, UK) with 10 mM TPTZ (Himedia, India) and 20 mM FeCl₃ (Ajax Finechem, Australia) at a ratio of 10:1:1. Then, 0.1 mL of diluted sample was mixed with 3 mL of FRAP solution and 0.3 mL of distilled water before left at room temperature for 4 min. OD was measured at 593 nm using FRAP solution as a blank. Ferric reducing antioxidant power was determined from a standard curve of FeSO₄ (Merck, Germany) and reported as mM FeSO₄ equivalent (FE). Each sample was measured in triplicate.

Sensory properties, which were color, odor, flavor, texture, and overall liking, of plain yogurt and yogurt fortified with 0.1% longan polysaccharide extract were evaluated by 50 untrained panelists using 9 – point hedonic scale. Statistical differences in physical, chemical, and sensorial properties were assessed at 95% confidence by Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). All data were presented as mean ± standard error (SE).

RESULTS AND DISCUSSION

Fortification of polysaccharide extracted from longan pulp did not significantly affect the pH and texture profile of yogurt as shown in Table 1. Similar result was observed when biosynthesized xanthan was added into the camel milk date yogurt and showed indifferent pH from control (Mohsin et al., 2019). Another study also reported a stable pH when inulin, tragacanth gum, and gellan gum were fortified at 0.01%, 0.1%, and 1% in a yogurt (Yu et al., 2021). However, incorporation of bael (*Aegle marmelos*) fruit pulp in the buffalo milk yogurt led to lower pH but higher hardness (Yapa et al., 2023). It is likely that longan polysaccharide extract is neutral in pH, thus could not alter the milk protein and yogurt structure.

Table 1. Physical properties of plain yogurt and yogurt fortified with polysaccharide extracted from longan pulp (LP).

Parameter	Plain yogurt	Yogurt + 0.1% LP	Yogurt + 0.2% LP	Yogurt + 0.3% LP
pH ^{ns}	4.57 ± 0.03	4.57 ± 0.04	4.54 ± 0.02	4.57 ± 0.02
Viscosity (cP)	17500 ± 736 ^b	19300 ± 1066 ^a	15400 ± 640 ^c	15800 ± 689 ^c
Hardness (N) ^{ns}	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0
Deformation (mm) ^{ns}	0.41 ± 0.07	0.51 ± 0.08	0.47 ± 0.06	0.51 ± 0.06
Adhesiveness (mJ) ^{ns}	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
Resilience ^{ns}	0.37 ± 0.03	0.37 ± 0.03	0.37 ± 0.03	0.40 ± 0.00
Cohesiveness ^{ns}	1.40 ± 0.15	2.07 ± 0.50	1.43 ± 0.24	1.30 ± 0.17
Springiness (mm) ^{ns}	0.51 ± 0.05	0.50 ± 0.06	0.49 ± 0.05	0.50 ± 0.04
Gumminess (N) ^{ns}	0.40 ± 0.06	0.60 ± 0.15	0.43 ± 0.09	0.40 ± 0.06
Chewiness (mJ) ^{ns}	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

Note:

ns: not significant ($p > 0.05$).

Different letters in the same row indicated significant difference ($p \leq 0.05$).

Moreover, yogurt fortified with 0.1% longan polysaccharide extract showed the higher viscosity compared to a plain yogurt while addition of 0.2% and 0.3% longan polysaccharide extract resulted in the lower viscosity. Comparable result was found when pectin extracted from banana and papaya peel was added in Ethiopian traditional yogurt and the viscosity was raised (Mada et al., 2022). Incorporation of mucilage-free flaxseed powder, which was high in crude fiber, also improved the viscosity of stirred yogurt (Basiri et al., 2022). Previous study reported the higher viscosity of yogurt when inulin, tragacanth gum, and gellan gum were added at 0.01%, 0.1%, and 1% (Yu et al., 2021). Fortification of partially hydrolyzed guar gum at 0.1% and 0.25% also increased the yogurt viscosity; however, reduced viscosity was observed when adding guar gum at 0.5% (Mary et al., 2022). It is possible that polysaccharide acts as a bridging agent at a low level but forms an aggregate with casein at a high level (Chen et al., 2023), resulting in the syneresis and declined viscosity of yogurt.

Fortification of polysaccharide extracted from longan pulp did not significantly affect % lactic acid, reducing sugar, and ferric reducing ability power of yogurt as shown in Table 2. All yogurt recipes comprised over 0.6% lactic acid, thus following Thailand standard for fermented milk (Thai Industrial Standards Institute, 2003). Similarly, addition of pectin extracted from banana and papaya peel did not change a titratable acidity of Ethiopian traditional yogurt (Mada et al., 2022). Different result was observed when pineapple pomace was added into a set-type yogurt and higher titratable acidity was observed (Meena et al., 2022). Rationale might be involved in an acidic nature of raw material added.

Yogurt fortified with longan polysaccharide extract at three levels showed the statistically higher fiber content and ABTS radical scavenging activity compared to a plain yogurt. It is likely due to the fact that an antioxidant property of longan polysaccharide (Zhong et al., 2010) as reducing hemiacetal hydroxyl of plant polysaccharide could donate electron to free radicals (Zhou et al., 2021). Likewise, addition of polysaccharide from *Potentilla anserine* at 0.1% in the probiotic yak yogurt could enhance a scavenging activity against DPPH, hydroxyl, and superoxide radicals (Yang et al., 2023). Supplementation of moringa extract at 0.05% – 0.2% in a yogurt also improved the ABTS and DPPH radical scavenging activities (Zhang et al., 2019). Longan polysaccharide is considered a non-digestible fiber because the observed structure was (1→3,4)- α -Rhap, (1→4)- β -Galp, (1→6)- β -Galp, and (1→3,6)- β -Galp

with branching at O-4-Rha and O-3-Gal (Bai et al., 2020a). Fortification of longan polysaccharide extract, thus, increased a fiber content of yogurt.

Table 2. Chemical properties of plain yogurt and yogurt fortified with polysaccharide extracted from longan pulp (LP).

Parameter	Plain yogurt	Yogurt + 0.1% LP	Yogurt + 0.2% LP	Yogurt + 0.3% LP
% Lactic acid ^{ns}	0.87 ± 0.06	0.87 ± 0.08	0.90 ± 0.06	0.93 ± 0.05
Reducing sugar (g/L) ^{ns}	15.19 ± 2.56	15.83 ± 1.39	14.88 ± 0.76	13.84 ± 1.82
% Fiber WB	0.04 ± 0.01 ^b	0.08 ± 0.02 ^a	0.09 ± 0.03 ^a	0.11 ± 0.01 ^a
TE (mM)	0.07 ± 0.01 ^b	0.09 ± 0.01 ^{ab}	0.10 ± 0.00 ^a	0.09 ± 0.01 ^{ab}
FE (mM)	1.13 ± 0.08 ^a	0.92 ± 0.06 ^b	1.10 ± 0.06 ^a	1.11 ± 0.04 ^a

Note:

ns: not significant ($p > 0.05$).

Different letters in the same row indicated significant difference ($p \leq 0.05$).

Yogurt fortified with 0.1% longan polysaccharide extract showed the statistically lower color acceptability as shown in Figure 1. It is possible due to a brown color of unpurified polysaccharide from dried longan pulp. Comparable result was found when addition of pectin extracted from banana and papaya peel in Ethiopian traditional yogurt and the product color was less acceptable than a control (Mada et al., 2022). However, fortification of longan polysaccharide extract at 0.1% did not affect the odor, flavor, texture, and overall liking scores compared to a plain yogurt. Incorporation of mucilage-free flaxseed powder in the stirred yogurt did not impact the appearance, texture, flavor, and mouth feel of product (Basiri et al., 2022). Similarly, supplementation of moringa extract at 0.05% – 0.2% did not influence the acceptability of yogurt sweetness, sourness, bitterness, acidic aroma, texture, and viscosity while the flavor and overall acceptability were diminished after supplemented at over 0.1% (Zhang et al., 2019).

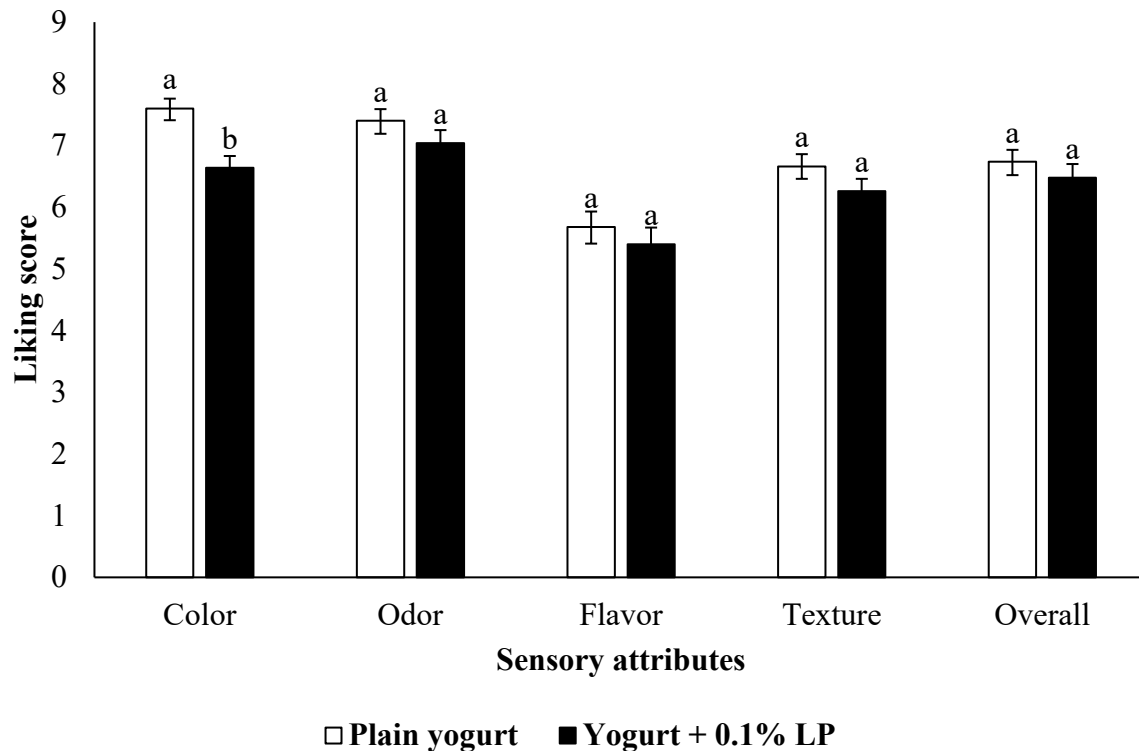


Figure 1. Sensorial properties of plain yogurt and yogurt fortified with 0.1% longan polysaccharide extract. Different letters in the same attribute indicated significant difference ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONS

Longan pulp polysaccharide should be incorporated at 0.1% (W/V) into a yogurt without any significant effect on the texture profile, pH, % lactic acid, and reducing sugar. The viscosity, ABTS radical scavenging activity, and fiber content of yogurt were increased. However, the yogurt fortified with 0.1% longan polysaccharide extract was lower in the color acceptability, compared to a plain yogurt, but no statistical difference was found on odor, flavor, texture, and overall liking. This study could promote the nutritional value of yogurt i.e., antioxidant activity and fiber content, as well as improve the economic value of small-sized longan. Future study would be the comparison of yogurt quality after fortification with different types of polysaccharides.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was funded by The Office of Agricultural Research and Extension. Facilities were provided by Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai, Thailand.

REFERENCES

- Bai, Y., Jai, X., Huang, F., Zhang, R., Dong, L., Jia, X., Liu, L., and Zhang, M. (2020a). Structural elucidation, anti-inflammatory activity and intestinal barrier protection of longan pulp polysaccharide LP11a. *Carbohydrate polymers*, 246, 116532.
- Bai, Y., Huang, F., Zhang, R., Dong, L., Jia, X., Liu, L., Yi, Y., and Zhang, M. (2020b). Longan pulp polysaccharides relieve intestinal injury *in vivo* and *in vitro* by promoting tight junction expression. *Carbohydrate Polymers*, 229, 115475.

- Basiri, S., Tajbakhsh, S., and Shekarforoush, S.S. (2022). Fortification of stirred yoghurt with mucilage-free flaxseed and its physicochemical, microbial, textural and sensory properties. *International Dairy Journal*, 131, 105384.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Chen, B., Zhao, X., Cai, Y., Jing, X., Zhao, M., Zhao, Q., and Van der Meeren, P. (2023). Incorporation of modified okara-derived insoluble soybean fiber into set-type yogurt: Structural architecture, rheological properties and moisture stability. *Food Hydrocolloids*, 137, 108413.
- Gan, T., Feng, C., Lan, H., Yang, R., Zhang, J., Li, C., and Li, W. (2021). Comparison of the structure and immunomodulatory activity of polysaccharides from fresh and dried longan. *Journal of Functional Foods*, 76, 104323.
- Hach Company. (2019). *pH and acidity in milk*. <https://www.termodinamica.cl/asset-get.download.jsa?id=29641556320>
- Huang, F., Liu, H., Zhang, R., Dong, L., Liu, L., Ma, Y., Jia, X., Wang, G., and Zhang, M. (2019). Physicochemical properties and prebiotic activities of polysaccharides from longan pulp based on different extraction techniques. *Carbohydrate Polymers*, 206, 344-351.
- Liu, G., Sun, J., He, X., Tang, Y., Li, J., Ding, D., Li, C., Li, L., Zheng, F., Sheng, J., Wei, P., and Xin, M. (2018). Fermentation process optimization and chemical constituent analysis on longan (*Dimocarpus longan* Lour.) wine. *Food Chemistry*, 256, 268-279.
- Mada, T., Duraisamy, R., Abera, A., and Guesh, F. (2022). Effect of mixed banana and papaya peel pectin on chemical compositions and storage stability of Ethiopian traditional yoghurt (ergo). *International Dairy Journal*, 131, 105396.
- Mary, P.R., Mutturi, S., and Kapoor, M. (2022). Non-enzymatically hydrolyzed guar gum and orange peel fibre together stabilize the low-fat, set-type yogurt: A techno-functional study. *Food Hydrocolloids*, 122, 107100.
- Meena, L., Neog, R., Yashini, M., and Sunil, C.K. (2022). Pineapple pomace powder (freeze-dried): Effect on the texture and rheological properties of set-type yogurt. *Food Chemistry Advances*, 1, 100101.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
- Mohsin, A., Ni, H., Luo, Y., Wei, Y., Tian, X., Guan, W., Ali, M., Khan, I.M., Niazi, S., Rehman, S., Zhuang, Y., and Guo, M. (2019). Qualitative improvement of camel milk date yoghurt by addition of biosynthesized xanthan from orange waste. *LWT - Food Science and Technology*, 108, 61-68.
- Mudgil, D., Barak, S., and Khatkar, B.S. (2017). Texture profile analysis of yogurt as influenced by partially hydrolyzed guar gum and process variables. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3810-3817.
- Office of Agricultural Economics. (2022). *Agricultural Economics Data*. <https://www.oae.go.th/>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidation activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.



- Thai Industrial Standards Institute. (2003). *Tis no. 2146-2546 Fermented milk*.
<https://service.tisi.go.th/standard-shop/web/index.php?r=site/view&tis=1408>
- Wang, L., Wu, T., Zhang, Y., Yang, K., He, Y., Deng, K., Liang, C., and Gu, Y. (2023). Comparative studies on the nutritional and physicochemical properties of yoghurts from cows', goats', and camels' milk powder. *International Dairy Journal*, 138, 105542.
- Yang, J., Sun, J., Yan, J., Zhang, X., Ma, Y., Liu, C., Du, P., and Li, A. (2023). Impact of *Potentilla anserine* polysaccharide on storage properties of probiotic yak yoghurt. *International Dairy Journal*, 141, 105585.
- Yapa, D., Rasika, D.M.D., Weerathilake, W.A.D.V., Siriwardhana, J., and Priyashantha, H. (2023). Effects of fermenting with *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG on quality attributes and storage stability of buffalo milk yogurt incorporated with bael (*Aegle marmelos*) fruit pulp. *NFS Journal*, 31, 102-109.
- Yi, Y., Liao, S.T., Zhang, M.W., Shi, J., Zhang, R.F., Deng, Y.Y., and Wei, Z.C. (2011). Physicochemical characteristics and immunomodulatory activities of three polysaccharide-protein complexes of longan pulp. *Molecules*, 16(7), 6148-6164.
- Yu, D., Kwon, G., An, J., Lim, Y., Jhoo, J., and Chung, D. (2021). Influence of prebiotic biopolymers on physicochemical and sensory characteristics of yoghurt. *International Dairy Journal*, 115, 104915.
- Yu, Y., Tang, Z., Xiong, C., Wu, F., Zhao, J., and Zhao, X. (2022). Enhanced growth inhibition and apoptosis induction in human colon carcinoma HT-29 cells of soluble longan polysaccharides with a covalent chemical selenylation. *Nutrients*, 14(9), 1710.
- Zhang, T., Jeong, C.H., Cheng, W.N., Bae, H., Seo, H.G., Petriello, M.C., and Han, S.G. (2019). Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 101, 276-284.
- Zhong, K., Wang, Q., He, Y., and He, X. (2010). Evaluation of radicals scavenging, immunity-modulatory and antitumor activities of longan polysaccharides with ultrasonic extraction on in S180 tumor mice models. *International Journal of Biological Macromolecule*, 47(3), 356-360.
- Zhou, L., Luo, S., Li, J., Zhou, Y., Wang, X., Kong, Q., Chen, T., Feng, S., Yuan, M., and Ding, C. (2021). Optimization of the extraction of polysaccharides from the shells of *Camellia oleifera* and evaluation on the antioxidant potential *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Functional Foods*, 86, 104678.



TEXTURE MODIFIED FISH BALLS FOR ELDERLY WITH DIFFICULTY CHEWING AND SWALLOWING

Chitraporn Ngampeerapong^{1*}, Sumit Chueamchaitrakun¹, Nunnapat Rahong¹,
Janjira Wanchana¹, Somkeat Pomsri¹ and Suputthra Nitassanagul¹

¹Division of Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry,
Maejo University, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: chitraporn@gmail.com

ABSTRACT

Thailand is shifting towards an aging society which brings about age-related health problems affecting various physical systems. Among the elderly, difficulties with chewing, swallowing, and poor nutrient absorption are common, these often lead to malnutrition. Inadequate protein intake can negatively impact physical health and the immune system. Therefore, this study aimed to develop modified texture food with suitable protein content for the elderly, with a target of at least 10 grams of protein per serving. Cooking techniques and size reduction methods were employed in combination with the use of food ingredients to modify the texture of the food. The results showed that Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) was chosen as the main ingredient. The recommended menu was fish balls with Larb flavor, texture was modified by using home blender to reduce size of food. Addition of chicken fat of 5-15 g could improve the hardness of fish ball. The texture of the tilapia fish balls was classified as level 3-4 ("Crush with tongue - No chew") of the Universal Design Food (UDF) and level 6 ("Soft and Bite Size") of the International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI). One serving of tilapia fish balls with Larb flavor contained 19.82 g protein. Therefore, tilapia fish balls with Larb flavor are recommended as a modified texture food for people with chewing and swallowing problems.

Keywords: Elderly, Modified texture food, International Dysphagia Diet Standardization Initiative, Tilapia fish ball, Universal Design Food

INTRODUCTION

Aging population is rapidly increasing. According to United Nation reports, the people who is over 60 around the world that increase from 901 million in 2015 to 1402 million in 2030 (Department of Economic and Social Affairs Disability, United Nations, 2022) In case of Thailand, aging population is rapid increase and is expected to be the aged society in 2021. It means 10% of the Thai population is aged 60 and over (National Statistical Office, 2021). Aging has age-related health problems such as oral health problems including loss of their tooth, reduction of saliva secretion and difficulty chewing and swallowing or loss of sensation.

Difficulty swallowing, or dysphagia, has been identified both as a contributing factor to frailty and a consequence of it (Hathaway, 2014). Well known complications of dysphagia include malnutrition, dehydration and susceptibility to pneumonia. These conditions will contribute to weakness, low energy and unintentional weight loss. The prevalence of dysphagia increases with advancing age such that 10–20% of individuals older than 65 years are estimated to have swallowing difficulties (Barczy et al., 2000)

Dysphagia, or difficulty swallowing, is both a contributing factor to frailty and a consequence of it (Hathaway, 2014). This condition can lead to complications such as malnutrition, dehydration, and increased susceptibility to pneumonia. These complications contribute to weakness, low energy levels, and unintentional weight loss. The prevalence of dysphagia increases with age, with approximately 10-20% of individuals over the age of 65 estimated to experience swallowing difficulties (Barczy et al., 2000).

To reduce the risk of choking in older adults that consequence symptoms of dysphagia, it is necessary to modify the texture of their food to minimize the need for extensive oral processing. Modified texture foods are specifically prescribed to reduce the risk of choking and address the challenges related to consuming regular food textures (Cichero et al., 2013; IDDSI, 2015). The degree of modification depends on the consistency and particle size of the food. Soft food textures can be achieved by mashing the food with a fork, although they may still contain varying particle sizes. On the other hand, pureed or ground food consists of very small particles that are uniform in both texture and size. The goal is to ensure that modified texture foods have a soft and moist bolus consistency (Cichero et al., 2013; IDDSI, 2015).

During the aging process, muscle mass are declines, accompanied by an increase in fatty infiltration within the muscles. These changes, along with a reduction in muscle strength, are recognized as contributing factors to frailty (Hamrick et al., 2016). Recent studies have also highlighted the occurrence of muscle atrophy in vital systems such as the respiratory, skeletal, and swallowing systems (Komatsu, 2018). Therefore, adequate protein intake and exercise are recommended in aging. People over 70 years of age require more protein than normal people about, 25%. For men, the recommended intake rises from 0.84 g/kg/day to 1.07 g/kg/day, while for women, the increase is from 0.75 g/kg/day to 0.964 g/kg/day (Australian Government and Ministry of Health New Zealand, 2006). It becomes evident that if not promptly addressed, the cycle of sarcopenia can escalate exponentially, leading to further deterioration of muscle mass and strength. Therefore, the objective of this study is to reduce the risk of malnutrition in the elderly by developing high-protein menus that could help prevent muscle mass loss. Additionally, texture of food was modified by reducing the food size and incorporating suitable food ingredients to suitable for individuals with difficulties in chewing and swallowing. Textures of food were measured by texture analyzer and classified their hardness based on the guidelines provided by the Universal Design Food (UDF) and the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI).

METHODOLOGY

1. Selection of potential protein sources and acceptance menu for elderly with difficulty chewing and swallowing

The first step, the potential protein sources for development of for aging were selected from the Food composition database (Bureau of Nutrition, Department of Health, Ministry of Public Health., 2018). The selection criteria that used to choose protein sources were a minimum protein content at least 19% and easily accessible. Approximately 10 items first were selected and used as the main ingredient for cooking. The list of protein food sources was presented in Table 2.

The second step, the list of menus for elderly were obtained from the website and cooking book. The potential menu was selected by the group discussion and used to develop the high protein content with modified texture. In this study fish balls with Larb flavor were selected to develop to next study.

The criteria for development of high protein content menus for elderly with difficulty chewing and swallowing were 1) The portion size less than or equal 200 g (based on soup) or 55 g (based on sausage) and 2) Protein content 10-19% of Thai RDI or approximately 6-11.4 g per serve to claim as “good source/contains/provides” (Royal Thai Government Gazette, 1998). Linear programming was performed to obtain recipes containing fish meat and other ingredients, in which one serving (55 g) provided 6.0- 11.4 g protein. First, put the data of protein content of each ingredient into the program then set the minimum and maximum expected protein of each menu. After that, write the equation to find the optimum weight of each ingredient in each menu. Finally, after solving the equation, the content of each ingredient in the menu was obtained.

According to the food textures recommended for the elderly should be soft, cohesive, moist and slimy. Therefore, texture of product was modified by using various methods such as boiling or using a pressure cooker or reducing size by a blender or food processor to fit with level 3 Can be broken up by the tongue or level 4 Does not need chewing of Universal Design Food (UDF) (Kang et al., 2016) and level 5 (minced and moist) or level 6 (soft and bite size) of International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) (IDDSI, 2016; Cichero et al., 2017).

Table1 showed the composition of fish balls. The Nile tilapia content was obtained from linear programming to obtain the protein requirement and vary of fat content from 5- 15 g that were used to modify the texture of food. Fish balls were prepared by placing pre-frozen minced fish meat, pre-frozen chicken fat and ice into the food processor or blender (Philips, HR2118/2) and then mixed with slow speed until well smashed then the remaining ingredients were added and mixed until smashed. Fish balls were shaped to a ball (diameter 1.5 cm) then steamed until well cooked.

Table 1. Composition of modified texture food with suitable protein content elderly with difficulty chewing and swallowing.

Formula	Ingredient	Content (g)	Protein content (g)	Total weight (g)
F1	Nile tilapia	100.00	26.00	107.20
	Tapioca starch	2.00		
	Lab flavor	5.00		
	Phosphate	0.20		
F2	Nile tilapia	100.00	26.00	112.20
	Chicken fat	5.00		
	Tapioca starch	2.00		
	Lab flavor	5.00		
	Phosphate	0.20		
F3	Nile tilapia	100.00	26.00	117.20
	Chicken fat	10.00		
	Tapioca starch	2.00		
	Lab flavor	5.00		
	Phosphate	0.20		
F4	Nile tilapia	100.00	26.00	122.20
	Chicken fat	15.00		
	Tapioca starch	2.00		
	Lab flavor	5.00		
	Phosphate	0.20		

2. Texture properties analysis

2.1 Texture analysis of food

The hardness, springiness, adhesiveness, cohesiveness, gumminess and chewiness were measured by TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK). A cylinder probe p/50 was used. The products (diameter 1.5 cm) were penetrated using Texture profile analysis (TPA). Pre-test and post test speed were set to 10 mm/sec while the test speed was 5 mm/sec. The product for a specified distance was 10 mm (Shimadzu Corporation, 2019). The measurements were performed on 5 replicates.

2.2 Universal Design Foods (UDF) test of food

Universal Design Foods are food products that focus on being easy to eat and can be used for a wide range of purposes such as aging. Hardness was measured by TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK) with the same condition in 3.1 then compare with the UDF guideline (Kang et al, 2016). UDF could be classified as level 1 - Able to chew easily or hardness at 5×10^5 N/m², level 2 - Able to smash with gums or hardness at 5×10^4 N/m², level 3 - Able to smash with tongue or hardness at 2×10^4 N/m² and level 4 - Able to swallow without chewing or hardness at 5×10^3 N/m². The measurements were performed on 5 replicates.

2.3 The International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) test of food

The International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) is the developed global, standardised terminology and definitions to describe texture modified food and drinks for people with dysphagia; the problems swallowing certain foods or liquids (IDDSI, 2016). IDDSI could be classified as 7 levels; level 0-4 for drinks and level 3-7 for foods (level 3 –

Liquidised. 4 – Pureed. 5 – Minced and moist (transitional foods) 6 – Soft and bite-sized (transitional foods) 7 – Regular/easy to chew (transitional foods) (IDDSI, 2016).

Fork Pressure Test was used to measure the hardness of foods by pressing down on the fork until the thumbnail blanches to white, then lift the fork to see that the food is completely squashed and does not regain its shape. Foods could be classified as level 5 (minced and moist) when pressed with a fork the particles should easily be separated between and come through the tines/prongs of a fork or level 6 when a sample the size of a thumb nail (1.5x1.5 cm) is pressed with the tines of a fork. The measurements were performed on 5 replicates.

2.4 Nutrition composition analysis

Nutrition compositions of modified texture foods were determined according to AOAC method (AOAC, 2016). Moisture content was analyzed by the hot air oven method. Fat content was analyzed by the Soxtec system. Protein content was analyzed by Kjeldahl methods. Ash content was analyzed by gravity method. Total carbohydrate, and total energy were analyzed according to the compendium of a method for food analysis. The measurements were performed on 3 replicates.

3. Statistical analysis

All analysis was conducted in Completely Randomized Design (CRD). The results were statistically analyzed by statistical software (IBM SPSS Statistics for Windows Version 19.0, IBM, Armonk, New York, U.S.A.). Results were presented as means \pm standard deviations. Differences between mean values were analyzed by one-way Analysis of Variance using Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT). Statistical significance of differences between samples was accepted at a level of $p \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Development and texture modification of high protein menus for elderly with difficulty chewing and swallowing

Based on the information from meat and meat product group of Food composition Table of Thai Food (Nutrition Division, Department of Health, Ministry of Public Health, 2018), the study had founded 10 items contained more than 19 g per 100 g. which were Nile tilapia, Tuna, Catfish, Carp fish, Snakehead fish, Beef, Black tiger shrimp, Mackerel, pork (meat), and chicken (meat) (Table 2). Most of them were fish. Fish are an inexpensive good protein source because they provide all essential amino acids, highly digestible compared to some other animal protein sources (Suwannatrai et al., 2023). Furthermore, Fishes also provide essential fatty acid with low saturated fatty acid, vitamins (A, B and D) and minerals (Singh et al., 2016; Marques et al., 2019). Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), a popular fish for consumption in Thai, contains approximately 26% protein (Nutrition Division, Department of Health, Ministry of Public Health, 2018). Moreover, they contained 74.38 g calcium. Total fatty acids of Nile tilapia 30.39% consisted of Palmitic acid 7.87%, stearic acid 4.30%, oleic acid 8.13%, and Linoleic Acid 3.67%. Total amino acids are 21.56%, consisting of arginine 1.88%, leucine 1.69%, lysine 1.84%, aspartic acid 2.16%, and glutamic acid 3.45% (Nuryanto et al., 2022). Hence, Nile tilapia was a good nutritional content and had potential food ingredients for elderly.

Table 2. Protein content in selected items for modified texture food with suitable protein content for elderly with difficulty chewing and swallowing (Nutrition Division, Department of Health, Ministry of Public Health, 2001)

No.	Type	Protein content (g/100g)
1	Nile Tilapia	26.0
2	Tuna	24.8
3	Catfish	23.0
4	Snakehead fish	20.5
5	Carp Fish	20.4
6	Beef	20.3
7	Black tiger shrimp	20.1
8	Mackerel	20.0
9	Pork	19.6
10	Chicken	19.5

Many recipes were observed from websites and cookbook recipes for elderly such as clear vegetable and minced pork soup, sour and sweet fish soup, spicy chicken curry in coconut milk and sausage or fish balls. The selected menu was obtained from group discussion based on the possibility and suitable of raw materials. Hence, fish ball was chosen to reformulate and modify texture.

Linear programming was performed to obtain recipes containing fish meat and other ingredients, in which one serving (55 g) provided 6.0-11.4 g protein. Linear programming cooperated with dietary data based on food composition table could be used to identify foods with a good nutritional quality for their price in previous study (Maillot et al., 2008; Darmon et al., 2009).

To modify texture of food to be soft, cohesive, moist and slimy, the reducing size technique using blender was used to reduce size of fish, various levels of chicken fat were used to increase soft and cohesive, topical starch was used to increase cohesive and phosphate was used to increase soft and moist of texture. Larb flavor was selected for seasoning. Therefore, the composition of the fish ball was presented in Table 1.

Fish balls could be modified texture to obtain 2 different levels of 2 guidelines of texture-modified diets including level 3 Can be broken up by the tongue or level 4 Does not need chewing of Universal Design Food (UDF) (Kang et al., 2016) and level 5 minced and moist and level 6 soft and bite-sized as described by International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI) (IDDSI, 2016). Foods in these 2 categories were moist, soft-textured and could be easily mashed with a fork. Minimal chewing was needed, and tongue-to-palate shearing could be used to break the food up. Meats were ground or minced. Some countries specify the particle sizes acceptable for this diet and they range from 0.2 cm to approximately 0.5 cm. for level 5 minced and moist and vary from 1.5 cm x 1.5 cm or <2.5 cm for level 6 soft and bite-sized (IDDSI, 2016). Many techniques could be used to modify texture of food including conventional technique, techniques to produce biopolymer particles and microgels and new emerging structuring technologies. In this study, conventional techniques such as mechanical method, enzymatic method, freeze-thawing infusion and high-pressure processing were chosen to modify texture of food because it easy for operation and could be used by home cooking (Cichero et al., 2017).

2. Texture profile of modified texture food with suitable protein content for elderly with difficulty chewing and swallowing

Texture modification of fish balls using reducing size technique and addition of food additives and chicken fat could increase soft, moist and smoothness of fish balls. The results showed that the hardness of fish balls had decreased when fat content increased. Similar trends were found in gumminess and chewiness. Moreover, the cohesiveness had increased (Table 3). Fish balls with 15 g fat (F4) showed the lowest hardness. Fish balls with 5 g fat (F2) and 10 g fat (F3) showed similar hardness and they had lower hardness than fish balls without fat (F1) (Table 3). The springiness of fish balls without fat was the lowest, and the springiness had not affected by the increase of fat content (Table 3). Changes in fat content significantly affected the textural characteristics of the sausages. Product hardness, generally, decreases with the increase of fat content. Pietrasik (1999) showed that when fat content is reduced in comminuted scalded sausage, products could be obtained an increase in cohesiveness, gumminess and chewiness values but decrease in hardness. Similarly to the study of Baer and Dilger (2014) that reported when the fat was reduced in bologna processing, an increase of hardness, springiness, and chewiness were found. Moreover, texture may be influenced by a variety of factors such as differences in formulations and ionic strength, functionality of meat proteins, characteristics of fat, etc (Baer and Dilger, 2014). For texture modified food, proteins, carbohydrate, and fat are the basic building-blocks for the design of most texture modified food. Triacylglycerol molecules (triglycerides) crystallize from the molten state and cluster together into aggregates, eventually developing a fat network that occludes portions of liquid fat resulting in a plastic matrix (Marangoni and Wedorp, 2012). In addition, Monoglycerides and phospholipids may be used as emulsifiers to improve the texture of food.

Table 3. Hardness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess, and chewiness of modified texture food with suitable protein content for elderly with difficulty chewing and swallowing.

Formula	Hardness (N/m ² x 10 ⁴)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
F1	1.70±0.08 ^c	0.75±0.02 ^a	0.43±0.02 ^a	1226.27±40.43 ^b	1059.52±19.24 ^b
F2	1.19±0.11 ^b	0.88±0.00 ^b	0.62±0.01 ^c	1472.34±143.01 ^c	1295.77±120.97 ^c
F3	1.09±0.06 ^b	0.89±0.01 ^b	0.61±0.05 ^c	1293.24±0.00 ^b	1126.96±67.91 ^b
F4	0.63±0.07 ^a	0.89±0.00 ^b	0.55±0.01 ^b	712.52±66.78 ^a	638.35±57.11 ^a

nd = not detected; Results were expressed as mean ± SD (n = 5)

Means with the different letter in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$), using one way ANOVA followed by Duncan's post hoc.

^{a-b}The values with the different lower case letter in the same column are significantly different of modified texture food with suitable protein content ($p \leq 0.05$).

3. Texture categorization using by Universal Design Food (UDF) and International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI)

Universal Design Foods (UDF) concept, which classifies food into 4 levels according to hardness. Table 4 showed the hardness of fish balls were categorized by the UDF concept. Fish balls without fat (F1) fish balls with 5 g fat (F2) and 10 g fat (F3) could be categorized as level 3 Crush with Tongue, but fish balls with 15 g fat (F4) could be categorized as level 4 No chew (Table 4). According to the UDF concept, so all recipes of modified texture fish balls had potential to be use in elderly with difficulty chewing and swallowing.

The other standard that is used to categorize the texture of food is IDDSI. IDDSI is the standardized terminology and definitions to describe texture modified food and drinks for people with dysphagia; the problems swallowing certain foods or liquids. It is one of the guidelines that is introduces for modification of texture of food. Table 4 showed the hardness of fish balls were categorized by IDDSI that all recipes could be categorized as level 6 Soft and bite-sized. The level recommended for aging was level 3-6, so all recipes of modified texture fish balls had potential to be used in elderly with difficulty chewing and swallowing.

Difficulties with swallowing and chewing in elderly may cause malnutrition and morbidity. Food for individuals suffering from difficulties with swallowing and chewing are recommended to be defragmenter into small and tender particles (e.g., < 1.5 mm). To be smoothly swallowed, the bolus should be moist, cohesive, and slippery. Food with a soft texture and/or reduced particle size are recommended to elderly. Tokifuji et al. (2013) and Yoshioka et al. (2016) developed the texture-modified meat products using minced pork meat and fish meat gel as a dysphagia diet. Obtained muscle gels conformed to the criteria of Japanese Dysphagia Diet regulations. Sigdel et al., (2023) reposted that six representative South-Asian dishes could be modified texture based on home cooking to obtain three different levels of texture-modified diets (i.e., liquidized; level 3, pureed; level 4, and minced and moist; level 5) as described by International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI).

The effect of implementing modified food texture is limited. One study showed the implementing of modified food texture in 25 participants (17 females and 8 males), aged between 67 and 102 years old. They were introduced to consume food texture classified as Level 5 under the IDDSI framework for 1 month. The results showed that consumption of modified food texture could maintain their body weight during the study (Li, 2023).

Table 4. Classification of modified texture food with suitable protein content for elderly. using Universal Design Food (UDF) and International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI).

Formula	Hardness ² (N/m ² x 10 ⁴)	Universal DesignFood ¹	IDDSI ¹ Fork Pressure Test
F1	1.70±0.08 ^c	Level 3 Crush with Tongue	Level 6 Soft and Bite-Sized
F2	1.19±0.11 ^b	Level 3 Crush with tongue	Level 6 Soft and Bite-Sized
F3	1.09±0.06 ^b	Level 3 Crush with tongue	Level 6 Soft and Bite-Sized
F4	0.63±0.07 ^a	Level 4 No chew	Level 6 Soft and Bite-Sized

¹UDF=Universal design Food, IDDSI = International Dysphagia Diet Standardisation Initiative,

²Results were expressed as mean ± SD (n = 5)

²Mean with the different letter in the same column are significantly different (p≤0.05), using one way ANOVA followed by Duncan's post hoc.

4. Nutrition composition of modified texture food with suitable protein content for elderly with difficulty chewing and swallowing

According to their composition and texture profile, all recipes of modified texture fish balls could be used in elderly. Hence, the recipe with the highest fish content and modified texture, incorporating chicken fat, was selected for nutritional analysis. One serving of

modified texture fish balls (F2) was 55 g. Each serving provided 9.72 g of protein, which meets the protein requirement for the elderly. In addition to protein, the nutritional composition of the recipe per serving was as follows: moisture was 39.28 g, carbohydrate was 2.98 g, fat was 1.99 g, and energy was 68.74 kcal (Table 5). According to the Notification of the Ministry of Public Health (No. 182) B.E. 2541, product contains 10-19% of Thai RDI that could be claimed as “good source/ contains/ provides”. The recommendation of protein consumption is 1 g/BW/day, so 6.0- 11.4 g/serve. Therefore, modified texture fish balls could be claimed as “good source/ contains/ provides protein”. From the previous report, protein helps to support the growth and repair of various tissues in the bodies of older adults. Therefore, it is recommended that approximately 10-12% of total energy intake should come from protein each day. Moreover, the recommended dietary allowance (RDA) for daily nutrient intake, it is suggested that individuals aged 50 and above should consume 0.8 grams of protein per kilogram of body weight per day. Protein-rich foods such as eggs, meat, and fish should be of high quality to ensure the intake of essential amino acids. However, it is important for the elderly not to consume excessive protein, as it may lead to poor digestion and absorption, affecting renal excretion of nitrogenous waste.

The previous studies showed that the suitable energy and protein content could be used as stable meal and maintain the body weight and BMI of elderly. Sigdel et al. (2023) reported that texture-modified dishes contained energy density of 1.12-1.78 kcal/gm. the energy density of texture- modified dishes depended on the level of IDDSI. The liquidized diets had comparatively lowest energy content (286.94- 355.08 kcal/serving) followed by pureed diets (310.99- 381.29 kcal/serving). Minced and moist had the highest energy (346.31-398.60 kcal/serving). The other study showed that the home cooking modified texture contained calorie and protein in each meal as 400 kcal and 15g could maintain their body weight during the study (Li, 2023). Therefore, the modified texture food with suitable protein and energy could be used in elderly to maintain their health.

Table 5. Nutritional composition of modified texture food with suitable protein and dietary fiber content for elderly

Properties	Content (per serve)
Serving size (g)	55
Moisture (g)	39.28±0.12
Protein (g)	9.72±0.32
Fat (g)	1.99±0.06
Ash (g)	1.02±0.01
Carbohydrate (g)	2.98±0.01
Calories (kcal)	68.74

Results were expressed as mean ± SD (n = 3)

CONCLUSIONS

The development of modified texture food with suitable protein content for the elderly with difficulty chewing and swallowing could be used Nile tilapia as main ingredient and modified texture by reducing size technique incorporate with addition of fat, tapioca starch, and phosphate. The recipe consisted of 89% Nile tilapia meat and 4% chicken fat, with a serving weight of approximately 55 g. Each serving provided 9.72 g of protein, which meets the protein requirement for the elderly. This product could be considered as “good source/contains/provides protein” and could be categorized as level 3 based on the Universal Design Food (UDF) and as level 6, Soft and Bite-Sized based on the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI).



ACKNOWLEDGMENTS

This study was funded by the Faculty of Engineering and Agro-Industry of Fiscal year 2020, Maejo University.

REFERENCES

- AOAC International. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL Official Method*.
- Australian Government and Ministry of Health New Zealand. (2006). *Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand*. Attorney General's Department: Canberra, Australia, pp. 55–60.
- Baer, A.A. and Dilger, A.C. (2014). Effect of fat quality on sausage processing, texture, and sensory characteristics. *Meat Science*, 96(3), 1242-1249.
- Barczi, S. R., Sullivan, P. A., and Robbins, J. A. (2000). How should dysphagia care of older adults differ? Establishing optimal practice patterns. *Seminars in Speech and Language*. 21(4), 0347-0364.
- Bureau of Nutrition, Department of Health, Ministry of Public Health. (2018). *Nutritive value of Thai foods 2018*. https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-food-composition-table/download?id=61523&mid=31993&mkey=m_document&lang=th&did=18032, access on 31/05/2022
- Cichero, J.A., Steele, C., Duivesteyn, J., Clavé, P., Chen, J., Kayashita, J., Dantas, R., Lecko, C., Speyer, R., Lam, P. and Murray, J. (2013). The Need for International Terminology and Definitions for Texture-Modified Foods and Thickened Liquids Used in Dysphagia Management: Foundations of a Global Initiative. *Curr Phys Med Rehabil Rep* 1, 280–291. <https://doi.org/10.1007/s40141-013-0024-z>.
- Cichero, J.A., Lam, P., Steele, C.M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R.O., Duivesteyn, J., Kayashita, J., Lecko, C., Murray, J., Phillay, M., Riquelme, L. and Stanschus, S. (2017). Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: the IDDSI framework. *Dysphagia*, 32(2), 293-314.
- Darmon, N., Vieux, F., Maillot, M., Volatier, J.L. and Martin, A. (2009). Nutrient profiles discriminate between foods according to their contribution to nutritionally adequate diets: a validation study using linear programming and the SAIN, LIM system. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(4), 1227-1236.
- Department of Economic and Social Affairs Disability. (2022). *Ageing and disability*. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/disability-and-ageing.html>
- Hamrick, M. W., McGee-Lawrence, M. E., and Frechette, D. M. (2016). Fatty infiltration of skeletal muscle: mechanisms and comparisons with bone marrow adiposity. *Frontiers in Endocrinology*, 7, 69.
- Hathaway, B., Vaezi, A., Egloff, A. M., Smith, L., Wasserman-Wincko, T., and Johnson, J. T. (2014). Frailty measurements and dysphagia in the outpatient setting. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 123(9), 629-635.
- IDDSI. (2016). *The International Dysphagia Diet Standardisation Initiative*. <http://iddsi.org/framework/>, access on 6 May 2021.
- Kang, A.J., Kim, D.K., Kang, S.H., Seo, K.M., et al. (2016). EMG activity of masseter muscles in the elderly according to rheological properties of solid food. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 40(3), 447-456.
- Komatsu, R., Okazaki, T., Ebihara, S., Kobayashi, M., Tsukita, Y., Nihei, M., Sugiura, H., Niu, K., Ebihara, T., and Ichinose. M. (2018). Aspiration pneumonia induces muscle atrophy in the respiratory, skeletal, and swallowing systems. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 9(4), 643-653.



- Li, K.C.K. (2023). Effects of implementing reshaped soft meal at the elderly home facility in Hong Kong. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, 2(3), 238-241.
- Maillot, M., Ferguson, E.L., Drewnowski, A. And Darmon, N. (2008). Nutrient profiling can help identify foods of good nutritional quality for their price: a validation study with linear programming. *The Journal of Nutrition*, 138(6), 1107-1113.
- Marques, I., Botelho, G., and Guiné, R. (2019). Comparative study on nutritional composition of fish available in Portugal. *Nutrition & Food Science*, 49(5), 925-941.
- Marangoni, A.G., and Wesdorp, L.H. (2012). *Structure and properties of fat crystal networks*. 2nd edition. CRC Press.
- Nuryanto, N., Afifah, D. N., Sulchan, M., Martosuyono, P., Ihsani, K., and Kurniastuti, P.L. (2022). Potential of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) as an alternative complementary food ingredient for stunting children. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A), 1170-1177.
- Pietrasik, Z. (1999). Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Science*, 51(1), pp.17-25.
- Royal Thai Government Gazette (1998.) *Notification of the Ministry of Public Health (No. 182) B.E. 2541 (1998) Re: Nutrition Labelling*.
<http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2541/D/047/23.PDF>
- Shimadzu Corporation. (2019). *Evaluation of Food Texture*.
<https://www.shimadzu.com/an/industries/food-and-beverages/particle-size-distribution/evaluation-of-food-texture/index.html>
- Sigdel, R., Kriengsinyos, W., Tangsuphoom, N. and Prachansuwan, A. (2023). Multi-level texture modified diets for elderly south-asian population with oropharyngeal dysphagia based on home cooking. *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 19(1), eISSN 2636-9346.
- Singh, D.K. & Ranjan, A. (2016). Comparative study on macro and micro-nutrient profiling of selected freshwater, brackish water and marine water food fishes available in Kerala, India. *Food Science and Nutrition*, 1(4), 1-7.
- Suwannatrai, K., Namwongsa, K., Phanomkhet, N., Tawil, S., and Roschat, W. (2023). Analysis of the Nile Tilapia fish's (*Oreochromis niloticus* L.) proximate composition in Sakon Nakhon province, Thailand: The proximate composition of Nile Tilapia fish (*Oreochromis niloticus* L.). *Creative Science*, 15(2), 251073-251073.
- Tokifuji, A., Matsushima, Y., Hachisuka, K., and Yoshioka, K. (2013). Texture, sensory and swallowing characteristics of high-pressure-heat-treated pork meat gel as a dysphagia diet. *Meat Science*, 93(4), 843-848.
- Yoshioka, K., Yamamoto, A., Matsushima, Y., Hachisuka, K., and Ikeuchi, Y. (2016). Effects of high pressure on the textural and sensory properties of minced fish meat gels for the dysphagia diet. *Food and Nutrition Sciences*, 7(9), 732-742.



DISTRIBUTION OF *PERONOSCLEROSPORA NEGLECTA* ON MAIZE IN THAILAND

Manorat Sudsanguan^{1,3}, Roger G. Shivas², Yu Pei Tan², Chanintorn Doungsa-ard³
and Sarunya Nalumpang^{1*}

¹Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University,
Chiang Mai, Thailand

²Centre for Crop Health, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia

³Plant Protection Research and Development office, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: sarunya.v@cmu.ac.th

ABSTRACT

Surveys of maize (*Zea mays*) for downy mildew were done across 34 provinces in Thailand, comprising of 6 provinces in the North, 10 provinces in the North-East, 10 provinces in the Central, 5 provinces in the West, 1 province in the East, and 2 provinces in the South. One hundred and thirty-nine maize leaf samples were collected with symptoms of downy mildew. Microscopic features were examined under stereo and compound microscopes. Eighty of the samples had conidia and conidiophores of downy mildew on the leaves. The morphologically different samples were selected for DNA extraction. DNA was extracted from leaf samples that were collected from 7 provinces, comprising of Chiang Mai, Kanchanaburi, Nakhon Ratchasima, Petchabun, Ratchaburi, Sukhothai, and Uthai Thani, for sequence analysis of COX2 gene. Phylogenetic analyses showed that *Peronosclerospora neglecta* was the only downy mildew detected in the samples.

Keywords: Disease, Maize, Grasses, Phylogeny



ANTIOXIDANT ACTIVITIES, SUGAR AND CAFFEINE CONTENT IN THAI ARABICA COFFEE BEANS

Apichaya Laosrivijit¹, Thiti Jarangdet², Panicha Chutichaicharat¹, Kanticha Matrong¹,
Supansa Jaroenyng¹, Kansinee Wongreun³ and Wimolsiri Pridasawas^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand

²Engineering and Science Classroom, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand

³Pilot Plant Development and Technical Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Bangkok, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: wimolsiri.pri@kmutt.ac.th

ABSTRACT

The antioxidant activities, total phenolic compound (TPC), sugar and caffeine content in Thai Arabica Coffee processed with natural, honey and washed processes were studied. Coffee samples were obtained from the crop between December 2020 to January 2021. The TPC by Folin-Ciocalteu's Assay was detected in the range of 29.66 - 32.88 mg GAE/g Coffee DW. The Ferric Ion Reducing Antioxidant Power Assay (FRAP) value was found in the range of 52.54 - 73.62 mg, Trolox Equivalent/g Coffee DW. The Half Maximal Effective Concentration (EC₅₀) by 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Assay (DPPH) was detected in the range of 1.57–1.82 mg Coffee DW/g DPPH. There was no significantly different in EC₅₀, TPC, and Caffeine between the processes; while the FRAP and sugars were significantly different at $p < 0.05$. The natural process coffee contained monosaccharides more than the washed process coffee. The FRAP, TPC, Caffeine, Glucose and Fructose values significantly depended on the coffee's origin ($p < 0.05$).

Keywords: Antioxidant activities, Arabica coffee, DPPH, FRAP, Total phenolic compound

INTRODUCTION

Coffee is one of the most popular drinks in the world. The Forbes Advisor reported that coffee is the 7th best-performing commodities in the world (Groves, 2022). In 2021, the coffee production in Thailand was about 57,064 ton, equivalent to 83 million Baht (Department of Agricultural Extension, 2021).

Coffee process is one of the key steps along the coffee chain. Different aromas, tastes, and compounds are developed in this stage by biochemical processes. Furthermore, antioxidants, sugars, and other biochemical products are also developed or perished along the processes. Coffee beans by washed process with sundry is the most common product in the market. The complex taste and aroma in the natural and honey processes, however, bring them more popular among the specialty coffee drinkers. The quality of coffee bean depends on many factors e.g. harvesting, processing techniques, drying conditions and storage conditions.

Antioxidant gives electron to free radicals or inhibit oxidation reaction. It may prevent or delay some types of cell damage. There are various substances in coffee that can act as antioxidants e.g. chlorogenic acid, phenolic acid, and phenolic compounds. Several researchers studied the antioxidant activities in coffee bean e.g. Acidri et. al, (2020), Dong, et al., (2017), Stelmach et. al, (2015), and Cheong et al., 2012. Most of the papers studied the antioxidant activities and volatile components of coffee from various drying techniques done in laboratories. None of the papers presented the effect of coffee process on antioxidant activities, and TPC. Therefore, this study aimed to study the antioxidant activities, caffeine and sugar contents in Thai Arabica Coffee, processed by the farmers. The coffee samples were produced by natural, honey and washed processes from different origins in the country and crop Dec 2020/Jan 2021.

METHODOLOGY

The green bean samples for the crop Dec 2020/Jan 2021 were obtained from farmers and processors as listed in Table 1. All experiments were performed during March – April 2021. The studied antioxidant activities included the total phenolic compound (TPC), the Half Maximal Effective Concentration (EC50) by 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Assay (DPPH), and the Ferric Ion Reducing Antioxidant Power (FRAP). The sugars and caffeine were also analyzed by HPLC. The analysis of each sample was repeated at least 6 times. The brief methods for each analysis were described as follows.

1. Coffee samples

There were 11 green bean samples from 6 origins processed by natural, honey and washed method. The natural process coffee was obtained from the whole fruit dried coffee cherry. The honey process coffee came from the drying of the de-pulped cherry with mucilage. The washed process coffee came from the drying of the bean without pulp and mucilage. The sample origins were described in Table 1.

2. Extraction

The green coffee beans were ground and extracted with 90°C de-ionized water, filtered through paper filters 25 µm, 15 µm and syringe filter 0.2 µm respectively. The ratios of the coffee bean (g) and de-ionized water (ml) used were 0.25:100 for antioxidant activities, TPC and caffeine determination, and 20:100 for sugar determination.

3. Antioxidant Activities Determination

Free radical scavenging activity of sample was determined by 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) assay (Blois, 1958; Brand-Williams et al., 1995). The absorbance was measured at 517 nm by UV-Vis mode of Varioskan LUX spectral scanning multimode

microplate reader. The value from this assay was expressed as the amount of antioxidant necessary to decrease the initial DPPH• concentration by 50% or EC50.

The FRAP was determined according to a standard method of Benzie and Strain (1996). The absorbance was measured at 593 nm by UV-Vis mode of Varioskan LUX spectral scanning multimode microplate reader and DI water was used as a blank.

Table 1. Coffee Sample Origins

Process	Origins	Provinces	Approx. Altitudes (m. a. s. l.)	Sample Codes
Natural	Doi Chang	Chieang Rai	1,200	N-DC
	Doi Pak Kood	Mae Hong Sorn	1,400	N-PK
	Mae Hoa	Mae Hong Sorn	1,300	N-MH
	Mon Ngoa	Chieang Mai	1,300	N-MN
Honey	Kloa Ha Khee	Mae Hong Sorn	1,200	H-KH
	Mae Hoa	Mae Hong Sorn	1,300	H-MH
Washed	Kloa Ha Khee	Mae Hong Sorn	1,200	W-KH
	Mae Hoa	Mae Hong Sorn	1,300	W-MH
	Mon Ngoa	Chieang Mai	1,300	W-MN
	Pa Mieng	Lampang	1,000	W-PM

4. Total Phenolic Compound (TPC)

The amount of TPC in the sample was determined by Folin–Ciocalteu (F–C) assay (Singleton et al., 1999; Ainsworth and Gillespie, 2007). The absorbance was measured at 765 nm by UV-Vis mode of Varioskan LUX spectral scanning multimode microplate reader and DI water was used as a blank.

5. Sugars

The sugar content was determined by the High Performance Liquid Chromatography (HPLC), Alliance 2695 (Waters Corporation, Milford MA-USA) with refractive index detector (2414 RI) and the empower 3 software provided data analysis. The column was Asahipak NH2P-50 4E (5 µm, 4.6 x 250 mm) and a mixture of distilled water and acetonitrile (25:75 v/v) was used as a mobile phase. The 10 µl of sample was injected to the column with the flowrate of 1 ml/min and column temperature was maintained at 35 °C. The standard solution was a mixture of 2% of glucose (180.16 g/mol), fructose (180.16 g/mol), and sucrose (342.30 g/mol).

6. Caffeine

The content of caffeine was determined by HPLC, Alliance 2695 (Waters Corporation, Milford MA, USA) with photodiode array detector (2998 PAD) and the empower 3 software provided data analysis. The column was VertiSep AQS C18 (5 µm, 4.6 x 150 mm) and a mixture of distilled water and methanol (50:50 v/v) was used as a mobile phase. The 10 µl of sample was injected to the column with the flowrate of 1 ml/min. The data was detected at the wavelength of 254 nm.

RESULTS AND DISCUSSION

The Arabica coffee samples by natural, honey and washed processes were studied. The antioxidant activities were determined in forms of EC₅₀, FRAP, and TPC. The caffeine and sugar including glucose, fructose and sucrose were also analyzed by HPLC. The results were shown as follows.

1. Antioxidant Activities and Total Phenolic Compounds

The antioxidant activities of the coffee samples determined by the EC₅₀, TPC and FRAP were shown in Figure 1, 2 and 3, respectively. The mechanisms of each assay are different, FRAP measures free radical of a single electron while DPPH measures both free radical and hydrogen atom. EC₅₀ shows the ability of coffee to decrease DPPH by 50%. TPC indicates the amount of antioxidants in forms of the total phenolic compounds.

The EC₅₀s of all samples were in the range of 1.57 - 1.82 mg coffee DW /g DPPH. In general, all samples were not significantly different. There are various phenolic compounds in the coffee e.g. flavonoids, flavonones, flavone, and tannin. The TPC in the coffee samples were detected between 28.92 and 32.88 mg Gallic/g coffee DW as shown in Figure 2.

The FRAP assay determines the antioxidant activity by observing the change of the iron compounds in FRAP reagent from Fe³⁺-TPTZ to Fe²⁺-TPTZ. The reaction was prolonged at 37°C for 8 min. The FRAP values showed between 52.54 and 73.62 mg Trolox equivalent/g coffee DW. Some coffee samples showed significantly different from the other as seen in Figure 3.

Stelmach (2015) studied the antioxidant activities of Arabica green coffee brews from 11 origins world-wide. The TPC showed in the range of 20.8 - 41.2 mg /g of gallic acid. The TPC of the sample from Doi Chang was about 21.9 ± 4 mg/ g of gallic acid, which was a bit lower than this work obtained.

2. Caffeine and Sugars

Figure 4 showed the caffeine and sugars content in the coffee samples. It could be observed that coffee from various origins contained caffeine significantly different. After processing, the caffeine in the natural process still showed significantly different on their origins but the differences were less in the coffee from the washed process. The caffeine contents of all samples were detected in a range of 26 – 36 mg caffeine/g coffee DW.

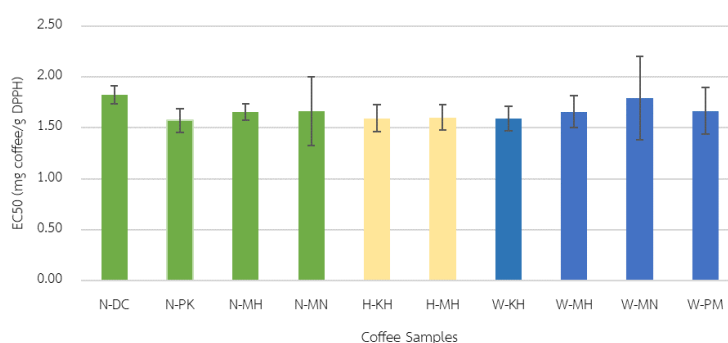


Figure 1. The half maximal effective concentration (EC₅₀) of the coffee samples

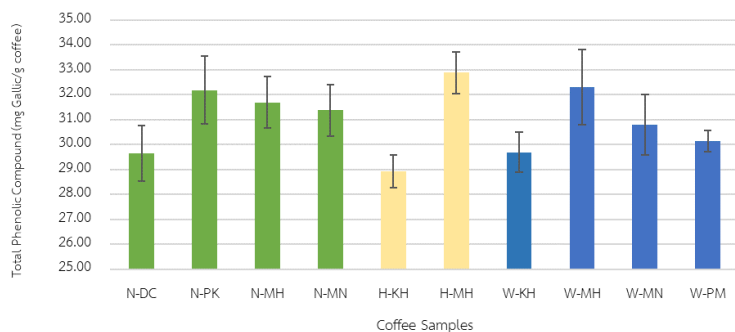


Figure 2. The total phenolic compound in the coffee samples by Folin-Ciocalteu (F-C) assay

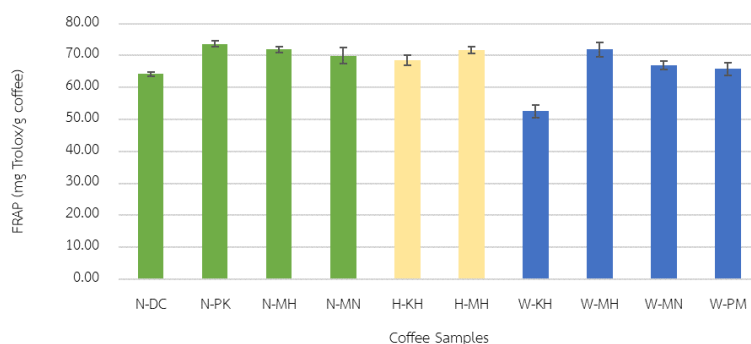
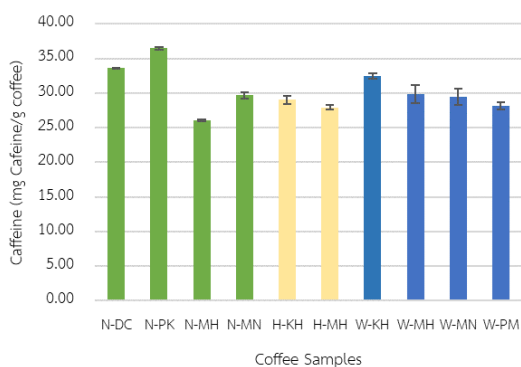
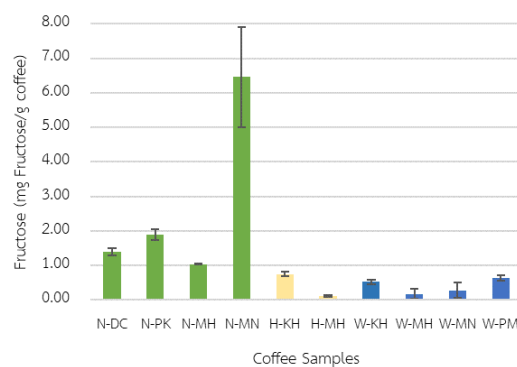


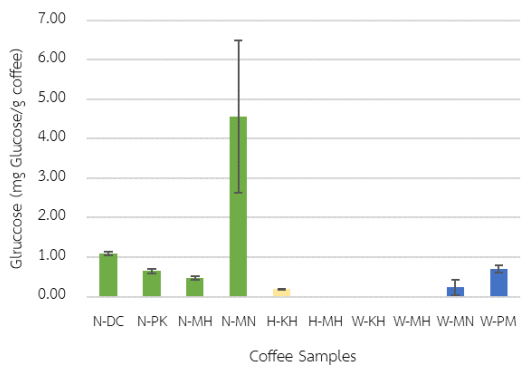
Figure 3. The ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) of the coffee samples



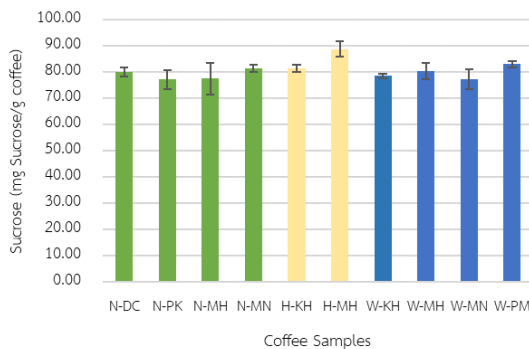
(a) Caffeine



(b) Fructose



(c) Glucose



(d) Sucrose

Figure 4. Caffeine and sugars in the coffee samples

Sucrose contents in all samples were similar and much higher than monosaccharide sugars as shown in Figure 4. They were in the range of 77 -88 mg Sucrose/g coffee DW. Monosaccharide sugars e.g. fructose and glucose were significantly less than sucrose in all samples. The sample from Mon Ngoa contained fructose and glucose significantly higher than other samples. Processing method affected monosaccharide contents. The samples from Mon Ngoa were harvested from 3 farms with 2 processing methods by 3 processors, thus the monosaccharide sugar contents obtained from the HPLC showed a high standard deviation value.

3. Effect of Coffee Processes on the Antioxidant Activities, TPC, Caffeine and Sugar Contents

There was no significantly different in the average antioxidant activities for all coffee samples, even though the coffee samples from different origin showed different values. The average antioxidant activities in the coffee samples classified by Processes were shown in Table 2. The FRAP value, and sugar contents were affected by the processes.

There was no significantly different in EC50, TPC, and Caffeine between the processes. Coffee processes affected the FRAP value and sugar contents with $p < 0.05$. The average FRAP values from Honey process were higher than other processes. Monosaccharide sugars in the coffee from the washed process were significantly less than that in the natural process because of the fermentation of natural microorganisms consumed monosaccharide easier than sucrose. Sucrose in the coffee bean from honey process was significantly higher than the coffee bean from other processes.

Table 2. The Average Antioxidant Activities, TPC, Caffeine and Sugars Classified by Processes

Process	EC50 (mg coffee DW /g DPPH)	FRAP (g Trolox /g coffee DW)	TPC (mg Gallic /g coffee DW)	Caffeine (mg Caffeine/g coffee DW)	Fructose (mg Fructose /g coffee DW)	Glucose (mg Glucose /g coffee DW)	Sucrose (mg Sucrose /g coffee DW)	n
Natural	1.67 ± 0.04	69.95 ± 0.47	31.28 ± 0.18	30.87 ± 1.00	3.95 ± 0.81	2.65 ± 0.69	79.81 ± 0.87	30
Honey	1.60 ± 0.04	70.41 ± 0.52	30.90 ± 0.51	28.46 ± 0.38	0.44 ± 0.19	0.09 ± 0.05	85.04 ± 2.42	12
Washed	1.70 ± 0.03	67.50 ± 0.68	31.14 ± 0.18	30.06 ± 0.40	0.28 ± 0.05	0.10 ± 0.05	78.86 ± 0.90	74
p-value	0.46	0.01	0.66	0.25	0.00	0.00	0.01	
		$p < 0.05$			< 0.05	< 0.05	< 0.05	

Remark: Data expressed as mean ± standard deviation. The p-value showed the probability of no difference (null hypothesis) between the processes in each column.

The average antioxidant activities estimated by TPC, FRAP and DPPH in Table 3 showed similar trends. The TPC, FRAP, Caffeine, Glucose and Fructose in the coffee samples from different origins were significantly different as can be seen from the p-value < 0.05. The EC50s and sucrose were not significantly different for different origins. The coffee from Doi Pak Kood contained caffeine more than other samples. Because caffeine is one of the antioxidants, thus coffee from Doi Pak Kood may show higher antioxidant activities due to the higher caffeine content.

Table 3. The average antioxidant activities, TPC, caffeine and sugars classified by origins

Origins	EC50 (mg coffee DW /g DPPH)	FRAP (g Trolox /g coffee DW)	TPC (mg Gallic /g coffee DW)	Caffeine (mg Caffeine/g coffee DW)	Fructose (mg Fructose /g coffee DW)	Glucose (mg Glucose /g coffee DW)	Sucrose (mg Sucrose /g coffee DW)	n
Doi Chang	1.82 ± 0.04	64.21 ± 0.23	29.66 ± 0.37	33.62 ± 0.04	1.40 ± 0.07	1.09 ± 0.04	80.05 ± 1.14	9
Doi Pak Kood	1.57 ± 0.05	73.62 ± 0.30	32.18 ± 0.45	36.49 ± 0.13	1.90 ± 0.11	0.65 ± 0.04	77.17 ± 2.62	9
Mae Hoa	1.66 ± 0.02	71.40 ± 0.27	32.25 ± 0.19	28.93 ± 0.51	0.29 ± 0.11	0.08 ± 0.05	82.25 ± 1.43	54
Mon Ngoa	1.72 ± 0.05	68.68 ± 0.25	31.29 ± 0.13	29.80 ± 0.28	3.09 ± 0.78	2.17 ± 0.58	79.08 ± 0.77	81
Kloa Ha Khee	1.59 ± 0.03	60.55 ± 2.46	29.30 ± 0.19	30.75 ± 1.02	0.64 ± 0.07	0.09 ± 0.05	79.97 ± 1.14	12
Pa Mieng	1.67 ± 0.06	65.76 ± 0.69	30.14 ± 0.14	28.19 ± 0.37	0.63 ± 0.06	0.70 ± 0.06	83.01 ± 0.79	9
p-value	0.42	0.00 p < 0.05	0.00 < 0.05	0.00 < 0.05	0.04 < 0.05	0.03 < 0.05	0.22	

Remark: Data expressed as mean ± standard deviation. The p-value showed the probability of no difference (null hypothesis) between the processes in each column.

The coffee bean samples were obtained from the farmers; the process could not be performed exactly the same due to local climates and conditions. Therefore, local conditions may affect the characteristic of the coffee beans. The effect of the coffee processing on antioxidant activities and active compounds of the coffee bean from the same origin under the control environment might be interesting for investigation in the future.

CONCLUSIONS

The coffee processes influenced the antioxidant activities in term of FRAP and sugars contents in coffee beans. There was no significantly different in EC50, TPC, and Caffeine of the coffee bean from different processes. The coffee beans from natural process contained monosaccharide sugars more than that of the washed process coffee. The FRAP, TPC, Caffeine, Glucose and Fructose values significantly depended on the coffee's origin. The relationship between antioxidant activities and active compounds, and the effect of the coffee processing under the control environment might be interesting for further investigation.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Preda Roasting House, Hom Hoh Farm, Por Luang Hue of Mon Ngoa and Ms. Suawanee Phangmalee for their kindly contribution in coffee samples and valuable suggestions along the research.

REFERENCES

- Acidri, R., Sawai, Y., Sugimoto, Y., Handa, T., Sasagawa, D., Masunaga, T., Yamamoto, S., and Nishihara, E. (2020). Phytochemical Profile and Antioxidant Capacity of Coffee Platn Organs Compared to Green and Roasted Coffee Beans. *Antioxidants*, 9(2),93.
- Ainsworth, E. A., and Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. *Nature Protocols*, 2(4), 875-877.
- Benzie, I., and Strain, J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power: The FRAP Assay”. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Cheong M. W., Tong K. H., Ming O. J. J., Liu S. Q., Curran P., and Yu B. (2012). Volatile composition and antioxidant capacity of Arabica coffee. *Food Research International*, 51(1), 388-396.
- Department of Agricultural Extension. (2021). *Agricultural Extension Database*.
<https://production.doae.go.th/service/report-product-statistic/index>
- Dong, W., Hu, R., Chu, Z., Zhao, J., and Tan, L. (2017). Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of Robusta coffee beans. *Food Chemistry*, 234 (1), 121-130.
- Groves, J. (2022). *Top 10 Best-performing Commodities*. *Forbes Advisor*.
<https://www.forbes.com/uk/advisor/investing/best-performing-commodities/>
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Ravento’s, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299, 152-178.
- Stelmach Ewelina, Pohl Pawel, and Szymczycha-Madeja Anna, (2015). The content of Ca, Cu, Fe, Mg and Mn and antioxidant activity of green coffee brews. *Food Chemistry*, 182, 302-308.



EFFECTS OF USING SYNBIOTIC MICROENCAPSULATION AS A FEED ADDITIVE IN TILAPIA CULTURE

Nuttaporn Chanchay^{1*} and Ansaya Boonprajaub¹

¹Department of Agro-Industrial Biotechnology, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: nuttapornchanchay@gmail.com

ABSTRACT

The research aimed to study synbiotic microencapsulation from corn dust in alginate-chitosan capsules as a feed additive in Tilapia culture. The survival tested in simulated gastric juice (SGJ) showed that synbiotic with *L. acidophilus* encapsulated (8.68%) was more resistant to acidity than *L. lactis* (5.43%). The survival test in simulated intestinal juice (SIJ) indicated that the survival rate of synbiotic with *L. lactis* encapsulated (10.29%) was more resistant to acidity than *L. acidophilus* encapsulated (5.86%). In addition, synbiotics inhibited the pathogenicity of *A. hydrophila* TISTR 1321 in Tilapia fed 25 micrograms of alginate-chitosan synbiotic diet. Biotics monitoring the disease inhibition of *A. hydrophila* TISTR 1321 was the best considering since the sample of 100% growth (9.96±1.66 g/day) weight gain (WG) (9.97±1.66) and feed conversion ratio (FCR) (2.25±0.27). This bioinnovation supports the utilize of agricultural waste and reduces air pollution from the burning dust of corn farming as well as increases the value of agricultural residues. Thus, the cheap corn dust can be used for synbiotic as aquacultur feed.

Keywords: Encapsulation, Simulated gastro-intestinal conditions, Symbiotic, Lactobacillus *Acidophilus*, *Lactobacillus lactis*

INTRODUCTION

Chemical residues were found in aquaculture industry, which impact environment and aquatic animal health. Moreover, the use of antibiotic in aquatic animals may lead to antibiotic resistance. For that reason, researchers are looking for solutions and study the use of probiotics in the aquatic animal feeding production. Modulation of the gut microbiota with zoo-technical feed additives such as prebiotics and probiotics for host protection to support animal husbandry, including livestock, poultry, and fish farming, is the key to maximize productivity and maintain animal health and welfare (Anadon et al., 2019). In addition, probiotics are increasingly used in commercial animal production operations to advantageously alter gastrointestinal flora, thereby improving animal health and productivity. The major outcomes from using probiotics include improvement in growth, reduction in mortality, and improvement in feed conversion efficiency (Yirga, 2015). Although probiotics are effective and useful in the field of animal growth and treatment, probiotic will be digested in the gastrointestinal tract, and most of them will be almost digested in the stomach of aquatic animals. In addition, prebiotics are chosen to stimulate some intestinal flora (*Bifidobacterium* spp. and *Lactobacilli*) but may reduce the population of some beneficial bacteria (*Aeromonas* spp. and *Carnobacterium* spp.) in the colon (Okey et al., 2018).

Thailand's aquaculture still encounters several problems, for example, the problem of high production costs; This led to the use of other biological products in replacement culture, especially probiotic microorganisms, Areas suitable for aquaculture are limited. environmental quality problems especially about wastewater use of chemicals and antibiotics, which may be the source of pollution from nearby industrial plants. or from the discharge of wastewater from fishing boats, communities, and damage to aquatic animals, especially the use of chemicals. The use of antibiotics is expensive, has high costs and the problem of epidemics. Researchers have used the term synbiotic to describe the use of prebiotic and probiotic mixtures that may benefit animal or human gastrointestinal (GI) systems (Kolica and Gibson, 2011). but synbiotic refers to a state of coexistence of two or more elements. It's another alternative of aquaculture in the way of organic aquaculture (Chanchay, 2011).

Microencapsulation is a means of packaging, separating, and storing materials in microscopic capsules for later release under controlled conditions. The versatile technologies that have resulted from the evolution of this science have been widely used in the food industry, both to improve product performance and provide better controlled delivery of ingredients (Chooprom, 2016). Several researches reviewed that the bacterial microencapsulation technique was enhance the survival rate in population of some beneficial bacteria (Pourjafar et al., 2020; Siang et al., 2019; Mandal and Singh, 2006; Sobel et al., 2014; Chandramoulia et al., 2004; Lee et al., 2019). Synbiotic encapsulated in alginate-chitosan capsules was made to enhance the survival of probiotic bacteria and preserve prebiotic during exposure to adverse conditions in the gastrointestinal tract, including gastric juice acidity which may destroy probiotics before arriving in the stomach. (Rao et al., 1989; Maria et al., 2010; Zhou et al., 1998).

This study was conducted by synbiotic encapsulated in alginate-chitosan capsules to study the survival rate in 2 conditions of simulated gastro-intestinal (simulated gastric juice (SGJ) and simulated intestinal juice (SIJ)). The mixture of probiotic microbial (*L. acidophilus* and *L. lactis*) and corn dust was encapsulated in alginate-chitosan capsules. The survival rate was different in simulated gastric juice (SGJ) and simulated intestinal juice (SIJ) (Chandramoulia et al., 2004; Rao et al., 1989; Maria et al., 2010). And effect of synbiotic microencapsulation as a feed additive in *Tilapia* culture. Monitoring the disease inhibition of *A. hydrophila* TISTR 1321, weight gain (WG) and feed conversion ratio (FCR). The results from this study provide important information on the use of synbiotic, which could be implemented in alternative choices in the future.

METHODOLOGY

Preparation of raw materials

Preparation of prebiotic

Prepare 2,000 gram of Corn dust samples were obtained from the production corn forage and dried at 60°C for 8-10 hr. Digestion sample with an enzyme ACCELLERASE 1000 at 0.80% (wv⁻¹) at 40 °C for 18 hr. as prebiotic (Chanchay and Dittasuwannakul, 2016).

Preparation of synbiotic

Take 2000 gram of prebiotic were fed into ferment with 10 % of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria (Mcfarland 0.5) as synbiotic.

Microencapsulation and coating procedures

Synbiotic were incorporated into 10 ml (Mcfarland 0.5) of 20 g l⁻¹ (2.00%) of sodium alginate. Chitosan aqueous solution was prepared. In brief, 0.8 gram of chitosan was dissolved in 720 ml distilled water and acidified with 0.8 ml of acetic acid. Next, CaCl₂ 0.10 M was added to the chitosan solution (Maria et al., 2010).

The extrusion technique of encapsulation was derived by using alginate as the supporting matrix. To form beads, the sodium alginate solution was extruded into a previous sterile chitosan solution and washed with sterile distilled water (Zhou et al., 1998).

Survival assay and numeration of encapsulated synbiotic

Simulated gastric juice (SGJ) consisted of 9 g l⁻¹ of NaCl with adjusted to pH 2.0 and hydrochloric acid. 0.20 g of encapsulated synbiotic or 0.20 ml of cell suspensions were mixed in 10 ml of SGJ and incubated for 5, 30, 60 and 120 min at 37 °C with constant agitation at 50 rpm (Rao et al., 1989). Simulated intestinal juice (SIJ) was prepared by dissolving bile salted in intestinal solution (6.5 g l⁻¹ NaCl, 0.835 g l⁻¹ KCl, 0.22 g l⁻¹ CaCl₂ and 1.39 g l⁻¹ NaHCO₃) adjusted to pH 7.5 to final concentrations of 3.0 g l⁻¹. Triplicate samples were mixed, incubated at 37°C and sampled 60, 90 and 120 min after addition of the beads with bacteria or cell suspensions (Maria et al., 2010). From previous study, the pH values of SGJ and SIJ were different. The pH will affect the survival rate of the bacteria. Causing different incubation time required (Rao et al., 1989; Maria et al., 2010).

Surviving bacteria (*L. acidophilus* and *L. lactis*) were washed with 0.85% NaCl. (2 time). And washed with distilled water 1 time. Then, centrifuged and wrapped in alginate for made into a gel tablet. Finally, coated with chitosan and counted by spread plate counts in MRS agar anaerobically incubated at 37 °C for 2 days. (Chandramoulia et al., 2004).

The survival rate (%) was calculated followed by previous study:

$$\text{Survival rate (\%)} = \frac{\text{The number of bacteria remaining after acid infusion}}{\text{The number of bacteria remaining before acid inusion}} \times 100$$

Study of synbiotics on disease resistance from *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321.

The synbiotic microencapsulation from corn dust in alginate-chitosan capsules (Bio-SynCap) were to study of feed effect on tilapia culture was designed in a completely randomized design (CRD) with 12 formulars, each experimental set with 3 repetitions of 12 formulars.

Formular 1 Control set (10 g/meal of commercially available tilapia feed),

Formular 2 is 10 g/meal of Probiotics *Bacillus subtilis* Brand Biota Pro. The following formula must be fed in conjunction with a control diet

Formular 3 is Rice bran + 10 g/meal of *L. acidophilus* 10%

Formular 4 is Rice bran + 10 g/meal of *L. lactis* 10%

Formular 5 is Rice bran + 10 g/meal of *L. acidophilus* and *L. lactis* 10%

Formular 6 is 10 ml of bio fermented water

Formular 7 is 10 g/meal of Prebiotic form corn dust

Formular 8 is 5 g/meal of Bio-SynCap

Formular 9 is 10 g/meal Bio-SynCap

Formular 10 is 15 g/meal of Bio-SynCap

Formular 11 is 20 g/meal of Bio-SynCap

Formular 12 is 25 g/meal of Bio-SynCap

Feed 3 meals a day at 8:00 AM, 12:00 PM, and 4:00 PM for 7 days (week 2). In each batch of experiments, 10 ml of *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 was added to the tilapia culture water. All control sets were fed for 20-30 days.

The analytical formula;

The Survival rate (%) = [The number of surviving fish (fish/pond) × 100] / The initial fish number (fish/pond)

The Growth (g/day) = [(Weight after 20 days of experimental collection) – (weight before collection of experimental results)] / time of trial period

The Weight gain (WG) = [Fish weight at the end of the experiment – fish weight at the start of rearing)

The Feed conversion Ratio (FCR) = Feed weight / fish weight at the end of the experiment

Statistical analysis

Results are presented as means ± standard deviation (SD) of replicated determinations. Data were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) and multiple comparisons were performed by Duncan's test. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$. All analyses were performed using SPSS version 22.0 for Windows.

RESULTS AND DISCUSSION

The survival of synbiotic made from a mixture of corn dust with two strains of encapsulated and non-encapsulated probiotic microorganism (*L. acidophilus* and *L. lactis*) was study by using synbiotic microencapsulation from corn dust in alginate-chitosan capsules in simulated gastrointestinal condition (simulated gastric juice and simulated intestinal juice).

In simulated gastric juice condition, the concentration of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria were 2.39×10^9 CFU/ml and 2.38×10^9 CFU/ml, respectively and exposure time were 5, 30, 60 and 120 min. The result revealed that survival rate of bacteria in two strains was significantly higher in encapsulated group than non-encapsulation group, indicating that microencapsulation technique can preserve bacteria from gastro-intestinal conditions in simulated gastric juice (Table 1 and 2).

Table 1. Number of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria to survive in a simulated gastric juice (SGJ) in different time

Treatment (CFU/ ml)	Time (min)			
	5	30	60	120
<i>L. acidophilus</i> non-encapsulated	1.84×10^9	2.67×10^7	2.00×10^7	6.70×10^6
<i>L. acidophilus</i> encapsulated	2.11×10^9	1.82×10^9	1.13×10^9	2.07×10^8
<i>L. lactis</i> non-encapsulated	1.94×10^9	2.00×10^7	3.30×10^6	-
<i>L. lactis</i> encapsulated	2.10×10^9	1.73×10^9	8.67×10^8	1.3×10^8

*The number of initial infection *L. acidophilus* 2.39×10^9
L. lactis 2.38×10^9

Table 2. The survival rate of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria in simulated gastric juice (SGJ) under different time condition.

Treatment (%)	Time (min)			
	5	30	60	120
<i>L. acidophilus</i> non-encapsulated	77.13 ^c ±0.01	1.12 ^c ±0.01	0.84 ^b ±0.01	0.28 ^b ±0.01
<i>L. acidophilus</i> encapsulated	88.42 ^a ±0.01	76.29 ^a ±0.01	47.48 ^a ±0.1	8.68 ^a ±0.01
<i>L. lactis</i> non-encapsulated	81.79 ^b ±0.01	0.84 ^c ±0.01	0.14 ^b ±0.02	0.00 ^b ±0.00
<i>L. lactis</i> encapsulated	88.02 ^a ±0.01	72.69 ^b ±0.1	36.26 ^a ±0.1	5.43 ^a ±0.01
F-test	*	*	*	*

Note: * = mean was significant differences at $p \leq 0.05$

a-c = Different letters in the same column indicate significantly differences ($p \leq 0.05$)

The synbiotic with *L. acidophilus* encapsulated was the highest survival rate followed by *L. lactis* encapsulated, indicating that *L. acidophilus* resistance to acidity than *L. lactis* bacteria. Under acidity conditions (pH 2.0) for 3 hr, survival rate of *L. acidophilus* TISTR 1034 as 45.36% (Pourjafar et al., 2020). while this study was done only 2 hr. with the survival rate was only 8.68±0.01%. In addition, *L. acidophilus* encapsulated with calcium alginate survive under acidity conditions in gastric juice (Chandramoulia et al., 2004).

In simulated intestinal juice condition, the concentration of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria were 2.39×10^9 and 2.38×10^9 CFU/ml, respectively and exposure time were 60, 90 and 120 min. The results showed that the survival rate of bacteria in encapsulated group was significantly higher than non-encapsulated group (Table 3 and 4) and the survival rate of synbiotic with *L. lactis* encapsulated was highest followed by synbiotic with *L. acidophilus* encapsulated, indicating that *L. lactis* able to withstand the acidity condition in bile salt better than *L. acidophilus*. In recent year, the researcher revealed the resistance of *L. lactis* type B1-04 and *L. lactis* type Bi-07 to acid and heat in bile salt. The results showed that the encapsulated cells significantly increased the survival cells (Chandramoulia et al., 2004).

Table 3. Number of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria to survive in a simulated intestinal juice (SIJ) in different time

Treatment (CFU/ml)	Time (min)		
	60	90	120
<i>L. acidophilus</i> non-encapsulated	7.00×10^7	5.00×10^7	3.30×10^6
<i>L. acidophilus</i> encapsulated	1.79×10^9	4.30×10^8	1.40×10^8
<i>L. lactis</i> non-encapsulated	5.33×10^7	3.67×10^7	3.30×10^6
<i>L. lactis</i> encapsulated	1.76×10^9	1.01×10^9	2.45×10^8

*The number of initial infection *L. acidophilus* 2.39×10^9
L. lactis 2.38×10^9

Table 4. The survival rate of *L. acidophilus* and *L. lactis* bacteria in simulated intestinal juice (SIJ) under different time condition.

Treatment (%)	Time (min)		
	60	90	120
<i>L. acidophilus</i> non-encapsulated	2.93 ^b ±0.01	2.09 ^c ±0.01	0.14 ^c ±0.02
<i>L. acidophilus</i> encapsulated	74.69 ^a ±0.01	17.99 ^b ±0.01	5.86 ^b ±0.01
<i>L. lactis</i> non-encapsulated	2.24 ^b ±0.01	1.54 ^c ±0.02	0.14 ^c ±0.01
<i>L. lactis</i> encapsulated	73.74 ^a ±0.01	42.44 ^a ±0.01	10.29 ^a ±0.01
F-test	*	*	*

Note: * = mean was significant differences at $p \leq 0.05$

a-c = Different letters in the same column indicate significantly differences ($p \leq 0.05$)

The encapsulation technique can enhance cell survival in simulated gastro-intestinal condition lead to the encapsulated synbiotic with *L. acidophilus* and *L. lactis* were increase with survival rate. On the other hand, the survival rates were low in the non-encapsulated group. The cells encapsulated *L. acidophilus* TIRTR 1034 with 2% wv^{-1} sodium alginate resist to acidity condition (pH 1.5) for 3 hr. (Mandal and Singh, 2006). They also reported that encapsulated *L. acidophilus* TIRTR 1034 survive for a 5.37 log CFU/ml. and the free cells survive for 3.38 log CFU/ml. Moreover, *L. acidophilus* encapsulated with Al and Al/Chi-microspheres showed higher survival rates after exposure to the gastrointestinal tract and better mucoadhesive abilities than the free cells (Sobel et al., 2014). In addition, encapsulation and double coating of probiotic bacteria culture (*L. acidophilus* and *L. rhamnosus*) can increase the viability of them in Doogh beverage and in simulated gastro-intestinal condition (Siang et al., 2019).

In this study, *L. acidophilus* bacteria are resistance to acidity condition better than *L. lactis*. Therefore *L. acidophilus*, the rate of survival in conditions simulated gastric juice (SGJ), which has good acidity. Conversely, *L. lactis* is resistant to bile salt condition better than *L. acidophilus*. Thus, survival rate of *L. lactis* was higher than *L. acidophilus* in simulated intestinal juice condition.

The effect of synbiotics against pathogens in terms of survival rate, the Formular 12 had a 100% survival rate and compared to the whole experimental set, there was a statistical difference ($p < 0.05$) with the other experimental groups. In addition, Brennan et al. (1993) said that *L. acidophilus* is a bacterium in the intestines of animals resistant to bile salts and important for the microbial balance in the intestines. Supplementation with *L. acidophilus* cells will improve and treating intestinal diseases, such as helping to treat lactose intolerance. *L. acidophilus* has been added to food products. for use as animal feed additives and Barefoot and Klaenhammer (1983) found that *L. lactis* N2 was able to produce more Lactacin B when the pH of the medium was increased from 5.9 to 7.0 and that its production decreased with the initial pH of the medium. bacteria less than 5.9, which are beneficial microorganisms for the intestines. In addition, a group of bacteria *Lactobacillus* that can stimulate the production of gamma globulin, gamma interferon and promote the activity of microphage, which causes the elimination of pathogenic microorganisms from the body.

The study of growth, fish weight gain. A 20-day period of Formular 12 diets was tested. It was found that the growth of tilapia was significantly different ($p < 0.05$), with the average weight gain of Formular 12 experimental set giving good results. followed by Formular 11 and experiment set 6 after finishing the formular on day 20 with values of 9.96 ± 1.66 , 6.10 ± 4.66 and 4.57 ± 2.82 g/day, respectively. Formula 9 gave the lowest growth yield of 2.09 ± 0.83 g/day. The Weight Gain (WG), Formular 12 had the highest mean weight gain of 9.97 ± 1.66 , followed by Formular 11 had the mean weight gain of 6.10 ± 4.66 , followed by Formular 6 had a mean weight gain of 4.56 ± 2.28 and Formular 9 had the lowest mean weight gain of 2.09 ± 0.83 , which were statistically significant differences. The Feed Conversion Ratio (FCR) It was found that Formular 11 had the highest food-to-weight conversion equal to 3.65 ± 2.75 , followed by Formular 10 had food-to-weight conversion equal to 2.68 ± 0.29 , followed by Formular 12 had food-to-weight conversion. was 2.25 ± 0.27 and the 8th experiment had the lowest diet change was 1.06 ± 0.28 . This is consistent with the experiments of Senasri (2015). studied the use of *Bacillus* spp. as probiotics in tilapia culture. Study on the growth rate found that the experiment with *Bacillus* spp. 3 g. gave the best results.

Table 5. Effect of synbiotics on disease resistance from *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321.

Formular	Survival rate (%)	Growth (g/day)	weight gain (WG)	Feed Conversion Ratio (FCR)
1	97.77 ^b ±0.57	3.69 ^g ±1.89	3.68 ^g ±1.89	1.90 ^{ij} ±0.49
2	86.66 ^c ±1.73	4.00 ^e ±3.32	4.00 ^e ±3.32	2.13 ^{gh} ± 1.04
3	94.44 ^b ±2.07	3.95 ^f ±1.16	3.95 ^f ±1.16	1.41 ^l ±0.06
4	84.44 ^c ±2.07	2.41 ^j ±1.18	2.40 ^j ±1.18	1.98 ^{hi} ±0.34
5	74.44 ^d ±3.51	2.45 ⁱ ±1.04	2.45 ⁱ ±1.04	2.24 ^{de} ±0.42
6	38.88 ^g ±2.51	4.57 ^c ±2.28	4.56 ^c ±2.28	1.98 ⁱ ±0.72
7	41.11 ^f ±8.32	4.51 ^d ±2.82	4.50 ^d ±2.82	1.77 ^k ±0.76
8	78.88 ^d ±4.72	2.16 ^k ±1.57	2.16 ^k ±1.57	1.06 ^m ±0.28
9	83.33 ^c ±1.00	2.09 ^l ±0.83	2.09 ^l ±0.83	2.21 ^{fg} ±0.17
10	52.22 ^e ±11.35	3.49 ^h ±0.87	3.49 ^h ±0.87	2.68 ^b ±0.29
11	98.88 ^b ±0.57	6.10 ^b ±4.66	6.10 ^b ±4.66	3.65 ^a ±2.75
12	100.00 ^a ±0.00	9.96 ^a ±1.66	9.97 ^a ±1.66	2.25 ^{cd} ±0.27
F-test	*	*	*	*

Note: * = mean was significant differences at $p \leq 0.05$

a-c = Different letters in the same column indicate significantly differences ($p \leq 0.05$)

CONCLUSIONS

In conclusion, synbiotic microencapsulation from corn dust in alginate-chitosan capsules improves survival rate in simulated gastro-intestinal conditions, can be used to encapsulated synbiotic also developed a synbiotic product synthesizer that can last up in the digestive tract of animals. To promote the survival rate and maintain a healthy balance in the digestive tract of the animal and corn dust is one of an alternative choice of the synbiotic production. In addition, the amount of synbiotics inhibiting the pathogenicity of *A. hydrophila* TISTR 1321 in tilapia was fed 25 micrograms of alginate-chitosan synbiotic diet (Formular 12). Biotics monitoring the disease inhibition of *A. hydrophila* TISTR 1321 was the best considering the sample of 100% Growth, weight gain (WG) and Feed Conversion Ratio (FCR). Finally, the leadership of the utilized agricultural waste and reduce air pollution from the burning dust of corn farmers. This could increase the value of agricultural residues as well. Thus, it can be used corn dust for synbiotic as aquacultur feed is cheap.

REFERENCES

- Anadon, A., Ares, I., Martínez-Larrañaga, M.R. and Martinez, M.A. (2019). *Prebiotics and probiotics in feed and animal health*. Springer Nature Switzerland AG Publisher.
- Barefoot, S.F. and Klaenhammer, T.R. (1983). Detection and activity of lactacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus lactis*. *Appl Environment Microbiology*, 45(6), 1808-1815.
- Brennan, M., Wanismail, B. and Ray, B. (1993). Prevalence of viable *Lactobacillus acidophilus* dried commercial product. *J. Food Protection*, 4(6), 887-892.
- Chandramoulia, V., Kailasapathya, K., Peirisb, P. and Jones, M. (2004). An improved method of microencapsulation and its evaluation to protect *Lactobacillus* spp. in simulated gastric conditions. *J. Microbiol. Met*, 56, 27-35.
- Chanchay, N. and Dittasuwannakul, K. (2016). Improvement of pre-treating corn dust with enzyme as prebiotics in animal feed. *RMUTI J. Sci&Tech*, 9, 214-223.
- Chanchay, N. (2011). Synbiotic production from soybean residue for aquaculture practices. *J Fish tech*, 5, 47-55.
- Chooprom, C. (2016). *Cells encapsulated probiotics with prebiotic and studied survival in acidic conditions and bile salts in vitro* [Master of Science thesis]. Songklanakarintara University.
- Kolica, S. and Gibson, G.R. (2011). Synbiotics in health and disease. *Annu Rev Food Sci Technol*, 2, 373-393.
- Lee, Y., Ji, Y., Lee, R.S., Choi, M.J. and Cho, Y. (2019). Microencapsulation of probiotic *Lactobacillus acidophilus* KBL409 by extrusion technology to enhance survival under simulated intestinal and freeze-drying conditions. *J. Microbiol. Biotechnol*, 29, 721-730.
- Maria, C., Izaskun, M., Raquel, A., Francisco, C.I., Florencio, M. and Maria del, C.V. (2010). Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions, *Int. J. Food Microbiol.* 142, 185-189.
- Mandal, S. and Singh, K. (2006). Effect of alginate concentrations on survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* NCDC-298. *Dairy J*, 16, 1190-1195.
- Okey, I.B., Gabriel, U.U. and Deekae, S.N. (2018). The use of synbiotics (prebiotic and probiotic) in aquaculture development. *J Biotechnol*, 1, 51-60.
- Pourjafar, H., Noori, N., Gandomi, H., Basti, A.A. and Ansari, F. (2020). Viability of microencapsulated and non-microencapsulated *Lactobacilli* in a commercial beverage. *Biotechnol Rep (Amst)*, 25, e00432.
- Rao, A.V., Shiwnavain, N. and Maharaj, I. (1989). Survival of microencapsulated *Bifidobacterium pseudolongum* in simulated gastric and intestinal juiced. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J*, 22, 45-346.
- Siang, S.C., Wai, L.K., Lin, N.K. and Phing, P.L. (2019). Effect of added prebiotic (Isomalto-oligosaccharide) and coating of beads on the survival of microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG. *Food. Sci. Technol*, 39, 601-609.
- Sobel, R., Versic, R., and Gaonkar. A.G. (2014). *Introduction to microencapsulation and controlled delivery in foods*. Elsevier Inc.
- Senasri, N. (2015). Effects of using *Bacillus* bacteria as a probiotic feed additive in tilapia culture. *J. RMUTTO*, 8(2), 61-66.
- Yirga, H. (2015). The use of probiotics in animal nutrition. *J Prob Health*, 3(2), 557-569.
- Zhou, Y., Martins, E., Groboillot, A., Champagne, C.P. and Neufeld, R.J. (1998). Spectrophotometric quantification of lactic bacteria in alginate and control of cell release with chitosan coating. *J. Appl. Microbiol*, 84, 342-348.



MAXIMIZING GROWTH POTENTIAL OF *SPIRULINA PLATENSIS*: HARNESSING THE POWER OF ENHANCED LED ILLUMINATION AND OPTIMIZATION STRATEGIES

Obaid Bhat¹, Yuwalee Unpaprom^{2,3} and Rameshprabu Ramaraj^{1,3*}

¹School of Renewable Energy, Maejo University, Chiang Mai, 50290, Thailand

²Program in Biotechnology, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

³APEC Research Centre for Advanced Biohydrogen Centre, Maejo University, Chiang Mai 502090, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: rrameshprabu@gmail.com; rameshprabu@gmail.com

ABSTRACT

Spirulina platensis, versatile microalgae widely utilized in food, feed, and biofuel industries, holds immense growth potential that can be fully harnessed through the synergistic implementation of enhanced LED illumination and optimization strategies. This study investigates the combined effect of these approaches to unlock the maximum growth potential of *S. platensis*. The study employed Central Composite Design (CCD) to optimize the pH and light hours levels for producing high optical density in Spirulina. The experiment investigated the effects of varying pH and light hours levels as well as their interactions on the response variable of optical density. The results demonstrated that the predicted second-order quadratic model for the response variable was highly significant ($p < 0.0001$). Furthermore, the model's satisfactory fit was indicated by an R^2 value of 0.9508. The optimal combination for achieving the highest optical density production of 0.577 was at pH 8.5 for 14 light hours. This study optimizes *S. platensis* growth using enhanced LED illumination and optimization strategies. Statistical optimization techniques could identify optimal pH and light hours that increase optical density. These findings advance efficient cultivation practices for *S. platensis*, benefit various applications, and meet the demand for sustainability.

Keywords: Growth potential, LED illumination, Microalgae, Optimization strategies



INTRODUCTION

Over the past hundred years, dramatic changes have swept across various ecosystems worldwide, leading to numerous challenges. These include a lack of sustainable food sources, unpredictable weather patterns, global warming, resource depletion, and biodiversity loss (Saetang and Tipnee, 2021). The primary culprit of these destructive impacts is the surge in human-generated carbon emissions, mainly from greenhouse gases. The swift pace of worldwide industrial development has led to increased carbon accumulation in our environment (Behera et al., 2019). This escalation has been instrumental in driving global warming and climate change. Records show that relentless carbon emissions, primarily from burning fossil fuels, intensify environmental carbon levels. Furthermore, the exponential growth of the human population has amplified human-driven activities, contributing to increased carbon levels in freshwater. This rise triggers algal blooms, which degrade natural water habitats (Pimpimol et al., 2020). Therefore, the ongoing augmentation of carbon within our ecosystems poses a serious risk of depleting our natural resources in the near future.

Thus, the search for alternative, eco-friendly energy sources and a shift to a bio-based, low-carbon economy have become critical. One promising solution is large-scale algal cultivation, which offers a range of benefits (Tsai et al., 2017). Algae, widely recognized as photosynthetically active renewable resources, can capture carbon dioxide (CO₂), concurrently producing a wide array of bioactive compounds. Microalgae comprise carbohydrates, lipids, proteins, pigments, and more (Ramaraj et al., 2016). They have a notable resilience to stress, adapting their cellular structures to produce lipids and other valuable compounds without vying for food crops resources (Unpaprom et al., 2015). Given their incredible diversity and abundant biomass, algae represent an encouraging prospect for third-generation feedstocks in biofuels and food and feed industries.

Microalgae (microscopic green algae and blue-green algae) have been proven indispensable in carbon fixation processes across global habitats (Bhat et al., 2023). They demonstrate impressive adaptability, thriving in a wide array of environments and offering an efficient, resource-conserving alternative to traditional biofuel crops. Their role in carbon sequestration through photosynthesis contributes to environmental sustainability and supports rapid and sustainable biomass production (Tsai et al., 2012). Research over the past decades has shed light on the dynamic interactions within microalgae communities, revealing their potential for accelerated metabolite production. The ability to design microalgal consortia from various individual microalgae is paving the way for high-yield, cost-effective biomass production.

This current study has made strides in leveraging these capabilities for the production of lipid, protein, and carbohydrate-rich biomass for biofuel. While substantial progress has been made in optimizing microalgae's potential, particularly in wastewater treatment, gaps still remain. Nutrient concentration optimization depends heavily on the model organism selected and its nutrient uptake abilities (Le-Huynh et al., 2022). Consequently, more comprehensive research is needed to fill these gaps, potentially leading to the development of innovative, more efficient approaches to utilize the vast potential of microalgae in environmental and energy solutions.

The algae species *Spirulina platensis* is known for its abundant carbohydrate accumulation and other valuable biochemicals. Beyond this, the *Spirulina* genus has been explored for its potential in biofuel production, dietary supplements, and as a feed source in hatcheries, among other applications (Bhat et al., 2023). *Spirulina* also demonstrates broad environmental adaptability and has a fully mapped genome. With these advantages in mind, our research examined the growth profile and biochemical constituents of *S. platensis*, aiming to understand its potential as a biofuel and bioproduct source. Despite the significant industrial potential of such algae, there are hurdles to overcome. The low biomass concentration and

associated harvesting costs are significant barriers to the commercialization of microalgal-based products (Tsai et al., 2015). Therefore, an appropriate strategy to reduce production costs could involve enhancing biomass productivity and minimizing nutrient consumption through a well-devised optimization process.

Statistically optimized processes offer numerous benefits, including the efficient and reliable selection of nutrients, light sources, and pH levels. They also provide insight into interactions that could lead to reduced operational costs, with techniques like Response Surface Methodology (RSM) being particularly useful. However, each method has its strengths and weaknesses, which researchers must consider when adapting to a specific optimization process. Among the various approaches, RSM is often preferred for its efficiency—it requires fewer runs, rapidly determines the impact of variable interactions on the response, and has excellent extrapolation capabilities. Thus, in our current study, applied RSM for medium engineering—an optimization process that employs multivariate statistical analysis techniques to develop, improve, and optimize processes. This approach can differentiate the actual inputs to either maximize or minimize responses directly controlling biomass yields. Previous studies have utilized the Centre Composite Design (CCD) model to enhance biomass and other high-value-added biochemicals in *S. platensis*. We adopted a similar approach, initially focusing on single variables like pH and light sources, followed by biomass optimization through the CCD design. This method allowed us to focus on key variables, individually or in combination, to achieve optimized biomass yields.

METHODOLOGY

Selection of Strain and Preparation of Microalgae Culture Medium

The strain utilized for this study was *Spirulina platensis*, obtained from the Fisheries laboratory at Maejo University. To maintain its viability and freshness, the strain underwent sub-culturing bi-weekly, cultivated at a temperature of 28°C under a natural light source. The preparation of the culture medium for *Spirulina* cultivation involved the use of regular tap water enriched with several components. These included sodium nitrite (NaNO₂), magnesium sulfate (MgSO₄), sodium chloride (NaCl), sodium bicarbonate (NaHCO₃), and a specific nitrogen: phosphorous: potassium (N:P: K) blend. This nutrient-rich medium was designed to provide optimal growth conditions for the *S. platensis* strain.

Growth conditions

Spirulina was grown in 1000 mL of liquid medium inside a clear, cylinder-shaped plastic bag (50 mm in diameter and 1500 mm high). The growth temperature was kept between 28 and 30°C, and an air bubble system was used to provide the necessary carbon dioxide and prevent the *Spirulina* from settling at the bottom. This system also ensured constant light exposure and nutrient circulation and helped break down the *Spirulina*'s spiral structure for reproduction, aiding cell multiplication and increasing biomass.

After about a week, when the *Spirulina* reached an optical density of 0.1, the experiment began. We filled a plastic bag (406 mm x 660 mm, 0.035 mm thick) with 6 liters of tap water, mixed in nutrients, and introduced the *Spirulina* culture, which had an initial optical density of about 0.060. We set up three replicates of this setup and let them grow for 21 days under a white LED light (set to 3000 lux). Over these 21 days, we exposed the bags to varying light hours and pH levels.

Optimization Methodology

For the optimization process, we employed the Central Composite Design (CCD) under the framework of Response Surface Methodology (RSM) to identify the optimal light hours (illumination duration) and pH levels for Spirulina cultivation. The experiment consisted of two numeric factors: pH (Factor A: ranging from 7 to 10) and light hours (Factor B: illumination time ranging from 7 to 14 hours). The independent variables (Factors A and B) were encoded into three levels: -1 denoting low, 0 for the center point, and 1 indicating high.

Table 1. Parameters and their values used for the optimization of the experiment.

Symbols	Parameters	Units	-1	0	1
A	pH	AU	7	8.5	10
B	light	Hours	7	10.5	14

The precise levels for the optimization experiment are documented in Table 1. Our CCD design incorporated a full factorial model, resulting in a single block generating 19 experimental runs. This includes 16 non-central point runs, 3 center point runs, and an axial point (with $\alpha = 1$). We used the Design-Expert software (Version 11, Stat-Ease Inc., Minneapolis, USA) to evaluate the experimental outcomes.

Table 2. Experimental design results in an optimal density of Spirulina.

Std	Run	Factor 1 A: pH	Factor 2 B: photoperiod	OD	
				Actual	Predicted
1	1	7	7	0.280	0.273
10	2	10	10.5	0.417	0.421
4	3	10	14	0.510	0.536
3	4	7	14	0.424	0.475
12	5	8.5	7	0.295	0.309
16	6	8.5	14	0.577	0.549
9	7	10	10.5	0.420	0.421
2	8	10	7	0.290	0.258
5	9	7	10.5	0.410	0.397
7	10	7	10.5	0.413	0.397
13	11	8.5	7	0.298	0.309
15	12	8.5	14	0.573	0.549
6	13	7	10.5	0.415	0.397
17	14	8.5	10.5	0.440	0.452
18	15	8.5	10.5	0.442	0.452
19	16	8.5	10.5	0.437	0.452
8	17	10	10.5	0.421	0.421
14	18	8.5	14	0.575	0.549
11	19	8.5	7	0.298	0.309

Analytical Methodology

Spectroscopy (using a DV 8000 model) was employed to ascertain the optical density of triplicate samples each day at midday. Additionally, daily temperature and pH analyses were performed. The pH of the samples was measured using an APERA PH700 pH meter, and a UNI-T UT333S was utilized for temperature determination.



Statistical Analysis Methodology

This study employed Central Composite Design (CCD), a widely used Response Surface Methodology (RSM) form, to estimate the influence of two independent variables in the experiment. This experimental design utilized the model's statistical analysis to predict numerical outcomes via analysis of variance (ANOVA), facilitated through the Design-Expert program version 11 from Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA.

The analysis focused on examining the impact of the independent variables - pH (A) and light hours (illumination time) (B) - on optical density. Upon identifying the most accurate model, an ANOVA was conducted to investigate the statistical significance of the regression coefficient via Fisher's F-test. Further data evaluation was undertaken through the examination of various plots. These included normal plots, plots of predicted versus actual values, residuals versus predicted values, residuals versus experimental run, contour plots, and response surface plots under optimal conditions.

RESULTS AND DISCUSSION

Two independent contributions, the pH (A) and photoperiod (B) were utilized in the response surface methodology for maximizing the optical density of *Spirulina*. The response of two independent factors on optical density and dry cell weight is reported in Table 2. According to the trial data, the coefficients of the parameters have been calculated to show the relationship between the optical density (OD) and the parameters according to the ciphered equation (Eq. (1)) to predict the optimal response. The interaction between the factors and their individual effects on the response of optimal density is shown in Equation 1. The plus and minus values indicate the positive and negative influence on optimal density. Where A, B, AB, A², B² are intercepted and analyzed as a function of the model. The maximum optimal density predicted by RSM design was 0.549 with pH 8.5 and light hours 14.

$$\text{Highest optimal density} = 0.4529 + 0.0116A + 0.1198B + 0.0190AB - 0.0435A^2 - 0.0235B^2 \dots(1)$$

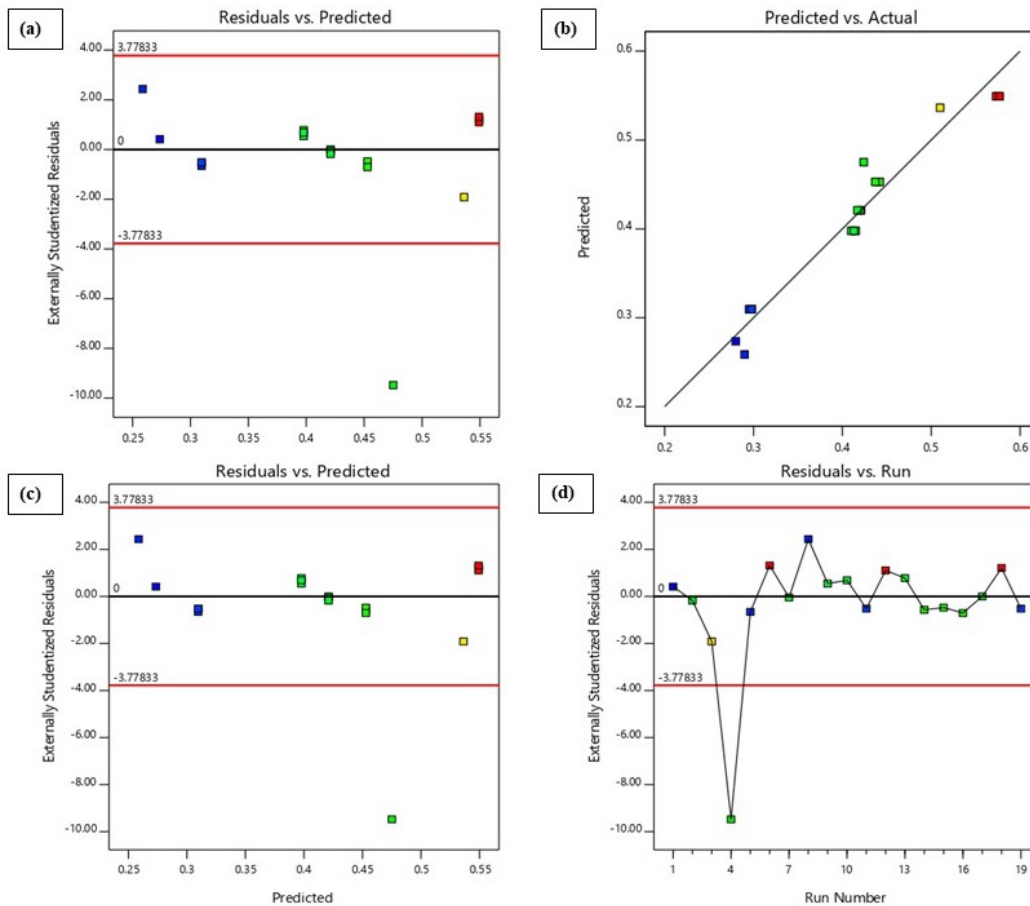


Figure 1. Optical density analytical plot of (a) normal plot of residuals; (b) predicted versus actual plot; (c) residuals versus predicted plot; (d) and residuals versus the experimental run plot.

In order to understand the effect and relationship of pH and light hours on optical density, CCD which included 19 trials, was employed to help understand the impact and correlation of various physical process parameters on microalgae growth. Table 2 contains the experimental design matrix as well as experimental and predicted values for the microalgal growths. Figure 1a shows the distribution of the normal residual plot for the optimal density. The points were adjacent, and the graph allows the normal error distribution with a mean zero. Figure 1b compares the actual and predicted value for optimal density after the pH and light hours combined effect. Using Equation (1), the expected values were calculated by design. The actual and predicted results interacted with this plot's high degree of agreement.

Additionally, Figure 1c illustrates the connection between the externally studentized residuals and predicted outcomes to establish the standard deviations regarding normal possibility. The plotted results indicated preliminary errors and specified normalcy for these values. Lastly, employing an internally studentized arrangement of the optical density model, as depicted in Figure 1d, the residuals and experimental run numbers have assessed the model to a satisfactory fit. Fisher's *F*-test for ANOVA was used to test the model statistically. Using coefficients, response variables were investigated. The coefficient association with its corresponding error was studied using the p-value.

Table 3. ANOVA model analysis for optimization of optimal density of the *Spirulina*.

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F- value	P- value
Model	0.1533	5	0.0311	50.20	< 0.0001
A-pH	0.0013	1	0.0013	2.17	0.1641
B-Light	0.1435	1	0.1435	231.98	< 0.0001
AB	0.0014	1	0.0014	2.33	0.1505
A ²	0.0083	1	0.0083	13.35	0.0028
B ²	0.0024	1	0.0024	3.92	0.0692
Residual	0.0080	13	0.0006		
Lack of Fit	0.0080	3	0.0027	555.19	< 0.0001
Pure Error	0.0000	10	4.800E-06		
Cor Total	0.1633	18			
Std. Dev	0.0249		R^2	0.9508	
Mean	0.4176		Adjusted R^2	0.9318	
C.V %	5.96		Predicted R^2	0.7660	
			Adeq precision	20.7823	

A smaller p-value indicates a higher coefficient value compared to error, indicating that the observed data and the null hypothesis do not agree (Kiran et al., 2016) As shown in Table 3. The correlation coefficient (R^2) was used to evaluate how well a model fits its data. The high R^2 value (above 0.90) strongly connected the experimental and predicted values. This study's correlation coefficient ($R^2 = 0.9508$) indicated that the model did not explain only 4.92% of the total variation. Meanwhile, the adjusted correlation coefficient (Adj. $R^2 = 0.9318$) and predicted correlation coefficient ($R^2 = 0.7660$) values also recognized that the model is good. The lack-of-fit F-test was used to examine the model's fitness (Saetang et al., 2022).

The model's F -value was 50.20, with a low P-value of 0.0001, indicating that it was suitable for the tested response variables. The obtained variation coefficient (CV) value of 5.96% suggested that the experiments were exact and reliable. From Table 3, it can be concluded that P - value and F - value are statistical terms indicating the significance of each factor and the model (P - value < 0.05) at 95.0% confidence level (Biniáz et al., 2016). The model's F -value of 50.20 demonstrated its significance. An F -value this large occurring due to noise had a 0.01% probability of doing so. The light hour (B) in the ANOVA model had the highest F -value (231.98), whereas the pH (A) in the model had the most negligible impact on the response, with an F -value of 2.17. P - value < 0.05 implied model terms are significant. A,

B, AB, A², and B² were significant model terms in this case. The model terms were not significant if the P-value > 0.10. The lack of fit- value of 555.19 indicates that the lack of fit was significant relative to pure error. This could happen because of noise. Adequate precision analyses of signal-to-noise ratio. A ratio > 4 is desirable. The ratio of 20.78 signifies an adequate signal. ANOVA model of optical density could be applied directly to the design space.

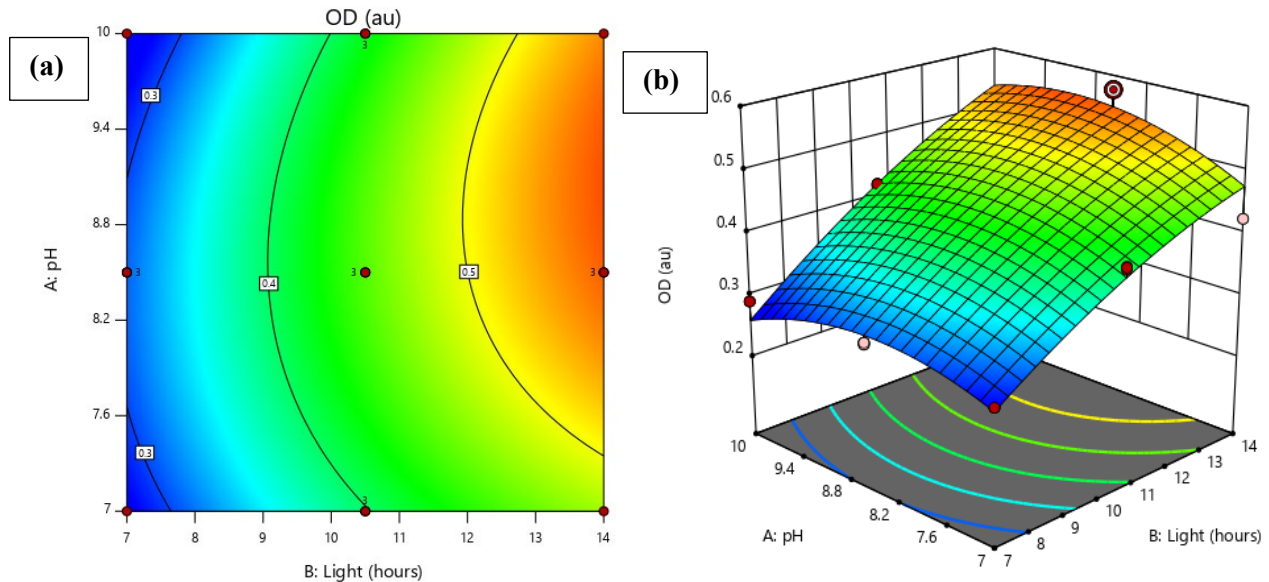


Figure 2. (a) Contour plot (b) and 3D plot obtained for optical density as a function of pH and light (hours)

The light hours have shown a linear relationship with the growth of *Spirulina*. As the light hours increase there is a substantial increase in biomass production. The light cycle effect has been identified as a crucial factor in photosynthetic activity and the growth rate of microalgae. With an increase in light hours there is rise in biomass production and cell density (Bhat et al., 2023). The contour plot and response surface plot show similar results where increase in light hours results in linear increase in optimal density.

The interactions between two independent variables and their concomitant impact on the optimal density of the sample were shown in the contour plot and response surface plot shown in Figure 2. On analyzing the graph shape of separation on one factor of optical density models from Figure 3, Figure 3a shows a slightly negative quadratic relationship, i.e., optimal density increased with an increase in pH from 7 to 8.5 and a slight decrease in optimal density as pH range increased towards 10. Figure 3b is positively linear, with optical density continuously increasing with light hours from 7 to 14.

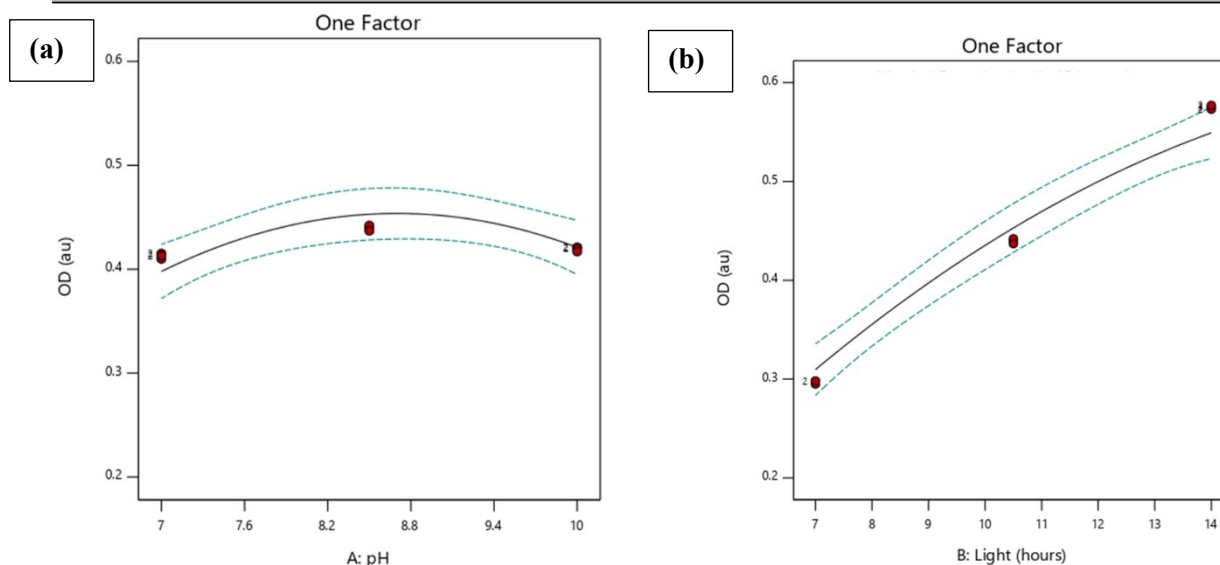


Figure 3. The optical density of *Spirulina* in each factor (a) pH (b) and light (hours).

The growth of *S. platensis* is influenced by the medium's pH level, and pH 8.5-9.0 was found to be the ideal pH. Since growth was significantly reduced at pH values below or above 8.5 or 9.5, these pH values were considered stressful. The highest value of biomass production over the vast range of investigated pHs was observed at pH 9.0 (66 mg DW/50 mL culture) (Ismail et al., 2016). Similar results were obtained with this experimental research where the highest optical density of 0.577 and dry cell weight of 1.10 g/L was recorded experimentally and verified by predicted values of ANOVA. Changing the pH away from the ideal range may prevent the production of carotenoids and chlorophyll, eventually impacting algal growth (Del et al., 2000). The decline in algal growth and pigment content at the high pH can be explained if bicarbonate is the only source of carbon, which causes the culture pH to rise and free CO₂ concentrations to become limiting (Choo et al., 2004). Eventually, algal cells' free radicals or ROS levels may rise due to the stress from carbon dioxide deficit at the high pH, which leads the algal cells to experience oxidative stress.

CONCLUSIONS

The study demonstrated that light intensity and pH significantly influence *Spirulina's* optical density and biomass. Utilizing Response Surface Methodology (RSM) with Central Composite Design (CCD) proved an effective strategy for determining the optimal growth conditions for enhanced optical density. It was observed that the predicted and experimental values of the quadratic model aligned very closely. The optimization process revealed that a pH value of 8.5, coupled with 14 hours of continuous light exposure, yielded the highest optical density of 0.549. A direct linear correlation was noted between optical density and pH up to 8.5, above which an adverse linear reaction occurred. Similarly, a positive linear relationship existed between optical density and light hours. This optimization offers significant promise for increasing biomass productivity and the production of high-value bio-products from *Spirulina*. Implementing such an optimized system in bioprocess engineering could render *Spirulina* a viable feedstock for various industries. However, further research is warranted to explore the influence of other variables on *Spirulina's* biomass productivity.

ACKNOWLEDGMENTS

We deeply appreciate help and support from the sustainable energy and sustainable resource lab for this study. We also thank the School of Renewable Energy, Maejo University for research grant.

REFERENCES

- Behera, B., Mallick, N., Bal, G., Murugan, S. and Balasubramanian, P. (2019). Utilisation of exhaust gas from a CI engine for improving microalgae growth. *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication*, 1(1), 1–7.
- Bhat, O., Unpaprom, Y. and Ramaraj, R. (2023). Effect of photoperiod and white LED on biomass growth and protein production by spirulina. *Molecular Biotechnology*, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s12033-023-00787-y>
- Biniiaz, P., Farsi, M., & Rahimpour, M. R. (2016). Demulsification of water in oil emulsion using ionic liquids: Statistical modeling and optimization. *Fuel*, 184, 325–333.
- Choo, K. S., Snoeijs, P. and Pedersén, M. (2004). Oxidative stress tolerance in the filamentous green algae *Cladophora glomerata* and *Enteromorpha ahlneriana*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 298(1), 111–123.
- Del Campo, J.A., Moreno, J., Rodríguez, H., Vargas, M.A., Rivas, J. and Guerrero, M.G. (2000). Carotenoid content of chlorophycean microalgae: factors determining lutein accumulation in *Muriellopsis* sp. (Chlorophyta). *Journal of Biotechnology*, 76(1), 51–59.
- Ismail, M. M. S., El-Ayouty, Y. M. and Piercey-Normore, M. (2016). Role of pH on antioxidants production by *Spirulina (Arthrospira) platensis*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 298–304.
- Kiran, B., Pathak, K., Kumar, R. and Deshmukh, D. (2016). Statistical optimization using central composite design for biomass and lipid productivity of microalga: a step towards enhanced biodiesel production. *Ecological Engineering*, 92, 73–81.
- Saetang, N. and Tipnee, S. (2021). Towards a sustainable approach for the development of biodiesel microalgae, *Closterium* sp. *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication*, 3(1), 25–29.
- Saetang, N., Ramaraj, R. and Unpaprom, Y. (2022). Optimization of ethanol precipitation of schizophyllan from *Schizophyllum commune* by applied statistical modelling. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02384-6>
- Le-Huynh, T. L., Iwami, N., Whangchai, N., Gutierrez, R., Shimizu, K. and Itayama, T. (2022). Statistical analysis of the effects of environmental factors and fish species on class-sorted phytoplankton composition in aquaculture ponds in northern Thailand. *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication*, 4(3), 32–38.
- Pimpimol, T., Tongmee, B., Lomlai, P., Prasongpol, P., Whangchai, N., Unpaprom, Y. and Ramaraj, R. (2020). Spirogyra cultured in fishpond wastewater for biomass generation. *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication*, 2(3), 58–65.
- Ramaraj, R., Unpaprom, Y. and Dussadee, N. (2016). Cultivation of green microalga, *Chlorella vulgaris* for biogas purification. *International Journal of New Technology and Research*, 2(3), 117–122.
- Tsai, D.D. W., Ramaraj, R. and Chen, P.H. (2012). Growth condition study of algae function in ecosystem for CO₂ bio-fixation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 107, 27–34.
- Tsai, D.D.W., Chen, P.H., Chou, C.M.J., Hsu, C.F. and Ramaraj, R. (2015). Carbon sequestration by alga ecosystems. *Ecological Engineering*, 84, 386–389.



-
- Tsai, D.D.W., Chen, P.H. and Ramaraj, R. (2017). The potential of carbon dioxide capture and sequestration with algae. *Ecological Engineering*, 98, 17–23.
- Unpaprom, Y., Tipnee, S. and Ramaraj, R. (2015). Biodiesel from green alga *Scenedesmus acuminatus*. *International Journal of Sustainable and Green Energy*, 4(1), 1–6.

Group II

**Natural Resource and
Environment**



DIVERSITY OF BIRDS IN WAT UMONG, WAT PA DARA PHIROM AND WAT CHANG KHAM IN CHIANG MAI PROVINCE

Kanarat Chairat¹, Sawat Sanitjan^{1*} and Kanokporn Saenphet¹

¹Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: sawat.s@cmu.ac.th

ABSTRACT

The study of bird diversity in Wat Umong, Wat Pa Dara Phirom, and Wat Chang Kham was conducted from August 2018 to July 2019. All 64 bird species from 31 families were recorded. Wat Pa Dara Phirom has the highest number of bird species (48 species, $H' = 3.38$) followed by Wat Umong (43 species, $H' = 3.05$) and Wat Chang Kham (39 species, $H' = 2.73$). The distance between the temples and Doi Suthep Mountain (a natural forest) influences wild bird species. The temple located near Doi Suthep Mountain presented more wild bird species than the temple located far from the mountain. Wat Umong has the greatest number of wild birds (12 species) followed by Wat Pa Dara Phirom (7 species) and Wat Chang Kham (2 species). Human activities and seasons also affect the distribution of birds in the temple areas.

Keywords: Bird diversity, Wild birds, Urban birds

INTRODUCTION

Introduction birds are recognized as ecological indicators and crucial for the environment (Koskimies, 1989; O'Connell et al., 2000; Berry, 2001; Şekercioglu, 2006; Fontana et al., 2011) since they are important in seed dispersal, pollination, pest control, and more. In recent decades, the world has been urbanizing rapidly to support human population growth (Chen et al., 2020). Due to the limited land shared on earth, this scenario inevitably leads to the reduction of natural habitats, including forests being destroyed or fragmented. This has led to a decline in bird populations in many areas, which leads to significant loss in local biodiversity. Due to urban sprawl, the landscape has become highly fragmented, consisting of pockets of bird-friendly habitats separated by human structures. However, some bird species have found ways to overcome these challenges by modifying their behavior, diet, and nesting habits.

Green space provides ecosystem services for city dwellers and supports biodiversity (Strohbach et al., 2013). As ecological indicators, birds reflect the overall health of urban parks and also urbanized areas that provide adequate food, water, and shelter to sustain a diverse avian population (Sanesi et al., 2009; Dale, 2018). The presence of bodies of water in the parks is beneficial for bird diversity (Chamberlain et al., 2007; Ferenc et al., 2014). For example, a study of birds in Bangkok's urban parks and landscapes of Thailand revealed that, compared to smaller parks, larger parks have a greater variety of habitats, such as wetlands, forests, buildings, and grasslands. This data could provide fundamental guidance for the design of future urban parks and the modification of existing ones (Chaiyarat et al., 2018).

In Thailand, temples are also protected areas for animals because the first precept of Buddhist practices is to refrain from taking life. Temples are sanctuaries for animals due to the first Buddhist precept and it was encouraged to conserve and maintain a peaceful environment (Wiriapinit and Chunchoti-ananta, 2015). Temples are the smallest pressure places for birds to adapt themselves to the urban environment, and they serve as interesting locations to study bird diversity. This study aims to observe the diversity of birds in 3 different urban temple locations namely Umong (Mueang district), Pa Dara Phirom (Mae Rim district), and Chang Kham (Saraphi district). Each temple has a different distance from Doi Suthep mountain (natural area) from nearest to farthest; Umong (Suan Buddha Dhamma), Pa Dara Phirom, and Chang Kham, 0.1 km, 4 km 6.7 km respectively. In addition, seasonal change affects bird diversity (Jahn et al., 2020). Therefore, this condition was included in this study to evaluate the change in bird diversity in all study areas.

METHODOLOGY

Study Site

The three study sites in Chiang Mai province were selected. Umong (Suan Buddha Dhamma) temple (18° 46' 56.7" N, 98° 57' 11.3" E) is located in Mueang district, Pa Dara Phirom temple (18° 54' 38.9" N, 98° 56' 27.7" E) is located in Mae Rim district, and Chang Kham temple (18° 44' 52.6" N, 99° 00' 06.4" E) is located in Saraphi district. The three study sites are located 0.1, 4, and 6.7 km from Doi Suthep, respectively. (Figure 1)

Observation of bird species

The survey of birds at the study sites utilized a method known as line transects (Bibby, 2000). The survey distance was approximately 500 meters, divided into 10 smaller sections at intervals of 50 meters. In each section, approximately 6 minutes were dedicated to observing the birds within a 25-meter radius (Sanitjan and Chen, 2009). Binoculars (10 × 50 mm) were used to aid in species identification, with reference to a bird field guide (Nabhitabhata et al., 2018). This approach involves walking along a predetermined path and systematically

documenting the various bird species present and their respective numbers. This methodology provides insights into the diversity and abundance of birds in the area. The observed birds were categorized based on their migration patterns as either migratory or resident, and based on their habitat preferences as either urban or wild (Khobkhet, 2001). The study sites were observed for 12 hours per month, from 6:00 AM to 6:00 PM, over the course of the study period, which spanned from August 2018 to July 2019.

Season in Thailand

The study was performed in 3 seasons: the Rainy season from August to October 2018 and from May to July 2019; the cold season from November 2018 to February 2019; and the hot season from March to April 2019.

Statistical analysis

The Shannon-Wiener index (Shannon and Weaver, 1949), used to examine bird species diversity, is defined as follows:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

where H' is the Shannon-Wiener index of species diversity, S is number of species, p_i is the proportion of the total number of individuals occurring in species i .

The evenness index (Ludwig and Reynolds, 1988), used to quantify how equal the bird community in the area, is defined as follows:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

where E is Evenness index, H' is Shannon-Wiener Index, and S is the number of species in the sample.

The similarity index (Southwood, 1978), used to indicate the degree of similarity of bird species in each temple, is defined as follows:

$$I_{AB} = \frac{2j}{a + b}$$

where I_{AB} is Index of similarity in study site A and B, a is the number of species in study site A, b is the number of species in study site B, and j is the number of species in study sites A and B

In the field of ecology, Relative abundance (Pettingill, 1970) is a measure of how common or rare a species is in a community and is defined as follows:

$$\text{Abundant (\%)} = \frac{\text{The number of times the birds have been found}}{\text{Totals number of survey times}} \times 100$$

RESULTS AND DISCUSSION

This study of bird diversity was conducted within three distinct temple sites located in the urban area of Chiang Mai province, Thailand, including Umong, Pha Dara Phirom, and Chang Kham temples, from August 2018 to July 2019. A total of 64 bird species were identified in the three temple sites, comprising 54 residential species and 10 winter visitor species (Table 1). The results were similar to studies of birds in some other areas of Thailand. For example, an analysis of the birds in 10 of Bangkok's urban parks between January and August 2013 found a total of 50 bird species. (Chaiyarat, 2019), a study of the wild vertebrate species in Suan Chitralada and Sra Pathum Palaces found 63 bird species and 39 bird species respectively (Sukmasuang et al., 2011), and a study of bird diversity in Klaikangwon Royal Palace in 1999 found a total of 73 species of birds (Nadee, 2000).

In this study, Pa Dara Phirom temple had the highest bird diversity with 48 species, followed by Umong temple with 43 species, and Chang Kham temple with 39 species. The measurement of biodiversity was done using the Shannon-Wiener index, yielding a numerical value representing the diversity of birds in the study sites. The values obtained were 3.38, 3.05, and 2.73 for Pa Dara Phirom, Umong, and Chang Kham temples, respectively (Table 2). This finding may be due to the edge effect, an ecological phenomenon that occurs at the boundary between two different habitats, occurs in the Pha Dara Phirom temple area more than in the Umong and Chang Kham temple area. Pha Dara Phirom temple area may be more affected by the edge effect, because it located between Doi Suthep mountain and local city (4 km from Doi Suthep mountain); therefore, many species of both wild birds and urban bird were found in the area with 7 wild bird species (14.6%) and 41 urban bird species (85.4%) (Table 3). The previous study by Cadenasso et al. (2003) and Porensky and Young (2012) suggested that ecological edges are boundaries or transition zones between two adjacent landscape patches or land cover types. Additionally, edges can have a positive effect on bird life because of increased abundance and species richness at forest edges (Batáry et al., 2014). The result obtained were consistent with the study of bird communities of the mountain areas in Chiang Mai in 1985. It was found that the foot of Doi Suthep-Chiang Mai University (300 m elevation), which is greatly disturbed by human, has more bird species than Pa Lad temple (the adjoining site) (500-670 m elevation). Meanwhile, Puping palace (1,400-1,600 m elevation) has more bird species than sites with more homogeneous forest structure (1,600-1,680 m elevation) (Beaver and Sritasuwan, 1985). Besides, the results indicated that temple located near Doi Suthep mountain has wild bird species more than the temple located far from the mountain. This study showed that Umong temple is located near Doi Suthep mountain (0.1 km) with the greatest number of wild birds (12 species), followed by Pa Dara Phirom temple is located far from Doi Suthep mountain (4.0 km) has 7 wild bird species, and Chang Kham temple is located very far from Doi Suthep mountain (6.7 km) has few 2 wild bird species (Table 3). It may cause by wild birds are typically live in natural forest more than area that far away from natural forest (Table 3).

The similarity index of bird species at Umong and Pa Dara Phirom temple area are very similar (similarity index = 0.79) than Pa Dara Phirom and Chang Kham temple area (similarity index = 0.68), followed by Umong and Chang Kham temple area (similarity index = 0.60) (Table 4). At Umong and Pa Dara Phirom temple area is located near Doi Suthep mountain (0.1 and 4.0 km). There is some possibility that wild birds from Doi Suthep mountain move to the temple area. For example, wild birds include the black-throated laughingthrush (*Garrulax chinensis*), which lives in mixed deciduous forests, dry evergreen forests, and hill evergreen forests (Khobkhet, 2001), and the blue magpie (*Urocissa erythrorhyncha*), which lives in dry dipterocarp forests, mixed deciduous forests, dry evergreen forests, and pine forests (Khobkhet,

2001). Whereas Urban birds include the rock pigeon (*Columba livia*), the common myna (*Acridotheres tristis*), and the red-whiskered bulbul (*Pycnonotus jocosus*) (Rose et al., 2006; Lowe et al., 2011; Mo, 2015) (Table 1 and 5). Whereas Chang Kham temple has the lowest number of wild bird species because the temple is located 6.7 kilometers from Doi Suthep mountain and surrounded by urban communities. The environment around the temple has few trees and little nature. Urban bird species are often found including rock pigeon, common myna, spotted dove (*Streptopelia chinensis*), and Eurasian tree-sparrow (*Passer montanus*) (Zhang et al., 2008; Khoury et al., 2021) (Table 1).

The evenness index value measures the evenness of the distribution of individuals of each bird species. The results showed that Pha Dara Pirom temple had the highest evenness index value of 0.87, indicating a more even bird individual distribution than the other study areas. Umong temple had a similar evenness index value ($E = 0.81$) to Pha Dara Phirom temple, suggesting that the bird populations in both areas were similarly diverse and evenly distributed. In contrast, Chang Kham temple had the lowest evenness index value of 0.74, indicating an uneven distribution of bird individuals. However, Umong temple and Pa Dara Phirom temple were not different because the two temples have similar species of birds (similarity = 0.79) (Table 4) because the behaviors of birds in both temples are similar. For example, species of birds that are usually found living in groups of 1-2 birds, such as the lined barbet (*Megalaima lineata*) and the green-billed malkoha (*Phaenicophaeus tristis*), were found in the two temples. Species of birds that live in groups of 5-6 birds, such as the white-crested laughingthrush, the lesser necklaced laughingthrush (*Garrulax monileger*), and the Greater Necklaced laughingthrush (*Garrulax pectoralis*), were found in Umong temple, whereas munia birds (*Lonchura* sp.) were found in Pa Dara Phirom temple, resulting in a high evenness index at Umong and Pa Dara Phirom temples. Therefore, the similarity of bird species between Umong temple and Dara Phirom temple may explain why the evenness index values of the two areas were similar. Both areas had small groups of birds, with typically 1-2 individuals of each bird species present. The common birds around Umong temple, Pa Dara Phirom temple, and Chang Kham temple, for example the greater racket-tailed drongo (*Dicrurus paradiseus*) (relative abundance = 75.0 (Umong), 21.0 (Pa Dara Phirom), 2.7 (Chang Kham)), the rock pigeon (relative abundance = 66.7 (Umong), 98.6 (Pa Dara Phirom), 95.8 (Chang Kham)), and the spotted dove (*Streptopelia chinensis*) relative abundance = 16.7 (Umong), 48.0 (Pa Dara Phirom), 100.0 (Chang Kham), respectively (Table 1).

In the study of winter visitor birds, the number of winter visitor birds in the cold season was higher than the rainy season and hot season in all observed areas. Migratory birds migrate from the northern hemisphere to areas of high or increasing resources, and avoiding stressful conditions (e.g., adverse weather, reduced food availability) (Jahn et al., 2020; The Cornell Lab, 2021) (Figure 2). The study of 10 winter visitor bird species, which are classified according to 'Thailand bird guide *Nok Mueang Thai* (Nabhitabhata et al., 2018), observed birds migrating to the research area beginning September 2018 (Table 6). The first winter visitor bird groups were the Chinese pond heron (*Ardeola bacchus*) and the Asian openbill (*Ardea modesta*). The dominant winter visitor bird species, which were found in all research areas, were the red-throated flycatcher (*Ficedula parva*), the barn swallow (*Hirundo rustica*), and the yellow-browed warbler (*Phylloscopus inornatus*). The winter visitor bird found only at Umong temple was the Siberian blue robin (*Luscinia cyane*), which was found on a bush and on the ground. Winter visitor birds found only at Pa Dara Phirom temple were the great egret (*Egretta alba*) and the japanese white-eye (*Zosterops japonicus*). This study found that the japanese white-eye ate Ficus fruit (*Ficus maclellandii* King), which fruited in December 2018, with other species of resident bird such as the streaked-eared bulbul (*Pycnonotus blanfordi*) and the scarlet-backed flowerpecker (*Dicaeum cruentatum*). The winter visitor birds found only at

Chang Kham temple were the Chinese pond-heron, the black-naped oriole (*Oriolus chinensis*), and the Asian openbill, all of which are usually found as a flock. Moreover, this study found that the winter visitor bird species that stayed for long longest duration was the inornate warbler, found from October 2018 to April 2019. The last group of the winter visitor bird species was the inornate warbler, which left every research area in late April 2019 (Table 6). It was found that the bird species can be grouped by their type of food. For example, aquatic-animal eating bird species (Chinese pond heron, great Egret, and Asian openbill), insect-eating bird species (red-throated flycatcher and Siberian blue robin), and fruit-eating bird species (black-naped oriole and Japanese white-eye) (Khobkhet, 2001).

Table 1. List of bird species within the three temples in Chiang Mai from August to December 2018 and January to July 2019

Order	Family	Scientific name	Temple			Status	Relative abundance		
			1	2	3		1	2	3
Pelecaniformes	Ardeidae	1. <i>Ardeola bacchus</i>	-	-	*	W	0.0	0.7	0.7
Pelecaniformes	Ardeidae	2. <i>Ardea modesta</i>	-	*	-	W	0.0	0.7	0.0
Ciconiiformes	Ciconiidae	3. <i>Anastomus oscitans</i>	-	-	*	W	0.0	0.0	0.7
Accipitriformes	Accipitridae	4. <i>Aviceda leuphotes</i>	*	*	-	R	2.1	0.7	0.0
Accipitriformes	Accipitridae	5. <i>Spilornis cheela</i>	-	-	*	R	0.0	0.0	0.7
Galliformes	Phasianidae	6. <i>Pavo muticus</i>	*	-	-	R	2.1	0.0	0.0
Gruiformes	Rallidae	7. <i>Amaurornis phoenicurus</i>	*	*	-	R	0.7	0.7	0.0
Charadriiformes	Charadriidae	8. <i>Vanellus indicus</i>	-	*	-	R	0.0	2.1	0.0
Columbiformes	Columbidae	9. <i>Columba livia</i>	*	*	*	R	66.7	98.6	95.8
Columbiformes	Columbidae	10. <i>Streptopelia chinensis</i>	*	*	*	R	16.7	48.0	100
Columbiformes	Columbidae	11. <i>Geopelia striata</i>	*	*	*	R	0.7	7.6	61.3
Cuculiformes	Cuculidae	12. <i>Eudynamis scolopacea</i>	*	*	*	R	0.7	14.6	0.7
Cuculiformes	Cuculidae	13. <i>Phaenicophaeus tristis</i>	*	*	-	R	9.7	12.5	0.0
Cuculiformes	Cuculidae	14. <i>Centropus sinensis</i>	*	*	*	R	12.5	22.2	1.4
Strigiformes	Strigidae	15. <i>Ninox scutulata</i>	*	-	-	R	1.4	0.0	0.0
Strigiformes	Strigidae	16. <i>Glaucidium cuculoides</i>	*	-	*	R	13.9	0.0	0.7
Coraciiformes	Alcedinidae	17. <i>Halcyon smyrnensis</i>	*	*	-	R	0.7	2.1	0.0
Coraciiformes	Meropidae	18. <i>Merops leschenaulti</i>	-	-	*	R	0.0	0.0	0.7
Coraciiformes	Meropidae	19. <i>Merops orientalis</i>	-	-	*	R	0.0	0.0	1.4
Piciformes	Megalaimidae	20. <i>Megalaima lineata</i>	*	*	-	R	22.9	0.7	0.0
Piciformes	Megalaimidae	21. <i>Megalaima haemacephala</i>	*	*	*	R	0.7	13.2	11.8
Apodiformes	Apodidae	22. <i>Cypsiurus balasiensis</i>	*	*	*	R	4.2	13.9	52.8
Apodiformes	Apodidae	23. <i>Apus affinis</i>	*	*	*	R	0.7	0.7	9.0
Passeriformes	Hirundinidae	24. <i>Hirundo rustica</i>	*	*	*	W	0.7	4.9	4.9
Passeriformes	Campephagidae	25. <i>Pericrocotus roseus</i>	*	*	-	W	4.9	2.1	0.0
Passeriformes	Chloropseidae	26. <i>Aegithina tiphia</i>	-	*	-	R	0.0	2.1	0.0
Passeriformes	Pycononotidae	27. <i>Pycnonotus melanicterus</i>	*	*	-	R	9.7	0.7	0.0
Passeriformes	Pycononotidae	28. <i>Pycnonotus jocosus</i>	*	*	*	R	2.0	23.0	55.5
Passeriformes	Pycononotidae	29. <i>Pycnonotus aurigaster</i>	*	*	*	R	2.1	38.2	25.7
Passeriformes	Pycononotidae	30. <i>Pycnonotus blanfordi</i>	*	*	*	R	5.5	55.5	60.4
Passeriformes	Dicruridae	31. <i>Dicrurus macrocercus</i>	*	*	*	R	5.5	11.1	4.1
Passeriformes	Dicruridae	32. <i>Dicrurus leucophaeus</i>	*	*	*	R	2.1	1.4	1.4
Passeriformes	Dicruridae	33. <i>Dicrurus paradiseus</i>	*	*	*	R	75.0	21.0	2.7
Passeriformes	Oriolidae	34. <i>Oriolus chinensis</i>	-	-	*	W	0.0	0.0	0.7

Passeriformes	Corvidae	35. <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	*	*	-	R	9.0	0.7	0.0
Passeriformes	Corvidae	36. <i>Corvus macrorhynchos</i>	*	*	-	R	0.7	0.7	0.0
Passeriformes	Timaliidae	37. <i>Garrulax leucolophus</i>	*	-	-	R	38.2	0.0	0.0
Passeriformes	Timaliidae	38. <i>Garrulax monileger</i>	*	-	-	R	8.3	0.0	0.0
Passeriformes	Timaliidae	39. <i>Garrulax pectoralis</i>	*	-	-	R	0.7	0.0	0.0
Passeriformes	Timaliidae	40. <i>Garrulax chinensis</i>	-	*	-	R	0.0	2.8	0.0
Passeriformes	Sylviidae	41. <i>Phylloscopus inornatus</i>	*	*	*	W	5.5	4.9	0.7
Passeriformes	Sylviidae	42. <i>Orthotomus sutorius</i>	*	*	*	R	16.6	45.1	16.0
Passeriformes	Turdidae	43. <i>Luscinia cyane</i>	*	-	-	W	0.7	0.0	0.0
Passeriformes	Turdidae	44. <i>Copsychus saularis</i>	*	*	*	R	0.7	15.3	69.4
Passeriformes	Turdidae	45. <i>Copsychus malabaricus</i>	*	*	-	R	2.1	4.2	0.0
Passeriformes	Muscicapidae	46. <i>Ficedula parva</i>	*	*	*	W	13.2	10.4	3.5
Passeriformes	Muscicapidae	47. <i>Muscicapa dauurica</i>	-	*	-	R	0.0	1.4	0.0
Passeriformes	Muscicapidae	48. <i>Culicicapa ceylonensis</i>	*	-	-	R	7.6	0.0	0.0
Passeriformes	Muscicapidae	49. <i>Eumyias thalassina</i>	-	-	*	R	0.0	0.0	0.7
Passeriformes	Muscicapidae	50. <i>Cyornis banyumas</i>	*	*	-	R	2.1	2.8	0.0
Passeriformes	Monarchidae	51. <i>Hypothymis azurea</i>	*	*	*	R	10.4	2.7	1.3
Passeriformes	Artamidae	52. <i>Artamus fuscus</i>	*	*	*	R	6.3	29.9	17.4
Passeriformes	Sturnidae	53. <i>Sturnus malabaricus</i>	-	*	*	R	0.0	0.7	4.2
Passeriformes	Sturnidae	54. <i>Sturnus nigricollis</i>	-	*	*	R	0.0	9.7	9.7
Passeriformes	Sturnidae	55. <i>Acridotheres tristis</i>	*	*	*	R	9.0	79.1	94.4
Passeriformes	Sturnidae	56. <i>Acridotheres javanicus</i>	-	*	*	R	0.0	61.1	61.1
Passeriformes	Nectariniidae	57. <i>Nectarinia jugularis</i>	*	*	*	R	3.5	32.0	43.8
Passeriformes	Dicaeidae	58. <i>Dicaeum concolor</i>	-	*	-	R	0.0	0.7	0.0
Passeriformes	Dicaeidae	59. <i>Dicaeum cruentatum</i>	*	*	*	R	0.7	9.0	20.1
Passeriformes	Zosteropidae	60. <i>Zosterops japonicus</i>	-	*	-	W	0.0	1.4	0.0
Passeriformes	Passeridae	61. <i>Passer montanus</i>	-	*	*	R	0.0	8.3	97.9
Passeriformes	Passeridae	62. <i>Passer domesticus</i>	-	-	*	R	0.0	0.0	2.8
Passeriformes	Estrildidae	63. <i>Lonchura striata</i>	-	*	*	R	0.0	33.3	0.7
Passeriformes	Estrildidae	64. <i>Lonchura punctulata</i>	-	*	*	R	0.0	22.2	18.8

1 = Umong temple; 2 = Pa Dara Phirom temple; 3 = Chang Kham temple; R = Resident; W = Winter visitor; * = presence; - = absence

Table 2. Diversity, Shannon-Wiener index and Evenness index of birds in the three temples

Temples	Total of bird species	Number of resident birds	Number of winter visitor birds	Shannon-Wiener index	Evenness index
Umong	43	38	5	3.05	0.81
Pa Dara Phirom	48	42	6	3.38	0.87
Chang Kham	39	33	6	2.73	0.74

Table 3. Percentage of wild bird species and urban bird species in the three temples

Temples	Distance from Doi Suthep mountain (km)	Wild bird species	Urban bird species
Umong	0.1	12 (27.9%)	31 (72.0%)
Pa Dara Phirom	4.0	7 (14.6%)	41 (85.4%)
Chang Kham	6.7	2 (5.1%)	37 (94.9%)

Table 4. Similarity of bird species among the three temples

	Umong	Pa Dara Phirom	Chang Kham
Umong	-	0.79	0.60
Pa Dara Phirom	0.79	-	0.68
Chang Kham	0.60	0.68	-

Table 5. Wild bird species

Wild birds	Umong	Pa Dara Phirom	Chang Kham
1. Black Baza (<i>Aviceda leuphotes</i>)	X	X	
2. Crested Serpend-Eagle (<i>Spilornis cheela</i>)			X
3. Brown Hawk-Owl (<i>Ninox scutulata</i>)	X		
4. Rosy Minivet (<i>Pericrocotus roseus</i>)	X	X	
5. Black-crested Bulbul (<i>Pycnonotus melanicterus</i>)	X	X	
6. Blue Magpie (<i>Urocissa eryrorhyncha</i>)	X	X	
7. White-crested Laughingtrush (<i>Garrulax leucolophus</i>)	X		
8. Lesser Necklaced Laughingtrush (<i>Garrulax monileger</i>)	X		
9. Greater Necklaced Laughingtrush (<i>Garrulax pectoralis</i>)	X		
10. Black-throated Laughingtrush (<i>Garrulax chinensis</i>)		X	
11. Siberian Blue Robin (<i>Luscinia cyane</i>)	X		
12. White-rumped Shama (<i>Copsychus malabaricus</i>)	X	X	
13. Grey-headed Flycatcher (<i>Culicicapa ceylonensis</i>)	X		
14. Hill Blue Flycatcher (<i>Cyornis banyumas</i>)	X	X	
15. Verditer Flycatcher (<i>Eumyias thalassina</i>)			X
Total	12	7	2

X = presence

Figure 1. Map showing the location of the three study sites

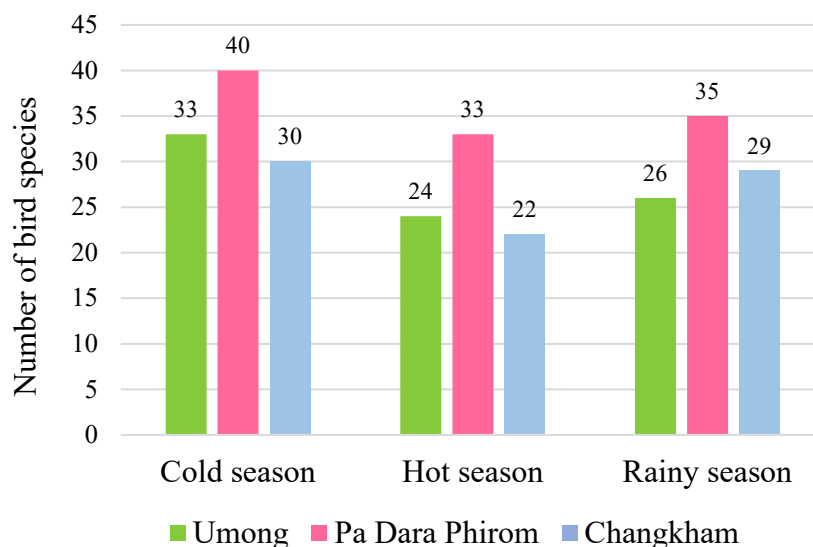


Figure 2. Number of bird species in cold, hot and rainy seasons among the three temples

Table 6. Migratory bird species in each month

Winter visitor birds	Aug 2018	Sep 2018	Oct 2018	Nov 2018	Dec 2018	Jan 2019	Fab 2019	Mar 2019	Apr 2019	May 2019	Jun 2019	Jul 2019	Breeding area
Chinese Pond-Heron (<i>Ardeola bacchus</i>)		X											India China
Great Egret (<i>Ardea modesta</i>)			X	X									Australia
Asian openbill (<i>Anastomus oscitans</i>)		X											India Sri Lanka
Barn Swallow (<i>Hirundo rustica</i>)			X	X	X	X							Asia Europe
Rosy Minivet (<i>Pericrocotus roseus</i>)					X	X	X	X					China
Black-naped Oriole (<i>Oriolus chinensis</i>)								X					China Korea
Inornate Warbler (<i>Phylloscopus inornatus</i>)			X	X	X	X	X		X				Russia
Siberian Blue Robin (<i>Luscinia cyane</i>)							X						Japan Russia
Red-throated Flycatcher (<i>Ficedula parva</i>)			X	X	X	X	X	X					Europe
Japanese White-eye (<i>Zosterops japonicus</i>)					X								Asia

X = presence

CONCLUSIONS

In this study, a total of 64 bird species were found in the three temples located in the urban area of Chiang Mai province, Thailand. This study showed that the distance between the temples and Doi Suthep mountain (natural forest) influences both wild birds and urban birds in the area. The temple located near Doi Suthep mountain presented wild bird species more than the temple located far from the mountain. Umong temple has the greatest number of wild birds, followed by Pa Dara Phirom temple and Chang Kham temple. Pha Dara Phirom temple area may be more affected by the edge effect, because it located between Doi Suthep mountain and local city (4 km from Doi Suthep mountain); therefore, many species of both wild birds and urban bird were found in the area. The number of winter visitor birds in the cold season was higher than the rainy season and hot season in all observed areas. Migratory birds migrate from the northern hemisphere to areas of high or increasing resources. Ten species of winter visitor birds was found in three temple areas during the cold season.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express our deepest gratitude and appreciation to the curators of Umong, Pa Dara Phirom, and Chang Kam temples for facilitating the study sites. We would like to extend our gracious thanks to local people for their support during the research. Finally, this research would not be completely successful without supportive from the Graduate School, Chiang Mai University.

REFERENCES

- Batáry, P., Fronczek S., Normann, C., Scherber, C. and Tschardtke, T. (2014). How do edge effect and tree species diversity change bird diversity and avian nest survival in Germany's largest deciduous forest?. *Forest Ecology and Management*, 319, 44-50.
- Beaver, O.P. and Sitasuwan, N. (1985). Classification of some bird communities in Chiang Mai province, northern Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 33(2), 121-138.
- Berry, L. (2001). Edge Effects on the Distribution and Abundance of Birds in a Southern Victorian Forest. *Wildlife Research*, 28, 239-245.
- Cadenasso, M.L., Pickett, S.T.A., Weathers, K.C. and Jones, C.G. (2003) A framework for a theory of ecological boundaries. *BioScience*, 53, 750–758.
- Chaiyarat, R., Wutthithai, O., Punwong, P. and Taksintam, W. (2019). Relationships between Urban Parks and Bird Diversity in the Bangkok Metropolitan Area, Thailand. *Urban Ecosystems*, 22, 201-212.
- Chamberlain, D.E., Gough, S., Vaughan, H., Vickery, J.A. and Appleton, G.F. (2007). Determinants of Bird Species Richness in Public Green Spaces: Capsule Bird species Richness Showed Consistent Positive Correlations with Site Area and Rough Grass. *Bird Study*, 54(1), 87–97.
- Chen, G., Li, X., Liu, X., Chen, Y., Liang, X., Leng, J., Xiacong, X., Liao, W., Qiu, Y., Wu, Q. and Huang, K. (2020). Global Projections of Future Urban Land Expansion Under Shared Socioeconomic Pathways. *Nature Communications*, 11, 537.
- Dale, S. (2018). Urban Bird Community Composition Influenced by Size of Urban Green Spaces, Presence of Native Forest, and Urbanization. *Urban Ecosystems*, 21, 1–14.
- Ferenc, M., Sedláček, O. and Fuchs, R. (2014). How to Improve Urban Greenspace for Woodland Birds: Site and Local-Scale Determinants of Bird Species Richness. *Urban Ecosystems*, 17(2), 625–640.
- Fontana, S., Sattler, T., Bontadina, F. and Moretti, M. (2011). How to Manage the Urban Green to Improve Bird Diversity and Community Structure. *Landscape and Urban Planning*, 101(3), 278-285.
- Jahn, A.E., Cueto, V.R., Fontana, C.S, Guaraldo, A.C, Levey, D.J., Marra, P.P. and Ryder, T.B. (2020). Bird migration within the Neotropics. *The Auk*, 137, 1-23.
- Khobkhet, O. (2001). *Nok Nai Mueang Thai*. Sarakadee, Bangkok.
- Khoury, F., Saba, M. and Alshamli, M. (2021). Anthropogenic not Climatic Correlates are the Main Drivers of Expansion of Non-Native Common Myna *Acridotheres tristis* in Jordan. *Management of Biological Invasions*, 12(3), 640–653.
- Koskimies, P. (1989). Birds as a tool in environmental monitoring. *Annales Zoologici Fennici*, 26, 153-166.
- Lowe, K.A., Taylor, C.E. and Major, R.E. (2011). Do Common Mynas Significantly Compete with Native Birds in Urban Environments? *Journal of Ornithology*, 152, 909-921.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J. F. (1988). *Statistic Ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Mo, M. (2015). The Red-Whiskered Bulbul *Pycnonotus jocosus* in Australia – a Global Perspective, History of Introduction, Current Status and Potential Impacts. *Australian Zoologist*, 37(4), 461–471.
- Nabhitabhata, J., Lekagul, K., and Sanguansombat, W. (2018). Thailand bird guide *Nok Mueang Thai*. Boonsong working group, Bangkok.
- Nadee, N. (2000). Bird Species Diversity in Klai Kangwon Royal Palace. *Journal of Wildlife in Thailand*, 8(1), 76-85.



- O'Connell, T.J., Jackson, L.E. and Brooks, R.P. (2000). Bird Guilds as Indicators of Ecological Condition in the Central Appalachians. *Ecological Applications*, 10(6), 1706-1721.
- Pettingill, O.S. (1970). *A Laboratory and Field Manual of Ornithology*. Burgess Publishing Company, Minnetota.
- Porensky, L.M. and Young, Y.P. (2012). Edge-Effect Interactions in Fragmented and Patchy Landscapes. *Conservation Biology*, 27(3), 509-519.
- Rose, E., Haag-Wackernagel, D. and Nagel, P. (2006). Practical Use of GPS – Localization of Feral Pigeons *Columba livia* in the Urban Environment. *Ibis*, 148, 231–239.
- Sanitjan, S. and Chen, J. (2009). Habitat and Fig Characteristics Influence the Bird Assemblage and Network Properties of Trees from Xishangbanna, South-West China. *Journal of Tropical Ecology*, 25, 161-170.
- Sanesi, G., Padoa-Schioppa, E., Lorusso, L., Bottoni, L. and Laforteza, R. (2009). Avian Ecological Diversity as an Indicator of Urban Forest Functionality : Results from Two Case Studies in Northern and Southern Italy. *Arboriculture and Urban Forestry*, 35(2), 80–86.
- Şekercioglu, C.H. (2006). Increasing Awareness of Avian Ecological Function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8), 464-471.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana. The University of Illinois Press.
- Southwood, T.R.E. (1978). *Ecological Methods: With Particular Reference to the Study of Insect Population*. Wiley, New York.
- Strohbach, M.W., Lerman, S.B. and Warren, P.S. (2013). Are Small Greening Areas Enhancing Bird Diversity? Insights from Community-Driven Greening Projects in Boston. *Landscape and Urban Planning*, 114, 69-79.
- Sukmasuang, R., Pratumthong, D., Duengkae, P., Bhumpakphan, N. and Chokcharoen, R. (2011). *The Conservation of Wild Vertebrate in Suan Chitralada and Sra Pathum Palaces*. Department of Forest Biology, Kasetsart University.
- The Cornell Lab. (2021). *The Basics of Bird Migration: How, Why, and Where*. <https://www.allaboutbirds.org/news/the-basics-how-why-and-where-of-bird-migration/#>
- Wiriyapinit, S. and Wiriyapinit, S. (2015). Environmental Conservation in Buddhist Monasteries for Sustainable Tourism. *International Conference on Studies in Humanities and Social Sciences* (pp 213-219). Paris, France.
- Zhang, S., Zheng, G. and Xu, J. (2008). Habitat Use of Urban Tree Sparrows in the Process of Urbanization: Beijing as a Case Study. *Frontiers of Biology in China*, 3(3), 308–314.

Group III

**Business
Administration and
Social Science**



TOURIST BEHAVIOR AT CAFES INSIDE THE OLD CITY WALLS OF PHRAE PROVINCE

Piranun Juntapoon^{1*}, Threerapat Charoenpasertkun², Amnuayporn Yaiying¹,
Kassaraporn Thirawong¹, Narupon Lerdkanjanaporn¹ and Wattana Wanitchanont¹

¹ Lecturer of Tourism Development, Maejo University, Phrae campus, Thailand

² Student of Tourism Development, Maejo University, Phrae campus, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: Piranun_jn@hotmail.com

ABSTRACT

The purpose of this qualitative research was to study the personal characteristics and behaviors of tourists who visited cafes (coffee shops) inside the old city wall of Phrae Province. These cafes included Ho: Bake & Craft Café, Le Kong Kao cafe ' de phraeris, JeBar Coffee & Pastry, Slope Coffee, Black Chicken Soup Coffee and Ma make café. The samples were 707 people. Data were analyzed by using percentage (%), Mean (\bar{X}), and Standard Deviation (SD). The results showed that according to the mix marketing (4P's), there was a decision level of tourists who visited a coffee shop (café) inside the old city wall of Phrae Province. Regarding the levels of decision-making the marketing mix on the tourist behaviors at coffee shops (café) inside the old city wall of Phrae Province, it was found that the decision-making level of tourists the overall marketing mix was at the highest level ($\bar{X} = 4.37$, SD = 0.83). When separated into sections it was showed that; product ($\bar{X} = 4.47$, SD = 0.76), price ($\bar{X} = 4.32$, SD = 0.88), place ($\bar{X} = 4.37$, SD = 0.84), and promotion ($\bar{X} = 4.32$, SD = 0.87).

Keywords: Tourist behavior, Coffee shop (Cafe), Phrae

INTRODUCTION

The eating habits of Thai people have been impacted by their society's rush to get to work, thus they must adapt in line with their way of life. (Nithitantiwat and Udomsap, 2017). Tea and coffee are especially classified as popular menus because they are convenient, fast and suitable to working aged people living in the city. As a result, the coffee shop business has become popular, and the coffee market is likely to expand. Nowadays, the coffee shop business has attracted the attention of entrepreneurs and with that, led to many entrepreneurs interested in the business. (Diskaparakai, 2018). This was observed from the increasing number of coffee shops, including consumers who tend to go to relax or do various activities at the coffee shop. According to statistics, Thais drink an average of 15% more coffee per year or 300 cups per person per year (Chumprasert et al., 2020). Therefore, it can be said that the coffee shop business is one of the most popular businesses (Promkaew, 2017). As well as having an economic effect on the tourism and service sector industry. The growth in the coffee shop business can make tourists re-visit the destination and the coffee shops can become a tourist destination in various provinces across the region.

The potential of being a tourist city can support the number of tourists who visit each year, with the famous province in the north such as Chiang Rai, and Chiang Mai Province has the opportunity to welcome a wide range of tourists, these two cities are also being promoted to be the city of coffee culture. In 2011, Euromonitor International ranked them among the top 100 cities with the largest number of foreign tourists in the world, and the trend continues up till today. (Euromonitor, 2023). In addition to the outstanding reputation in tourism, they are still called and known as the "City of Coffee" at the same time, the image of travelling to the coffee city has expanded to the surrounding provinces located in the north to see where these coffees are planted. Both getting new flavors and experiencing new atmospheres in the provinces of Phayao, Phrae, and Nan. Thus, this can be concluded that the expansion of coffee shops possesses the opportunity to create a public space and promote tourism. Therefore, create a tourism route for coffee shops (Pongsakornwasu and Ekmapaisan, 2017). Most tourism behaviors can be concluded that tourists prefer to travel to coffee shops or called "cafes" to relax and relieve themselves of stress. Unlike the past, the form of coffee shops was linked between people in the community (Chuamuangsaen et al., 2022). Even though the pandemic situation of covid-19, caused great changes, but on the other hand, coffee shop business or beverage business has differentiated itself from other businesses, gaining attention from more people and increase in the consumption of beverages (coffee), which is still growing in the stagnant economy (Intelligent Center for the Food Industry, 2021)

Phrae Province is located in the northern part of Thailand and is also an ancient city filled with historical traces and abundant natural resources. There are various tourist attractions that can be visited throughout the year (Sophonwimonsawat, 2015). Phrae old city wall used to be an important siege when there was a war in the past, as documented, and oral evidence from people still living around the city walls. Its completeness makes it unique for Phrae Province. The physical characteristic of the wall looks like a single wall from piled up the soil into a ridge and beautifying large bricks to form a long, high wall surrounding Phrae city. It is an oval shape like a conch shell, with city gates located in 4 directions, namely the east gate on Charoen Muang Road. Entering through Pratuchai, in the south, Ban Mai Road, entering through New Gate, in the north, entering Ban Nai Wiang three-way intersection through Pratu Man, in the west, entering Ban through Suphan and Maha Pho, cross Nam Yom Bridge, entering Si Chum Gate.

The area of Phrae's old city wall shows traditional and modern ways of life, according to the change in each era, including traces of the old city walls, old buildings, ancient houses, and community areas with unique local characteristics that have become the highlight of Phrae's tourism. It appears to be a major tourist attraction, including Khum Wong Buri, Khum



Wong Wichai Racha, Khum Chao Luang, Phong Sunan Temple, Phra Non-Temple, Phra Bat Ming Mueang Temple. Nam Petch Building in Nareerat School Zone, Kad Kong Kao, 90-year-old Health Park, and Phrae old city wall, which has become important tourist attraction that attracts tourists to visit and make tourists use the service of a beverage shop (café) as a resting place for tourists. However, from surveys and interviews with beverage shop operators (café), it was initially found most of the tourists who visit are Thai. Amidst the sluggish economy and declining purchasing power of consumers, they are more cautious in spending. (Food Intelligence Center, 2521) They often come to travel and take a lot of travel photos in Phrae Province during events and activities. As a result, when there are no activities, fewer people naturally use the services of beverage businesses. This shows that Phrae Province has tourist attractions and beverage shops that have the potential to attract tourists who come to travel and take beautiful pictures. Together with tourist behavior that likes to take pictures and participate in activities, at a tourist attraction site in the old city wall. But even so, the beverage (café) business still needs to be adapted to meet the needs and behaviors that affect tourists' travel decisions. Both the factors of quality, value, word of mouth, location and atmosphere of the shop. Including coffee drinks That is the factor that influences buying in a coffee shop. (Sakdawekeesorn, 2022) which will lead to being a destination that attracts tourists together with the study of marketing mix (4Ps) in terms of products, price , place and promotion that It is important for analyzing traveler purchasing decisions and useful for strategic development from a business perspective. Therefore, the researcher would like to study the personal characteristics of Thai tourists who use the service of cafes (beverage shops) and the Tourist behavior in cafes in the area of the old city wall, Phrae province. To obtain information for business planning that is beneficial to business operators in the old city wall area and to promote tourism in Phrae Province.

METHODOLOGY

The population and sample used in the study were divided into 2 groups: 1) 15 entrepreneurs of beverage businesses (café) and related tourism agencies in Phrae Province, and 2) Thai tourists who used beverage shops (café) in the old city wall area, Phrae Province, and they consist of Ho: Bake&Craft Café, Le Kong Kao cafe' de phraeris, JeBar Coffee & Pastry, Slope Coffee, Black Chicken Soup Coffee and Ma make café. All these coffee shops are near a famous tourist area and their shops are being promoted by tourism pages.

Because the characteristics of the customers of each store are not equal and are constantly moving, the exact population cannot be determined. The researcher therefore determines the size of the sample. (Srisa-Ard, 1992) From the calculation together with the survey area in each store, the observation time in the beverage shop was determined for 3 hours and using a convenient sampling method therefore, 707 samples were collected from each store using convenience sampling. Details are shown in the table.

Table 1. The number of samples from the calculation of the number of users per day approximately together with the survey area.

No.	List of cafes	hours from the survey area	Approximate number of users per day	samples (n)
1.	Ho: Bake&Craft Café	3	70	140
2.	Le Kong Kao cafe' de phraeris	3	50	123
3.	JeBar Coffee & Pastry	3	60	127
4.	Slope Coffee	3	65	110
5.	Black Chicken Soup Coffee	3	40	114
6.	Ma make café	3	30	94
รวม				707

Note: Observation runs from November to December 2021.

Tools used in this study are divided into 2 characteristics as follows:

1) The interview form was used to support the interview and was divided into 2 groups: 1) a group of agencies and 2) a group of entrepreneurs. The type of question used is “Promotion of tourism in the old city walls and Phrae Province, Situation and trend of tourism, tourism behavior in cafes of each shop in the old city wall area of Phrae Province, the identity of Phrae province tourism.

2) The questionnaire consists of 3 parts as follows:

Part 1 Personal characteristics of tourists

Part 2 The behavior of Thai tourists who use cafes in the old city wall area of Phrae Province and the marketing mix. The Likert scale concept was used as a technic to measure attitudes. The scale is measured by using decision-making levels, which are divided into 5 levels, such as, most, more, moderate, low, and very low.

Part 3 Recommendations

Methods and procedures for collecting data are as follows:

- Study information from various research papers
- Prepare research proposals and consult with research advisors.
- Tools and inspection of tools used in research.
- Meeting with the data collection committee and planning to collect data.
- Seek permission from shop owners and tell them the data collection method.
- Collect data from each shop over a period of 3 days per week, which takes about 2 hours to 3 hours in 1 day per 1 shop until the number obtained from the random sampling is completed.
- Interviews the informants, who are government representatives, such as the Director of Tourism and Sports, Phrae Province and the director of the Tourism Authority of Thailand, Phrae Province.
- Analyze data and interpret data analysis results.
- Summary of all research reports from which the data has been collected.

Data analysis was carried out using content analysis and using a descriptive statistics to describe the data.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Results of a study of personal characteristics of tourists who use a cafes in the old city wall area of Phrae Province.

The result of the study shows that most of the tourists are female. representing 49.08 per cent, followed by male, representing 46.67 per cent and those that do not want to specify their gender represents 4.25 per cent. The youngest is 15 years old and the oldest is 55 years old. In the age range of fewer than 20 years old, represents 45.69 per cent, and most of them are single at 81.47 per cent. Those who have secondary/vocational education levels represent 40.45 per cent, the lowest income was 1,000 baht and the highest income was 60,000 baht, most of them earn less than 5,000 baht representing 52.05 per cent.

The reason for choosing to use the service of a beverage shop (café) is the taste of the product representing 33.38 per cent. Revisitation of a beverage shop (café) 1-2 times a week, representing 45.26 percent. The average cost of using the service of drinking coffee (café) is between 80-160 baht for the time when using the service at 12.01-14.00 hrs. 34.94 per cent, the time used in using the service was at 30 minutes - 1 hour, representing 54.31 per cent, most of them come to use the service with friends, representing 54.03 per cent. The most popular type of beverage consumed in a cafe is hot/cold coffee representing 31.11 per cent.

The level of decision-making the marketing mix on the tourism behavior of beverage shops (café) of tourists in the old city wall area, Phrae Province, found that the decision-making level of tourists according to the overall marketing mix was at the highest level ($\bar{x} = 4.37$, $SD = 0.83$). When separated into sections it was found that; product ($\bar{x} = 4.47$, $SD = 0.76$), price ($\bar{x} = 4.32$, $SD = 0.88$), place ($\bar{x} = 4.37$, $SD = 0.84$), and promotion ($\bar{x} = 4.32$, $SD = 0.87$) details as shown in the table below

Table 2. The effect of the level of decision-making according to the marketing mix on the tourism behavior of tourists' cafes in the old wall area of Phrae Province

level of decision-making according to the marketing mix on the tourism behavior of tourists' cafes in the old wall area of Phrae Province (café)	\bar{X}	S.D.	Interpretation
1. Product	4.47	0.76	Most
2. Price	4.32	0.88	Most
3. Place	4.37	0.84	Most
4. Promotion	4.32	0.87	Most
Total	4.37	0.83	Most

Tourism in cafes is popular with both individual and Thai group tourists. The results of the study of tourism behavior are consistent with Sansomedang et al. (2021). It was presented that the identity of cafe-hopping consumption in Thailand through social media of each person is different. i.e., at the personal level, there will be an identity of the use of cafe hopping through the way of telling stories and creating their own meanings in connection with the way of thinking of consumerism, and as for the overall picture, the identity of the group of people who use the cafe hopping service is spending their free time with activities, drinking coffee to create happiness for themselves. Including having a good relationship with those around, both friends and family in terms of research results of Suwanantararat and Nasomboon (2022) found that marketing mix factors and marketing promotion continuously affected the use of quality specialty coffee shops. Therefore, it was proposed that entrepreneurs should have some promotion in order to promote marketing to persuade consumers to use the service and buy products continuously. Both the promotion of the festival Pastry and coffee pairing, many



varieties of coffee beans from many cultivation areas. Including having a special menu for the shop, as well as telling stories inside the store that can motivate customers through creating brochures and communicating on social media to cause awareness of the value of coffee consumption.

2. Results of the study on the behavior of tourists at cafes in the old city wall area, Phrae Province.

The tourism behavior of tourists at cafes in the old city wall area, Phrae Province, is mainly for relaxation. After enjoying the taste of each restaurant's special menu or meeting with people to discuss important matters, the beverage shop (café) is like a residence or meeting spot where most tourists want to relax. Some tourists, while travelling in the old city wall area of Phrae Province, are always looking for a cool place in order to restore their body and mind, before going to their next destination. Details of the study results are as follows:

2.1 Interviews with government agencies that play a role in promoting tourism in Phrae Province found that the form of business can attract tourists to use its services easily because most cafes are places for relaxation and to meet people. The situation of COVID-19 pandemic did have a huge impact on tourism. Especially the beverage shop business (café). The situation caused a large decrease in the number of visiting tourists. Most importantly, the time when they use the services of the cafes should be between 12:00 noon and 3:00 p.m. Because this is the period when most tourists want to escape from the hot weather conditions to stay in the shade. Therefore, there are opinions for the development of the taste of the drink to be more outstanding and unique. According to the similar tastes of the drinks of many stores, the tourists feel that each shop is only different on the outside. In the future, it is expected that the trend in Phrae Province will still have more cafes as most tourists would like to take pictures and check in nowadays.

2.2 Interviews with entrepreneurs of cafes in the old city wall area of Phrae Province. All the information can be summarized that, in Phrae province, there are many beverage shops (café). Especially around the old city wall, it has important tourist places for advertisement and public relations. There are many cafes located in the community, resulting in connections with people in the community. Normally, the people in the community go in to have a drink and talk to each other before going their separate ways for personal reasons. It is a gathering place for everyone, thus when tourists from other places pass by, they often visit these places to eat or drink, talk and ask questions from the people in the community. From time to time till now, it was originally a public place of the community, but it has now become a place of more privacy, allowing entrepreneurs to play a role in doing business. Especially in popular tourist areas, there are always cafes. However, the pandemic situation of COVID-19 has reduced the number of tourists, thus making the business close for renovation and waiting for the situation to improve before returning to normal business operations.

2.3 From the survey of Ban Biew coffee shop, the information gathered shows that, based on the lifestyle of the new generation, who likes an atmosphere of taking photos, tasting food, and enjoying outside scenery, had caused and posed high adaptive measures to many types of restaurant and beverage, just to respond to the trend of people. For this reason, we often see a lot of new restaurants that decorate the exterior and interior to be beautiful and look modernized. One of the most seen shop styles is probably "coffee shops" which are usually decorated with a cozy atmosphere, and warm tones, or some shops are decorated in an unconventional way to attract and persuade passers-by to try to visit once. Therefore, there are many upcoming coffee shop businesses in the cities and suburbs. In addition, apart from the taste and craftsmanship of the barista which must be excellent, the appearance and decoration of the shop must look good as well. Various cute corners prepared for taking photos for various online media must be ready in place for the visitors/tourists.



2.4 From the survey of Ma make café, the information gathered shows that, at present, it can be seen that the marketing of coffee shop or cafes is a continuous growth business. Because more people are interested in it, and those that are now interested in the opening of coffee shops are working-class groups and filled with new generations, with different lifestyles. The current tendency believes that the new generations, who are tired of their regular jobs and dream of having a small business according to their lifestyle, have now turned to restaurants and coffee shops to become popular businesses for them. Thus, they decorate the shop in their own style in a very good location. Such as in various tourist attractions, some shops have a chic corner for taking pictures and sharing them on social media as well.

2.5 From the survey of black chicken soup coffee shops, the information gathered shows that, running a coffee shop or cafes, it must show its own identity. To be the point of interest and attract tourists in visiting the cafes. Because the aim of most tourists is to visit according to the unique identity of the cafes. That makes us see that the era has changed dramatically, and it's changing and adapting to the present generation. But the situation COVID-19 pandemic, has caused a large decrease in tourists. Therefore, must adapt to the situation and create a selling point for the sustainability of cafes in the future. Therefore, they must adapt to the situation and create a selling point for the sustainability of beverage shops (café) in the future.

2.6 From the survey of Ho: Bake&Craft Café, the information gathered shows that the cafes in this place has a selling and strong point in terms of tourist attractions. The old city wall of Phrae Province indicates the history of Phrae Province in the past. as well as decorating the atmosphere of the shop to be natural, in order to create an atmosphere that blends in with the outside environment. Most importantly, there are desserts and a bakery to eat with drinks in the shop (café) and there are also special souvenir products that are unique to the shop itself. In overall, it is a point that attracts tourists to visit and use their service.

2.7 From the survey, Le Kong Kao Cafe' de phraeris the information gathered shows that the identity of the shop itself is "Bread Croissants" eaten with various drinks in the shop. This was the point of interest, and the taste attracts tourists to use the services of this shop (café). Because the aim of most tourists is to visit according to the unique identity of the cafes.

2.8 From the survey of JeBar Coffee & Pastry, the information gathered shows that running a coffee shop or cafes is very similar, the only difference is the name of the shop is called in different locations. But the special menu of this restaurant is known as the "King of Coffee" which working-class tourists can't do without it. At the same time, the shop also has some fusion menus, originating from the creative ideas of the shop operators themselves. It can be said that tourists will fall in love with the charm of each menu at this restaurant.

2.9 The analysis results from interviews with tourists' behavior According to the issue of the marketing mix (4P's) for cafes in the old city wall area of Phrae Province, it was found that following: Product, there are a variety of products, both beverages and bakery, causing interest. Modern and eye-catching containers and packaging result in the desire to reuse again and again. Price, there are various prices and the amount spent to buy products and services is worth the amount paid. distribution channels. Place, the location of the drink shop is clean and close to tourist attractions. There are service channels through online applications, and Promotion, there is a marketing promotion by creating a strategy to maintain the customer base by joining the membership system and collecting points when the number of drinks purchased at the store is determined. Especially, the price reduction that is cheaper during the store's special events and premium prizes to exchange, such as cold storage glasses Straw to save the world a mug bag to increase decision-making for tourists who come to use the service is considered a tourist attraction.



The study result found that beverage shops (café) that provide beverage services are also tourist attractions, resting places, a place to meet people that promote important tourist places in Phrae province. For the trend towards the development of the coffee shop area, Pannara (2021) suggested that coffee shop design should create interaction in terms of functionality. The store decoration and atmosphere that meets the needs of the customers and the opportunities for exchange between the spaces will help attract people to use the services and increase liveliness in the city. Including creating opportunities to further develop tourism in collaboration with policymakers to suit the lifestyles of each group of tourists and facilitating tourism activities, including connecting local cultures to attract tourists to travel continuously into Phrae province. This also corresponds to the research work of Siri (2017), which mentions that coffee is one of the most consumed beverages in the world and contributes to the positive impact of the economy from upstream to downstream. The coffee industry is highly valued and growing rapidly, making it necessary to study consumer behavior and opinions to develop the coffee industry, coffee business, and beverage business in line with the market groups of both Thai and foreign tourists. According to the results of the study, tourists with different demographic characteristics have different perceptions of the value of coffee shops. However, most attention is still given to the variety of food and desserts and beverages the shops offer.

Thai tourists' behavior at cafes can be adjusted according to the situation during the outbreak of the COVID-19 situation, causing people to restrict travel and tourism support businesses. There is an adjustment to allow the business to continue. As a result of the research, it was found that the beverage business has allocated space according to the safety measures of the epidemic. There is cleanliness in the store, and keeping a distance and using online marketing strategies to attract tourists as well like Mudjahidin et al. (2022), which mentions that buying products online and customers being able to pick up coffee at the store is an important factor that keeps customers choosing the service. Because they have more time to make decisions, they can order products that meet their needs. At the same time, the coffee shop still has a wider channel to promote products and services, and reach target customers consistent with the work corresponds to the work of Slamet et al. (2021) Indicates that the lifestyle of drinking coffee today has changed. Most of the customers who use the beverage service are female, who like to eat out, followed by coffee shops and students who search. coffee market information Reviews that make this group more attractive, Karabulut (2023) added that the reasons for choosing to use other services include the taste, purity and aroma of coffee. quality of life impact brand loyalty resulting in decision come to use the service of a drink shop among teenagers This shows that today's coffee shop tourism behavior has a direct impact on life both in terms of being a stopover point and a destination of tourism as well.

CONCLUSIONS

Tourism is an alternative to physical and mental relaxation, with the decision to travel to tourist attractions and attractive business stops. The research study results show that the group of Thai tourists who use the service of a beverage shop (café) in the old city wall area, Phrae Province are mostly female with an age range of fewer than 20 years old. Education level is at secondary/vocational certificate. They are single, with an income of not more than 5,000 baht. The reason for choosing to use a cafes is the taste of the product. They visit cafes 1-2 times a week. The average cost of using a cafes is between 80-160 baht. The time they visit the beverage shops is from 12:00 noon to 3:00 pm and they use the service for 30 minutes-1 hour per time with friends. It can be concluded that the decision of tourists consists of important factors in terms of product, price, place and sales promotion. For the utilization of the research results, it is necessary for the operators of cafes to develop places that meet the needs of tourists and local authorities as part of planning and public relations of Phrae Province Tourism.

SUGGESTIONS

Recommendations from the results of the study

1. Beverage shop (café) is a beverage shop with different varieties in each shop. Therefore, it is another point for tourism to attract tourists to travel around the old city wall of Phrae Province. Because it's suitable for tourists in this era who come to relax at cafes and also due to the impact of the COVID-19 pandemic, which has caused serious damage to cafes, but there are still tourists who are interested in going to use the services of cafes for a while continuously. Because most of them can drink during normal work hours. As a result, the promotion and support of tourism should use the identity of each such shop together with continuous publicity among Thai tourists.

2. The appropriate time for entering a cafes is from 1 p.m. onwards. Due to working from morning until evening, cause exhaustion to the body and results in a relatively slow work outflow. Therefore, energy needs to be replenished for work during the day. As a result, the cafes is also part of the work. Entrepreneurs should have space to accommodate groups of workers, places to sit and talk, meet, as well as provide fast service in order to meet the customers' satisfaction and allow them to re-visit the shop.

3. In the management of cafes. It is recommended that each shop creates more unique features to attract and create interest in tourists. Cafes is expected in future to create a tour of cafes around the old city walls of Phrae Province. There will be a tour of cafes in Phrae Province. Since there are many cafes in Phrae, it is suitable to do a tour of cafes and raise the identity of each shop for tourists to choose from thoroughly.

Suggestions for further research

1. The next research should collect information about beverage shops (café) outside the city walls of Phrae Province and there should be further research to benefit government and private agencies in Phrae Province.

2. Research the use of public relations media and proposed making a video introducing each beverage shop (café) in Phrae Province. In order to be a source of knowledge for the development of tourist attractions, beverage shops (café) are more than this or an example of research that will help later generations of entrepreneurs to study and find information.

3. The suggestions for entrepreneurs to promote marketing to persuade consumers to use the service and buy products continuously are based on the research findings. However, as mentioned earlier, the study could have provided a more comprehensive analysis of the marketing mix factors that influence tourists' behavior of tourists at beverage shops (café) in the Old City Wall area in Phrae Province, and the implications of the findings for beverage shop (café) owners or tourism marketers could have been discussed in more detail.

ACKNOWLEDGMENTS

For this independent study research to be a success, special thanks should be given to professors from Tourism Development, Maejo University, Phrae campus for supporting the learning and teaching activities. Thanks to the entrepreneur of a beverage shop (café) in the old city wall area, Phrae Province, for helping with the data collection and providing useful suggestions for this research. Thanks to agencies that have a mission to promote, develop and publicize the tourism of Phrae Province, for sharing tourist information and tourism stakeholders who helped make this research possible.



REFERENCES

- Chumprasert, W., Kuprasert, N., Jeamdenngam, A. and Srirat, A. (2020). Quality coffee...a solution for Thai farmers. *Bank of Thailand Regional Letter Issue 2/2020*.
- Diskaprakai, W. (2018). *Factors Affecting Decision to Buy All Café Beverages in Bangkok Metropolitan Area*. [Master of Business Administration Independent study]. Bangkok University.
- Euromonitor. (2023). *Coffee in Thailand, Key Global Trends in Hot Drinks from 2015*. <https://www.euromonitor.com/coffee-in-thailand/report>.
- Food Intelligence Center. (2021). *Coffee Industry*. http://fic.nfi.or.th/foodsectordatabank-all2_detailnext.php?smid=2099.
- Karabulut, A.N. (2023). Comparing the Young People's Coffee Shop Perceptions with Their Senses of Taste. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 30(1), 1-19.
- Nithitantiwat, P. and Udomsap, W. (2017). Food consumption behavior of Thai adolescents. Effects and solutions. *Journal of Phrapokkiao College of Nursing Chanthaburi*, 28(1), 122-128.
- Pannara, T. (2021). Coffee Shop as a Creative Tool for The District to Promote Tourism. *Arch Kmitl Journal*, 33(2), 44-29.
- Pongsakornwasu, T. and Ekmapaisan, C. (2017). A Study of Service Marketing Models of Boutique Coffee Shops: A Case Study of Mueang District, Chiang Mai Province. *Panyapiwat Journal*, 9(2), 107-117.
- Sansomedang P., Thularate, N. and Vimolsophonkitti, P. (2021). The identity of the Café Hopping in Thailand through social media. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkron Rajabhat University*, 15(3), 259-271.
- Siri, R. (2017). International Tourist Perception on Coffee Shop in Chiang Mai, Thailand. *MFU Connexion Journal of Humanities and Social Sciences*, 6(2), 232-263.
- Srisa-Ard, B. (1992). *Basic Research Book*. Bangkok: Suweeriyasan.
- Suwanantararat, V. and Nasomboon, B. (2022). Factors of Marketing Mixed 4Ps and 4Es Affecting Continuance of Use of Specialty Coffee. *Journal of Liberal Arts and Service Industry*, 5(2), 285-299.



THE DEVELOPMENT OF THE ELECTRONIC BOOKS (E-BOOKS) IN ENGLISH USING PWPA LEARNING PROCESS FOR THE SIXTH GRADE PRIMARY STUDENTS AT WATMETHANGKARAWAS SCHOOL

Kuntana Kuntahong^{1*}

¹Mueng Phrae, Phrae, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: kuntana4859@gmail.com

ABSTRACT

This research aimed to 1) develop E-books using the PWPA learning process for the sixth grade primary school students at Watmethangkrawat School to be effective, according to the 80/80 criteria 2) study the learning outcomes before and after learning 3) study the learning process with electronic books in English 4) study the students' satisfaction on electronic textbooks. The samples were 38 students in the first semester of the academic year 2022. The tools used in the research are 1) 10 subjects of English e-books. 2) Pre and post test 3) 30 questions about PWPA post-test 4) a questionnaire of the student's satisfaction of e-books. The dependent t-test was used to analyze data to find out the efficiency of an English e-books, according to the 80/80 criteria and to study the learning outcomes before and after learning. The data obtained from the satisfaction questionnaire were mean (\bar{X}) and standard deviation (S.D.). 1) Electronic textbooks, English subject created by the researcher. It found that the efficiency was 88.80/90.79 which is met the expected efficiency at 80/80. 2) Learning outcomes, it was found that the learning results before and after learning were different. It was statistically significant at the 0.05 level. 3) Electronic books were able to develop the PWPA learning management process for students to increase because it was a quality technique. It helps students to practice systematic thinking and think in a variety of ways. Practice thinking in many ways gives students the freedom to think. It is not a framework of students' thinking as a medium instead of students' thinking. 4) The students were satisfied at a high level.

Keywords: 1) Electronic books refer to electronic books on English subject by using the PWPA learning process for Primary 6/2 students at Watmethangkarawas School. 2) Pre-Activity refer to learning activity to review prior knowledge 3) While-Activity refer to adoption of prior knowledge and new knowledge 4) Post-Activity refer to activities to summarize the knowledge 5) Application refer to bringing the knowledge gained to adapt and apply in daily life



INTRODUCTION

Teaching and learning in the basic education core curriculum, 2008, focusing on Provide education that emphasizes knowledge, ideas, competence, morality, the learning process, and social responsibility. Adhering to the principle of learners is important according to the belief that All learners can learn and improve themselves. The learning management process, therefore, aims to encourage learners to develop naturally and to their full potential. Therefore, organizing the learning process must organize activities that are consistent with their interests. and the needs of the students Aims for learners to practice skills, thinking processes, management, and proper application of knowledge. Allow students learn from real experiences. practice so that they can think and be able to do so. However, the learning content must combine both knowledges in the content of the subjects studied with morals, ethics, and good values together (Ministry of Education, 2011). realized the importance of English subjects Therefore, English language teaching is required for basic education from grades 1-4, in addition to allowing students to learn the language for knowledge. It also focuses on students using language as a tool to communicate with others. and use language in everyday life and occupation.

However, from studying the results of the basic national educational test (O-NET) of grade 6 students Watmethangkrawas School. Students in the academic year 2020 and 2021, the results of the basic national educational test (O-NET) Academic Year 2020, the score was 59.03% more elevated than the national level of 43.56. The result was H2 that means the learning management in this standard was at a fair level, but must be developed in the weak group, the standard deviation is less than the national level, namely T 1.3, T 2.2 and T 4.1 and in the academic year 2021 with a score of 52.91 percent, higher than the national level of 39.22 but still was the H2. The standard deviation is less than the national level, namely T 1.1, T 1.3, T 2.2, and T 4.1, which can be seen that even the students of Watmethangkarawas School there will be scores from the O-NET exam higher than the national level. But students still need to be developed in standards. T 1.1 Understand and interpret what is heard and read from various types of media. and expressing opinions with reason. Standard T 1.3 Understanding the process of speaking, writing, and communicating information, opinions, and concepts in various matters creatively. Standard T 2.2 Understanding similarities and differences between native speaker culture and the Thai language and used with discretion and standards 4.1 Able to use English in various situations both inside and outside the school community and society.

From this condition, it shows that appropriate teaching and learning must focus on the presentation of language forms for communication. Then allow learners to learn from practice by practicing and using real language as it happens in everyday life from tasks or activities assigned to lead to the development of knowledge learner's language ability activities that are assigned as tasks or tasks for learners to perform. It helps learners to develop their ability to use language to communicate according to their set learning goals. The ability to communicate depends on the process of practicing the use of language for communication. The form of training focuses on the nature of activities that allow learners to practice using the language in real-life situations. Whether using real media (Authentic Materials) or training in the form of pair activities or group activities. It can be seen that the student's expressive behavior is very essential in teaching English for communication purposes. As well as being able to use the language in everyday life, which has a good effect on the development of all four skills and eventually leads to success in learning a foreign language (Banacha Yooyong, 2008). Teaching and learning should have modern media that students have learned and interested in learning.

E-book It is one of the learning media that allows students to use educational technology in their pursuit of knowledge because e-books is a book that is prepared and displayed in electronic form as a computer file that can be read through a computer screen both online and offline. The features of e-books can be linked from point to point to different parts of the book,



and various websites. As well as interacting and interacting with the students. In addition, e-books can insert pictures, sounds, animations, and quizzes, and can print out the desired document through the printer. Another important factor is Electronic books can be updated at any time. which these properties will not be found in ordinary books (Srifra, 2008) In addition, e-books can be designed and formatted according to individual needs. Lesson content is explained to make it easier to understand, long with studying, it's fun, not easily bored, and able to learn by yourself. Students interact with the lesson, responding to the principle of human psychology. There is an insertion of learning principles and play together students' comprehension is tested with interesting lessons and they are satisfied with their studies. The use of e-books in teaching and learning activities will stimulate interest, arouse the interest of the students that make the learners perceive both vision and hearing at the same time There is an insertion of learning principles. and play together Students' comprehension is tested with interesting lessons. and students are satisfied with their studies The use of e-books in teaching and learning activities will stimulate interest. Arouse the interest of the students Make the learners perceive both vision and hearing at the same time.

From the aforementioned problems thus making the researcher aware of the problem and want to develop the ability to use language for communication of Thai children. The researcher foresees that the way to promote the ability to use language for communication in all 4 skills, namely listening, speaking, reading and writing, which is consistent with Chaireruk et al. (2019). Language teaching should teach learners to be able to use language to communicate or meaningful should not allow learners to learn only the form or structure of the language. This is because in that communication language must be used as a medium to perform various functions suitable for social conditions that the students to be able to communicate, learners must do language activities. and must also participate in activities with various variety as much as possible such activities include imitating, pronunciation, role-playing, problem-solving, etc. (Mitchell, 2008). There are two main steps in enhancing reading experience learning: planning and implementation. In the planning stage, three important factors must be taken into account learner, the reading chapter, and the reading purpose to create a pre-reading activity. During reading and after reading in the implementation phase to help learners achieve their reading goals. The reinforcement of learning reading experience must take into account the appropriateness of the developmental boundary. (Zone of Proximal Development), derived from Vygotsky (1934) theory, which is the boundary between what a learner can do or learn.

To develop the English teaching and learning management of students to be more effective. Researchers have studied and searched for various techniques and methods. To increase students' interest, motivation in learning and encourage students to have a good attitude towards learning by using English e-books using the PWPA learning management process. It helps learning and listening, speaking, reading, and writing skills to be more efficient because electronic books are multimedia (Multimedia) with still images and animations and audio commentary makes learners interested in learning and able to understand lessons well. And teaching and learning management of teachers to be more efficient.

METHODOLOGY

This research is research and development as a Unit of Analysis with details and procedures as follows.

- Step 1 Research (Research) Study basic information about e-book development.
- (E-Book) English subjects using the PWPA learning management process
- Step 2 Development (Development) The development and efficiency of e-books.
- Step 3 Research (Research) the introduction of electronic books. to try it for real and study the Satisfaction of students towards learning management by using e-books

Step 4 Development (Development) Evaluation and improvement of e-books

Research tools

1. English e-book by using PWPA learning management process for Primary 6/2 students at Watmethangkarawas School to determine the efficiency of electronic books, which consist of 10 books.
2. Pre-test and Post-test, which is a multiple-choice test, 4 choices, 10 items per book, a total of 10 books.
3. Post-test PWPA learning management process assessment form, which is a multiple-choice test, 4 options, 30 items, has a confidence value (KR-20) that is 0.83.
4. Student satisfaction questionnaire with e-books, 4 items with an IOC value of 1.00.

RESULTS AND DISCUSSION

1. E-book development the researcher presented the data analysis results. The details are according to the research process, respectively, as follows:

1) The basic study of e-book development The details are as follows. Study basic education curriculum, Watmethangkarawas School in the foreign language learning group (English) during the 2nd level, primary 6/2 Watmethangkarawas School.

2) The results from the study of concepts and principles related to the development of e-books found that the development of e-books. must also be respected Studying problems and needs, analyzing problems or problematic skills, considering objectives steps in e-book development, e-book development, trial, and improvement.

3) Results from concept studies Principles related to the PWPA learning management process found that Problem-solving thinking is important to us humans. Because society is changing rapidly all the time. Therefore, education is an important mechanism for developing and promoting the PWPA learning process for students. The researcher brought the results of concept analysis. principles related to the PWPA learning management process as a guideline for developing an electronic book (E-Book) in English subjects using the PWPA learning management process.

4) Results from Conceptual Studies Principles related to PWPA learning management found that the application of PWPA learning management to develop a PWPA learning process for children was an English learning process that emphasized learning for learners which goes through 4 learning management processes, namely pre-learning activities (Pre- Activity) activities during learning (While- Activity) activities after learning (Post-Activity) and the process of applying knowledge. (Application), which brings the knowledge gained to adapt and apply in daily life in various ways Students have durable knowledge and can apply knowledge gained in everyday life in other ways.

2. Stages of development and finding the efficiency of electronic books (E-Book) in English subjects using the PWPA learning management process.

From the study of the basic data in step 1, the researcher developed and evaluated the efficiency of the English e-book. The PWPA learning management process was divided into 4 steps as follows: 1) development of an e-book for English subjects by using the PWPA learning management process, 2) finding the quality of English e-books using the PWPA learning management process, 3) efficiency determination of e-books in English subjects by using the PWPA learning management process and, 4) the revision of the English e-book by using the PWPA learning management process.

1) Development of English e-books using the PWPA learning management process from the results of data analysis in the study of basic information for e-book development English subject By using the PWPA learning management process, the researcher synthesized it for the development of an English e-book there are 10 books.

2) Finding the quality of e-books the researcher has brought electronic books to experts for checking the content validity (Content Validity). Take the results from the audit to improve according to the recommendations and then bring it to 5 experts. The evaluation check the accuracy of the e-book. Bring the results obtained to find the Index of concordance (IOC) by electronic books (E-Book) English subjects, the consistency index was between 0.67-1.00, considered to be consistent within the acceptable criteria, can be further tested for efficiency.

3) Finding the efficiency of electronic books (E-Book) English subjects by using the PWPA learning management process, the details are as follows.

1) An individual tryout was conducted on primary 6/2 students in the academic year 2021 at Watmethangkarawas School that was not a sample group and knowledge were different, namely good, moderate, weak, 1 person each, total of 3 people, the efficiency was equal to 71.75/74.44, which was higher than the criterion predetermined is 70/70.

2) A small group tryout was conducted on primary 6/2 students in the academic year 2021 at Watmethangkarawas School. That is not a sample group and have different knowledge, namely, good, moderate, weak, 3 people each, a total of 9 people, getting an efficiency value of 76.69/77.78, which is higher than the specified criterion of 75/75.

3) Field Tryout was used in a large group trial with Primary 6/2 students. The academic Year 2021, Watmethangkarawas School for in the amount of 30 students, the efficiency value was 88.58/89.56, which is higher than the criteria set for 80/80.

4) The actual trial with the sample group is primary 6/2 students, academic year 2022, Watmethangkarawas School, 38 students, received an efficiency value of 88.80/90.79, which is higher than the specified criteria of 80/80.

3. The process of bringing electronic books (E-Book) in English subjects by using the PWPA learning management process to practice and study the satisfaction of students towards the learning management using electronic books (E-Book) in English subjects by using the PWPA learning management process. Students can know the results of the PWPA learning management process of students at any level in 3 levels: high, medium, and low. And take the scores from the learning assessment test to find the E1/E2 performance by electronic books (E-Book) in English subjects by using the PWPA-based learning management process, the efficiency was 88.80/90.79, which was higher than the criteria set at 80/80, which accepted the hypothesis set in Item 1.

4. Evaluation and revision of electronic books (E-Book) in English subjects using the PWPA learning management process

1) Assessment results after using electronic books (E-Book) from testing the learning outcomes of students before and after learning with electronic books (E-Book) for primary 6/2 students at Watmethangkarawas School in the amount of 38 people and the test results were analyzed as shown in Table 1 as follows.

Table 1. The learning results before and after school for primary 6/2 students Watmethangkarawas School

Learning outcomes	number of students	Full score	\bar{x}	S.D.	t-test	Sig (2tailed)
Pre-Test	38	30	23.45	1.13	11.47	0.00
Post-Test	38	30	27.24	1.88		

From Table 1, overall, it was found that the average score of the learning assessment test using the PWPA learning management process before and after learning. The difference was statistically significant at the .05 level, with the critical t value at the .05, df 36 significance level $t = 2.028$, while the calculated t-test = 11.47 was considered Sig. greater than the t value from the table, which is consistent with the research hypothesis number 2. The learning outcome after learning is higher than before learning.

2) Assessment results after using electronic books (E-Book). It was found that most of the students had PWPA learning management processes at a high level.

3) Student Satisfaction questionnaire results. The satisfaction analysis of primary 6/2 students at Watmethangkarawas School in the amount of 38 people after learning by using electronic books (E-Book) to analyze data using mean (\bar{x}) and standard deviation (S.D.).

The subject research Development of electronic books (E-Book) in English subjects by using PWPA learning management process for Primary 6/2 students at Watmethangkarawas School. The research results are by the assumptions set. The researcher would like to discuss the research results as follows.

1. According to the research results, it was found that Electronic books (E-Book) English subjects by using the PWPA learning management process for Primary 6/2 students at Watmethangkarawas School, found that English e-books have an efficiency value of 88.80/90.79, which is higher than the criteria set at 80/80. This is because e-book development The researcher has studied the documents, concepts, principles, and related research and has synthesized the process of e-book development, starting from studying the e-book development process to have the efficiency of Shields and Glasgow (Seals and Glasgow, 1990) The researcher proposed the steps in e-book development as follows: 1) Study problems and needs 2) Analyze problems or problematic skills 3) Consider objectives, patterns, and steps in developing e-books 4) Create e-books 5) Trial and 6) Improvements and studied the characteristics of a good electronic book by River (Rever, 1970). (Samart Meesri, 1987; Rojana Saengrungrawee, 1988). which are similar a good e-book must have the following characteristics: 1) E-book Instructions and instructions for using e-books must be clear and easy to understand. There is an interesting format. 2) It is a short e-book. It doesn't take long to practice. have a variety of activities; 3) practice students to be able to use them in their daily lives; and 4) Can use what I have learned to communicate with others and the researcher has applied the principles of creating good e-books as a guideline for creating e-books for English subjects by using the PWPA learning management process, which is an e-book of English subjects with instructions and instructions for use that are easy to read and understand. It is a short English e-book. It doesn't take long to practice. There are a variety of activities that students can use in their daily lives. In addition, e-books Created also suitable for the conditions of the students.

2. From the research results, it was found that student learning outcomes before and after learning management using e-books The difference was statistically significant at the .05 level by students' abilities after learning by using e-books higher than before which is accepted in the research hypothesis in item 2, this is because e-books The researcher studied documents, concepts, principles, and research results related to PWPA learning management. The researcher studied the documents, concepts, principles, and research results related to PWPA and synthesized the aims and steps of PWPA implementation in detail. to apply to the PWPA learning management process that needs to be developed by (Wan Chalerm Na Nan, 2019). said that the developed teaching style consisted of 5 steps, namely the vocabulary stimulation step. The pronunciation stage, the listening stage, and the listening practice stage. application stage. It is consistent with the basic concepts of the teaching model according to the 3-step listening concept (Pre-While-Post Listening) which was consistent with (Sukchusri, 2016) It



said that the reading ability of the students who were taught with the 3Ps communicative language teaching activity after school was significantly higher than before school at the .05 level. Teaching with the CIPPA model after learning was higher than before, with a statistical significance at the .05 level significant differences were between the students who were taught with the 3Ps communication language teaching activity and those who were taught with the CIPPA model. The students who were taught with the 3Ps communicative language teaching activities had higher post-learning scores than the students who were taught with the CIPPA Model (CIPPA Model).

3. According to the research results, it was found that English e-books by using the PWPA learning management process for primary 6/2 students at Watmethangkarawas School can develop the PWPA learning management process of students to increase. This is because the learning management PWPA used in learning management is a quality technique. It helps students to practice systematic thinking and think in a variety of ways practice thinking in many ways that gives students the freedom to think. It is not to frame the student's thinking as a means of representing the student's thinking as De Bono (2000) states that human beings can think in many ways and can choose any way of thinking. The more you know how to think differently, the more you become the master of your thoughts can choose in which situations what kind of thinking should be used, what is the order of precedence? by not being too tied to any one idea, thus helping students to increase their ability to manage PWPA learning together with e-books. It is a good medium to help students learn systematically and step by step when practicing correctly. This will help students learn the PWPA process faster and more efficiently along with e-books. It also allows students to know the learning management process score immediately for students to see their progress and flaws in PWPA learning management to be able to improve the use of e-books in the next set. This will help students learn the PWPA process faster and more efficiently along with e-books. It also allows students to know the learning management process score immediately. For students to see their progress and flaws in PWPA learning management to be able to improve the use of e-books in the next set. It is a situation close to the students. both in educational and non-academic contexts most importantly, it is a situation that students can apply in everyday situations and is the content available in the O-NET, the Basic National Educational Test (O-NET), in English subjects according to (De Bono 1992). This is a strategy that develops thinking, emotions, and feelings step by step and can develop students' thinking regardless of race and culture. easy to apply It is an uncomplicated activity de Bono (De Bono, 1992) that helps students increase their PWPA learning management process in line with the research of (Kitiyarat Teerapaksiri et al., 2017). He said that the effectiveness of e-book learning in conjunction with learning achievement showed that students' knowledge increased. Satisfaction with e-book learning It is at the highest level and is consistent with the research of (Pichayakan Nawacheepat et al., 2016) saying that students can interact with multimedia e-books. and enthusiastic, interested in studying as well.

4. Students' satisfaction with e-books It was found that the students agreed with the learning management by using English e-books. using the PWPA learning management process was at a high level. When considering each aspect, it was found that most students agreed on the content as the number one priority because the content used to create electronic books has been reviewed by experts including content used in e-books have studied the document Gaysorn Rongdecha (1979: 36-37, cited in Aree Buakhumphai 1997: 20) said that the content used in the creation of electronic books is the main concept of psychology in creating electronic books. The content must be sorted from easy to hard so that students do not feel discouraged from using e-books together with the content used. The content has been divided into major topics subhead clearly Subsequently, students agreed on the benefits of using e-books. The created documents have studied concepts, and principles for creating e-books. as well as bringing e-books offer to experts expert check fix Improve and bring to find



the consistency index and find out the efficiency of the e-book. And there are improvements to make e-books beneficial to student learning because it helps students achieve higher learning outcomes. And finally, the students agreed on the learning activities used in the e-book. because the activities used are diverse. Students are trained in analytical thinking, reasoning, able to systematically distinguish ideas while expressing satisfaction Help students not get confused during class because of the interesting activities. Thinking skills are required to answer the question using the PWPA method of learning can help students change their minds without confusion because students can think step by step simplify and know how to organize ideas very well In addition, the researcher encouraged students to express their preferences independently. These things make students interested in learning are enthusiastic about activities without feeling bored and stressed with the content used in e-books. This is in line with the research of Wilda Srithongkul (2022) stating that students were satisfied with the use of mixed media e-books at a high level. Achieve learning English subject higher. And by the research of Mevika Boonchoey (2021) said that the overall satisfaction of students with the use of e-books found that The students were satisfied with "high level", with most of them commenting that the book was beautiful. convenient to use.

As for the problems that the researcher found in using e-books, teachers should use e-books. It is a teaching medium by the teacher as a stimulus. Support and encourage students to acquire English skills according to the designed activities. Teachers should not let students use e-books alone students should use e-books as a supplement after the activity due to letting the students use it alone when students encounter problems or questions, students cannot find answers immediately. And learning that lacks a teacher to encourage students may become bored when they encounter problems in learning. Because students at this level are still interpreting the content that they can read alone.

The researcher has solved the problem by using e-books developed enter electronic book information in the school computer room and allow students who have learning difficulties to ask teachers from the group line application for Grade 6 English subjects. Taking into account the individual differences that each student has different knowledge, abilities, and interests. Therefore creating an electronic book (E-Book) on PWPA English subjects that is not too difficult and not too easy along with taking into account the law of effect, namely, let the students know the results of the activities in the e-book which is in line with the sayings of (Suejai Pianchob and Saijai Intramphan, 1995) that said in creating e-books Good skills rely heavily on learning theory in psychology and the most important point is the researcher takes into account the benefits that occur to students from the results of this research, the post-test score was significantly higher than the pre-test at the .05 level. As a result, the students made an e-book of English subjects by using the PWPA learning process, there was better learning development in the PWPA learning process, which is in line with the research of (Mevika Boonchey, 2021) saying that the experiment with e-books found that comparison of learning achievement in English before school and after school achievement after school was significantly higher than before school at the .05 level, consistent with the research of (Jintana Chieruk, 2020) that students learning electronic storybooks reinforce reading comprehension in English. have higher learning achievement after learning than before learning Statistically significant at the .05 level.

5. From the trial of e-books able to develop the learning outcomes of students in the weak group more than the strong group from the observations of the researchers in the e-book trial (Individual Tryout), small group tryout and field tryout. The children in the weak group had higher learning outcomes than the children in the strong group. In addition, in terms of time spent on electronic books, there is enough time that students can go back to review the content again to be confident in doing the learning test and in addition to the electronic books. There are also cartoons to motivate students to revisit the material when they are unsure of the

answer. Therefore, as a result, the student's learning outcomes were higher in the weak group than in the strong group. This may be because the students in the weak group are rather children with short attention spans. I don't remember the content as well as I should. There are also cartoons to motivate students to revisit the material when they are unsure of the answer. Therefore, as a result, the student's learning outcomes were higher in the weak group than in the strong group. This may be because the students in the weak group are rather children with short attention spans. I don't remember the content as well as I should.

CONCLUSIONS

Subject research Development of electronic books (E-Book) in English subjects by using PWPA learning management process for primary 6/2 students at Watmethangkarawas School can summarize the results of the research as follows.

1. Electronic books (E-Book) English subjects by using PWPA learning management process for primary 6/2 students at Watmethangkarawas School created by the researcher, there are 10 books, found that the efficiency is 88.80/90.79, which accepts the research hypothesis number 1, which is higher than the specified criteria of 80/80.

2. Learning Outcomes using the PWPA learning management process before and after learning Created by the researcher, it was found that learning outcomes before and after learning with electronic books (E-Book) in English subjects using PWPA learning management process, the difference was statistically significant at the 0.05 level. which accepts research hypothesis number 2 by learning outcomes by using PWPA learning process after learning by using electronic books (E-Book), English subjects, the PWPA learning process skills using the PWPA learning process were higher than before.

3. From the use of electronic books (E-Book) English subjects by using PWPA learning management process for primary 6/2 students at Watmethangkarawas School. It was found that most of the students had PWPA learning management process at a high level.

4. Students' satisfaction towards e-books at a high level When considering each side, it was found that Most of the students agreed that the contents were at the highest level. The second order is Agree on the benefits of using electronic books (E-Book) at a very high level. and agreed in terms of learning activities used in electronic books (E-Book) were in the last high level.

ACKNOWLEDGMENTS

1. According to research results and observations using e-books. At the beginning, students were still confused about organizing learning activities using the PWPA learning management process because it was still new knowledge that students were not familiar with. Therefore, teachers should use materials that students can see and remember, such as e-books on English subjects for students to learn. and can review the memory at any time.

2. According to the research results, it was found that Students agreed on the aspect of learning activities last. Therefore, in organizing learning activities using the PWPA learning management process, there should be activities that are suitable for the age and needs of students as well as the implementation of activities using electronic books (E-Book) in English subjects, teachers should explain the principles and methods of using electronic books (E-Book) in English subjects for students to clearly understand how to learn.



REFERENCES

- Chairerk, J., Jaiman, P. and Seubsom, K. (2019). The Development of Electronic Storybooks to Enhance English Reading Comprehension Skills for Prathomsuksa 6 Students. *Nakbutra Paritat Journal*, 11(1), January -April 2019.
- Mitchell, D. (2008). *What Really Works in Special and Inclusive Education: Using Evidence-based Teaching Strategies*. Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire.
- Srifa, P. (2008). *e-book Talking book*. Bangkok: Thanbooks.
- Nawacheepat, P. (2016). *Results of the use of multimedia e-books. Shopping subjects English, grade 6. Master of Education Educational Technology and Communication Program Nakhon Ratchasima Rajabhat University*.
- River, W.M. (1970). *Teaching Foreign Language Skills*. The University of Chicago Press.
- Seals, B., and Glasgow, Z. (1990). *Exercises in Instructional Design*. Merrill Publishing Company.
- Srithongkul, W. (2022). Development of mixed-media electronic books for English language skills. The study of Dhonburi Rajabhat University students Samut Prakan. *Academic Journal of Sisaket Rajabhat University*, 16(1), January-April.
- Vygotsky, L.S. (1934). *Mind in Society: The Development of higher psychological processes*. The M.L.T Press.



ATTITUDES TOWARDS GENDER DIVERSITY IN WORKPLACES: A CASE STUDY OF WORKPLACES IN RAYONG PROVINCE, THAILAND

Orrarath Amornsukont^{1*}, Haruthai Numprasertchai²

¹Kasetsart International MBA Program, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

²Faculty of Business Administration, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author. E-mail address: orrarath.a@gmail.com

ABSTRACT

This research aimed to study attitudes towards gender diversity through affective, cognitive, and behavioral components in workplaces and to compare the attitudes toward gender diversity from employees' backgrounds. The research collected precise responses from those employed by Rayong-based companies using online survey. The data were analyzed using descriptive statistics and inferential statistics (ANOVA and T-Test). According to the findings of this study, the level of attitudes towards gender diversity in workplaces by the mean of each component resulted in an outstanding level in all components, where the mean of the affective component was at 4.44 (highly positive attitude), the mean of the cognitive component is 4.01 (positive attitude), and the mean of the behavioral component is 4.52 (highly positive attitude). With the confederation of the research results summarized with a statistical significance level of less than .05, it may be concluded that those employees with differences in gender (a significant level .000), age (a significant level .000), marital status (a significant level .046), and education level (a significant level .006) had different attitudes towards gender diversity.

Keywords: Attitude, Attitude's component, Gender diversity, LGBTQI+

INTRODUCTION

The change in global society has reflected the fact that gender is not specified solely in terms of a gender binary framework.

New generations have the courage to reveal their sexual orientation and identity due to the dynamics of sociocultural adaptation, global trends, and communication through various media.

As a consequence, almost every country in the world has an excellent LGBTQI+ community that advocates for people with diverse sexual orientations and gender identities.

Many countries have started movements to become more accepting of gender diversity, including promoting mutual respect for people of diverse sexual orientations and gender identities in general.

In recent years, the situation in Thailand has exhibited a predominantly positive and accepting attitude toward the LGBTQI+ community. There has been a growing level of recognition, support, and advocacy for LGBTQI+ rights and equality in various aspects of society and workplaces.

Most Thai organizations also try to support inclusive gender-friendly workplace norms by taking gender equality and empowerment into account in their policies and welfare programs that support LGBTQI+ employees, as an increasing number of Thai companies make advances toward gender-inclusive businesses (Siriporn, 2021).

However, changes in societal dynamics in all aspects also influence attitudes toward gender diversity. They are moving towards greater acceptance in some parts of the world, while there are some parts that have anti-gender biases different from the traditional sexual norm.

According to a United Nations Development Programme (UNDP) survey, 21 percent of LGBTQI+ respondents in China, 30 percent in the Philippines, and 23 percent in Thailand reported being harassed, bullied, or discriminated against at work. Many individuals claimed they were denied a job because of their sexual orientation, gender identity, or expression.

In an International Labour Organization report (2022) on the inclusion of LGBTQI+ persons in the world of work, it was found that they often face discrimination and human rights violations in societies across the globe and in the world of work.

77 percent of trans people, 62 percent of gays, and 49 percent of lesbians claimed that they were denied a job because of their sexual orientation, gender identity, or expression.

22 percent of LGBTQ people claimed they were ignored for job promotions, 24.5 percent were told to cover gender expressions, and 40 percent reported being harassed, bullied, or discriminated against at work due to their sexual orientation, gender identity and expression, or sex characteristics.

Gender-diverse individuals in Thailand have some legal protections, but they are still being questioned and prevented in several occupations. Most non-heterosexual people pervasively face many different forms of discrimination in workplaces, including overly restrictive dress codes that inhibit gender expression and refusing to be hired or promoted because of their gender identity or sexual orientation (UNDP, 2019).

Conforming to the collaboration between the World Bank, Thammasat University, Love Frankie, and the Nordic Trust Fund, a report on the Economic Inclusion of LGBTQI+ Groups in Thailand (2018) was conducted. The study found that most gender-diverse people still face discrimination at work in many different ways such as rejection of their job applications or being denied a promotion.

At its worst, more than 37.4 percent of non-LGBTI respondents believe it is acceptable to discriminate against LGBTI people (Phongsakorn and Phitsanu, 2022).

The aforementioned nature of human rights violations may occur as the result of the misunderstandings and misconceptions of outsiders towards gender-diverse people, which may be the result of inattention or a genuine lack of cognition, including the misunderstanding of

gender diversity. Most people are not aware of the importance of violence and discrimination against gender-diverse people, as they should be (UN. Human Rights Council, 2017).

While taking all of the above aspects into consideration, this research was conducted to study the current attitudes towards gender diversity in workplaces: a case study of workplaces in Rayong Province, Thailand, and to compare the attitudes toward gender diversity from employees' backgrounds. Hopefully, this research will raise awareness, fostering an appropriate and equitable environment and culture for a company, employers, and employees, as well as the general public, to be conscious of the principles of equality, non-discrimination, and treatment of all people in the workplace, regardless of sexual orientation or gender identity.

METHODOLOGY

The population and sample in this research used non-probability sampling by snowball sampling techniques to select employees who work in private, public, and state enterprise organizations with a number of employees ranging from 50 to 201 or more based in Rayong.

From the Strategic Environmental Assessment (SEA) of the Rayong Development Plan (2022), the number of employed persons working in Rayong was summarized at 675,556 people, but there is no separate conclusion about the number of people working in any organization.

The formula for calculating the sample size in this research is Cochran's Formula, which was at least 385. The researcher decided to gather another 15 responses, for a total of 400, in order to prevent discrepancies and questionnaire incompleteness.

The research tool used was an online survey developed from the attitude component of Kelman Herbert's concepts (1967).

Before beginning the online survey, a screening question will be asked to screen out specific types of respondents who work for Rayong's private, public, and state enterprise organizations. The next section is personal information, with eight questions. The last is attitudes toward gender diversity using the Likert Scale measurement, with fifteen questions.

The level of agreement with a statement typically ranges from 5 (strongly agree) to 1 (strongly disagree), which can be interpreted from the mean scores in Table 1.

Table 1. Mean Scores Interpretation

Range of mean score	Attitude level
Mean 4.21 - 5.00	Extremely concerned about gender diversity
Mean 3.41 - 4.20	Fairly concerned about gender diversity
Mean 2.61 - 3.40	Somewhat concerned about gender diversity
Mean 1.81 - 2.60	Slightly concerned about gender diversity
Mean 1.00 - 1.80	Not at all concerned about gender diversity

The data collected in this study were summarized by descriptive analysis and analysis of variance (ANOVA) to test the hypothesis that employees with different personal information have different attitudes towards gender diversity (significant level at .05).

RESULTS

1. Personal demographics

Personal demographics using the distribution of frequencies and percentages is given in the following table.

Table 2. Frequency and percentage of respondents by personal information

		n = 400	
Independent variable		Frequency	Percent
Gender	Male	133	33.2
	Female	238	59.5
	LGBTQI+	29	7.3
Age	Below to 20	18	4.5
	Between 21 to 30	78	19.5
	Between 31 to 40	146	36.5
	Between 41 to 50	90	22.5

		n = 400	
Independent variable		Frequency	Percent
Religion	51 to higher	68	17.0
	Christian	22	5.5
	Islam	11	2.8
	Buddhism	360	90.0
	No religion	7	1.7
Marital status	Single	183	45.6
	Married	175	43.8
	Divorce	29	7.3
	Separated	13	3.3
Education Level	Junior high School	13	3.3
	High school or Vocational Certificate	24	6.0
	Diploma/High Vocational Certificate	58	14.5
	Bachelor's degree	252	63.0
	Master's degree	51	12.8
	Doctorate Degree	2	.4
	Job Position	Top or senior or executive level	14
	Middle manager	44	11.0
	Front-line manager/ supervisor	92	23.0
	Entry-level/ operational employee	250	62.5
Type of organization	Private sector	269	67.2
	Public sector	89	22.3
	State Enterprise	42	10.5
Number of employees	Up to 50	137	34.3
	51 – 200	151	37.7
	201 - more	112	28.0

According to the population and sample, 33.3 percent of respondents are men, 59.5 percent are women, and 7.3 percent are LGBTQ+. 36.5 percent of the respondents were between the ages of 31 to 40, and 89.8 percent identified as Buddhist.

In marital status, there are close connections between single and married status. Singles account for 45.8 percent of respondents, while married people account for 43.8 percent.

63 percent of respondents in this survey have a bachelor's degree, and 67.3 percent work in the private sector as entry-level or operational employees for 62.5 percent in organizations with 51 to 200 employees for 37.7 percent.

2. Mean value and interpretation of evaluation

Table 3 Results of the mean and statistical deviation of all components

	Mean	S.D.	Interpret
Affective component	4.44	.570	Extremely concerned
Cognitive component	4.01	.770	Fairly concerned
Behavior component	4.52	.616	Extremely concerned
Overall component	4.32	.652	Extremely concerned

According to Table 3, it can be summarized that employees who worked in Rayong Province are extremely concerned about gender diversity for overall components at a mean of 4.32. With the affective component at a mean of 4.44 and the behavior component at a mean of 4.52, employees are fairly concerned about gender diversity in the cognitive component at a mean of 4.01. All questions' means and statistical deviations are given below:

Table 4 Mean and statistical deviation of all components of attitudes towards gender diversity in workplaces

	\bar{x}	S.D.	Interpret
Affective Component			
1. You prefer to collaborate with LGBTQI+ people.	4.54	.640	Extremely concerned
2. You feel that expressing an individual's gender identity is normal.	4.43	.729	Extremely concerned
3. You feel that LGBTQI+ people are entertaining and funny, which decreases workplace stress.	4.31	.790	Extremely concerned
4. It is fair and preferable that people respect each other regardless of gender.	4.65	.608	Extremely concerned
5. You feel LGBTQI+ people perform work efficiently and adapt well to a variety of conditions	4.28	.738	Extremely concerned
Cognitive Component			
6. You realize that there are some gender restrictions regarding job positions or employment.	3.87	1.056	Fairly concerned
7. You realize LGBTQI+ people continue experiencing significant discrimination and decide to conceal their gender identity in order to avoid workplace discrimination	3.81	1.044	Fairly concerned
8. You believe that religion and traditional beliefs influence gender diversity acceptance	3.95	1.007	Fairly concerned
9. You think LGBTQI+ people do not have mental illnesses and do not need any treatment.	4.47	.816	Extremely concerned

	\bar{x}	S.D.	Interpret
10. You believe that LGBTQ people are not fully accepted in Thai society	3.98	.948	Fairly concerned
Behavior Component			
11. It is unlikely that you will criticize or bully any LGBTQI+ employees in your workplaces	4.51	.739	Extremely concerned
12. It is likely to respect LGBTQI+ people by not gossiping about sexual orientation or using discriminatory language against them	4.53	.704	Extremely concerned
13. It is likely that you will assist LGBTQI+ employees who are experiencing verbal or physical harassment.	4.45	.727	Extremely concerned
14. It is likely that you will assist and support LGBTQI+ colleagues who are struggling to fulfill their responsibilities.	4.53	.660	Extremely concerned
15. You feel LGBTQI+ people perform work efficiently and adapt well to a variety of conditions.	4.59	.638	Extremely concerned

According to Table 4, it can be summarized that employees working in Rayong Province are extremely concerned about gender diversity in the affective and behavior components. By considering the table above, it was indicated that most employees are fairly concerned about gender diversity in the cognitive component.

3. Employees with different personal information have different attitudes towards gender diversity

Table 5 Employees with different personal information have different attitudes towards gender diversity

n = 400

Hypothesis	Results
Employees with different personal information have different attitudes towards gender diversity	
1.1 Employees of different genders have different attitudes toward gender diversity.	Accepted (P-value = .000)*
1.2 Employees of different ages have different attitudes towards gender diversity.	Accepted (P-value = .000)*
1.3 Employees with different religions have different attitudes towards gender diversity.	Rejected (P-value = .062)
1.4 Employees with different marital statuses have different attitudes towards gender diversity.	Accepted (P-value = .046)*
1.5 Employees with different education levels have different attitudes towards gender diversity.	Accepted (P-value = .006)*
1.6 Employees with different job positions have different attitudes towards gender diversity.	Rejected (P-value = .067)
1.7 Employees in different types of organizations have different attitudes towards gender diversity.	Rejected (P-value = .475)
1.8 Employees with different numbers of employees have different attitudes towards gender diversity.	Rejected (P-value = .924)

* A Statistically significant difference was found at 05 significant level

According to Table 5, the differences in gender with a p-value of .000, age with a p-value of .000, marital status with a p-value of .046, and education level with a p-value of .006 have different attitudes towards gender diversity.

The hypothesis testing results are consistent with Hilary L. Copp and William J. Koehler's research (2017), which shows that demographic factors can indeed influence attitude change. Individuals' attitudes can emerge and alter as a result of their background, experiences, and social context.

DISCUSSION and CONCLUSION

The level of attitudes towards gender diversity in workplaces by the mean of each component resulted in an outstanding level in all components, where the mean of the affective component is 4.44 (extremely concerned), the mean of the cognitive component is 4.01 (fairly concerned), and the mean of the behavioral component is 4.52 (extremely concerned).

The findings summarized that employees' attitudes are extremely concerned about gender diversity. There have been changes in attitudes in recent times if compared to the study of the World Bank, Thammasat University, Love Frankie, and the Nordic Trust Fund (2018).

The LGBTQI+ community is increasingly deeply appreciated, supported, and accepted at workplaces in Rayong. Only a small fraction of respondents is still fairly concerned about gender diversity. It might be said that some employees may be regarded to have a limited awareness or grasp of gender diversity.

The awareness that gender-diverse employees in workplaces are no different from most other employees is important because it can promote equality and acceptability in the workplace.

However, some businesses in Thailand may lack knowledge or understanding of how to effectively manage diversity (United Nations Procurement Division, 2021).

Therefore, adapting gender diversity management in an organization is essential by making sure organizations establish clear policies and procedures for reporting gender-based discrimination or harassment, developing and communicating a comprehensive policy that explicitly promotes gender diversity and inclusion within the organization, and providing training programs and workshops to educate employees about the importance of gender diversity, unconscious biases, and inclusive practices.

Moreover, review and revise recruitment processes to ensure they are fair, unbiased, and inclusive. Along with this, support the formation of employee resource groups or affinity networks focused on gender diversity. These groups can provide a platform for employees to connect, share experiences, and collaborate on initiatives to advance gender diversity in the organization.

ACKNOWLEDGEMENTS

The completion of this research was made possible by the contributions, encouragement, and support of many individuals. I would like to give my deepest appreciation to my wonderful major advisor, Asst. Prof. Dr. Haruthai Numprasertchai, who provided constant support and many opportunities throughout my graduate work.

I would like to give my special thanks to family, Amornsukont, for their generous and undying support at all levels. Without their belief in my ability, the work on this dissertation project would never have happened.



REFERENCES

- Copp, H.L. and Koehler, W.J. (2017). Peer attitudes toward LGBT-identified university students as mediated by demographic factors. *Journal of Gay & Lesbian Mental Health*, 21(4), 277-291. doi:10.1080/19359705.2017.1320697
- International Labour Organization. (2022). *Inclusion of lesbian, gay, bisexual, transgender, intersex and queer (LGBTIQ+) persons in the world of work*. Switzerland.
- Kelman, H. (1967). *Compliance, Identification and Intenalization: Three Process of Attitude Change*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Phongsakorn, K. and Phitsanu, A. (2022). Attitudes and Violence Behaviors Towards LGBTQ in Thai Society: A Case Study of Phitsanulok province, Thailand. *Journal of Local Management and Development Phibunsongkhram Rajabhat University*, 2(1), 23-32.
- Siriporn, R. (2021). *Seven Thai firms win award for gender inclusivity from UN Women and EU*. <https://thailand.un.org/en/165990-seven-thai-firms-win-award-gender-inclusivity-un-women-and-eu>
- UN. Human Rights Council (2017). *Report of the Independent Expert on Human Rights and International Solidarity: A/HRC/35/35*. <https://digitallibrary.un.org/record/1301204>
- World Bank Group. (2018). *Economic inclusion of LGBTI groups in Thailand (Vol. 2): main report (English)*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/269041521819512465/main-report>

การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย
(Oral Presentation)

กลุ่ม 1

เทคโนโลยีและนวัตกรรม
ทางการเกษตรและอาหาร

สภาวะควบคุมการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยระบบอบแห้งแบบมัสท์โฟลว์ ที่ใช้ก๊าซไบโอมีเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน

Controlled Conditions for Paddy Drying Using a Must-flow Drying System Using Compressed Bio-methane Gas as an Energy Source

กัญญภัทร ไชยแสน¹ สุรัชชัย เหมศิริ² และ ประชา บุญยวานิชกุล^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก 26120

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพฯ 10120

*Corresponding author. Email address: prachabu@swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพารามิเตอร์ของเครื่องอบแห้งด้วยเครื่องแห้งแบบมัสท์โฟลว์ที่ใช้แหล่งพลังงานก๊าซไบโอมีเทนอัดในการอบแห้งข้าวเปลือกสายพันธุ์ กข 6 (ข้าวเหนียว) เครื่องอบแห้งแบบมัสท์โฟลว์มีการศึกษาสภาวะควบคุมที่สำคัญ คือ อัตราการป้อนข้าวเปลือก และความเร็วของอากาศร้อน พารามิเตอร์เหล่านี้มีอิทธิพลต่อการลดปริมาณความชื้นของข้าวเปลือก จากปริมาณความชื้นเริ่มต้นประมาณ 21-23 %wb จนถึงความชื้นสุดท้ายที่เหมาะสม การทดลองกระบวนการอบแห้งกำหนดสภาวะควบคุม ดังนี้ คือ ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์ว 2, 4, และ 6 rpm ความเร็วของอากาศร้อนออกจากเครื่องอบแห้ง 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s อุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง 130 °C ความเร็วรอบของระยะยกห้องอบแห้งที่ 110 rpm ผลการทดสอบพบว่า การกำหนดสภาวะควบคุมเครื่องอบแห้งให้มีความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์ว 2 รอบต่อนาที ความเร็วอากาศร้อนออกจากเครื่องอบแห้ง 2 m/s สามารถลดความชื้นจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 21-23 %wb จนได้ปริมาณความชื้นสุดท้าย 14 %wb ตามต้องการ โดยสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 10.90 MJ/kg water removed นอกจากนี้ข้าวเปลือกภายหลังการอบแห้งมีอัตราการกะเทาะเปลือกคิดเป็น 94.3 %

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ ก๊าซไบโอมีเทน เครื่องอบแบบมัสท์โฟลว์ อบแห้งข้าวเปลือก

Abstract

This research was to study the parameters of a must-flow dryer using compressed bio-methane energy source for drying paddy RD 6 (sticky rice). The study of the Must-flow dryer has focused on the important control condition, namely, paddy feed rate. and speed of hot air. These parameters influenced the moisture content reduction of paddy. From the initial moisture content of about 21-23 %wb until the optimum final moisture content. The experimental drying process was determined under controlled conditions as follows: rotation speed of the rotary valve at 2, 4, and 6 rpm, flow speed of hot air exiting from dryer at 1.0, 1.5 and 2.0 m/s, temperature in the drying room at 130 °C, and speed of drying room lift at 110 rpm. The test results showed that at the setting of the control condition of the dryer to have rotary valve rotation speed of 2 revolutions per minute and speed of hot air leaving the dryer at 2 m/s, the moisture content was reduced from the initial moisture content of about 21-23 %wb until the final moisture content of 14 %wb as desired, with a specific energy consumption of 10.90 MJ/kg water removed. In addition, after the drying, the paddy had a shelling rate of 94.3%.

Keywords: Biogas, Biomethane gas, Musflow dryer, Paddy drying

บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศและภูมิภาคเอเชีย โดยทั่วไปการปลูกข้าว เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (paddy) ข้าวเปลือกจะมีความชื้นค่อนข้างสูง (ความชื้นเริ่มต้น) ประมาณ 22 ถึง 23% (ความชื้นฐานเปียก) (คงเสรี, 2547) ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและฤดูกาล จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องเหมาะสม โดยการลดความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก (paddy dehydration) เพื่อลดอัตราการหายใจ ลดการเจริญเติบโตของเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของข้าวเปลือก การลดความชื้นจนถึง 13 ถึง 14% (ความชื้นฐานเปียก) เป็นความชื้นที่เหมาะสมที่สามารถเก็บรักษาไว้ในสภาพ การควบคุมสภาพแวดล้อมหรืออุณหภูมิได้นาน 2-3 เดือน หากนำไปจำหน่ายให้กับโรงสีประจำท้องถิ่นการลดปริมาณความชื้นไม่เกิน 14% ทำให้ไม่ถูกหักลดน้ำหนักออกจากจำนวนของน้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมดทำให้สามารถขายข้าวเปลือกได้ในราคาที่ดีขึ้นหรือเป็นการเพิ่มมูลค่า (value-added) ให้กับผลผลิตทางการเกษตร ต่างจากกรณีที่ไม่มีการดำเนินการลดความชื้นเมื่อนำข้าวเปลือกเพื่อนำไปจำหน่ายจะต้องถูกหักลดน้ำหนักของข้าวเปลือกตามของปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น

ภวนัย (2564) งานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบมัสท์โฟลว์สำหรับอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าว เป็นการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์ กช 87 ด้วยเครื่องอบแห้งแบบมัสท์โฟลว์ ผู้วิจัยได้พัฒนาอุปกรณ์บ่อนเมล็ด

พืชห้องอบแห้ง ชุดบังคับการลอยตัวของเมล็ดพืช และชุดสร้างอากาศร้อน ขึ้นมาใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับการอบแห้งเมล็ดพันธุ์แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้ทดสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์ กข 87 เป็นข้าวใหม่ หลังการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 3 วัน ที่ความชื้น 22 ถึง 27 % (wb) อุณหภูมิการอบที่ 80, 100, และ 120 °C กระแสความเร็วของอากาศร้อนตั้งแต่ 0.2, 0.3, และ 0.4 m/s ความเร็วรอบของระยะยกห้องอบแห้งที่ 100, และ 120 rpm อัตราการป้อนไม่น้อยกว่า 350 kg/hr. และความชื้นสุดท้ายหลังการอบไม่เกิน 14 % (wb) จากการทดลองพบว่าค่าที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือ อุณหภูมิ 100 °C รอบระยะการยกที่ 100 rpm กระแสความเร็วของอากาศร้อนตั้งแต่ 0.2 m/s ให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงและความชื้นที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ทำให้สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวได้นาน 2-3 เดือน

ประชา (2556) ได้ศึกษาการประเมินกระบวนการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงสำหรับเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกแบบความต้านทาน และแบบความจุไฟฟ้าที่นิยมใช้ในการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกในการซื้อขาย โดยในงานวิจัยนี้ข้าวเปลือกพันธุ์ดอกมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 60 ระดับความชื้นที่ 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก (Wet basis) พบว่าข้าวเปลือกที่ระดับความชื้นเป้าหมาย 12% 16% 20% 24% และ 28% ใช้เวลา 2, 3, 4, 6 และ 7 วันจึงมี Reweting Index ที่ระดับ 95% การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่าข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 12% และ 16% สามารถเก็บรักษาไว้โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพในระยะเวลา 14 วัน ข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 20% 24% และ 28% ไม่สามารถเก็บไว้ได้เกินกว่า 3 วัน เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของเชื้อราผลการทดสอบความถูกต้องในการวัดความชื้นของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกด้วยตัวอย่างซ้ำยังพบว่าเครื่องวัดความชื้นแบบความจุไฟฟ้าสามารถอ่านค่าความชื้นได้โดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

Puttapoun (2015) ได้ศึกษาการปรับแต่งอุปกรณ์หัวเผาเวนทูรีแบบจรวดและแบบฝักบัวที่ใช้ในเตาเผาเซรามิก ที่ใช้ก๊าซไบโอมีเทนอัด (CBG) เพื่อทดแทนการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) โดยทำการปรับแต่งหัวฉีดก๊าซขนาดตั้งแต่ 0.8 ถึง 2.0 มิลลิเมตร ปรับแรงดันก๊าซตั้งแต่ 1 ถึง 10 psi และช่องปรับอากาศเพื่อสังเกตการจุดติดไฟ สีเปลวไฟ ลักษณะเปลวไฟต้องมีความเสถียรและใกล้เคียงกับ LPG เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง พบว่าหัวเผาเวนทูรีแบบจรวดที่มีการปรับแต่งหัวฉีดเป็น 1.4 มิลลิเมตร ที่แรงดัน 5 psi และช่องอากาศอยู่ในช่วงประมาณ 45% ของช่องปรับอากาศที่ทำให้ไฟจุดติด และหัวเผาเวนทูรีแบบฝักบัวที่มีการปรับแต่งหัวฉีดเป็น 1.4 mm ที่แรงดัน 5 psi และช่องอากาศอยู่ในช่วงประมาณ 50% ของช่องปรับอากาศที่ทำให้ไฟจุดติด จะมีลักษณะเปลวไฟ สีเปลวไฟใกล้เคียงกับการใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง โดยเมื่อทำการทดสอบเผาเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกภายในเตาเผาแบบชัตเติลขนาด 0.1 ลบ.ม. พบว่าเมื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงจาก LPG เป็น CBG ของหัวเผาเวนทูรีแบบจรวดและแบบฝักบัวสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ต่อครั้งประมาณ 27.92% และ 29.73 ซึ่งค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซไบโอมีเทนของหัวเผาเวนทูรีแบบจรวดและแบบฝักบัวอยู่ที่ 0.333 : 0.003 kg/hr. และ 0.330 : 0.010 kg/hr. ตามลำดับ ทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาทั้ง 2 แบบกับ LPG และ CBG ที่มีการปรับแต่งเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนตามมาตรฐาน EN 203-2:1995 พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเผาเวนทูรี

รีแบบจรวดและแบบฝึกบัวเมื่อใช้ CBG เป็นเชื้อเพลิงคือ 55.76 : 1.31% และ 52.87 : 1.20% เปรียบเทียบกับเมื่อใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงคือ 52.48 : 0.16% และ 53.48 : 2.04% ตามลำดับ

ณัฐพล (2559) ศึกษาอิทธิพลของขนาดรูของแผ่นกระจายอากาศและความสูงของ เตียงข้าวเปลือกที่มีผลต่อแรงดันตกในเครื่องอบผ้า Must Flow การทดลองดำเนินการโดยใช้ห้องอบแห้งทดสอบ ขนาด 20 ซม. กว้าง x 95 ซม. ยาว x 30 ซม. สูงโดยมีรูขนาดรูของแผ่นกระจายอากาศแตกต่างกันไปตั้งแต่ 1.1 มม. 1.5 มม. 2.0 มม. และตาข่ายสแตนเลสที่มีความสูงต่างกันของเตียงข้าวเปลือกตั้งแต่ 1 ถึง 5 ซม. อัตราการไหลของอากาศในระหว่างการทดลองแตกต่างกันไปตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.30 m/s ผลการทดลองพบว่ารูแผ่นกระจายอากาศขนาด 1.5 มม. มีแรงดันตกต่ำกว่าขนาดรูของแผ่นกระจายอากาศ 2.0 มม. 1.1 มม. และสแตนเลสตามลำดับ ความดันลดลงตามอัตราการไหลของอากาศและความสูงของเตียงข้าวเปลือก

สุรัชชัย (2563) ได้พัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทิโฟลว์ โดยการทดสอบอบแห้งข้าวเปลือกอุณหภูมิความร้อนเฉลี่ย 130 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบการหมุนของชุดเขย่าห้องอบแห้งเป็น 110 รอบต่อนาที ความเร็วของอากาศไหล ออกจากเครื่องอบแห้งเป็น 2.0, 2.5 และ 3.0 เมตรต่อวินาที ที่ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์ว 2, 4 และ 6 รอบต่อนาที ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วเป็น 2 รอบต่อนาที สามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้นช่วง 20-21%Wb จนมีความชื้นสุดท้ายที่ 14.8%Wb และสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 18.2 MJ/Kg water removed นอกจากนี้ข้าวเปลือกภายหลังการอบแห้งมีอัตราการกะเทาะเปลือกคิดเป็นร้อยละ 94.8 และระบบควบคุมสามารถลดการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลงร้อยละ 33.2

ดังนั้นการนำข้าวเปลือกที่มีปริมาณความชื้นสูงไปจำหน่ายให้กับโรงสี ทำให้คุณภาพข้าวเปลือกต่ำและมีราคาที่ถูกกว่าข้าวเปลือกที่มีปริมาณความชื้นต่ำซึ่งในขั้นตอน การลดความชื้นส่วนใหญ่จะใช้การดำเนินการด้วยเครื่องอบแห้งแบบต่าง ๆ โดยการใช้อากาศร้อนเคลื่อนที่ผ่านชั้นของเมล็ดพืชทำให้เกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวลชื้นพร้อม ๆ กัน (สมชาติ โสภณธรณฤทธิ์, 2540) ความร้อนจากอากาศร้อนจะถ่ายเทไปยังเมล็ดพืช จากหลักการการลดความชื้นนี้สามารถแบ่งชนิดของเครื่องอบแห้งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ เครื่องอบแห้งแบบเมล็ดพืชอยู่กับที่ และเครื่องอบแห้งแบบเมล็ดพืชไหลหรือเคลื่อนที่ เครื่องอบแห้งแบบเมล็ดพืชเคลื่อนที่ยังสามารถแบ่งตามลักษณะการไหลของอากาศร้อนและการไหลของเมล็ดพืช คือ แบบอากาศร้อนไหลขนานกับเมล็ดพืช (parallel flow) และแบบอากาศร้อนไหลตั้งฉากกับเมล็ดพืช (cross flow) การไหลของอากาศดังกล่าวได้มีผู้วิจัยศึกษาการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง อาทิ เช่น เครื่องอบแห้งแบบหล่นอิสระ, เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม, เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด, ระบบอบแห้งแบบมีสทิโฟลว์

จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการนำเทคโนโลยีการอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทิโฟลว์เพื่อลดความชื้น โดยใช้แหล่งพลังงานเชื้อเพลิงก๊าซไปโอมิเทนอัด (CBG) เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการอบแห้งข้าวเปลือกที่ใช้พลังงานทางเลือกเพื่อทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เนื่องจากเชื้อเพลิงก๊าซไปโอมิเทนอัด (CBG) เป็นเชื้อเพลิงหมุนเวียน ที่สามารถผลิตได้ในประเทศ และให้พลังงานความร้อนเทียบเท่ากับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) การศึกษาระบบควบคุมการไหลของอากาศร้อนที่มีผลต่อการแห้งของเมล็ดข้าวเปลือกที่ใช้พลังงานก๊าซไปโอมิเทนอัด (CBG) ให้มีประสิทธิภาพในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือก

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัสโฟลว์โดยใช้ก๊าซไปโอมิเทนอัดเป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิง โดยมีโครงสร้างของเครื่องอบแห้งสร้างจากเหล็กกล่องขนาด 2 x 2 นิ้ว และมีพื้นที่ห้องเครื่องอบแห้งขนาด (กว้าง x ยาว) ที่ 15 x 100 เซนติเมตร ข้อมูลเฉพาะของเครื่องอบแห้งประกอบด้วยอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ดัง Figure 1 ส่วนประกอบเครื่องอบแห้งแบบมัสโฟลว์

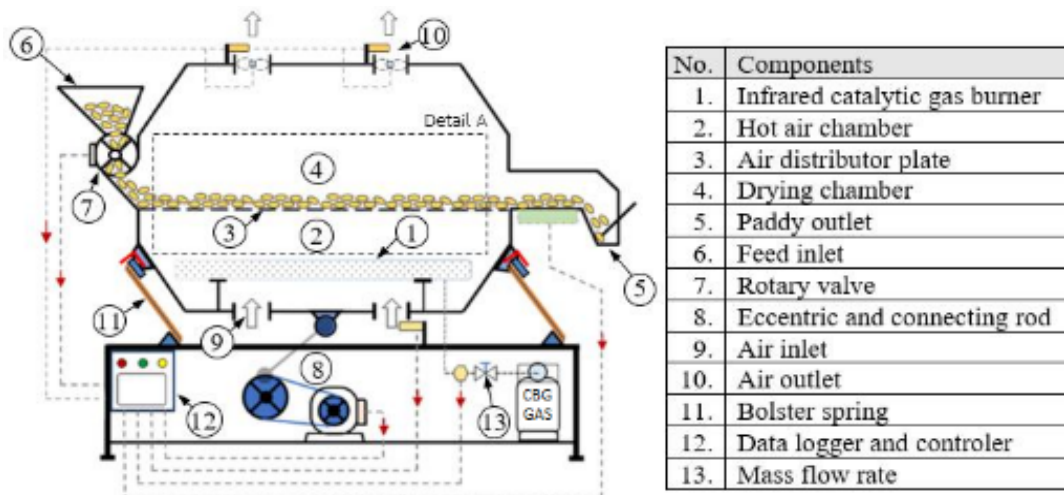


Figure 1. Musflow dryer components.

การดำเนินการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยพลังงานเชื้อเพลิงก๊าซไปโอมิเทนอัด เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือก โดยใช้ข้าวเปลือกสายพันธุ์ กข 6 (ข้าวเหนียว) ที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 21 ถึง 23 % wb ดำเนินการอบแห้งที่อุณหภูมิ 130°C ความเร็วรอบของระยะยกห้องอบแห้ง 110 RPM อัตราการไหลของอากาศร้อนออกจากห้องอบแห้ง 1, 1.5, และ 2 m/s, ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์ว 2, 4 และ 6 รอบต่อนาที, ตามลำดับ การทดลองจะนำข้าวเปลือกมาวัดความชื้นก่อนอบแห้งปรับตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องอบแห้งและควบคุมการทำงานของชุดวัดคุมการไหลของก๊าซไปโอมิเทนอัด โดยอัตราการป้อนเมล็ดข้าวเปลือกจะสามารถนำไปคำนวณปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากเมล็ดพืช และประเมินความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัสโฟลว์ ความชื้นหลังการอบแห้งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบแห้งไปคำนวณ ค่า SEC ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากข้าวเปลือก สามารถคำนวณได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$SEC = \frac{E_{\text{electric}} + E_{\text{thermal}}}{M_w} \quad (1)$$

เมื่อ E_{electric} = ปริมาณพลังงานไฟฟ้า, MJ
 E_{thermal} = ปริมาณพลังงานความร้อน, MJ
 M_w = ปริมาณน้ำระเหย, kg

ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนสามารถเก็บค่าได้โดยตรงจากการวัดพลังงานไฟฟ้าและปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากเมล็ดข้าวเปลือกสามารถประเมินได้จากความแตกต่างระหว่างน้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบแห้งและน้ำหนักข้าวเปลือกหลังการอบแห้ง โดยสามารถคำนวณน้ำหนักที่ระเหยได้ ดังสมการที่ 2 คำนวมน้ำหนักข้าวเปลือกหลังการอบแห้ง ดังสมการที่ 3

$$M_d = \frac{w-d}{d} (100\%) = (\%db) \quad (2)$$

เมื่อ w = น้ำหนักเปียก, %wb
 d = น้ำหนักแห้ง, %db
 M = ปริมาณความชื้น, %

$$W_f = W_i \frac{(100-M_i)}{(100-M_f)} \quad (3)$$

เมื่อ W_i = น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนการอบแห้ง, kg
 W_f = น้ำหนักข้าวเปลือกหลังการอบแห้ง, kg
 M_i = ความชื้นเริ่มต้น, %wb
 M_f = ความชื้นสุดท้าย, %db

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ในการทดลอง

การดำเนินการทดลองเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกใช้เครื่องมือวัด เพื่อจะนำค่าที่ของตัวแปรต่างมาวิเคราะห์และคำนวณต่อไป โดยใช้เครื่องมือวัดดัง Table 1

Table 1. Measuring instruments and experimental equipment.

Equipment	Brand	Model
1. Paddy moisture meter	Kett	PM-450
	Kett	Riceter f521
2. Anemometer	UNI-T	UT363
3. Air hygrometer	TSI	7565-X
4. Digital scale	TCS-100	Series scsle
5. Gas flow meter	OEM	BIGHJ0215
6. Temperature recorder	GRAPHTEC	MT100

ผลและอภิปรายผล

จากการทดลองที่สภาวะต่างๆ และนำผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบจะได้ตั้งกราฟต่อไปนี้ เปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศร้อนและความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคังที่ ในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทิฟเลอร์ที่ใช้ก๊าซไบโอมิเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน

กระบวนการทดลองอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทิฟเลอร์ ที่ใช้ก๊าซไบโอมิเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน นั้น จะมีตัวแปรหลายอย่างที่เป็นปัจจัยต่อการอบแห้ง โดยการทดลองแสดงดัง Figure 2, 3 และ 4 ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคังที่ เป็น 2.0, 4.0 และ 6.0 rpm หรืออัตราการป้อนเฉลี่ยเป็น 49, 75 และ 130 Kg/h อัตราความเร็วของอากาศร้อน 1, 1.5 และ 2 m/s อุณหภูมิในการอบแห้ง 130 °C ความเร็วรอบของระยะยกห้องอบแห้งที่ 110 rpm ซึ่งอบแห้งข้าวเปลือกอัตราการไหลของอากาศร้อนที่ไหลผ่านเมล็ดข้าวเปลือกเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกและส่งผลให้เมล็ดข้าวเปลือกแห้งเร็ว พบว่าอัตราการไหลของอากาศร้อน 2 m/s สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกได้มากที่สุด ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคังที่ เป็น 2.0 rpm หรืออัตราการป้อนของเมล็ดข้าวเปลือก 49 kg/h, ซึ่งสามารถลดความชื้นจากความชื้น เริ่มต้นประมาณ 21-23 % wb เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14 % wb (ตามระดับที่ต้อง) และจะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 25 นาที ความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วและจะค่อยลดลงอย่างช้าๆตามลำดับการอบแห้งข้าวเปลือก

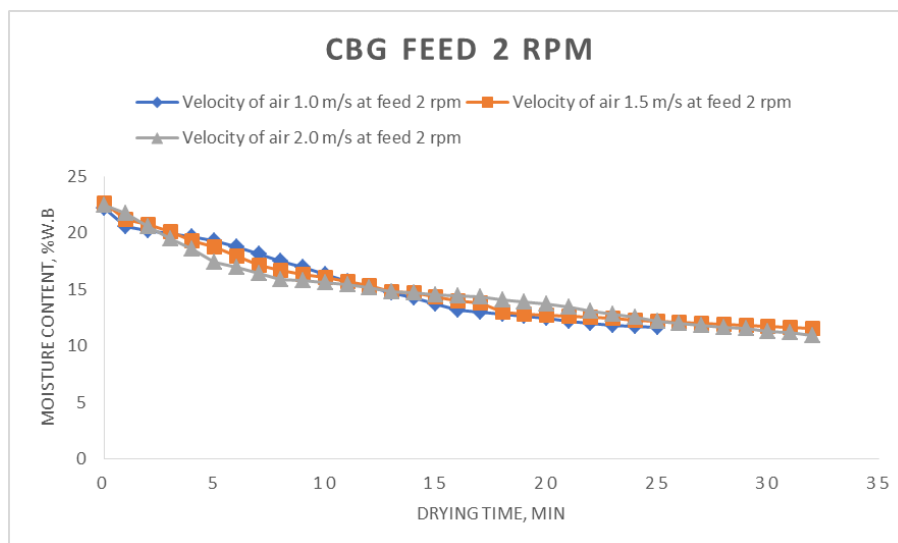


Figure 2. Paddy seed feed rate 49 kg/h

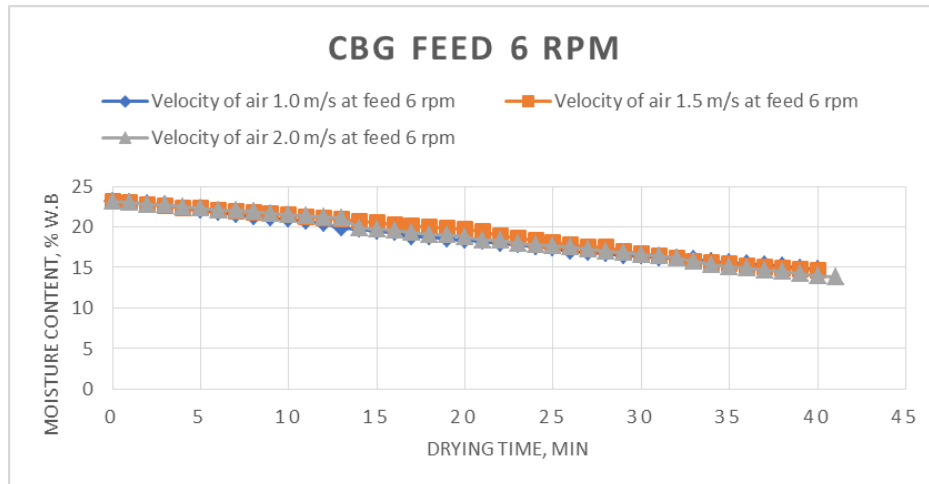


Figure 3. Paddy seed feed rate 75 kg/h

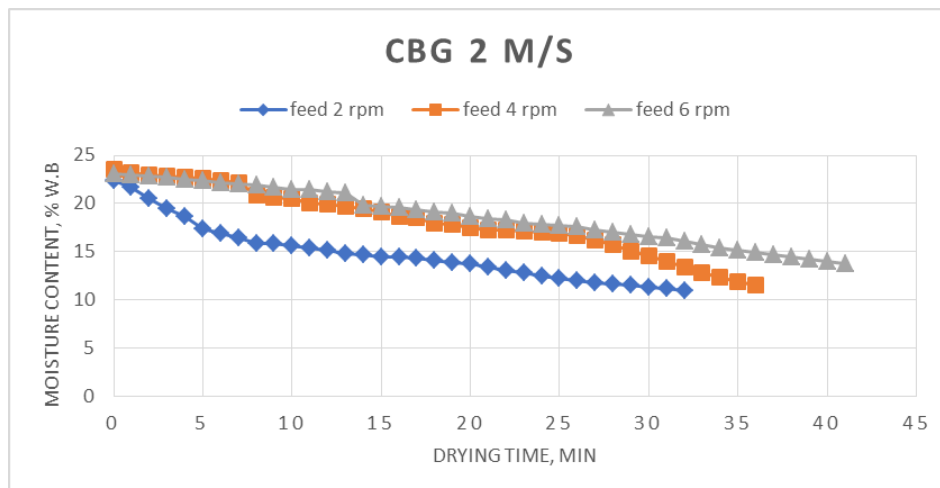


Figure 4. Paddy seed feed rate 130 kg/h

3.2 อิทธิพลความอัตราการไหลข้าวเปลือกความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือก

อัตราการไหลของอากาศร้อน 2 m/s และความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคงที่ เป็น 2.0 rpm หรืออัตราการไหลของเมล็ดข้าวเปลือก 49 kg/h ในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัลติโฟลว์ที่ใช้ก๊าซไบโอมีเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน จาก figure 5 พบว่าอัตราการไหลข้าวเปลือกมีผลต่อการลดความชื้นของข้าวเปลือกและการอบแห้งของระบบอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัลติโฟลว์ที่ใช้ก๊าซไบโอมีเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งจะเห็นว่าที่ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคงที่ เป็น 4.0 และ 6.0 rpm หรืออัตราการไหลของข้าวเปลือกที่ 75 และ 130 kg/h และอัตราการไหลของอากาศร้อน 1 และ 1.5 m/s สามารถลดความชื้นได้น้อย เนื่องจากปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกมากในห้องอบแห้ง ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกในห้องอบแห้งน้อย อากาศร้อนจึงไหลผ่านได้น้อยทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและมวลความชื้นได้น้อยลงตามไปด้วย ซึ่งอัตราการไหลของเมล็ดข้าวเปลือกที่ 49 kg/h และ อัตราการไหลของอากาศร้อน 2 m/s สามารถลดความชื้นได้มากที่สุด โดยใช้เวลาในกระบวนการอบแห้งประมาณ 35 – 45 นาที

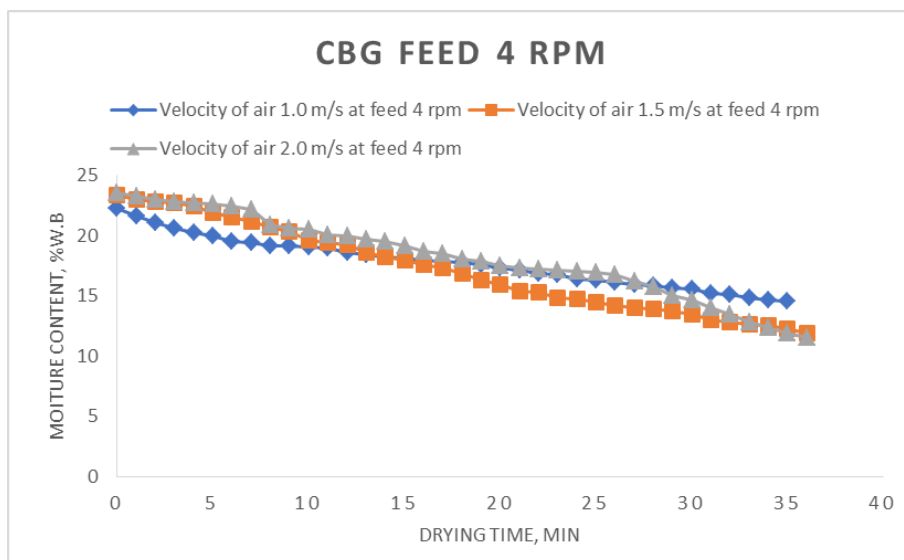


Figure 5. The effect of the flow rate of hot air flowing through the drying chamber on the final moisture content of paddy at the paddy grain flow rate 49, 75, 130 kg/h

Table 2. Energy consumption in must-flow paddy drying process

paddy feed rate	hot air flow rate	hot air	initial humidity	final moisture	Amount of water evaporated	amount of heat energy	amount of electrical energy	specific energy consumption
kg / hr	m ³ / s	°C	%w.b	%w.b	Kg/h	MJ/h	MJ/h	MJ/kg
49.00	1.0	130	21.50	16.00	0.37	4.58	0.17	12.80
	1.5	130	22.40	14.00	0.39	4.28	0.18	11.40
	2.0	130	21.90	13.00	0.36	3.75	0.17	10.90
75.00	1.0	130	22.40	13.60	0.35	5.02	0.32	15.20
	1.5	130	22.70	14.30	0.39	4.62	0.29	12.60
	2.0	130	21.40	15.40	0.37	4.32	0.30	12.50
130.00	1.0	130	21.70	14.30	0.30	6.53	0.54	23.50
	1.5	130	21.60	14.40	0.39	8.04	0.58	22.10
	2.0	130	21.50	14.60	0.48	8.54	0.52	18.80

3.3 ความสิ้นเปลืองพลังงานในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทไฟลอร์

Table 2 แสดงค่าการใช้พลังงานในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทไฟลอร์ รวมทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน จากข้อมูลพบว่า ความสิ้นเปลืองไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.179 MJ/hr และความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 MJ/hr โดยมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในกระบวนการอบแห้งสูงสุด (SEC) เท่ากับ 25.3 MJ/kg water removed และต่ำสุดเท่ากับ 10.9 MJ/kgwater evap เมื่อพิจารณาความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคองที่ เป็น 2.0, 4.0 และ 6.0 rpm หรืออัตราการไหลของข้าวเปลือก 49, 75 และ 130 kg/h พบว่าอัตราการไหลของอากาศร้อน 1, และ 1.5 m/s จะมีการใช้พลังงานมากที่สุดในทุกๆ อัตราการไหลของข้าวเปลือก 75 และ 130 kg/h เนื่องอัตราการไหลของอากาศร้อนไหลเข้าจึงสามารถลดแทรกผ่านช่องว่างระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกได้น้อย ซึ่งสามารถถ่ายความร้อนและมวลความชื้นได้ ปริมาณที่ระเหยออกจึงมีค่าน้อย และพบว่าอัตราการไหลของข้าวเปลือก 49 kg/h อัตราการไหลของอากาศร้อน 2m/s สามารถลดความชื้นได้มากที่สุด ซึ่งมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) เท่ากับ 10.9 MJ/kg water removed

สรุป

การศึกษาระบบอบแห้งข้าวเปลือกแบบมีสทไฟลอร์ที่ใช้ก๊าซไปโอมีเทนอัดเป็นแหล่งพลังงาน เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราการไหลของข้าวเปลือก,ความเร็วของอากาศร้อน,อุณหภูมิอบแห้งที่มีผลต่อการลดปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกสายพันธุ์ กข 6 (ข้าวเหนียว) ที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นประมาณ 21 ถึง 22% (w.b) ในกระบวนการอบแห้ง โดยทำการทดลอง ความเร็วรอบของเยระยกห้องอบแห้งที่ 110 rpm อุณหภูมิอบแห้ง

130 °C ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคองที่ เป็น 2.0, 4.0 และ 6.0 rpm หรืออัตราการไหลของเมล็ดข้าวเปลือก 49, 75 และ 130 kg/h, พบว่าความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วคองที่ เป็น 2.0 rpm หรืออัตราการไหลของเมล็ดข้าวเปลือก 49 kg/h ความเร็วอากาศร้อน 1, 1.5 และ 2 m/s พบว่าที่อัตราการไหลของอากาศร้อน 2 m/s สามารถลดความชื้นจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 21 ถึง 23 % (w.b) เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14 % (w.b) โดยข้าวเปลือกใช้เวลาอยู่ในห้องอบแห้งประมาณ 35-45 นาที ซึ่งมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) เท่ากับ 10.9 MJ/kgwater evap ข้าวเปลือกภายหลังการอบแห้งมีอัตราการกะเทาะเปลือกคิดเป็นร้อยละ 94.3 %

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี. (2547). *คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ณัฐพล มณีโชติ. (2559). ผลกระทบของขนาดรูเปิดของแผ่นกระจายอากาศและความหนาของชั้นข้าวเปลือกต่อคุณลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบมัลติโฟลว์. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 11(1),61-69.
- ประชา บุญยวานิชกุล. (2556). การประเมินกระบวนการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงสำหรับเครื่องมือวัดความชื้นข้าวเปลือก. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 5(9), 47-55.
- สุรัชย์ เหมหิรัญ. (2563). *การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัลติโฟลว์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภูวนัย ปาลกะเชนทร์. (2564). *การพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบมัลติโฟลว์สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชาย ไสภณรณฤทธิ. (2540). *การอบแห้งเมล็ดธัญพืช* (พิมพ์ครั้งที่ 5). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Puttapoun, W., Moran, J., Aggarangsi, P., Bunkham, A. (2015). Powering shuttle kilns with compressed biomethane gas for the Thai ceramic industry. *Energy for Sustainable Development*, 28(October 01), 95-101.

ผลของเชื้อเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) ต่อการเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่า
(*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.)

The Effects of *Phlebopus portentosus* on the Growth and Development of
Pterocarpus macrocarpus Kurz.

อัญชิสาว วสุสุนทร¹ แหลมไทย อาษานอก² กมลพร ปานง่อม³ และ วรณมา มังกิตะ^{1*}

¹สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

³สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. Email address: wmangkita378@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) ต่อการเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อที่แตกต่างกัน ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ) และชุดทดลองที่ปลูกเชื้อปริมาณ 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร จำนวน 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง โดยปลูกเชื้อห่างกัน 15 วัน ทดสอบกับกล้าประดู่ป่าอายุ 4 เดือน บันทึกผลการเจริญเติบโตทุก 30 วัน หลังปลูกเชื้อนาน 180 วัน พบว่า ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก และความกว้างทรงพุ่มของกล้าประดู่ป่าที่มีการปลูกเชื้อ 20 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 54.59±8.83 เซนติเมตร 8.05±2.40 มิลลิเมตร และ 36.35±6.11 เซนติเมตร ตามลำดับ และมวลชีวภาพโดยรวมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16.03±2.42 กรัม แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และพบว่าความสูงเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก ความกว้างทรงพุ่ม และมวลชีวภาพรวมของกล้าประดู่ป่าที่ทำการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าสองครั้งมีแนวโน้มการเจริญเติบโตโดยรวมมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการปลูกเชื้อและการปลูกเชื้อเพียงครั้งเดียว

คำสำคัญ: ประดู่ป่า เห็ดตับเต่า เอคโตไมคอร์ไรซา

Abstract

The effects of *Phlebopus portentosus* on the growth and development of *Pterocarpus macrocarpus* Kurz using different amounts of inoculum have been studied. A completely randomized design (RCBD) consisting of seven experimental sets was done, including a control set (uninoculated) and experimental sets inoculated with amounts of 10, 20, and, 30 ml inoculum, applied once and twice, which were inoculated 15 days apart. The experiment was conducted on four-month-old *P. macrocarpus*, and growth parameters were recorded every 30 days for a total duration of 180 days after inoculation.

The results showed that the height, diameter at the root collar, and canopy width of *P. macrocarpus* inoculated twice with 20 ml of *P. portentosus* inoculum had the highest average value of $54.59+8.83$ cm, $8.05+2.40$ mm, and 36.35 ± 6.11 cm, respectively. Overall biomass also had the highest average value of $16.03+2.42$ g, which was significantly different from the control set ($P<0.05$). Moreover, it found that the height, diameter at root collar, canopy width, and total biomass of seedlings that were inoculated twice had a higher overall growth trend than those of the uninoculated control and single inoculation.

Keywords: Ectomycorrhiza, *Pterocarpus macrocarpus* Kurz., *Phlebopus portentosus*

บทนำ

ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) เป็นไม้ในวงศ์ Fabaceae สามารถเติบโตในที่แจ้งและแดดจัด ต้องการน้ำและความชื้นปานกลางในการเจริญเติบโต สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศ เป็นไม้มงคลที่ให้ความหมายถึงความแข็งแกร่ง สามัคคี เนื้อไม้ประดู่ป่าสามารถใช้สร้างบ้าน ทำเฟอร์นิเจอร์ ทำเครื่องดนตรีไทย และเปลือกถูกนำมาใช้ในการย้อมสีผ้า ประดู่ป่าถูกจัดเป็นไม้มีค่า ไม้เศรษฐกิจในพระราชบัญญัติหลักประกันธุรกิจใช้ในการค้าประกัน รวมถึงอยู่ในรายชื่อไม้คาร์บอนเครดิตสร้างรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต แต่เป็นไม้ตัดฟันยาว 15-30 ปี การเจริญเติบโตช้า (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่ากรมป่าไม้, 2556; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565) ทำให้ผู้เขียนสนใจการใช้เทคโนโลยีเห็ดป่าไมคอร์ไรซาซึ่งเป็นวิธีการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับต้นพืชได้ โดยเห็ดป่า เศรษฐกิจมีหลากหลายชนิด เช่น เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดระโงก (*Amanita*

javanica) เห็ดตะไคล (*Russula virescens*) รวมถึง เห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) ซึ่งเป็นเห็ดราที่มีคุณสมบัติของการเป็นเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาที่อยู่แบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis relationship) ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยการย่อยธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน, โปแทสเซียม, ฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม) ผ่านกระบวนการเมแทบอลิท์ (metabolite) ที่จำเป็นให้พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในการเจริญเติบโต ใช้ในกระบวนการปฏิกริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง มีธาตุอาหารที่จำเป็น โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ รวมถึงเพิ่มพื้นที่ให้กับรากพืช ทำให้พืชสามารถทนต่อความแห้งแล้ง เพิ่มการกักเก็บน้ำ การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของดิน เพิ่มอัตราการรอดตายจากโรคพืช (โรคนาโคดิน) และเห็ดตับเต่าสามารถควบคุมศัตรูพืช ใช้ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม โดยการเข้าทำลายไข่ การฟักตัว และตัวอ่อนในระยะที่สองของไส้เดือนฝอยรากปม ช่วยเพิ่มการรอดตายของกล้าที่ปลูกลงในพื้นที่ (Allen, 1991; Conjeaud *et al.*, 1996; ทนวงศ์ และอุทัยวรรณ, 2537; ดีพร้อม, 2542; กิตติมาและคณะ, 2548; สุจิตราและคณะ, 2562; อธิษฐาน และอมรศรี, 2564) เห็ดตับเต่าสามารถนำมารับประทานได้ เนื้อสัมผัสคล้ายเนื้อสัตว์ กินเป็นยาบำรุงร่างกาย บำรุงกำลัง สามารถแปรรูปเห็ดตับเต่าเพื่อเพิ่มมูลค่า สร้างรายได้ และช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจพอเพียงในชุมชน (อนงค์ และอัจฉรา, 2530; อนงค์และคณะ, 2551; รวีวรรณ, 2556; วชิรญา และคณะ, 2565) การศึกษาเห็ดตับเต่าร่วมกับกล้าฝรั่งพบว่าที่ 180 วันกล้าฝรั่งมีความสูง จำนวนใบแตกใหม่ มวลชีวภาพทั้งเหนือพื้นดิน ใต้พื้นดินสูงกว่าชุดควบคุม รวมถึงมีแนวโน้มในการสร้างรากแก้ว และรากแขนงเพิ่มขึ้น ขณะที่ชุดควบคุมนั้นคงที่ตลอดการทดลอง (ปานทิพย์ และประภาพร, 2555) การศึกษาเห็ดตับเต่ากับกิ่งตอนชมพูพบว่าเมื่อผลการแตกกิ่ง และการเพิ่มมวลชีวภาพของกิ่งตอนชมพูอีกทั้งปริมาณที่เพิ่มขึ้นของเชื้อเห็ดตับเต่ามีแนวโน้มในการเพิ่มจำนวนของรากกิ่งตอนชมพู (ประภาพรและคณะ, 2560) การใส่เชื้อเห็ดตับเต่าในรากต้นหว้าที่อายุ 1, 3, 5, 7 และ 9 เดือน เป็นเวลา 1 เดือนพบว่ามีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตทางความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก จำนวนใบ ความยาวราก มวลชีวภาพเหนือดิน และมวลชีวภาพใต้ดิน โดยเฉพาะกล้าหว้าเริ่มต้นที่อายุ 7 เดือนมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และกล้าหว้าเริ่มต้นที่อายุ 3 เดือนมีอัตราการเกิดรากมากที่สุด (ธนรักษ์ และคณะ, 2564) และศึกษาเห็ดตับเต่ากับกล้าหางนกยูงไทยและแคบ้าน ในสภาพธรรมชาติ (พื้นที่ราบเชิงเขา แปลงกล้วย และไร่มันสำปะหลัง) พบว่าเห็ดตับเต่าช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตทางความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางระดับคอราก และความกว้างทรงพุ่ม หลังผ่านไปเป็นระยะเวลา 6 เดือน และพื้นที่แปลงธรรมชาติแปลงกล้วยมีการเพิ่มการเจริญเติบโตมากที่สุด เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ธนรักษ์ และคณะ, 2564) ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดตับเต่าที่สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญของต้นพืช งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อเห็ดตับเต่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่า เพื่อเป็นข้อมูลส่งเสริม สร้างแรงจูงใจในการปลูกไม้ประดู่ป่า และไม้ป่าเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ร่วมกับเห็ดตับเต่าหรือเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาชนิดอื่น ๆ ต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การเตรียมหัวเชื้อเห็ดตับเต่าในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง

หัวเชื้อเห็ดตับเต่าที่ใช้ในการทดลอง เตรียมโดยการแยกเชื้อจากดอกเห็ดในอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป พีดีเอ (PDA: potato dextrose agar) เป็นเวลา 30 วัน แล้วแยกเชื้อที่บริสุทธิ์ลงเลี้ยงบนอาหารพีดีเออีก 30 วัน จึงนำไปขยายเชื้อเพิ่มปริมาณในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง ใช้เวลาอีก 30 วัน โดยการเพาะเลี้ยงใช้ตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อหัวเชื้อในอาหารเมล็ดข้าวฟ่างเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว เตรียมหัวเชื้อโดยการขยี้กับน้ำสะอาดปราศจากคลอรีนในอัตราส่วนหัวเชื้อ 100 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ องค์การมหาชน, 2564) การทดลองใช้หัวเชื้อที่เตรียมในครั้งเดียวกันทั้งหมด

การเตรียมต้นกล้าประตูป่า

เพาะเมล็ดประตูป่าในถุงเพาะขนาดเล็ก 2×6 นิ้ว โดยวัสดุเพาะกล้าประตูป่า ประกอบด้วยดินดำ ขุยมะพร้าว และปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราส่วน 2:1:1 เมื่อกกล้าประตูป่าอายุ 3 เดือน ย้ายลงถุงเพาะขนาด 3×8 นิ้ว อนุบาลกล้าประตูป่า เป็นเวลา 1 เดือน (รวมอายุกล้า 4 เดือน) คัดกล้าประตูป่าที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ความสูงประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อนำมาทดลอง (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ องค์การมหาชน, 2564)

การปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าในต้นกล้าประตูป่า

วางแผนการทดลองบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) ซึ่งในการปลูกเชื้อแต่ละบล็อกจะใช้วิธีการสุ่มจับฉลากทั้งหมด บล็อกละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 6 ตัวทดลอง มีทั้งหมด 7 ชุดทดลอง ได้แก่ ชุดทดลองที่ปลูกเชื้อ 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร จำนวน 1 ครั้ง และจำนวน 2 ครั้ง (มวลชีวภาพของเส้นใยเห็ด 3 มิลลิกรัม/10 มิลลิลิตร) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่า โดยการปลูกเชื้อครั้งที่สองเว้นระยะเวลา 15 วัน จากครั้งแรก การปลูกเชื้อทำโดยการรดน้ำดินในถุงเพาะพอลิเอทิลีน ปิดดินในถุงเพาะกล้าประตูป่าให้แตกเป็นร่องเล็กน้อย เพื่อให้เชื้อเห็ดลงไปบริเวณโคนรากได้ดีขึ้น หลังใส่เชื้อเห็ด อนุบาลกล้าประตูป่าในที่ร่ม ไม่รดน้ำในช่วง 1-3 วันแรก เพื่อให้เส้นใยเห็ดได้ตั้งตัวและเจริญเกาะติดที่ระบบรากของกล้าประตูป่า หลังจากนั้นรดน้ำพอลิเอทิลีน น้ำไม่ไหลล้นจนชะเส้นใยเห็ดออกจากถุง (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ องค์การมหาชน, 2564) เมื่อครบ 1 สัปดาห์นำกล้าประตูป่ามาวางบริเวณที่มีแสงแดดรำไร อากาศโปร่ง ใช้ซาแลนพรางแสงช่วงบ่าย 60 เปอร์เซ็นต์ ดูแลกล้าประตูป่าให้น้ำทุกวันในช่วงเช้า ในปริมาณที่เท่ากัน หลังปลูกเชื้อเป็นระยะเวลา 30 วัน ตรวจวัดการเจริญเติบโตทุก 30 วัน เป็นเวลา 180 วัน โดยวัดความสูงด้วยไม้บรรทัดจากคอรากถึงปลายยอด 1 ครั้ง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มด้วยไม้บรรทัด จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (Elliott *et al*, 2000; ทนวงศ์และอุทัยวรรณ, 2537)

มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และมวลชีวภาพโดยรวม

วัดปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน และใต้ดิน โดยนำกล้าประดู่ป่า อายุ 180 วัน มาล้างดินออก แยกระหว่างส่วนเหนือดิน และส่วนรากใต้ดิน ชั่งน้ำหนักสดหน่วยเป็นกรัม จดบันทึกก่อนห่อด้วยกระดาษนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งหน่วยเป็นกรัม

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS

ผลและอภิปรายผล

การเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่า แสดงข้อมูลเมื่อปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าที่ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 วัน

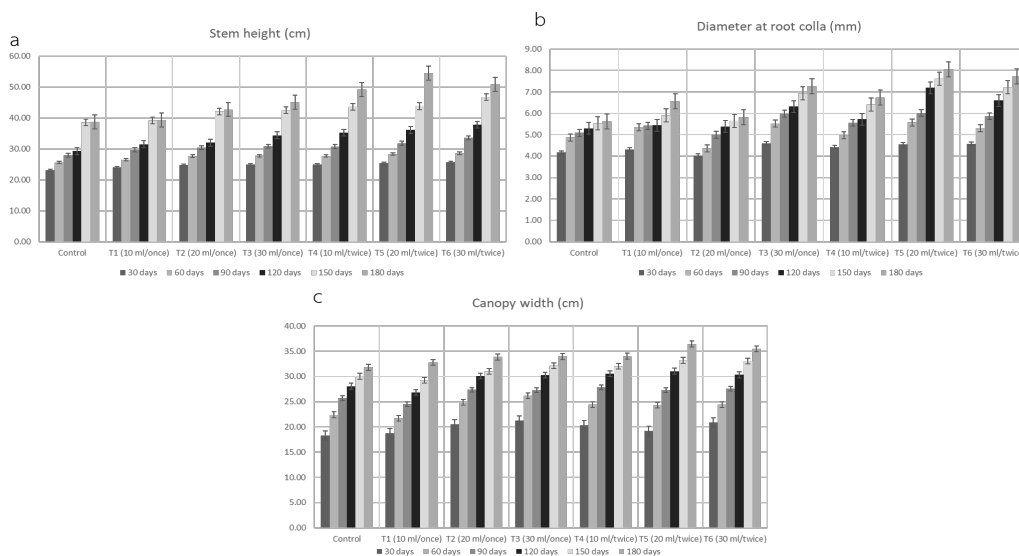


Figure 1 Trends of plant growth stem height (a), diameter at root collar (b), and canopy width (c) at 30 days, 60 days, 90 days, 120 days, 150 day and 180 days.

กราฟแสดงแนวโน้มการเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่าหลังการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าเมื่ออายุครบ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 วัน พบว่า การปลูกเชื้อสองครั้งในปริมาณ 20 และ 30 มิลลิลิตร มีแนวโน้มของความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับคอราก และความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นมากในช่วง 90, 120, 150 และ 180 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการปลูกเชื้อและการปลูกเชื้อเพียงครั้งเดียว (Figure 1a) การ

เจริญเติบโตของความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางระดับคอรากมีการแปรผกผันกัน เนื่องจากกล้าประดู่ป่าเกิดการยืดตัวของรากและลำต้นทำให้ความสูงเพิ่มขึ้นแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับคอรากเหนือดินลดลง โดยรากมีบริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว (region of cell elongation) ที่จะยืดตัวเพื่อเพิ่มความยาวของรากและส่วนลำต้นเองก็มีการยืดตัว ตามการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ระหว่างการเจริญเติบโต ซึ่งมีการเจริญยืดยาวไปในทิศทางเดียวกันมากกว่าจะเจริญไปหลายทิศทางอย่างการเจริญไปในทิศทางตั้งฉากกับแกน เช่น การยืดตัวของราก ลำต้นและก้านใบ (เทียมใจ คมกฤษ, 2542) (Figure 1b) และความกว้างทรงพุ่มของกล้าประดู่ป่าหลังการปลูกเชื้อเห็ดสองครั้งในปริมาณ 20 และ 30 มิลลิลิตร มีแนวโน้มแปรผันตามการเจริญเติบโตทางความสูงและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางระดับคอรากที่เพิ่มขึ้นเมื่อกล้าประดู่ป่าอายุ 150 และ 180 วัน (Figure 1c)

ผลการเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่าที่ได้รับการปลูกเชื้อเห็ดดับเต่าเมื่ออายุ 180 วัน

การศึกษาผลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก ความกว้างทรงพุ่ม พบว่าชุดทดลองที่ใส่ปริมาณหัวเชื้อเห็ดดับเต่า 20 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 54.59 ± 8.83 เซนติเมตร 8.05 ± 2.40 มิลลิเมตร และ 36.35 ± 6.11 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือชุดควบคุม (ไม่ได้ใส่เชื้อ) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 38.71 ± 8.20 เซนติเมตร 5.62 ± 0.63 มิลลิเมตร และ 31.79 ± 6.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (Table 1, Figure 2) สอดคล้องกับงานวิจัยที่ราเอกโตไมคอร์ไรซามีส่วนช่วยดูดซับน้ำและละลายสารอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายมากที่สุด (ไนโตรเจน, โพแทสเซียม, ฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม) ในดินผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึมซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซึม และนำไปใช้ได้ ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช (Allen, 1991; Conjeaud *et al.*, 1996; สมบูรณ์, 2532, ทนวงศ์และอุทัยวรรณ, 2537; ดีพร้อม, 2542; สุจิตรา และคณะ, 2562; อธิฐานและอมรศรี, 2564) สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของความสูง และความกว้างทรงพุ่ม กิ่งและใบของกล้าฝรั่งอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม (ปานทิพย์และประภาพร, 2555)

Table 1 Stem height, diameter at root collar, and canopy width, of *P. macrocarpus* Kurz. were inoculated which *P. portentosus* for 180 days.

<i>Treatment</i>	<i>Stem height</i> (cm) *	<i>Diameter at root</i> <i>collar (mm) *</i>	<i>Canopy</i> <i>width (cm) *</i>
<i>Control</i>	38.71±8.20 ^d	5.62±0.63 ^c	31.79±6.70 ^b
<i>Inoculated once</i>			
<i>T1 (10 ml)</i>	39.41±7.62 ^d	6.56±2.71 ^{bc}	32.76±4.73 ^{ab}
<i>T2 (20 ml)</i>	42.76±8.39 ^{cd}	5.82±1.08 ^c	33.44±5.49 ^{ab}
<i>T3 (30 ml)</i>	45.06±8.23 ^{bc}	7.26±1.88 ^{ab}	33.97±5.21 ^{ab}
<i>Inoculated twice</i>			
<i>T4 (10 ml)</i>	49.24±6.47 ^{abc}	6.73±1.77 ^{abc}	34.00±6.69 ^{ab}
<i>T5 (20 ml)</i>	54.59±8.83 ^a	8.05±2.40 ^a	36.35±6.11 ^a
<i>T6 (30 ml)</i>	50.88±5.15 ^{ab}	7.72±1.72 ^{ab}	35.41±4.82 ^a

Remark: * Values followed by different letters on the same column are significantly different ($P < 0.05$)

**มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และมวลชีวภาพโดยรวมของกล้าประดู่ป่าที่ได้รับการปลูกเชื้อเห็ด
ตับเต่า เมื่ออายุครบ 180 วัน**

การศึกษามวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และมวลชีวภาพโดยรวม พบว่าชุดทดลองที่ใส่ปริมาณหัวเชื้อเห็ดตับเต่า 20 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง มีน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 12.72±1.92, 3.31±0.50 และ 16.03±2.42 กรัม ตามลำดับ และชุดควบคุมมีน้ำหนักน้อยที่สุด เท่ากับ 8.67±1.09, 2.25±0.28 และ 10.92±1.37 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (Table 2, Figure 2) สอดคล้องกับงานวิจัยซึ่งพบว่าการเจริญเติบโตของกล้าไม้ที่ปลูกร่วมกับเอคโตไมคอร์ไรซามีการน้ำหนักแห้งมากกว่ากล้าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ (Jackson and Mason, 1984; ทนวงศ์และอุทัยวรรณ, 2537) และการศึกษาของธนภักษ์ อินยอดและคณะในปี 2564 พบว่าการใช้กล้าหัวอายุ 7 เดือนที่ปลูกเชื้อตับเต่ามีมวลชีวภาพมากกว่าไม่ได้ปลูกเชื้อทั้งมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (น้ำหนักแห้งส่วนใบและลำต้น และมวลชีวภาพส่วนใต้ดิน (น้ำหนักแห้งส่วนราก))

Table 2 Stem biomass, root biomass, and total biomass of *P. macrocarpus* Kurz. which were inoculated with *P. portentosus* at 180 days.

Treatment	Stem biomass (g)*	Root biomass (g)*	Total biomass (g)*
Control	8.67±1.09 ^b	2.25±0.28 ^b	10.92±1.37 ^b
			<i>Inoculated once</i>
T1 (10 ml)	9.12±1.01 ^b	2.37±0.26 ^b	11.50±1.28 ^b
T2 (20 ml)	9.88±1.21 ^{ab}	2.57±0.31 ^{ab}	12.45±1.53 ^{ab}
T3 (30 ml)	10.98±1.23 ^{ab}	2.85±0.32 ^{ab}	13.83±1.55 ^{ab}
			<i>Inoculated twice</i>
T4 (10 ml)	10.37±0.80 ^{ab}	2.70±0.21 ^{ab}	13.07±1.01 ^{ab}
T5 (20 ml)	12.72±1.92 ^a	3.31±0.50 ^a	16.03±2.42 ^a
T6 (30 ml)	11.47±1.32 ^{ab}	2.98±0.34 ^{ab}	14.45±1.66 ^{ab}

Remark: * Values followed by different letters on the same column are significantly different (P<0.05)

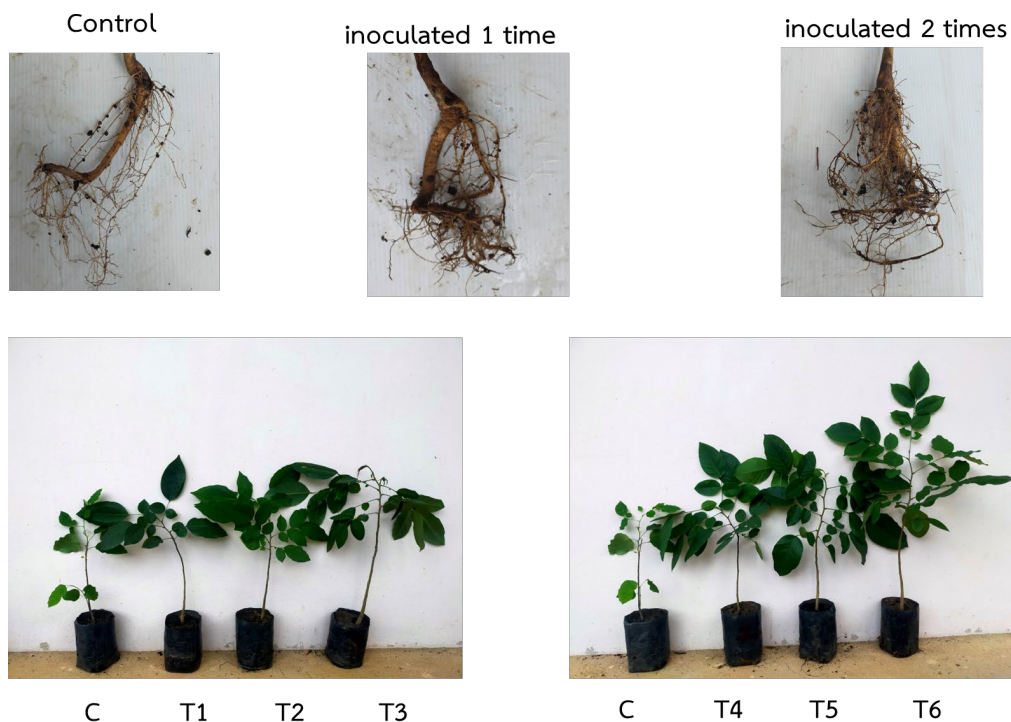


Figure 2 Roots and growth of *P. macrocarpus* Kurz. seedlings which were inoculated with *P. portentosus*. Uninoculated seedlings (C), inoculated once with 10 ml (T1), 20 ml (T2), 30 ml (T3), and seedlings inoculated twice with 10 ml (T4), 20 ml (T5), 30 ml (T6).

สรุป

การศึกษาผลของเชื้อเห็ดตับเต่าต่อการเจริญเติบโตของกล้าประดู่ป่า โดยใช้กล้าประดู่ป่าเริ่มต้นอายุประมาณ 4 เดือน เพื่อปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าในปริมาณที่แตกต่างกัน ศึกษาการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางระดับคอราก ความกว้างทรงพุ่มหลังปลูกเชื้อเป็นระยะเวลา 180 วัน ทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของมวลชีวภาพโดยรวม พบว่าการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าปริมาณ 20 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง ทำให้ค่าเฉลี่ยของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก ความกว้างทรงพุ่ม มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน และมวลชีวภาพโดยรวม สูงกว่ากล้าประดู่ป่าที่ไม่ได้ปลูกหัวเชื้อ (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และพบว่าการปลูกหัวเชื้อสองครั้งมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าการปลูกหัวเชื้อเพียงครั้งเดียวจากการทดลองนี้สามารถใช้เชื้อเห็ดตับเต่าในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการส่งเสริมการปลูกไม้ประดู่ป่า รวมทั้งเป็นแนวทางในการปลูกไม้เศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ร่วมกับเห็ดตับเต่าหรือเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาชนิดอื่น ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี 2565 และ ขอขอบพระคุณ ทุนก้นกฏจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการให้ทุนการศึกษา ขอขอบคุณ นายไพฑูรย์ จันทร์โลหิต ผู้อนุเคราะห์กล้าไม้ทดลอง และ นางสาวณัฐธิดา กติกาโชคสกุล ผู้ช่วยเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กิตติมา ด้วงแค, วินันทดา หิมะมาน, และจันจิรา อายะวงศ์. (2548). เอคโตไมคอร์ไรซากับการควบคุมโรคเน่าคกล้าไม้ยูคาลิปตัส. *สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช*. รว 181.351 ก56. 17 หน้า.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. (2542). เห็ดกินได้ เห็ดพื้นบ้าน ในประเทศไทย. รวมบทความการประชุมสัมมนาวิชาการ เรื่อง ผักพื้นบ้านและอาหารพื้นเมือง. การสัมมนาวิชาการ เรื่อง ผักพื้นบ้านและอาหารพื้นเมือง. *กรมการแพทย์ สถาบันการแพทย์แผนไทย*, หน้า 130-132.
- ทनुวงศ์ แสงเทียน, และ อุทัยวรรณ แสงวณิช. (2537). การเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) ที่ได้รับการปลูกเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา. *วารสารวนศาสตร์*, 3(1), 22-28.
- เทียมใจ คมกฤษ. (2542). *กายวิภาคของพฤษศาสตร์พิมพ์ครั้งที่ 4*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ธนภักษ์ อินยอด, ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ, ขนิษฐา ขวณะนรเศรษฐ์, ธนภัทร เต็มอารมณ, ชาตรี กอนี, สุริมา ญาติโสสม, สุจิตรา บัวลอย, และ ปิยะดา เอี่ยมประสงค์. (2564). การศึกษาอายุของต้นหว้าที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อเห็ดตับเต่าภายใต้สภาวะเรือนปลูกพืช. *วารสารเกษตรนเรศวร* 18(1): 1-13

- ธนภักษ์ อินยอด, ธนากร ลัทธิดีระสุวรรณ, ธนภัทร เต็มอารมณ, ชาตรี กอนี, ศิรินทิพย์ ชัยมงคล, และ วีระชัย ฟองธวิงค์. (2564). ผลของเอคโตไมคอร์ไรซาจากเห็ดเผาะและเห็ดตับเต่าต่อการเจริญของไม้ป่าและไม้โตเร็วบางชนิดในสภาพแปลงธรรมชาติ. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 39(3) : 215 – 223
- ประภาพร ตั้งกิจโชติ, มัชฌิมา แทนสา และ กวิศร์ วานิชกุล. (2555). ผลของเชื้อเห็ดตับเต่าต่อการออกรากของกิ่งตอนชมพูพันธุ์เพชรสายรุ้ง. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาพืช. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย*, หน้า 272-279.
- ปานทิพย์ ชันวิชัย, และประภาพร ตั้งกิจโชติ. (2555). ผลของเชื้อเห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim.) ไอโซเลทต่าง ๆ ต่อการเติบโตทางกิ่งใบ และมวลชีวภาพของต้นกล้าฝรั่ง Okinawa. *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาพืช* หน้า 232-239
- รวีวรรณ เต็มขันธ์มณี. (2556). รายงานความก้าวหน้าแผนงานวิจัย: พัฒนาการวิจัยเห็ดตับเต่าจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างยั่งยืน. *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ*
- วชิรญา เหลียวตระกูล, วิจิตรา เหลียวตระกูล, และวรรณภา วงศ์แสงธรรม. 2565. นวัตกรรมด้านอาหารจากฐานทรัพยากรท้องถิ่นในชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยาสู่เชิงพาณิชย์. *Science, Technology, and Social Sciences Procedia*. 2022(4): จำนวน 10 หน้า
- สมบูรณ์ บุญยีน. (2532). ผลของเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซา ไพโซไลซิส ทิงชอเรียส ต่อการเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และสนคาร์เปีย ที่ปลูกบนมูลดินเหมืองแร่. *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ*
- ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่ากรมป่าไม้. (2556). *ประดู่ป่า*. <https://forestinfo.forest.go.th/pfd/Files/FileEBook/EB3.pdf>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *สร้างคาร์บอนเครดิต-สร้างรายได้*. <https://www.onep.go.th/26-ตุลาคม-2565-เปิดรายชื่อต้นไม้/>
- สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากชีวภาพ (องค์การมหาชน). (2564). คู่มืออบรมเชิงปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเห็ดไมคอร์ไรซาและการปลูกพืชเศรษฐกิจร่วมกับการเพาะเห็ดไมคอร์ไรซา. *สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากชีวภาพ (องค์การมหาชน)*. 1: 5 – 29
- สุจิตรา โกศล, สุนารี วังลึก, ธนภักษ์ อินยอด, ธนภัทร เต็มอารมณ, วรรณมา มังกิตะ, และ ธนากร ลัทธิดีระสุวรรณ. (2562). ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และนิเวศวิทยาของเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จังหวัดแพร่. *วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย* 3(1): 38-46



- อธิษฐาน ชมเพ็ญ และอมรศรี ชุนอินทร์. (2564).ประสิทธิภาพของเชื้อเห็ดตับเต่า (*Boletus sp.*) ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*). *วารสารวิจัย มช.* (ฉบับบัณฑิตศึกษา). 21(2): 13-24
- อนงค์ จันท์ศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และ อุทัยวรรณ แสงวงนิช. (2551). ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. *สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- อนงค์ จันท์ศรีกุล และ อัจฉรา พัพพานนท์. 2530. ตับเต่า: เห็ดที่ควรพัฒนา. *วารสารกสิกร* 60(5): 441-445.
- Allen, M. F. (1991). The ecology of mycorrhizae. In *Journal of Tropical Ecology*, A. C. Newton, Cambridge: *Cambridge University Press*. ed. pp. 194.
- Conjeaud, C., Scheromm, P., & Mousain, D. (1996). Effect of phosphorus and ectomycorrhiza on maritime pine seedling (*Pinus pinuaster*). *New Phytologist*, 133(2): 345-351
- Elliott, S., Kerby, J., Blakesley, D., Hardwick, K., Woods, K. and Anusarnsunthorn, V. (2000). Forest Restoration for wildlife conservation. *Chiang Mai University.*
- Jackson, R.M., and P.A. Manson. (1984). Mycorrhiza. *Studies in Biology* No. 195. 60 p.

การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยเรื่องพลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย

The Development of Research Data Retrieval System on the Dynamics of Miang Tea under Climate Change in Northern Thailand

พัชรณัฐ ดาวดึงษ์^{1*} ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ² และ ศักดา ปินตาวงศ์³

¹กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

³มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. Email address: patcharanutmju@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยเรื่องพลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย เป็นกระบวนการที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและค้นหาข้อมูลงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ระบบนี้มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมการค้นคืนข้อมูลงานวิจัยที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยพัฒนาในลักษณะ เว็บแอปพลิเคชัน ที่รองรับการใช้งานสำหรับทุกอุปกรณ์ และ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยใช้ภาษา C# พัฒนาระบบ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานใช้ bootstrap และระบบจัดการฐานข้อมูลใช้ SQL Server ผลการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพการใช้งานระบบสืบค้นจากผู้ใช้งานที่เข้าร่วมอบรมการใช้งานจำนวน 31 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้แบ่งการประเมิน 3 ด้านได้แก่ ด้านเนื้อหาของระบบสืบค้น ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ และด้านความพึงพอใจด้านประโยชน์และความปลอดภัยของฐานข้อมูลระบบสืบค้น พบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสืบค้นอยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$)

คำสำคัญ: ระบบสืบค้น ชาเมี่ยง เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

The development of research data retrieval system of Miang tea's dynamics under climate change in Northern Thailand is a process that uses information technology to design and develop a system that allows users to access as well as to search for research data efficiently and quickly. The purposes of this study were to promote the retrieval of research data that meets the user's needs as a web application supporting all devices and to evaluate system performance and user satisfaction. The retrieval system was developed using C#, user interface was developed using bootstrap and database management system was developed using SQL Server. The assessment results from 31 participants who attended the system training were analyzed, and their evaluations were divided into three aspects: content of the retrieval system, website design and organization, and satisfaction in terms of benefits and security of the retrieval system database. The results showed that the participants were highly satisfied with the retrieval system, with an average satisfaction level of 4.56 out of 5.0. Overall, the study demonstrated the successful development of a retrieval system to support the cultivation of Miang tea under climate change conditions in Northern Thailand.

Keywords: Retrieval system, Miang tea, Web application

บทนำ

เมี่ยงหรือเหมี้ยง เป็นอาหารว่างของชาวล้านนาในอดีต มีประวัติยาวนานมาหลายพันปี เช่นเดียวกับการรับประทานชาในประเทศจีน แต่ชาวล้านนากลับนำเอาเมี่ยงหรือชานี้มารับประทานเป็นอาหารแทน แต่ดั้งเดิมทุกบ้านจะมีเมี่ยงไว้เป็นของกินและใช้ต้อนรับแขก โดยมีห่อเมี่ยงคู่กับขันหมากและโป๊ยยาขึ้น (กระป๋องยาสูบ) โดยแขกจะแกะห่อเมี่ยงแล้วกินเมี่ยงที่เจ้าของบ้านต้อนรับ แล้วจึงพูดคุย ชาวล้านนาจะกินเมี่ยงคู่กับสูบบุหรี่ (บุหรี) หลังอาหาร บางคนที่ไม่สูบบุหรี่ก็กินเมี่ยงอย่างเดียว วิธีกินเมี่ยงคือแกะห่อเมี่ยงออก นำใบเมี่ยงมาแผ่ใส่เกลือเม็ดและขิง ม้วนเป็นคำแล้วใช้ช้อน ที่เรียกกันว่า อมเมี่ยง การอมเมี่ยงนิยมอมเมี่ยงหลังกินข้าว หรืออมระหว่างมื้ออาหารกันปากกว้าง รสเปรี้ยวแกมฝาดของเมี่ยงทำให้ชุ่มคอ เมี่ยงหรือชา มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinesis* Seem. ในวงศ์ Theaceae ขึ้นตามหุบเขา ใบเล็กยาว ใบมีรสเปรี้ยวอมฝาด คนในล้านนาเก็บใบเมี่ยงมาหนึ่งแล้วหมักไว้สำหรับบอมและกิน ในใบเมี่ยงหรือชา มีคาเฟอีน 3-4% แทนนิน 7-15% และมีน้ำมันหอมระเหย ลักษณะลำต้น เป็นไม้พุ่มขนาดใหญ่ ดอกสีขาวมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ออกดอกเป็นช่อคล้ายดอกส้ม ถิ่นที่ปลูก ปลูกตามป่าดิบเชิงเขาทางภาคเหนือ เช่นที่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และน่าน ต้นเมี่ยงแต่ละต้นนั้นสามารถเก็บผลผลิตได้เฉลี่ยปีละ 4 ครั้ง ดังนี้ (1) เมี่ยงต้นปี เก็บเดือนมกราคมใบเมี่ยงจะอ่อนขายได้ราคาดี (2) เมี่ยงกลางปี เก็บเดือนพฤษภาคม ใบเมี่ยงจะสวยและเมี่ยงจะออกสู่ตลาดมาก (3) เมี่ยงส้อย

เก็บเดือนสิงหาคม (4) เมียงเหมย เก็บเดือนธันวาคม เป็นเมียงในฤดูหนาว ผลผลิตน้อย (ธนากร และคณะ, 2562)

ป่าเมียงมักมีลักษณะที่เป็นวนเกษตรที่สมดุล และเป็นระบบที่รักษาสภาพแวดล้อมปกป้องผืนป่าที่เป็นแหล่งต้นน้ำและทรัพยากรที่มีคุณค่า ป่าเมียงเป็นพื้นที่กันชน ป้องกันแหล่งต้นน้ำ ป้องกันการบุกรุกของกลุ่มคนที่เข้าไปยึดครองใช้ประโยชน์ภายในเขตป่า และยังป้องกันภัยพิบัติรูปแบบต่างๆ สภาพป่าเมียงเป็นโครงสร้างที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ พบพืชพันธุ์ พืชอาหารและสัตว์อื่นอีกมากมาย การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยมีความสำคัญเนื่องจากการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยช่วยในการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจที่ถูกต้องและมีความรู้ที่ปลอดภัยมาก นอกจากนี้ยังช่วยในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระเบียบและเข้าถึงได้ง่าย ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้โดยรวดเร็วขึ้น (พัชรณัฐ และคณะ, 2562) ปัจจุบันยังไม่มีระบบการจัดเก็บฐานข้อมูลพลวัตของชาเมียงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อให้ข้อมูลข่าวสารแก่หน่วยงานราชการและบุคคลที่สนใจ ซึ่งมีการเก็บบันทึกข้อมูลลงในรายงานการวิจัย หรือบางเว็บไซต์ก็ให้รายละเอียดความหมายเท่านั้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงจัดทำระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยพลวัตของชาเมียงภายใต้ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย โดยข้อมูลพลวัตของชาเมียงมีความสำคัญและเป็นพืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในท้องถิ่นเพื่อสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรมและการรักษาสายพันธุ์และคุณสมบัติที่ดีของชาเมียง สามารถเข้าถึงผลงานวิจัยที่เผยแพร่ได้ตลอดเวลา นักวิจัย นักศึกษา หน่วยงานด้านการอนุรักษ์ป่าไม้ นักเรียน และผู้สนใจ สามารถใช้งานผลงานวิจัยนี้ในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อพัฒนาความรู้ใหม่ๆ หรือใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการดำเนินงานวิจัยเอง ซึ่งจะเป็นการช่วยในการค้นคืนงานวิจัยช่วยเพิ่มความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับพลวัตของชาเมียง รวมถึงสร้างความตระหนักและจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชท้องถิ่น อย่างยั่งยืนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการพัฒนาการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย มีขั้นตอนในการออกแบบและการพัฒนาระบบพลวัตของชาเมียงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย มีขั้นตอนในการออกแบบและการพัฒนาระบบ ดังแสดงใน Figure 1

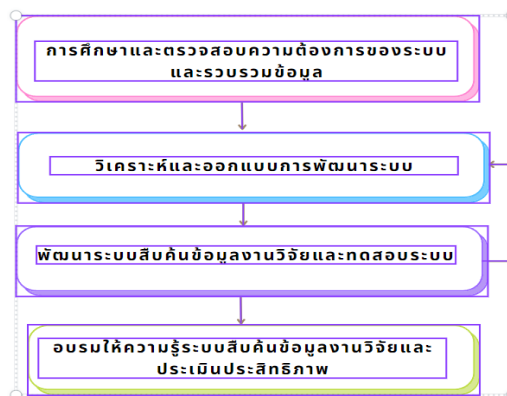


Figure 1. The Development Process of Research Retrieval System

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการศึกษางานวิจัยพลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในการดำเนินการวิจัยใด ๆ เพื่อให้การแสวงหาข้อค้นพบหรือองค์ความรู้มีความถูกต้องชัดเจน และมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องกำหนดและใช้กระบวนการวิจัยในการดำเนินการอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนที่ชัดเจน โดยที่ผู้วิจัยหรือบุคคลที่สนใจศึกษา งานวิจัยนั้น ๆ จะสามารถตรวจสอบและติดตามผลการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง พลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย (ธนกร และคณะ, 2562) ดัง Figure 2 เป็นรายงานวิจัยผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

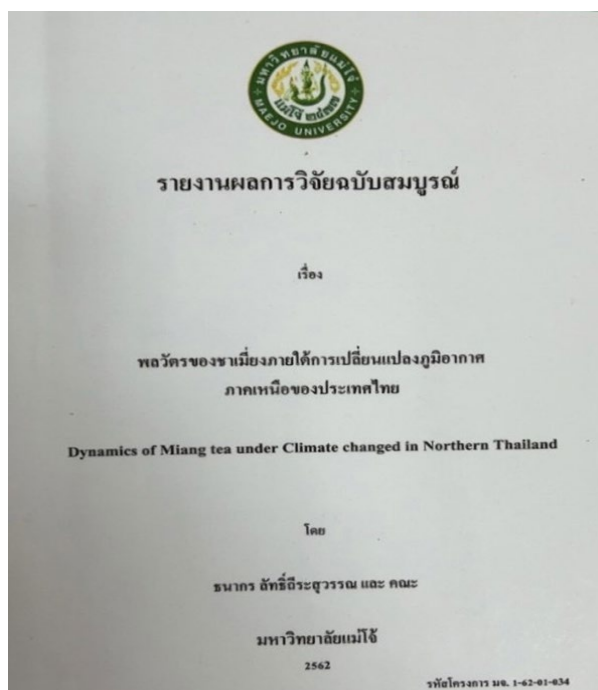


Figure 2 Complete Research Report

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย

การวิเคราะห์และออกแบบระบบจากการศึกษา รวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยพลวัตของชาเมี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวมา วิเคราะห์และออกแบบระบบ (Fowler, 2004) โดยใช้แนวคิดเชิงวัตถุเป็นแนวคิดหลัก และใช้ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language : UML) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ UML (Unified Modeling Language) คือ ภาษารูปภาพหรือสัญลักษณ์ (Graphical Language) ที่ใช้เพื่อถ่ายทอดความคิดของเรานั้นที่มีต่อระบบออกมาเป็นแผนภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์มากมายตามกฎในการสร้างแผนภาพนั้น กล่าวง่าย ๆ คือ “UML เป็นภาษาสำหรับสร้างแบบจำลองของระบบ” ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุโดยเฉพาะในการบรรยายภาพรวมของระบบที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนนั้น หากใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์ย่อมทำให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่าการบรรยายด้วยข้อความเพียงอย่าง

เดี่ยว ดังนั้น “ภาษารูปภาพ (Graphical Language)” จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อให้เป็นภาษาสำหรับสร้างแบบจำลอง (Modeling Language) UML จึงจัดว่าเป็นภาษารูปภาพชนิดหนึ่งเพื่อการสร้างแบบจำลองนั่นเอง มีกำหนดผู้ใช้งานในระบบ 2 ประเภทคือ ผู้ใช้ทั่วไป และผู้ดูแลระบบ โดยผู้ใช้ทั่วไปสามารถค้นหาข้อมูลได้เท่านั้น ส่วนผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูล (เพิ่ม ลบ และแก้ไข) ต่างๆ ในฐานข้อมูลนำเสนอระบบงานผ่านยูสเคส และแอกเตอร์ดังแสดงรายละเอียดดัง Figure 3

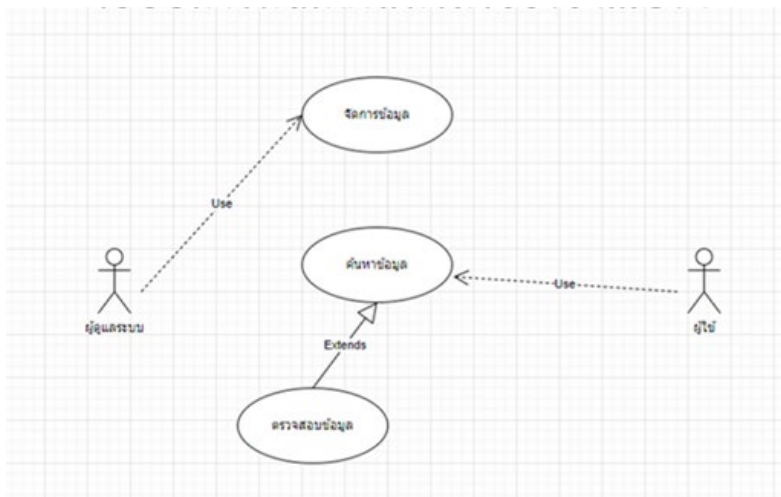


Figure 3 The Use Case Diagram of Proposed System

การออกแบบระบบฐานข้อมูลโดยใช้ E-R Diagram ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลจากเล่มงานวิจัยเข้าสู่ฐานข้อมูลเป็นกระบวนการที่สำคัญเพื่อให้ข้อมูลสามารถเข้าถึงและนำมาใช้ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ มาจัดทำฐานข้อมูล (กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล และจำลอง ครอบุตสาหะ, 2546) ออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่สอดคล้องกับข้อมูลจากเล่มงานวิจัย เช่น การสร้างตารางโครงการ และข้อมูลเนื้อหาของงานวิจัย และกำหนดฟิลด์ (หัวข้อของงานวิจัย ฟิลด์ข้อมูลเนื้อหาของงานวิจัย เป็นต้น) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บเป็นไปตามแผนผังความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity-Relationship Diagram) ดัง Figure 4 เพื่อในง่ายต่อการค้นหาข้อมูลการค้นหาจะใช้คำสำคัญในการค้นหา (key word)

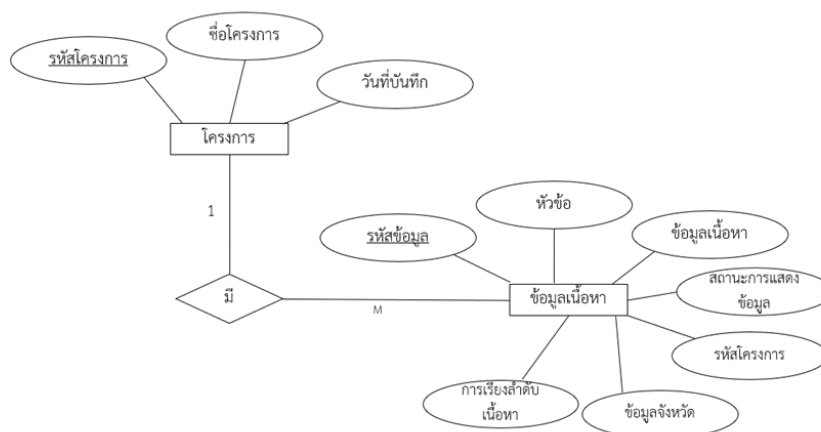


Figure 4 A diagram showing database relationships

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยและทดสอบระบบ

การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยพลวัตของชาเมืองภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย การจัดทำกรพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย ได้ออกแบบระบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับพลวัตของชาเมืองภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย โดยช่วยลดระยะเวลาและความผิดพลาดในการจัดการข้อมูลด้วยการใช้ เอกสาร และสามารถเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยให้การค้นหา และแก้ไขข้อมูลเป็นไปอย่าง รวดเร็ว นอกจากนี้ยังมี การนำ google map มาประยุกต์ใช้ในการนำทางแหล่งปลูกชาเมือง ช่วยผู้บริหารหัวหน้าหน่วยงานในการวางแผนพัฒนาต่อยอดในการบริหารจัดการข้อมูลชาเมือง รวมถึงส่งเสริมการอนุรักษ์พืชพื้นถิ่น ซึ่งการพัฒนา ระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย ได้มีการพัฒนาขึ้นเป็นแบบ Response Web สามารถรองรับการทำงานบน หน้าจออุปกรณ์เครือข่ายได้ทุกอุปกรณ์ ในการดูระบบ โดยใช้โปรแกรม C# ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบใช้ โปรแกรม Bootstarp และโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล SQL Server ให้มีการจัดการข้อมูลผ่านระบบแม่ข่ายของ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติได้ โดยทำการจัดการข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ของ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ <http://miangtea.phrae.mju.ac.th/>

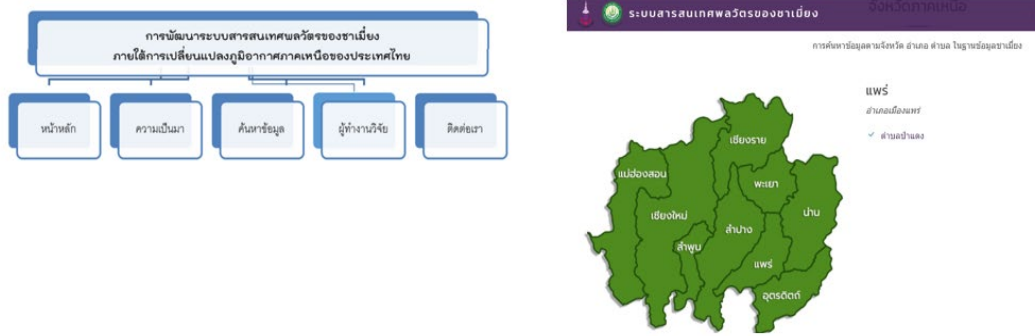


Figure 5. The Development of retrieval System for The Dynamics of Miang tea under Climate Changed in Northern Thailand and using google maps for navigation.

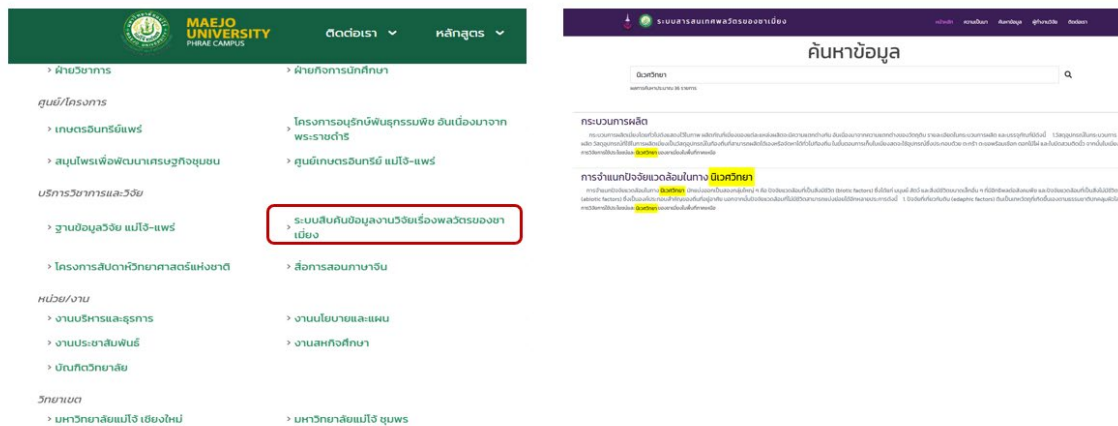


Figure 6. The research data retrieval system via Maejo University Phrae Campus

ขั้นตอนที่ 4 อบรมให้ความรู้การใช้งานระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยและประเมินประสิทธิภาพ

การอบรมให้ความรู้และประเมินประสิทธิภาพของระบบเพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยพลวัตของชาเมืองภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย สามารถทำงานได้ตรงตามขอบเขตที่กำหนดไว้ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน การใช้งานระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลการทำงานของระบบ เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยทราบถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ เพื่อให้สามารถนำข้อผิดพลาดเหล่านั้นไปทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ระบบงานที่พัฒนามีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการใช้งาน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ตามวิธีของไลเคอร์ท (Likert) ประกอบด้วยมาตรฐานอันดับเชิงคุณภาพ 5 ระดับ (ศิริชัยและคณะ, 2551)

ผลและอภิปรายผล

การพัฒนาเว็บสืบค้นข้อมูลงานวิจัยพลวัตรของชาเมียงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย ได้มีการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยในรูปแบบ Web Application แบบ Responsive ที่สามารถรองรับการใช้งานได้ทุกอุปกรณ์ ได้รับการพัฒนาด้วยภาษา C# และฐานข้อมูล MySQL โดย Web Application งานวิจัยนี้มีการประเมินผู้ใช้งานระบบจำนวน 31 คน เป็นการทดสอบและวิเคราะห์ผลการใช้งานระบบโดยมีการอบรมการใช้งานในกลุ่มตัวอย่างทำงานในสถานการณ์ที่ใช้งานจริง ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูล การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบระบบ โดยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ (1) ด้านเนื้อหาของระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย (2) ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ (3) ด้านความพึงพอใจด้านประโยชน์และความปลอดภัยของฐานข้อมูลการพัฒนาเว็บสืบค้นข้อมูลงานวิจัยผลการประเมินอยู่ใน Figure 7 - 9



Figure 7. Show satisfaction in the use of research data retrieval system.

Figure 7 แสดงผลการประเมินด้านเนื้อหาของการพัฒนาเว็บสืบค้นข้อมูลงานวิจัยได้รับผลการประเมินสูงมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 โดยแบ่งการประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ มีความชัดเจนในการแสดงข้อมูล, การแยกหมวดหมู่ที่เหมาะสมตามหมวดหมู่, การจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน มีความต่อเนื่องอ่านแล้วและข้อถูกต้อง ชัดเจน ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผลการประเมินด้านนี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยนี้มีคุณภาพเนื้อหาที่ดีมากและเหมาะสมสำหรับการใช้งาน



Figure 8. Show satisfaction with website design and layout

จาก Figure 8 แสดงผลการประเมินด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ได้แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ (1) การจัดรูปแบบในระบบง่ายต่อการอ่านและการทำงาน, (2) หน้าระบบมีความสวยงาม, มีความทันสมัย, น่าสนใจ, (3) สีสันทในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม, และ (4) ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรมีความสวยงามและอ่านได้ง่าย. ผลการประเมินด้านนี้ได้ค่าเฉลี่ยที่ 4.53 ซึ่งหมายความว่าระบบเว็บไซต์นี้มีการออกแบบและการจัดรูปแบบที่ดีและน่าใช้งานโดยรวม โดยเฉพาะการจัดรูปแบบในระบบที่ง่ายต่อการอ่านและการทำงาน และหน้าระบบที่มีความสวยงาม มีความทันสมัย และน่าสนใจ

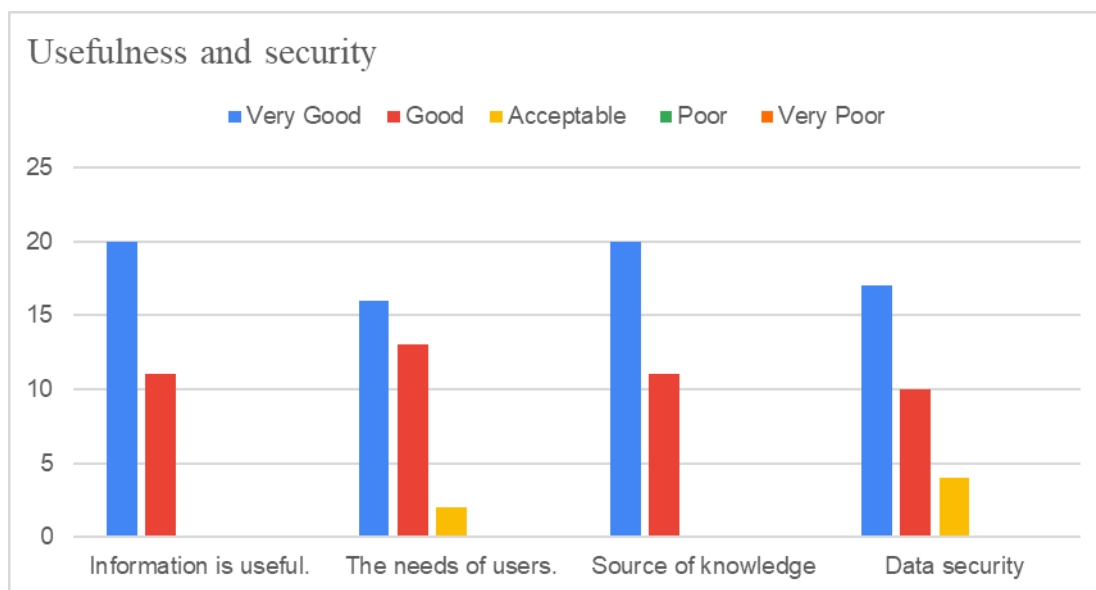


Figure 9. Show satisfaction with the usefulness and security of information system databases.

Figure 9 แสดง ผลการประเมินด้านประโยชน์และความปลอดภัยของฐานข้อมูลการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบนี้มีความพึงพอใจสูงจากผู้ใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอด, เป็นแหล่งข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน, สามารถเป็นแหล่งรวบรวมความรู้ได้ และการจัดการระดับความปลอดภัยหรือกำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูล นั้นหมายความว่าฐานข้อมูลการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยนี้มีคุณสมบัติที่ดีเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ และมีระบบการจัดการความปลอดภัยที่เหมาะสมเพื่อคุ้มครองข้อมูลในระบบนี้จากการเข้าถึงของบุคคลภายนอกที่ไม่ได้รับอนุญาตในการเข้าถึงข้อมูลนั้น ดังนั้นผู้ใช้งานจึงมีความพึงพอใจสูงในด้านนี้

สรุป

การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยพลวัตของชาเมียงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทยเป็นระบบที่มีประโยชน์และช่วยอำนวยความสะดวกให้กับการเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือมีปริมาณมาก และช่วยให้การเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ ยังช่วยสร้างความตระหนักและจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไปด้วย

ผลการประเมินจากผู้ใช้งาน 31 คนในทั้ง 3 ด้านของการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยพลวัตแสดงว่า ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะในด้านเนื้อหาของการพัฒนาฐานข้อมูลงานวิจัย การออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ และความพึงพอใจด้านประโยชน์และความปลอดภัยของฐานข้อมูลการ

พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าการใช้การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับดีมาก

ดังนั้น สรุปได้ว่า ระบบสืบค้นข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับพลวัตของชาเมืองในภาคเหนือของประเทศไทย ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความสำคัญสำหรับนักวิจัย นักศึกษา และนักอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชท้องถิ่นที่สนใจในการศึกษาและเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างง่ายดาย ระบบนี้สามารถ สนับสนุนการวิจัย การพัฒนา การวางแผนและการบริหารในหลากหลายด้าน เพื่อสร้างความเข้าใจและ สนับสนุนในการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องมากขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้งบประมาณ ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ ภักดีวัฒนกุล. (2546). *คัมภีร์ระบบสารสนเทศ*. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนดคอนซัลท์ จำกัด.
- ธนากร ลัทธิดีระสุวรรณและคณะ (2562). *การพัฒนาระบบสารสนเทศพลวัตของชาเมืองภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทย*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- พัชรณัฐ ดาวดึงษ์ และคณะ (2562). การพัฒนาระบบสารสนเทศการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพผู้สูงอายุ จังหวัดแพร่. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ “มสธ.วิจัย” ประจำปี 2562*. (น.81-93), กรุงเทพมหานคร.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2551). *การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Fowler, M. (2004). *UML distilled: A brief guide to the standard object modeling language* (3rd ed.). Addison-Wesley.

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ของสารสกัดหอยาบจากห้อม
Antibacterial Activity against Common Human Pathogenic Bacteria of
Strobilanthes cusia Crude Extract

ญาดา ไชยวิเศษ¹ และ วีรพันธ์ ไชยมณี^{1*}¹สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

Corresponding author. Email address: chveeranang@gmail.com

บทคัดย่อ

ห้อม (*Strobilanthes*) เป็นพืชที่นิยมปลูกเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการย้อมสี ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคจำนวน 12 สายพันธุ์ ของสารสกัดจากใบห้อมที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกัน 5 พื้นที่ ด้วยตัวทำละลายจำนวน 3 ชนิด คือ ไดคลอโรมีเทน เอทานอล และเฮกเซน โดยใช้วิธี disc diffusion assay พบว่า สารสกัดห้อมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ 6 ชนิด โดยสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus simulans* TISTR669, *Staphylococcus epidermidis* TISTR2162, *Staphylococcus aureus* TISTR746, และ *Bacillus cereus* TISTR03 (เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 11.67–25.67 มิลลิเมตร) ได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ *Salmonella typhimurium* TISTR1467 และ *Klebsiella pneumoniae* TISTR1383 (เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 8.33–12.67 มิลลิเมตร) นอกจากนี้สารสกัดห้อมด้วยไดคลอโรมีเทน และ เอทานอลยังสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าสารสกัดด้วยเฮกเซน ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงเป็นแนวทางในการนำพืชชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์เพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ

คำสำคัญ: สารสกัดหอยาบ ห้อม ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Strobilanthes*

Abstract

Hom or *Strobilanthes cusia* is often cultivated as raw material for dye. This research aimed to study antibacterial activity against 12 common human pathogenic bacteria of *Strobilanthes cusia* crude extract collected from 5 different areas. The crude extracts were investigated by disc diffusion assay using dichloromethane, ethanol and hexane as solvents. The study revealed that 6 crude extracts showed greater antibacterial activity against gram-positive bacteria strains, namely *Staphylococcus simulans* TISTR669, *Staphylococcus epidermidis* TISTR2162, *Staphylococcus aureus* TISTR746 and *Bacillus cereus* TISTR03 (with an inhibition zone diameter of 11.67–25.67 mm) than gram-negative bacteria strains, namely *Salmonella typhimurium* TISTR1467 and *Klebsiella pneumoniae* TISTR1383 (with an inhibition zone diameter of 8.33–12.67 mm). Moreover, crude extracts obtained from dichloromethane and ethanol showed stronger antibacterial activity than crude extracts obtained from hexane. Therefore, this study proposes *Strobilanthes cusia* for medicinal use to replace conventional antibiotics.

Keywords : Crude extracts, Hom, Antibacterial activity, *Strobilanthes cusia*

บทนำ

ห้อมจัดอยู่ในวงศ์ Acanthaceae นิยมปลูกเพื่อนำมาใช้ในการย้อมผ้าที่เรียกว่า “ผ้าม่อห้อม” เจริญเติบโตได้ดีในป่าดิบชื้นที่มีแสงรำไรและไม่ชื้นแฉะ อยู่เหนือความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100 – 2,000 เมตร ในสภาพดินร่วนจนถึงดินร่วนปนทรายและอินทรีย์วัตถุมากบนชั้นหน้าดิน สายพันธุ์ของห้อมที่นิยมปลูกกันในจังหวัดแพร่คือ *Strobilanthes cusia* (ณัฐพร, 2564) ห้อมสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางยาได้ เช่น รักษาไข้หวัด เบาทหวน ความดันโลหิตสูง และมะเร็ง รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านจุลชีพอื่น ๆ โดยองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากพืชในจีนัสนี้ คือ อินโดล แอลคาลอยด์ (Indole alkaloids) โมโนเทอร์พีน (Monoterpenes) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) สเตอรอล (Sterols) และแอนทราควิโนน (Anthraquinones) เป็นต้น (Honda and Tabata, 1979; Sun et al., 2008; Gu et al., 2014) Ban et al. (2022) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติการสมานแผล การต้านอนุมูลอิสระ และการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจาก *Strobilanthes crispus* โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ อะซิโตน เอทานอล และ โครโพรฟอร์ม พบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยอะซิโตนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ชนิดที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) (MRSA) และมีประสิทธิภาพในการสมานแผลอยู่ในเกณฑ์ดี อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีมากอีกด้วยเมื่อสกัดด้วยอะซิโตน นอกจากนี้จากการศึกษาการต้านจุลชีพของสารสกัด *S. cusia* ด้วยตัวทำละลายและความเข้มข้นที่ต่างกัน

พบว่า ฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัด โดยประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัดจาก *S. cusia* ด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันพบว่า เมทานอล > เอทานอล > ปิโตรเลียมอีเทอร์ > อะซีโตนตามลำดับ และยังพบว่าฤทธิ์ต้านจุลชีพส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเข้มข้นของสารสกัด โดยสารสกัด *S. cusia* มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี โดยเฉพาะ *S. aureus* และ *Bacillus subtilis* (Shahni and Handique, 2013) ทั้งนี้มีรายงานว่าสารสกัดเอทานอลจาก *S. crispus* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกมากกว่าแกรมลบ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบมักมีความต้านทานสูงเนื่องจากส่วนประกอบของไลโปโพลีแซคคาไรด์ของเยื่อหุ้มชั้นนอก (Lim *et al.*, 2015) นอกจากนี้สารสกัด *S. crispus* ด้วยเมทานอลที่ความเข้มข้น (5.92 %) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการรวมตัวของผลึกแคลเซียมออกซาลेट (CaOx) ได้ดี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือดได้ (Ramadhani *et al.*, 2021) สารสกัด *S. heyneanus* ประกอบด้วยสารสำคัญกลุ่มอัลคาลอยด์ สเตียรอยด์ เทอร์พีนอยด์ ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ซาโปนิน ไกลโคไซด์ และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งพบว่าที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhi* ได้โดยมีขนาดวงใสเท่ากับ 24 มิลลิเมตร (Sandaram *et al.*, 2021) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั่วไปในมนุษย์ของสารสกัดจากหอมที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดแพร่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาพัฒนาสำหรับใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับหอมด้วย

ระเบียบวิธีวิจัย

แบคทีเรียทดสอบ

เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 12 ชนิด คือ *Streptococcus sp.* TISTR1307, *Enterococcus faecalis* TISTR379, *Salmonella typhimurium* TISTR1467, *Serratia mercenscens* TISTR1903, *Staphylococcus simulans* TISTR669, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis* TISTR2162, *Enterococcus faecium* TISTR2058, *Staphylococcus aureus* TISTR746, *Escherichia coli* TISTR073, *Klebsiella pneumoniae* TISTR1383 และ *Bacillus cereus* TISTR035

การสกัดสารจากหอม

เก็บตัวอย่างหอมใบใหญ่ (*S. cusia*) จำนวน 5 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดแพร่ คือ บ้านนาตอง ตำบลช่อแฮ บ้านนาแคม ตำบลสวนเขื่อน บ้านนาคุดา ตำบลสวนเขื่อน บ้านแม่ลัว ตำบลป่าแดง และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดแพร่ ตำบลวังหงส์ นำส่วนใบหอมมาทำความสะอาดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง บดตัวอย่างพืชให้ละเอียด นำตัวอย่างพืชที่ได้มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ ไดคลอโรมีเทนความเข้มข้น 99.8% (V/V) เฮกเซนความเข้มข้น 99% (V/V) และเอทานอลความเข้มข้น 99% (V/V) โดยเติมตัวทำละลายต่อพืชในอัตราส่วน 500 มิลลิลิตร : 250กรัม ตั้งทิ้งไว้ที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เขย่าเป็นครั้งคราว เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ นำสารสกัดที่ผ่านการกรองไประเหยตัวทำละลายออกให้หมดด้วยเครื่องระเหยและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป (ดัดแปลงจาก Chaimanee *et al.*, 2017)

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหุ้มโดยวิธี Disc diffusion assay ซึ่งสารสกัดจากใบห้อมใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยงขนาด 1.5 มิลลิลิตร เจือจางสารสกัดตัวอย่างด้วย Dimethyl sulfoxide (DMSO) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากัน เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Sal. typhimurium* TISTR1467, *S. mercescens* TISTR1903, *S. simulans* TISTR669, *P. aeruginosa*, *S. epidermidis* TISTR2162, *S. aureus* TISTR746, *E. coli* TISTR073, *K. pneumoniae* TISTR1383 และ *B. cereus* TISTR035 บนอาหารแข็ง Brain Heart Infusion Broth (BHI) และ *Streptococcus sp.* TISTR1307, *E. faecalis* TISTR379 และ *E. faecium* TISTR2058 บนอาหารแข็ง MRS บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีอากาศสำหรับอาหารชนิด BHI และสภาวะไม่มีอากาศสำหรับอาหารชนิด De Man, Rogosa and Sharpe (MRS) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีเชื้อแบคทีเรียมาละลายลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.85% (w/v) นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (OD_{600}) ซึ่งมีค่าความขุ่นของเชื้อแบคทีเรียเปรียบเทียบกับค่า McFarland standard No. 0.5 เท่ากับ 0.08-0.1 โดยจะมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียประมาณ 10^8 CFU/ml นำไม้พินสำลีปราศจากเชื้อจุ่มสารละลายแขวนลอยเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด กดและบิดให้พองหมด จากนั้นทำการเกลี่ย (Swab) ลงบนผิวอาหารแข็งชนิดที่มีความเหมาะสมให้ทั่วทั้งไว้ 3-5 นาที เพื่อให้ผิวอาหารแห้ง จากนั้นทำการหยดสารสกัดหุ้มลงบนกระดาษกรองขนาด 6 มิลลิเมตร ปริมาตร 15 ไมโครลิตร นำกระดาษที่หยดสารสกัดห้อมไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทำการเกลี่ยเชื้อแล้ว และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณการยับยั้งที่เกิดขึ้น (มิลลิเมตร) ในการทดสอบใช้เตรสไซคลินความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นกลุ่มควบคุมผลบวก และ DMSO เป็นกลุ่มควบคุมผลลบ (Chaimanee *et al.*, 2017) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบนอาหารแข็งด้วยโปรแกรม JMP® เวอร์ชัน 11.2 สำหรับ Mac (SAS Institute Inc.) โดยวิเคราะห์ด้วย Non-parametric test (Kruskal - Wallis test) สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ

ผลและอภิปรายผล

จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย จำนวน 12 ชนิด ของสารสกัดหุ้มใบห้อมที่เก็บมาจาก 5 พื้นที่ในจังหวัดแพร่ โดยวิธี Disc diffusion assay (Figure 1) พบว่า สารสกัดจากใบห้อมสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ จำนวน 2 ชนิด คือ *Sal. typhimurium* TISTR1467 และ *K. pneumoniae* TISTR1383 และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้จำนวน 4 ชนิด คือ *S. simulans* TISTR669, *S. epidermidis* TISTR2162, *S. aureus* TISTR746, และ *B. cereus* TISTR035 โดยสารสกัดทุกตัวอย่างที่สกัดด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน เอทานอล และเฮกเซน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ

แบคทีเรีย *S. simulans* TISTR669, *S. epidermidis* TISTR2162, *S. aureus* TISTR746, และ *B. cereus* TISTR03 ได้ดีกว่าหรือเทียบเท่าเตตระไซคลินที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 14.00–21.67, 19.00–25.67, 17.00–20.33 และ 11.67–17.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 1) อย่างไรก็ตามสารสกัดใบห้อมด้วยไดคลอโรมีเทน และเอทานอล สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Sal. typhimurium* TISTR1467 ได้ไม่แตกต่างจากเตตระไซคลิน โดยมีศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเท่ากับ 8.33–12.67 มิลลิเมตร และมีเฉพาะสารสกัดใบห้อมด้วยไดคลอโรมีเทนที่เก็บจากพื้นที่นาคูหา แม่ลาว และวังหงส์ ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *K. pneumoniae* TISTR1383 ได้ (9.33–10.00 มิลลิเมตร) (Table 1)

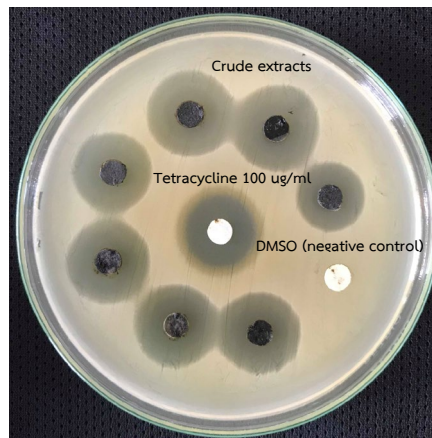


Figure 1 Inhibition zone of crude extract of *Strobilanthes cusia* against bacterial isolate using disc diffusion assay.

Table 1 Antibacterial activity of crude extracts (conc. 100 mg/ml) from the leaves of *Strobilanthes cusia* using disc diffusion assay.

Solvents	Sample	Inhibition zone \pm diameter SE (mm)					
		<i>Sal. typhimurium</i> TISTR1467	<i>S. simulans</i> TISTR669	<i>S. epidermidis</i> TISTR2162	<i>S. aureus</i> TISTR746	<i>K. pneumoniae</i> TISTR1383	<i>B. cereus</i> TISTR035
Dichloromethane	Na Tong	12.33 \pm 0.33*	16.33 \pm 0.88**	23.33 \pm 0.33**	19.67 \pm 0.88*	0.00 \pm 0.00	14.00 \pm 0.00*
	Na Camp	8.33 \pm 0.88*	14.00 \pm 1.00**	19.00 \pm 0.00**	17.00 \pm 0.58*	0.00 \pm 0.00	16.67 \pm 0.67*
	Na Cooha	12.67 \pm 2.19*	18.67 \pm 1.76**	23.00 \pm 0.00**	20.33 \pm 0.33*	10.00 \pm 0.58*	14.33 \pm 0.88*
	Mae Lau	12.33 \pm 1.33*	19.33 \pm 1.45**	23.00 \pm 0.00**	20.00 \pm 0.00*	10.00 \pm 0.58*	14.33 \pm 1.33*
	Wang Hong	12.67 \pm 1.20*	17.00 \pm 1.53**	22.33 \pm 0.33*	18.67 \pm 0.67*	9.33 \pm 0.33*	14.67 \pm 1.20*
Ethanol	Na Tong	10.67 \pm 0.33*	18.67 \pm 3.18**	25.00 \pm 1.00**	19.67 \pm 0.88*	0.00 \pm 0.00	12.67 \pm 0.67*
	Na Camp	9.33 \pm 0.33*	16.67 \pm 1.20**	23.67 \pm 0.33**	19.67 \pm 0.88*	0.00 \pm 0.00	12.00 \pm 0.58*
	Na Cooha	11.00 \pm 1.00*	16.00 \pm 1.53**	23.67 \pm 0.88**	19.67 \pm 0.33*	0.00 \pm 0.00	13.67 \pm 1.20*
	Mae Lau	10.00 \pm 1.00*	16.33 \pm 1.33**	22.67 \pm 0.88**	20.33 \pm 0.88*	0.00 \pm 0.00	13.67 \pm 1.20*
	Wang Hong	10.67 \pm 0.67*	17.00 \pm 1.53**	22.33 \pm 0.67*	19.00 \pm 0.58*	0.00 \pm 0.00	14.33 \pm 1.45*
Hexane	Na Tong	8.00 \pm 0.00	18.00 \pm 1.53**	25.67 \pm 0.33**	20.33 \pm 0.33*	0.00 \pm 0.00	17.67 \pm 1.45**
	Na Camp	0.00 \pm 0.00	15.00 \pm 1.15**	20.67 \pm 0.33*	17.00 \pm 0.58*	0.00 \pm 0.00	14.33 \pm 1.86*
	Na Cooha	0.00 \pm 0.00	18.67 \pm 1.33**	24.67 \pm 0.88**	20.00 \pm 1.15*	0.00 \pm 0.00	15.67 \pm 2.67*
	Mae Lau	7.67 \pm 0.33	21.67 \pm 1.76**	25.00 \pm 1.15**	19.67 \pm 1.20*	0.00 \pm 0.00	14.33 \pm 1.45*
	Wang Hong	7.67 \pm 0.33	21.00 \pm 2.08**	25.00 \pm 1.00**	20.00 \pm 1.00*	0.00 \pm 0.00	14.00 \pm 0.58*
Tetracycline (100 μ g/ml)		11.33 \pm 0.37	6.22 \pm 0.15	19.89 \pm 0.26	18.00 \pm 0.53	9.11 \pm 0.45	12.00 \pm 0.76

* Not significantly different from tetracycline, ** Significantly greater than tetracycline (Kruskal - Wallis test, $p < 0.05$)

การใช้ตัวทำละลายที่ต่างชนิดกันในการสกัดสาร อาจทำให้ได้ชนิดของสารที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคต่างกัน ซึ่งจากงานวิจัยนี้พบว่าการใช้ไดคลอโรมีเทน และเอทานอลในการสกัดสารใบห้อมมีแนวโน้มในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ดี ส่วนการใช้เฮกเซนในการสกัดสารให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียลดลงมา ทั้งนี้เนื่องจากเฮกเซนเป็นสารที่ไม่มีขั้วจึงนิยมใช้เพื่อสกัดสารที่ประกอบด้วยไลโปฟิลิกที่เป็นเมธิลกรดไขมัน (FAME) ไฮโดรคาร์บอน และเทอร์พีนอยด์ได้ดี (Musa *et al.*, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกจะมีความไวต่อสารสกัดห้อมมากกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ทั้งนี้เนื่องจากแบคทีเรียแกรมบวกมีโครงสร้างของผนังเซลล์เป็นชั้นของเปปติโดไกลแคน ต่างจากโครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบที่มีลิโปโพลีแซคคาไรด์และโปรตีนเป็นองค์ประกอบจึงเป็นการจำกัดปริมาณสารที่จะสามารถแพร่เข้าสู่เซลล์ได้ดีกว่า (Duffy and Power, 2001) ในปี Koay *et al.* (2012) รายงานว่าสารสกัดห้อมจากใบห้อมด้วยไดคลอโรมีเทนและเมทานอลที่นำมาทดสอบเพื่อหาฤทธิ์ต้านเชื้อ

แบคทีเรียโดยการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากสารสกัดไคคลอโรมีเทนและเอทานอล เป็นสารสกัดที่มีขี้ โดยไคคลอโรมีเทนจะมีขี้ต่ำกว่าเอทานอล จึงทำให้ตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถสกัดสารสำคัญในพืชที่เป็นสารมีขี้ออกมาได้ดี และส่งผลให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดีไปด้วยด้วย Ban et al. (2022) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติการสมานแผล การต้านอนุมูลอิสระ และการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจาก *Strobilanthes crispus* โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน เอทานอล และคลอโรฟอร์ม พบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยอะซิโตนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ชนิดที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) (MRSA) และมีประสิทธิภาพในการสมานแผลอยู่ในเกณฑ์ดี อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีมากอีกด้วย

จากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าห่อมในพื้นที่ใกล้เคียงกันมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมที่ไม่แตกต่างกัน จึงอาจจะส่งผลให้ชนิดและปริมาณของสารสำคัญในห่อมไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามควรที่จะทำการศึกษานิตและปริมาณของสารสำคัญในห่อมเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ต่อไป

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดใบห่อมในพื้นที่จังหวัดแพร่ พบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการยับยั้งทั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ โดยสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ และสารสกัดที่ได้จากการใช้ไคคลอโรมีเทน และเอทานอล เป็นตัวทำละลายมีแนวโน้มในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ดีกว่าการใช้เฮกเซน ดังนั้นจึงน่าจะเป็นแนวทางในการนำสารสกัดจากห่อมเพื่อไปประยุกต์ใช้ในด้านการแพทย์ต่อไปเพื่อลดการใช้ยาปฏิชีวนะ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพร จันทรฉาย. (2564). หม้อห่อมแพร่: ภูมิปัญญาและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. บริษัทสมาร์ทโคตติ้ง แอนด์ เซอร์วิส จำกัด. 350 หน้า.

Ban, W.K., Fong, I.L., Khong, H.Y., and Phung, J.H.Y. (2022). Wound Healing, antimicrobial and antioxidant properties of *Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau and *Strobilanthes crispus* (L.) Blume extracts. *Molecules* 27, 1722.



- Chaimanee, V., Thongtue, U., Sornmai, N., Songsri S., and Pettis J.S. (2017). Antimicrobial activity of plant extracts against the honeybee pathogens, *Paenibacillus larvae* and *Ascosphaera apis* and their topical toxicity to *Apis mellifera* adults. *Journal of Applied Microbiology* 123, 1160–1167.
- Duffy, C.F., and Power, R.F. (2001). Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plant extracts. *International Journal of Antimicrobial Agents* 17, 527–529.
- Gu, W., Zhang, Y., Hao, X.J., Yang, F.M., Sun, Q.Y., Morris-Natschke, S.L., Lee, K.H., Wang, Y.H., and Long, C.L. (2014). Indole alkaloid glycosides from the aerial parts of *Strobilanthes cusia*. *Journal of Natural Products* 77, 2590–2594.
- Honda, G., and Tabata, M. (1979). Isolation of antifungal principle tryptanthrin, from *Strobilanthes cusia* O. Kuntze. *Planta Medica* 36, 85–90.
- Koay, Y.C., Wong, K.C., Osman, H., Ibrahim M., Eldeen, S., and Asmawi M.Z. (2013). Chemical constituents and biological activities of *Strobilanthes crispus* (L.). *Records of Natural Products* 7, 59–64.
- Lim, V., Yap, C., Chong, H., and Shukkoor, M.S.A. (2015). Antimicrobial evaluation and GC-MS analysis of *Strobilanthes crispus* ethanolic leaf extract. *European Journal of Medicinal Plants* 10, 1–8.
- Musa, A.M., Ibrahim, A.M., Aliyu, A.B., Abdullahi, M.S., Tajuddeen, N., Ibrahim, H., and Oyewale A.O. (2015). Chemical composition and antimicrobial activity of hexane leaf extract of *Anisopus mannii* (Asclepiadaceae). *Journal of Intercultural Ethnopharmacology* 4, 129–133.
- Ramadhani, V., Rusdi, Azizah, Z., and Rivai, H. (2021). Overview of phytochemicals and pharmacological activity of keji beling plant (*Strobilanthes crispus* Bl.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Medicine* 6, 25–39.
- Sandaram, V., Sadhasivam, S., Chandrasekaran, S., Nanjian, R., and Pandian, A. (2021). *Strobilanthes heyneanus* root extract as a potential source for antioxidant and antimicrobial activity. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences* 7, 91.
- Shahni, R., and Handique P.J. (2013). Antibacterial properties of leaf extracts of *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze, a rare ethno-medicinal plant of Manipur, India. *International Journal of PharmTech Research* 5, 1281–1285.
- Sun, X.B., Sheng, J.R., and Wang, D.P. (2008). Research progress of chemical constituents and pharmacological activities for *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek. *Guangxi Shifan Xueyuan Xuebao* 25, 66–69.

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไคววาระ Chemical Properties of Wheat, Alfalfa, Celery and Kaiware Sprouts

ชญาดา ม้าแก้ว^{1*} ชลดา นามไพร¹ ศิริโสภา อินชะ วรณวงศ์¹ ละออทิพย์ นะโลกา¹
พัชรเพ็ญ เพ็ญจำรัส² และ ศรายุทธ ตรีรัตน์¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. Email address: fernchayada3108@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไคววาระ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบรูณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มีทั้งหมด 4 สิ่งทดลองแต่ละสิ่งทดลองประกอบด้วย 4 ซ้ำ ทำการศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด การกำจัดอนุมูล DPPH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ผลการศึกษา พบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการกำจัดอนุมูล DPPH มากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 2.70 และ 85.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 0.072, 0.074 และ 0.146 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ ในขณะที่ต้นอ่อนไคววาระมีปริมาณวิตามินซี และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 0.91 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด และ 1.23 มิลลิกรัมสมมูลต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้น้อยที่มีค่าที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: คุณภาพทางเคมี ต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย ไคววาระ

Abstract

This research aimed to study chemical qualities of wheat, alfalfa, celery, and kaiware sprouts. A completely randomized design (CRD) was conducted in this study. The chemical qualities of four sprouts were analyzed including total soluble solid (TSS), total titratable acidity (TTA), vitamin C, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, DPPH inhibition, total phenolic content. The study found that wheat sprouts contained highest total soluble solid, DPPH inhibition, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll of 2.70%, 85.35%, 0.072 mg/100g FW, 0.074 mg/100g FW and 0.146 mg/100g FW, respectively. However, kaiware sprout presented highest of vitamin C and total phenolic content of 0.91 mg/100g FW and 1.23 mgGAE/100g FW, respectively. On the other hand, celery contained lowest of total titratable acidity (TTA) of 0.08 %.

Keywords: Chemical qualities, Wheat sprouts, Alfalfa sprouts, Celery sprouts, Kaiware sprouts

บทนำ

ไมโครกรีน/ต้นอ่อน (Microgreen/Sprouts) คือ ต้นอ่อนของพืชผักชนิดต่าง ๆ ที่มีการงอกและยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ใช้ระยะเวลาการเพาะปลูกสั้น 7-14 วัน ถือเป็นข้อดีอีกอย่างของการเพาะต้นอ่อน คือ เมื่อต้นอ่อนมีขนาดความสูงประมาณ 1 - 4 นิ้ว มีใบเพียง 2 - 3 ใบ ก็สามารถนำมาจำหน่ายหรือนำมารับประทานได้โดยอาจเพาะจากเมล็ดของพืชผัก สมุนไพร หรือธัญพืชต่าง ๆ จุดเด่นของต้นอ่อนที่แตกต่างจากผักทั่วไป คือ ต้นอ่อนอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารพฤกษเคมีสูง (กรุงเทพฯธุรกิจ, 2564 : ออนไลน์) มีรายงานว่าสารพฤกษเคมีของต้นอ่อนมากกว่าผักประเภทเดียวกันที่โตเต็มวัยถึง 20 เท่า (Marina *et al.*, 2023) สำหรับต้นอ่อนในประเทศไทยที่นิยมปลูกรับประทานและจำหน่าย คือ ต้นอ่อนทานตะวัน ต้นอ่อนผักบุ้ง ต้นอ่อนอัลฟัลฟา ต้นอ่อนโถ้วเหมียว (ถั่วลันเตา) ฯลฯ ซึ่งพืชแต่ละชนิดนั้นจะมีกลิ่น สี และรสชาติที่พิเศษเฉพาะตัว อีกทั้งยังมีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกันไป เรียกได้ว่าต้นจิวแต่แจ้ว (GOODLIFE, 2562 : ออนไลน์)

ข้าวสาลี (Wheat) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triticum aestivum* L. จัดอยู่ในวงศ์: Poaceae อยู่ในกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (กิตติ, 2554) ต้นอ่อนข้าวสาลีคือ การนำเมล็ดข้าวสาลีมาเพาะงอก ในวัสดุปลูกทั้งแบบไร้ดินหรือใช้ดิน โดยมีอายุ 7 วัน เป็นระยะเวลาที่มีสารอาหารสมบูรณ์เต็มที่ โดยสารอาหารเหล่านี้ล้วนมาจากเมล็ดทั้งสิ้นสารอาหารหลักมาจาก “คลอโรฟิลล์” ในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีกากใยสูงมากร่างกายของเราไม่สามารถย่อยกากเหล่านี้ได้จึงจำเป็นที่จะต้องคั้นเป็นน้ำเพื่อการดื่มที่ง่ายขึ้น ต้นอ่อนข้าวสาลีอุดมไปด้วยคลอโรฟิลล์ถึง 70% ซึ่งมีส่วนช่วยในการสร้างเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ส่งผลดีต่อผู้ที่มีภาวะโลหิตจาง และประกอบไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอีและแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น เหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม และกรด

อะมิโนกว่า 17 ชนิด อีกทั้งยังเหมาะสำหรับผู้ป่วย มะเร็งที่ได้รับการบำบัดแล้วมักพบผลข้างเคียงจากการบำบัดคือโรคโลหิตจางและป้องกันโรคโลหิตจางได้ในผู้ที่มีสุขภาพปกติ ถั่วอัลฟัลฟา (Alfalfa) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Medicago sativa* L. จัดอยู่ในวงศ์ถั่ว (Fabaceae หรือ Leguminosae) จัดเป็นพืชตระกูลถั่วมีฝักที่มีลำต้นสูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร เจริญเติบโตได้ในแทบทุกอากาศทั่วโลก ลำต้นมีระบบรากที่สามารถซอนโซลงไปได้ลึกกว่า 130 ฟุต จึงสามารถดูด ซึ่มน้ำและธาตุอาหารได้ดีมาก ใบอัลฟัลฟาแตกออกเป็น 3 ใบย่อย ดอกเป็นสีม่วงหรือสีน้ำเงิน ดอกจะเริ่มครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 70 วัน ต้นถั่วอัลฟัลฟาเจริญเติบโตได้ดีในช่วงฤดูหนาวของไทย เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนถั่วอัลฟัลฟาจะเจริญเติบโตช้าลง และมีแมลงศัตรูพืชมารบกวนมาก เช่น แมลงเต่าทอง เป็นต้น ประโยชน์ของต้นอ่อนอัลฟัลฟา ต้นอ่อนอัลฟัลฟาอุดมไปด้วยโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ วิตามินเค วิตามินซี วิตามินบี 3 วิตามินบี 5 โฟเลต อีกทั้งยังมีแร่ธาตุอีกหลากหลายชนิด เช่น โพสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม สังกะสี แมกนีเซียม และแมงกานีส ต้นอ่อนอัลฟัลฟาช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือดและระดับ คอเลสเตอรอล ซึ่งให้ผลที่เป็นประโยชน์ต่อหัวใจ มีสารไฟโตเอสโตรเจนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ป้องกัน การเกิดโรคมะเร็ง และใยอาหารยังมีคุณสมบัติช่วยในการขับถ่าย ชื่นฉ่ำ หรือ ชื่นฉ่ำฝรั่ง (Celery) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Apium graveolens* L. จัดอยู่ในวงศ์ผักชี (Apiaceae หรือ Umbelliferae) ชื่นฉ่ำเป็นผักที่ใกล้เคียงกับผักชี แต่ใบใหญ่กว่าและมีกลิ่นฉุน ลักษณะต้นจะอวบใหญ่มาก ลำต้นมีความสูงประมาณ 40-60 เซนติเมตร ลำต้นขาวใบเหลืองอมเขียว นิยมนำมาใช้ใน การปรุงอาหารเพื่อช่วยในการดับกลิ่นคาวต่าง ๆ หรือนำมาใช้เพิ่มความหอมให้น้ำซุป ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ป้องกันหวัด และชะลอความ เสื่อมของร่างกายได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็งและเนื้องอก ชื่นฉ่ำมีสารที่ช่วยยับยั้งหรือชะลอการขยายตัวของ เซลล์มะเร็ง ช่วยต่อต้านมะเร็งได้ และยังมีสารที่ช่วยขับของเสียจากบุหรี่ยาสูบและผู้ที่ได้รับควันบุหรี่ ช่วยบำรุงสมอง ช่วยในเรื่องของความจำ และช่วยบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง เนื่องจากชื่นฉ่ำอุดมไปด้วยแคลเซียมและโพสฟอรัส ไควาเระ (Kaiware /Chinese radish) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Raphanus sativus* L. จัดอยู่ในวงศ์: Brassicaceae (Cruciferae) ชื่อท้องถิ่น: หัวไชเท้า ผักกาดหัว และผักกาดหัวจีน จัดเป็นพืชจำพวกผัก มีรากสะสมอาหารลักษณะทรงกระบอกใหญ่ยาว มีสีขาวหรือสีอื่น ๆ ตามสายพันธุ์ เนื้อฝักค่อนข้างแข็ง ไม่มีรอยแตกตามรอยตะเข็บ ภายในมีเมล็ดประมาณ 1-10 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลม สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลแดง บางพันธุ์เป็นสี เหลือง ขนาดเมล็ดประมาณ 3 มิลลิเมตร เป็นหนึ่งในต้นอ่อนที่ปลูกง่าย ได้รับความนิยมนำมาปรุงอาหาร โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น มีรสเผ็ดคล้ายวาซาบิ มีกลิ่นแบบหัวไชเท้า สามารถนำต้นอ่อนมาประกอบ อาหารได้มากมาย อุดมไปด้วยคุณค่าประโยชน์มากมาย เช่น ต้านออกซิเดชั่น ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ ดีเอ็นเอ ต้านการอักเสบ ต้านไวรัส ต้านจุลินทรีย์ และต้านมะเร็ง รักษาโรคมะเร็ง ช่วยให้อาการของการแพ้ ละเอียดต่าง ๆ และชอบที่ดดีซัน (RailungtopFarmShop, 2564 : ออนไลน์)

ปัจจุบันต้นอ่อนกำลังได้รับความนิยมของผู้ที่ชอบทานผักและรักสุขภาพ เนื่องจากการระบาดของของ COVID-19 ส่งผลทำให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น ดังนั้นต้นอ่อนจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผู้ที่รักสุขภาพ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ชื่นฉ่ำ และไควาเระ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไคววาระ โดยเพาะต้นอ่อน และเก็บตัวอย่างต้นอ่อนข้าวสาลีอายุ 7 วัน ถั่วอัลฟัลฟา อายุ 6 วัน ขึ้นฉ่าย อายุ 14 วัน และไคววาระอายุ 7 วัน ซึ่งมีระยะเวลาเหมาะสมสำหรับการบริโภคเป็นต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะจากวัสดุ คือ แกลบดำและขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1 (Figure 1) บันทึกผล ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี (Ranganna, 1986) ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (Witham *et al.*, 1971) การกำจัดอนุมูล DPPH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Sellappan *et al.*, 2002) มีทั้งหมด 4 สิ่งทดลองแต่ละสิ่งทดลองประกอบด้วย 4 ซ้ำวางแผนการทดลองแบบสุ่มบรูณ์ (Completely Randomized Design : CRD) นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าแสดงความผิดพลาดที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยระยะเวลาการทดลอง เริ่มตั้งแต่วันที่ 26 กันยายน พ.ศ.2564 สิ้นสุดวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ทำการศึกษา ณ อาคารเรียน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและอาคารกิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ



Wheat sprouts after 7



Alfalfa sprouts after 6



Celery sprouts after 14



Kaiware sprouts after 7 days

Figure 1. Growth of wheat, kaiware, alfalfa, and celery sprouts grown in substrate media (rice husk charcoal and coco peat)

ผลและอภิปรายผล

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไคววาระ ให้ผลการทดลองดังนี้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 2.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ต้นอ่อนถั่วอัลฟัลฟา และต้นอ่อนไคววาระมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าเท่ากับ 2.00 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนขึ้นฉ่ายมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยต้นอ่อนถั่วอัลฟัลฟามีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ต้นอ่อนข้าวสาลี มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีค่าเท่ากับเท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์และรองลงมาคือ ต้นอ่อนไคววาระมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีค่าเท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุดคือ มีค่าเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

ปริมาณวิตามินซี พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยต้นอ่อนไคววาระมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.91 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของน้ำหนักสด รองลงมาคือ ต้นอ่อนถั่วอัลฟัลฟามีปริมาณวิตามินซีมีค่าเท่ากับ 0.77 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของ น้ำหนักสด และรองลงมาคือ ต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณวิตามินซีมีค่าเท่ากับ 0.36 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมของน้ำหนักสด ส่วนต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด (Table 1)

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดย ต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.072 มิลลิกรัม/100กรัมของน้ำหนักสด รองลงมาคือ ต้นอ่อนไคววาระ และต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีค่าเท่ากับ 0.007 และ 0.006 มิลลิกรัม/100 กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดย ต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.074 มิลลิกรัม/100 กรัมของน้ำหนักสด รองลงมาคือ ต้นอ่อนไคววาระ และต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีค่าเท่ากับ 0.004 และ 0.004 มิลลิกรัม/100 กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.146 มิลลิกรัม/100 กรัมของน้ำหนักสด รองลงมาคือ ต้นอ่อนไคววาระ และต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.118 และ 0.100 มิลลิกรัม/100กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนต้นอ่อนอัลฟัลฟานั้นไม่มีสีเขียว (Table 1)

การกำจัดอนุมูล DPPH พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยต้นอ่อนข้าวสาลีมีการกำจัดอนุมูล DPPH มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 85.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ต้นอ่อนไคววาระที่มีการกำจัดอนุมูล DPPH เท่ากับ 78.01 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือต้นอ่อนขึ้นฉ่ายที่มีการกำจัดอนุมูล DPPH เท่ากับ 75.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนถั่วอัลฟัลฟามีการกำจัดอนุมูล DPPH น้อยที่สุดคือ มีค่าเท่ากับ 68.57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยต้นอ่อนไคววาระมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.23 มิลลิกรัมสมมูล/100

กรัมของน้ำหนักสด สอดคล้องกับ Marina *et al.* (2023) พบว่าต้นอ่อนไควาเระมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าต้นอ่อนชนิดอื่นในวงศ์ Brassicaceae รองลงมาคือ ต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1.13 และรองลงมาต้นอ่อนถั่วอัลฟัลฟาที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.80 มิลลิกรัมสมมูล/100 กรัมของน้ำหนักสด ส่วนต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมสมมูล/100 กรัมของน้ำหนักสด (Table 1) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไควาเระทั้ง 4 ชนิดจัดอยู่คนละวงศ์จึงทำให้มีคุณภาพทางเคมีของที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาพบว่าต้นอ่อนข้าวสาลี อายุ 7 วัน พบว่า ปริมาณวิตามินซี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.36 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด 0.146 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด และ 1.13 มิลลิกรัมสมมูลต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของทัตดาวและคณะ (2561) ที่ศึกษาผลขององค์ประกอบของน้ำที่ใช้ปลูกต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีอายุ 10 วัน พบว่า น้ำคั้นจากต้นอ่อนข้าวสาลีที่รดด้วยน้ำผสมกรดแอสคอร์บิกมีปริมาณวิตามินซีมีค่าเท่ากับ 15.34 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าระหว่าง 13.91-17.73 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 701.87-910.27 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากต้นอ่อนมีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน และน้ำที่ใช้รดต้นอ่อนแตกต่างกัน (ทัตดาวและคณะ, 2561) รดน้ำต้นอ่อนด้วยน้ำผสมกรดแอสคอร์บิก

Table 1. Chemical composition and antioxidant activity of wheat, alfalfa, celery, and kaiware sprouts

Treatments	Total soluble solids: TSS (%)	Titrateable acidity: TA (%)	Vitamin C (mg/100g FW)	Chlorophyll a (mg/100g FW)	Chlorophyll b (mg/100g FW)	Total chlorophyll (mg/100g FW)	Inhibition of DPPH (%)	Total phenolic content (mgGAE/100gFW)
Wheat sprouts	2.70±0.00 ^a	0.19±0.00 ^b	0.36±0.90 ^c	0.072±0.010 ^a	0.074±0.000 ^a	0.146±0.010 ^a	85.35±1.13 ^a	1.13±0.10 ^b
Alfalfa sprouts	2.00±0.00 ^b	0.30±0.10 ^a	0.77±0.00 ^b	Not tested	Not tested	Not tested	68.57±1.34 ^d	0.80±0.00 ^c
Celery sprouts	1.00±0.00 ^c	0.08±0.00 ^d	0.18±0.00 ^d	0.006±0.000 ^b	0.004±0.000 ^b	0.100±0.000 ^b	75.83±2.12 ^c	0.10±0.00 ^d
Kaiware sprouts	2.00±0.00 ^b	0.16±0.10 ^c	0.91±0.00 ^a	0.007±0.00 ^b	0.004±0.010 ^b	0.118±0.000 ^b	78.01±0.52 ^b	1.23±0.23 ^a
Mean	1.92	0.18	0.74	0.02	0.03	0.12	76.94	0.81
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	0.0015	3.93	9.04	25.35	31.92	11.16	1.83	7.43

Note: Mean± standard deviation values followed by a different letter within the same column are significantly different (p<0.01) by Least significant difference test.

** There was a significant statistical difference at the 99% confidence level.

Chlorophylls were not tested in alfalfa sprouts because the pigments of alfalfa sprouts are not green.

สรุป

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของต้นอ่อนข้าวสาลี ถั่วอัลฟัลฟา ขึ้นฉ่าย และไคววาระ พบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และการกำจัดอนุมูล DPPH มากที่สุด ในขณะที่ต้นอ่อนไคววาระมีปริมาณวิตามินซี และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด ส่วนต้นอ่อนขึ้นฉ่ายมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติทุกท่านที่ผู้มีส่วนสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยดำเนินการไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ วงศ์พิเชษฐ. (2554). ข้าวสาลี. http://www.agri.ubu.ac.th/~kitti/1201440/common_wheat.pdf
- กรุงเทพฯธุรกิจ. (2564). ผักไมโครกรีน. <https://bit.ly/3qbT5ri>
- ทัตดาว ภาชีผล ดาราวรรณ กันชะ และสุภาพร ผาหล้า. (2561). ผลขององค์ประกอบของน้ำที่ใช้ปลูกต่อสมบัติทางเคมีของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี. วารสารวิทยาลัยศาสตร์เกษตร, 2(49), 277-280.
- GOODLIFE. (2562). ไมโครกรีน (ผักต้นอ่อน). <https://goodlifeupdate.com/healthy-body/141131.html>
- Marina, C.L., Lorena, M.Z., Noelia, C., Camilla, C., Ella, P. and Francisco, A.H. (2023). How does the phytochemical composition of sprouts and microgreens from Brassica vegetables affect the sensory profile and consumer acceptability?. *Postharvest Biology and Technology*, (203), 112411.
- Ranganna, S. (1986). *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- RailungtopFarmShop. (2564). สารพัดประโยชน์ต้นอ่อนไคววาระ. <https://www.railungtop.com/รายละเอียด/สารพัดประโยชน์ต้นอ่อนไคววาระ>
- Sellappam, S., A koh, C.C. and Krewer, G. (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia – grown blue and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (50), 2432-2438.
- Witham, F.M., Blydes, D.I. and Devlin, R.M. (1971). *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

กลุ่ม 2

ทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม

ความหลากหลายของไม้ต้นในป่าชุมชนผาหมูเหนือ ตำบลร่องกวาง จังหวัดแพร่
Tree Diversity in Pha Moo Nuea Village Rong Kwang Sub-district
Community Forest, Phrae Province

ธรรมรัตน์ เขมะวนิช^{1*} มณฑล นอแสงศรี¹ วรรรณา มั่งกิตะ¹ และ ปิยะพิศ ขอนแก่น¹

¹สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

*Corresponding Author. E-mail address: Norsaengsri@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากหลายของไม้ต้นในพื้นที่ป่าชุมชนผาหมูเหนือ ตำบลร่องกวาง จังหวัดแพร่ โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 19 แปลง สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 200 เมตร ถึง 400 เมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 300 ไร่ จากการศึกษาพบพรรณไม้จำนวน 77 ชนิด 60 สกุล 30 วงศ์ พบวงศ์ที่โดดเด่น ได้แก่ พืชวงศ์ถั่ว (Fabaceae) มีจำนวนชนิดมากที่สุด จำนวน 15 ชนิด วงศ์เข็ม (Rubiaceae) มีจำนวน 7 ชนิด และวงศ์ไม้สมอ (Combretaceae) จำนวน 5 ชนิด ตามลำดับ ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) เสี้ยวเครือ (*Bauhinia saccocalyx*) และผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) มีค่าเท่ากับ 23.01, 21.95, 20.44, 17.99, และ 15.92 ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายของแซนนอนและวีเนอร์สเท่ากับ 3.554 ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม้ใหญ่โดยรวมเท่ากับ 96.58 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ความหนาแน่นของหมู่ไม้ในสังคมเท่ากับ 649 ต้น/เฮกแตร์ โครงสร้างทางด้านตั้งของป่าชุมชน แบ่งชั้นเรือนยอดได้เป็น 3 ชั้น และมีการปกคลุมเรือนยอดประมาณ 33.36 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ความหลากหลายของไม้ต้น ป่าชุมชน บ้านผาหมูเหนือ จ.แพร่

Abstract

Tree diversity in the community forest of Pha Moo Nuea Village, Rong Kwang sub-district, Phrae province was studied. The permanent plot with size 20x20 m. totality 19 plots were distributed throughout the forest 200 m. to 400 m. about mean sea level. with a total area of 300 rai The study showed that there are a total of 77 species in 60 genera 30 families. The dominant families were Fabaceae (15 species). Rubiaceae (7 species) and Combretaceae (5 species) respectively. The highest. Important Value Index (IVI) were *Millettia brandisiana*, *Schleichera oleosa*, *Pterocarpus macrocarpus*, *Buahinia. Saccocalyx* and *Vitex canescens* equilalent to 23.01,21.95,20.44,17.99 and 15.92%. The Shannon and Wiener's diversity index of tree was 3.554. The total cross-sectional area of tree at DBH was 96.58 square meter/hectare and the diversity of the community's tree was 649 trees/hectare. The vertical layering of community forest was divided into 3 layers. The canopy cover was 33.36%

Keywords: Tree diversity, Community forest, Ban Pha Moo Nuea, Phrae

บทนำ

ความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์พืชทั่วโลก (plant diversity) มีประมาณ 500,000 ชนิดแบ่งออกเป็น พืชดอก 450,000 ชนิด (Pimm and Joppa, 2015) และประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชมีท่อลำเลียงและพืชไม่มีท่อลำเลียงไม่น้อยกว่า 14,000 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 4 ของพืชที่จำแนกชนิดได้แล้วทั่วโลก (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, 2558) การสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติอย่างต่อเนื่องและการใช้ประโยชน์เกินขีดจำกัดและไม่ยั่งยืน พบว่า ใน พ.ศ. 2558 มีชนิดพืชที่ถูกคุกคาม จำนวน 964 ชนิดแบ่งเป็นพืชที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 737 ชนิด พืชที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 209 ชนิด และพืชที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ อย่างยิ่ง จำนวน 20 ชนิด ป่าชุมชนถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์อื่น ๆ เพราะมีแนวเขตที่ติดกับชุมชนและมีการใช้ประโยชน์ทั้งการเป็นแหล่งปัจจัยสี่ และยังมีประโยชน์ในการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อมและแนวเชื่อมต่อระหว่างป่าใกล้เคียง ถ้าป่าชุมชนถูกทำลายลงไปมาก ๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อย่างไรก็ตามการศึกษาในป่าชุมชน ผาหมูเหมือน ตำบลร่องกวาง อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ ซึ่งในปัจจุบันยังมีการศึกษาที่น้อย และไม่ครอบคลุม ที่จะศึกษาในพื้นที่ป่าชุมชนผาหมูเหนือมีพื้นที่ 300 ไร่ พิกัดทางภูมิศาสตร์ 47Q642777, UTM 2032142 ระดับน้ำทะเลปานกลาง 200 เมตร ถึง 400 เมตร ลักษณะป่ามีสภาพเป็นป่าเต็งรัง การศึกษาครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อ

การบริหารพื้นที่ป่าชุมชนของตำบลร่องกวาง อันจะนำไปสู่การจัดการทรัพยากรป่าไม้ และการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืช โดยเฉพาะพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกเข้าทำลายที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ จึงได้จัดแผนงานการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าชุมชนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาความหลากหลายของชนิด

1.1 ศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ยืนต้น ในแปลงทดลอง โดยการออกสำรวจ ถ่ายภาพ และเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ในภาคสนาม จัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง และตัวอย่างดอง

1.2 หลักและวิธีการเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ วิธีเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้นั้น แล้วแต่ประเภทของพันธุ์ไม้ ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและบรรยายลักษณะในห้องปฏิบัติการทางพฤกษศาสตร์

2. ศึกษาความหลากหลายของสังคมพืช

2.1 วางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านผาหมูเหนือ จำนวน 19 แปลง และบันทึกข้อมูลชนิดไม้ยืนต้น (species list) ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบชนิดพันธุ์พืช

2.3 นำข้อมูลที่ได้จากการวางแผนมาทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่น ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด และความถี่พร้อมกันหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ ของแต่ละสังคมพืชโดยมีสูตรการคำนวณดังนี้ (Ritchie, 1986)

2.4 วิเคราะห์คำนวณหาค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon–Wiener index (H) ที่มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้ (Shannon and Weaver, 1949)

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i (\ln p_i)$$

* หมายเหตุ เกณฑ์แบ่งระดับความหลากหลายของ Shannon-Weiner index อ้างอิงตาม Washington (1984)

0-1 = ความหลากหลายระดับต่ำ

1-2 = ความหลากหลายค่อนข้างต่ำ

2-3 = ความหลากหลายระดับปานกลาง

3-4 = ความหลากหลายระดับค่อนข้างสูง

4-5 = ความหลากหลายระดับสูง

ผลและอภิปรายผล

โครงสร้างป่าและการปกคลุมเรือนยอด

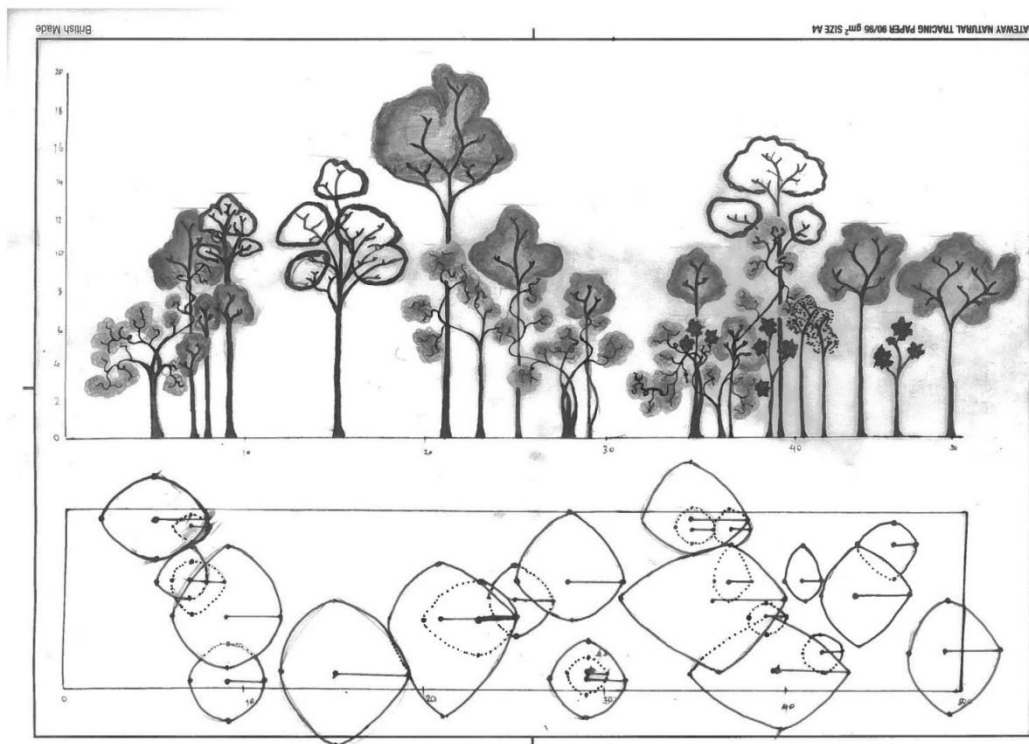


Figure 1. Profile diagram Forest structure and canopy crown cover in Ban Pha Moo Nuea community forest

สังคมพืชบริเวณป่าชุมชนบ้านผาหมูเหนือ

พบชนิดพรรณไม้มากที่สุด 10 อันดับ ดังนี้ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) จำนวน 15 ชนิด วงศ์เข็ม (Rubiaceae) จำนวน 7 ชนิด วงศ์สมอ (Combretaceae) มีจำนวน 5 ชนิด วงศ์กะเพรา (Lamiaceae) มีจำนวน 4 ชนิด และวงศ์ปอ (Malvaceae) มีจำนวน 4 ชนิด วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) มีจำนวน 3 ชนิด วงศ์แคหางค่าง (Bignoniaceae) มีจำนวน 3 ชนิด วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) มีจำนวน 2 ชนิด วงศ์ตะแบก (Lythraceae) มีจำนวน 2 ชนิด วงศ์เลี่ยน (Meliaceae) มีจำนวน 2 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ แหลมไทย และคณะ (2558) เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ กล่าวว่า พบวงศ์เข็ม (Rubiaceae) มากที่สุด และรองลงมาคือ วงศ์ถั่ว (Fabaceae)

จากการสำรวจพบพรรณไม้ทั้งสิ้น 77 ชนิด 60 สกุล 30 วงศ์ และพบโครงสร้างทางด้านตั้งของลำต้นพืชป่าชุมชนบ้านผาหมูเหนือ นี้สามารถแบ่งชั้นเรือนยอดได้เป็น 3 ชั้นได้แก่ เรือนยอดชั้นบนสูงประมาณ 10-20 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญในพบว่าชั้นเรือนยอดนี้ ได้แก่ รั้ง เต็ง ยมหิน เป็นต้น ส่วนเรือนยอดชั้นกลางสูงประมาณ 5-10 เมตร พันธุ์ไม้เด่นในชั้นเรือนยอดนี้มีการขึ้นปะปนกันระหว่างชนิดไม้ในเรือนยอดชั้นบน และพรรณไม้ที่สำคัญชนิดอื่นอีก ได้แก่ เต็ง เสี้ยวเครือ ปอเก็ดแรด เป็นต้น ส่วนและเรือนยอดชั้นกลางความสูงน้อยกว่า 5 เมตร มีไม้ปรากฏอยู่ปริมาณน้อยและกระจายตัวอยู่ห่างๆ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยลูกไม้ของชนิดไม้เด่นในเรือนยอดชั้นบน และเรือนยอดชั้นรองขึ้นปะปนกัน และมีไม้ชนิดอื่นขึ้นปะปนได้แก่ รั้ง เสี้ยวเครือ เต็ง เป็นต้น นอกจากนี้พบว่าสังคมพืชบริเวณนี้มีการปกคลุมของเรือนยอดประมาณ 33.36 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าดัชนีความหลายชนิดของไม้ใหญ่เท่ากับ 3.554 สังคมพืชบริเวณนี้ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม้ใหญ่โดยรวมเท่ากับ 96.58 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ไม้ที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดสูงสุดชนิด 10 อันดับแรก ได้แก่ ประดู่ ตะคร้อ กระพี้จั่น ปอเก็ดแรด แดง ผ่าเสี้ยน รั้ง เสี้ยวเครือ ยมหิน ตะเคียนหนู และสัก มีค่าขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 11.10, 7.69, 7.55, 6.42, 5.19, 4.60, 4.42, 3.81, 3.79, 3.20 และ 2.61 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ใหญ่ในสังคมเท่ากับ 649 ต้น/เฮกแตร์ ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ ตะคร้อ กระพี้จั่น เสี้ยวเครือ ประดู่ ผ่าเสี้ยน ปอเก็ดแรด สัก แดง ตะเคียนหนู รั้ง และยมหิน มีความหนาแน่นเท่ากับ 10.28, 8.99, 7.71, 5.35, 5.35, 4.07, 3.43, 3.43, 3.43, 3.00 และ 3.00 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ ชนิดไม้ที่มีความถี่สูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ กระพี้จั่น เสี้ยวเครือ ผ่าเสี้ยน สัก ตะคร้อ ประดู่ ตะเคียนหนู ปอเก็ดแรดแดง ยมหิน และรั้ง มีความถี่เท่ากับ 6.47, 6.47, 5.97, 5.47, 3.98, 3.98, 3.98, 3.48, 2.99, 2.99 และ 1.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ใหญ่ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ กระพี้จั่น ตะคร้อ ประดู่ เสี้ยวเครือ ผ่าเสี้ยน ปอเก็ดแรด แดง สัก ตะเคียนหนู ยมหิน และรั้ง มีค่าเท่ากับ 23.01, 21.95, 20.44, 17.99, 15.92, 13.97, 11.60, 11.50, 10.60, 9.77 และ 8.91 ตามลำดับ (ดัง Table 1)

Table 1. The dominance (Do), density (D), frequency (F), relative dominance (RDo; %), relative density (RD; %), relative frequency (RF; %) and significance index (IVI) of the species. wood at large level Plot size 20 meters x 20 meters in Ban Pha Moo Nuea community forest, number 19

species	Do	D	F	RD	RF	RDo	IVI	H-
<i>Millettia brandisiana</i>	10.13	58.33	68.42	8.99	6.47	7.55	23.01	0.217
<i>Schleichera oleosa</i>	10.32	66.67	42.11	10.28	3.98	7.69	21.95	0.234
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	14.89	34.72	42.11	5.35	3.98	11.1	20.44	0.157
<i>Bauhinia saccocalyx</i>	5.11	50	68.42	7.71	6.47	3.81	17.99	0.198
<i>Vitex canescens</i>	6.17	34.72	63.16	5.35	5.97	4.6	15.92	0.157
<i>Sterculia macrophylla</i>	8.61	26.39	36.84	4.07	3.48	6.42	13.97	0.13
<i>Xylia xylocarpa</i>	6.96	22.22	31.58	3.43	2.99	5.19	11.6	0.116
<i>Tectona grandis</i>	3.5	22.22	57.89	3.43	5.47	2.61	11.5	0.111
<i>Anogeissus acuminata</i>	4.29	22.22	42.11	3.43	3.98	3.2	10.6	0.116
<i>Chukrasia tabularis</i>	5.08	19.44	31.58	3	2.99	3.79	9.77	0.105
<i>Shorea siamensis</i>	5.93	19.44	15.79	3	1.49	4.42	8.91	0.105
other	53.17	272.22	557.89	41.97	52.74	39.63	134.34	1.908
sum	134.15	648.61	1057.89	100	100	100	300	3.554

นอกจากนี้ยังพบว่าสังคมพืชบริเวณนี้มีการกระจายตัวของชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้ใหญ่เป็นไปในรูปแบบ revers J-shape คือปรากฏไม้ขนาดเล็กอยู่จำนวนมากและมีจำนวนลดลงเรื่อยๆ เมื่อขนาดความโตเพิ่มขึ้น (Figure 2) แสดงให้เห็นว่าสังคมพืชแห่งนี้มีการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติเป็นไปอย่างปกติ กล่าวคือมีไม้ขนาดเล็กที่พร้อมเจริญเติบโตขึ้นมาแทนไม้ขนาดใหญ่ภายในสังคม (Denslow, 1995)

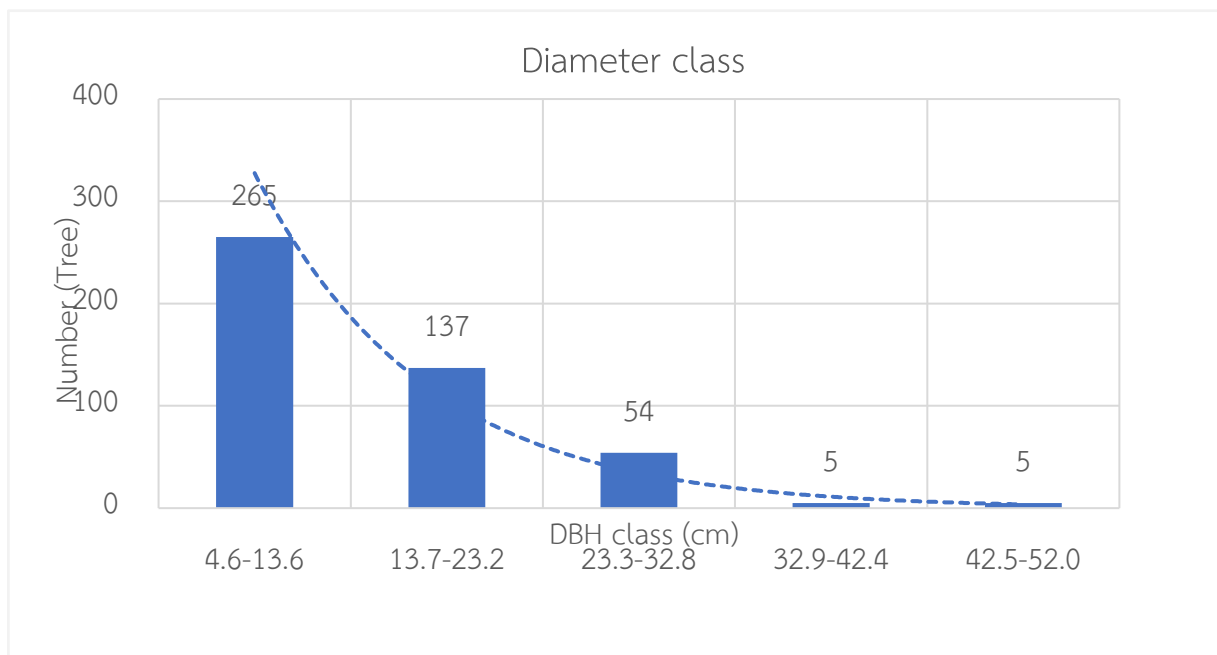


Figure 2. Distribution Class of Diameter at Breast Height (DBH) Ban Pha Moo Muea Community Forest

สรุป

จากการสำรวจพบพรรณไม้ทั้งสิ้น 77 ชนิด 60 สกุล 30 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลายชนิดของไม้ใหญ่เท่ากับ 3.554 สังคมพืชบริเวณนี้ วงศ์ Fabaceae มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ 15 ชนิด ตามด้วยวงศ์ Rubiaceae มีจำนวน 7 ชนิด วงศ์ Combretaceae มีจำนวน 5 ชนิด วงศ์ Lamiaceae มีจำนวน 4 ชนิด วงศ์ Malvaceae มีจำนวน 4 ชนิด ตามลำดับ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม้ใหญ่โดยรวมเท่ากับ 96.58 ตารางเมตร/เฮกแตร์ มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ใหญ่ในสังคมเท่ากับ 649 ต้น/เฮกแตร์ และเมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ใหญ่ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ พบว่า ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ กระพี้จั่น ตะคร้อ ประดู่ เสี้ยวเครือ และผ่าเสี้ยน มีค่าเท่ากับ 23.01, 21.95, 20.44, 17.99 และ 15.92 ตามลำดับ โครงสร้างทางด้านตั้งของสังคมพืชป่าชุมชนบ้านผาหมูเหนือ นี้สามารถแบ่งชั้นเรือนยอดได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เรือนยอดชั้นบนสูงประมาณ 10-20 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญในพบว่าชั้นเรือนยอดนี้ ได้แก่ รัง เต็ง ยมหิน เป็นต้น ส่วนเรือนยอดชั้นกลางสูงประมาณ 5-10 เมตร พันธุ์ไม้เด่นในชั้นเรือนยอดนี้มีการขึ้นปะปนกันระหว่างชนิดไม้ในเรือนยอดชั้นบน และพรรณไม้ที่สำคัญชนิดอื่นอีก ได้แก่ เต็ง เสี้ยวเครือ ปอเก็ดแรด เป็นต้น ส่วนและเรือนยอดชั้นล่างความสูง น้อยกว่า 5 เมตร มีไม้ปรากฏอยู่ปริมาณน้อยและกระจายตัวอยู่ห่างๆ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยลูกไม้ของชนิดไม้เด่นในเรือนยอดชั้นบน และเรือนยอดชั้นรองขึ้นปะปนกัน และมีไม้ชนิดอื่นขึ้นปะปนได้แก่ รัง เสี้ยวเครือ เต็ง เป็นต้น มีการปกคลุมของเรือนยอดประมาณ 33.36 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ข้อความแสดงความขอบคุณอาจารย์ทุกท่านและผู้ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยทุกคน การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ใหญ่บ้าน บ้านผาหมูเหนือและชาวบ้านผาหมูเหนือที่ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการสำรวจพื้นที่ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ช่วยเหลือในการสำรวจเก็บข้อมูลและการวางแผนทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่นักปฏิบัติการอาครวิทยาาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่สนับสนุนการทำงานในการปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานนโยบาย และแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). ประกาศสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนด หลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติ และแนวทางในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำหรับโครงการหรือกิจการที่ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพ สิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ.

แหลมไทย อาชานอก และคณะ. (2558). ความหลากหลายทางชีวภาพและ

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ.

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 5 : ต้นทุนทรัพยากรทางธรรมชาติ: มูลค่าการพัฒนา และการอนุรักษ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Denslow, J. S. (1995). Disturbance and Diversity in Tropical Rainforests: The Density Effect. *Ecological Applications*, 5, 962-968.

Pimm, S.L., Joppa, L.N., (2015). How many plant species are there, where are they, and at what rate are they going extinct? *Ann. Mo. Bot. Gard.* 100,170e176.

Ritchie. (1986). Shannon and Weaver: Unravelling the paradox of information. *Communication research*, 13(2), 278-298.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน
อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

Factors Affecting People Participation in Managing Kon Watershed Forest,
Chiang Klang District, Nan Province

กฤษฎา พงษ์การณยภาส^{1*} แผลมไทย อาษานอก¹ และ วรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ¹

¹สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

* Corresponding Author. E-mail address: k.phongkaranyaphat@gmail.com

บทคัดย่อ

ป่าต้นน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญเพราะเป็นแหล่งกำเนิดน้ำ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญของมนุษย์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงปริมาณและใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 239 คน วิเคราะห์ผลโดยสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความสัมพันธ์แบบ Pearson correlation ผลการวิจัย พบว่าระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน ในภาพรวมทั้งหมด อยู่ในระดับมาก (Mean = 3.90) โดยแบ่งเป็นด้านการวางแผน อยู่ในระดับมาก (Mean = 3.82) ด้านการปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก (Mean = 3.85) ด้านการรับผลประโยชน์ อยู่ในระดับ มากที่สุด (Mean = 4.13) และด้านการติดตามประเมินผล อยู่ในระดับ มาก (Mean = 3.79) และพบว่าปัจจัย อายุ ชนชาติ ศาสนา จำนวนที่ดินทำกิน แหล่งข้อมูลข่าวสารจากคนในครอบครัว ผู้นำชุมชน สื่อวิทยุ เจ้าหน้าที่ป่าไม้ หอกระจายเสียงหมู่บ้าน สื่อออนไลน์ การประชุมหมู่บ้าน งานประเพณีสำคัญของหมู่บ้าน และกิจกรรมที่หมู่บ้านจัดขึ้น มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำ ที่ระดับนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วมของประชาชน การจัดการป่าต้นน้ำ

Abstract

Watershed forest is an essential resource for human being since it is the origin of earth's water. This research aimed to investigate levels of participation and factors affecting people participation in managing Kon Watershed Forest, Chiang Klang District, Nan Province. This study was carried out using a quantitative research method. The research instrument used for data collection was an interview. The samples were 239 households. Then, the data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and Pearson correlation. The findings revealed that overall public participation in managing Kon Watershed Forest was at a high level (mean = 3.90). When considering each aspect of participation, it was found that people participation in planning was at a high level (mean = 3.82). The participation in operation was at a high level (mean = 3.85). The participation in benefits from forest was at the highest level (mean = 4.13). The participation in monitoring and evaluation was at a high level (mean = 3.79). The results also showed that age, nationality, religion, size of land holding, sources of information about forest (family members, community leaders, radio media, forestry officers, local village broadcasting tower, online media), and social events and activities were highly significant factors ($P < 0.05$) affecting public participation.

Keywords: Public participation, Watershed forest management

บทนำ

ป่าต้นน้ำเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่เป็นต้นกำเนิดของสายน้ำเป็นแหล่งน้ำไหลหล่อเลี้ยงลำห้วยลำธาร และแม่น้ำลำคลอง นอกเหนือจากการให้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น ไม้ ของป่า ที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า โดยธรรมชาติ ป่าต้นน้ำมักอยู่บนภูเขาสูง ที่เนินเขา หรือที่ราบ พื้นที่เหล่านี้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ป่าต้นน้ำเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำ ลำธาร ทำหน้าที่เสมือนอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติที่คอยกักเก็บน้ำ ให้ค่อย ๆ ไหลสู่แม่น้ำลำธาร หล่อเลี้ยงสรรพชีวิตอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ป่าไม้ในพื้นที่ต้นน้ำลำธารเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญร่วมกับดินในการควบคุมระบบที่ทำให้ต้นน้ำลำธารทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ คือ ช่วยให้ดินที่มีป่าไม้ขึ้นอยู่นั้นสามารถเก็บกักน้ำและปล่อยน้ำไปสู่พื้นที่ราบลุ่ม เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้สม่ำเสมอตลอดเวลาและป่าไม้ยังเป็นแหล่งปัจจัย 4 ที่หล่อเลี้ยงชุมชนในพื้นที่อีกด้วย (เพียรเลิศ, 2553) การส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนได้ทำหน้าที่อนุรักษ์และป้องกันป่าต้นน้ำลำธารจึงเป็นกิจกรรมที่สำคัญ รวมถึงการตั้งกฎระเบียบในการอนุรักษ์และป้องกันป่าต้นน้ำลำธารด้วย เนื่องจากพื้นที่ต้นน้ำลำธารมีพื้นที่ป่าส่วนหนึ่งถูกบุกรุกแผ้วถาง เพื่อใช้เป็นที่ทำกิน รวมถึงการใช้พื้นที่ดังกล่าวไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดผลกระทบบางพื้นที่เสื่อมโทรมจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้และบางพื้นที่ถูกทิ้งให้เป็นพื้นที่รกร้างว่าง การฟื้นฟูพื้นที่เหล่านี้ให้

กลับคืนมีสภาพป่าสมบูรณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นโดยจะต้องสนับสนุนให้องค์กรชุมชนท้องถิ่นเข้ามามีบทบาทในการดำเนินการโดยมีการบริหารจัดการในรูปแบบของการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการจัดระเบียบทรัพยากรที่ดินของชุมชน เพื่อแยกพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ทำกินออกจากกัน รวมถึงการกำหนดพื้นที่ทำการเกษตรให้เหมาะสมตามศักยภาพของทรัพยากรและสอดคล้องกับนโยบายรัฐบาล คือ ลดแปลงทำไร่หมุนเวียนของชุมชนบนพื้นที่สูงให้เหลือเพียงแปลงเดี่ยวต่อครอบครัว ดังนั้น จะต้องส่งเสริมให้ชุมชนสามารถทำกินในพื้นที่แปลงเดี่ยวและมีข้าวกินได้ตลอดปี ส่วนในพื้นที่ใช้หมุนเวียนเก่าส่งเสริมให้ชุมชนบริหารจัดการให้พื้นที่ใช้หมุนเวียนดังกล่าวฟื้นคืนสภาพเป็นป่าหมู่บ้านที่ชุมชนสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ของป่าได้ ชุมชนมีการกำหนดกฎ กติกา ขึ้นมารองรับการใช้ประโยชน์ที่ดิน การใช้ประโยชน์ของป่า โดยรัฐให้ความช่วยเหลือเป็นงบประมาณ สำหรับใช้ในการบริหารจัดการ (ศุภกิจ, 2551)

ลุ่มน้ำกอน เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำน่าน ครอบคลุมพื้นที่อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง และอำเภอบัว จังหวัดน่าน มีพื้นที่ประมาณ 223.66 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำอยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา สภาพโดยทั่วไปเป็นพื้นที่สูงชันมีระดับความสูงอยู่ระหว่าง 100-1,920 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความยาวของลุ่มน้ำประมาณ 27 กิโลเมตร ความกว้างประมาณ 15 กิโลเมตร ลุ่มน้ำกอนมีรูปลุ่มน้ำเป็นรูปรี เป็นลำน้ำสายหลัก ทอดยาวไปตามทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก จากสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินง่าย สภาพพื้นที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร มีสภาพเป็นป่าดิบเขตร้อนชาติ และป่าสนเขา อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในลุ่มน้ำกอนตอนบนมีการตั้งถิ่นฐานของชาวเขาเผ่าต่างๆ ซึ่งมีวิถีการดำรงชีวิตที่ต้องใช้ประโยชน์ที่ดิน ในการเกษตรเป็นหลัก ทำให้สภาพลุ่มน้ำเกิดความเสื่อมโทรมทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติ และคุณภาพสิ่งแวดล้อม และยังเกิดความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรลุ่มน้ำตามมาอย่างต่อเนื่อง การแก้ไขปัญหาในลุ่มน้ำกอนจึงต้องใช้กระบวนการมีส่วนร่วมที่เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจสังคมของชุมชนท้องถิ่นเป็นสำคัญโดยควรอย่างยิ่งที่จะได้บูรณาการความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆ ในการวิเคราะห์สภาพปัญหา ความต้องการและกำหนดกรอบแผนพัฒนาและบริหารจัดการลุ่มน้ำให้มีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืนตามหลักอนุรักษ์วิทยา (กิตติชัย, 2555)

จากความสำคัญของปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาระดับการมีส่วนร่วมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำตลอดจนประเด็นปัญหาในการที่ประชาชนร่วมกันอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นน้ำ เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการดำเนินงานด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และฟื้นฟูป่าต้นน้ำ ทั้งที่ดำเนินการโดยรัฐ องค์กรพัฒนาเอกชน และประชาชนให้เกิดความเป็นรูปธรรมชัดเจนยิ่งขึ้น นำไปสู่การคงอยู่ของทรัพยากรป่าไม้ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ทำการศึกษาค้างนี้ ได้แก่ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่หมู่บ้านซี จำนวน 92 ครัวเรือน หมู่บ้านกอกจำนวน 114 ครัวเรือน หมู่บ้านหนอง จำนวน 131 ครัวเรือน หมู่บ้านร่มไทร จำนวน 92 ครัวเรือน และหมู่บ้านเกวต จำนวน 191 ครัวเรือน รวมทั้งหมด 590 ครัวเรือน ใช้วิธีคำนวณเพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Taro Yamane (1973)

$$\text{สูตร} \quad n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 N = จำนวนครัวเรือนทั้งหมด
 e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง 0.05

ดังนั้น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 239 หลังคาเรือน

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมี 5 หมู่บ้าน จึงทำการคำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของผู้ให้ข้อมูลในแต่ละหมู่บ้าน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Sample random sampling) ขนาดของตัวอย่างจะเป็นสัดส่วนกับประชากรทั้งหมดตามสมการ (กัลยา, 2548)

$$\text{สูตร} \quad n_i = \frac{nN_i}{N}$$

เมื่อ n_i = จำนวนประชากรตัวอย่างแต่ละหน่วยย่อย
 n = จำนวนประชากรตัวอย่าง
 N_i = จำนวนประชากรทั้งหมดของแต่ละหน่วย
 N = ขนาดประชากร

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ของกลุ่มตัวอย่างเป็นข้อคำถามแบบสำรวจ (Check List) และเติมข้อความ

ตอนที่ 2 การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำ เป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้ 5 = มากที่สุด , 4 = มาก , 3 = ปานกลาง , 2 = น้อย , 1 = น้อยที่สุด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำเสนอในรูปแบบของการพรรณนาและตาราง ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามโดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) และหาค่าร้อยละ (Percentage)

2. ข้อมูลการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าความสัมพันธ์ Person correlation analysis ระหว่างตัวแปร โดยมีค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.12 - 5.00 หมายถึง มีส่วนร่วมระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.41 - 4.20 หมายถึง มีส่วนร่วมระดับมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.61 - 3.40 หมายถึง มีส่วนร่วมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.81 - 2.60 หมายถึง มีส่วนร่วมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.80 หมายถึง มีส่วนร่วมระดับน้อยที่สุด

ผลและอภิปรายผล

1. ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง มีอายุระหว่าง 36-45 ปี มากที่สุด เป็นคนพื้นเมือง และคนลัวะ นับถือศาสนาพุทธ และนับถือผี จบการศึกษาระดับมัธยมปลาย ประกอบอาชีพเกษตรกร และรับจ้างทั่วไป มีรายได้เฉลี่ยต่อปีระหว่าง 31,000-86,000 บาท มีแรงงานในครัวเรือน 3-4 คน มีที่ดินทำกิน 16-20 ไร่ และส่วนใหญ่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้มากที่สุดคือ 1-2 ครั้งต่อเดือน ตามลำดับ (Table 1)

Table 1. Sociodemographic characteristics of the respondents n=239

Characteristics Factors	No. Reporting	%
Sex		
Male	132	55.23
Female	107	44.77
Age		
≤25	18	7.53
26-35	68	28.45
36-45	95	39.75
≥46	58	24.27
Race		
Indigenous	145	60.67
Luo tribe	57	23.85
local tribe	37	15.48
Religion		
Buddhism	227	94.98
Spiritual	12	5.02

Education level

Not studying	11	4.60
Lower elementary school	25	10.46
Elementary school	47	19.67
junior high school level	42	17.57
Secondary school	81	33.89
Diploma	21	8.79
Bachelor's degree	12	5.02

Occupation

Farmer	171	71.55
General employee	55	23.01
Government officer	13	5.44

Household income

≤ 30,000	38	15.90
31,000 – 86,000	154	64.44
87,000 – 141,000	43	17.99
≥ 142,000	4	1.67

Number of workers in the household

≤ 2	55	23.01
3-4	184	76.99

Size of land holding

≤10	10	4.18
11-15	76	31.80
16-20	149	62.34
≥ 21	4	1.67

Times for contacting forest officials

5	3	1.26
3-4	52	21.76
1-2	150	62.76
non	34	14.23

อภิปรายผลได้ว่า ประชาชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย แต่จะพบสัดส่วนของเพศชายและเพศหญิงมีความใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 36-45 ปี ซึ่งอยู่ในวัยทำงานซึ่งเมื่อเทียบกับการประกอบอาชีพส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ใช้แรงงานในครัวเรือนแสดงให้เห็นว่า คนรุ่นใหม่หันมาทำอาชีพเกษตรกรรมมากขึ้น หรืออาจเป็นเพราะมีระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบมัธยมศึกษาตอนปลายจึงส่งผลให้เป็นข้อจำกัดในการประกอบอาชีพอื่น ประชากรส่วนใหญ่เป็นชนพื้นราบหรือคนเมืองที่ย้ายเข้ามาตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณนี้ ขณะเดียวกันก็ยังมีกลุ่มชาติพันธุ์เช่นลื้อ อาศัยอยู่ด้วย แต่อย่างไรก็ตามด้านวัฒนธรรมและความเชื่อก็ยังคงมีการนับถือผีและศาสนาพุทธ ประชาชนส่วนใหญ่มีพื้นที่ทำการเกษตร แต่ยังขาดเอกสารสิทธิ์ตามหลักกฎหมาย ส่วนมากใช้พื้นที่ในการปลูกข้าว ข้าวโพด ชิง มันสำปะหลัง และยางพารา ด้วยในพื้นที่ไม่อยู่ในเขตชลประทาน การเพาะปลูกพืชจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน

2. แหล่งของสื่อที่ชุมชนได้รับข่าวสารด้านป่าไม้

การได้รับข่าวสาร พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารด้านป่าไม้จากผู้นำชุมชน ร้อยละ 87.87 รองลงมา บุคคลในครอบครัว ร้อยละ 51.05 โทรทัศน์ ร้อยละ 42.26 เพื่อนบ้าน ร้อยละ 41.41 เจ้าหน้าที่ป่าไม้ ร้อยละ 34.73 หอกระจายเสียง ร้อยละ 32.64 สื่อวิทยุ ร้อยละ 15.90 หนังสือพิมพ์ ร้อยละ 3.35 และสื่อออนไลน์ ร้อยละ 2.09 ตามลำดับ

อภิปรายผลได้ว่า ผู้นำชุมชนมีบทบาทอย่างมากด้านการสื่อสารในชุมชน แสดงให้เห็นว่าการประชาชนมีความเชื่อถือในตัวของผู้นำ เช่น กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ซึ่งมีความใกล้ชิดกับชุมชน การสื่อสารผ่านหอกระจายข่าวของหมู่บ้านเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างความรู้ความเข้าใจ สถานการณ์ต่างๆ เป็นการสร้างความตระหนักถึงผลของการกระทำแล้วนำไปปฏิบัติร่วมกันการจัดการป่าต้นน้ำ

3. การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม

การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการประชุมหมู่บ้าน ร้อยละ 95.82 รองลงมาการพัฒนาหมู่บ้าน ร้อยละ 91.21 รองลงมางานประเพณีสำคัญของหมู่บ้าน ร้อยละ 59.41 รองลงมากิจกรรมที่หน่วยงานป่าไม้จัดขึ้น ร้อยละ 37.66 และกิจกรรมที่ชาวบ้านร่วมกันจัดขึ้น เช่น การลงแขกแลกเปลี่ยนแรงงาน ร้อยละ 33.05 ตามลำดับ

อภิปรายผลได้ว่า การที่ประชาชนเข้าร่วมกิจกรรมในชุมชน แสดงให้เห็นความรักความสามัคคีของคนในชุมชน ทั้งนี้ส่งผลถึงการพัฒนาชุมชนในด้านต่างๆ ได้อย่างประสบความสำเร็จ จากผลการวิจัยพบว่าในชุมชนมีการแลกเปลี่ยนแรงงานกันในชุมชน ซึ่งในปัจจุบันค่อนข้างจะมึนน้อยเนื่องจากว่าแรงงานภาคการเกษตรมีจำนวนน้อยและค่าจ้างที่แพง พร้อมทั้งมีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น

4. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำ

ระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.90 สามารถจำแนกเป็นด้านต่างๆ ดังนี้ (Table 2)

การมีส่วนร่วมในการวางแผนดำเนินงาน อยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.82 โดยชาวบ้านมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้กำหนดกฎระเบียบเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ทำกิน ร่วมกันกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาเรื่องดิน น้ำ ป่าไม้ ของหมู่บ้าน ร่วมกันออกกฎระเบียบและบทลงโทษการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไม้ ร่วมกันเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาที่ทำกิน และร่วมกันกำหนดแนวเขตในการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้

การมีส่วนร่วมปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.85 โดยชาวบ้านมีส่วนร่วมในกิจกรรมปลูกป่า ร่วมกันเข้าเวรยามป้องกันไฟ ร่วมกันดับไฟป่า ร่วมกันลาดตระเวนป้องกันการบุกรุกทำลายป่า ร่วมกันหน่วยงานของรัฐ และร่วมกันประชาสัมพันธ์ให้เกิดการอนุรักษ์ป่าไม้ โดยเน้นประโยชน์ของป่าไม้ในเรื่องของการกักเก็บน้ำและแก้ปัญหาภัยแล้งได้

การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.13 โดยชาวบ้านได้ประโยชน์ในด้านน้ำกิน น้ำใช้ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เป็นแหล่งน้ำทำการเกษตร เก็บหาขบป่า แหล่งอาหาร สุนัขไพร ไม้พิน และใช้เป็นที่ยังสัตว์

การมีส่วนร่วมในการประเมินผล อยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.79 โดยชาวบ้านติดตามผลของการร่วมกันอนุรักษ์ป่าไม้ตามลำน้ำก่อน โดยร่วมกันภาครัฐในการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำท่า การติดตามผลของการปลูกป่าในแต่ละพื้นที่ต้นน้ำ และร่วมกันติดตามผลดี ผลเสีย ประโยชน์ที่ชุมชนได้รับจากโครงการด้านป่าไม้

Table 2. Levels of people participation in Managing Kon Watershed Forest

Aspects of participation	Mean	S.D.	Participation level
Participation in planning	3.82	.54	high
Participation in operation	3.85	.58	high
Participation in benefits from forest	4.13	.47	highest
Participation in monitoring and evaluation	3.79	.55	high
Average total	3.90	.47	high

อภิปรายผลได้ว่า ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำรอบพื้นที่ระดับมาก เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าไม้จากผู้นำชุมชนซึ่งส่วนในการสร้างความเชื่อมั่นในการสู่การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ และการติดตามประเมินผล จากผลการวิจัยพบว่าประชาชนมีส่วนร่วมขั้นตอนของการรับผลประโยชน์จากการจัดการป่าต้นน้ำในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นธรรมชาติของมนุษย์ที่มีความสนใจในผลประโยชน์ที่ตนจะได้รับจึงส่งผลให้เกิดการร่วมกันการจัดการป่าต้นน้ำ ทั้งนี้ ลักษณะทั่วไปของวิถีชีวิตของชุมชนพื้นที่ป่าต้นน้ำก่อนที่มีความผูกพันกับพื้นที่มาเป็นเวลานาน มีการพึ่งพาอาศัย

ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ซึ่งกันและกัน อยู่ร่วมกันระหว่างพื้นที่ป่าต้นน้ำและชุมชน ชาวบ้านมีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าต้นน้ำโดยชุมชนมีวิธีการและกฎระเบียบในการเข้ามาใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติ ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการออกกฎระเบียบการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติร่วมกันในป่าล้วนแสดงให้เห็นถึงความเชื่อของคนที่มีต่อป่า เมื่อมีกิจกรรมหรือต้องการความร่วมมือ ประชาชนจึงมีการให้ความร่วมมืออยู่เสมอ โดยเฉพาะได้ร่วมกันจัดทำแนวกันไฟป่า ดูแลรักษาป่า จนสามารถอาศัยและใช้ประโยชน์จากป่าที่ตนเองอนุรักษ์ได้อย่างชัดเจน เช่น การเลี้ยงโค กระบือ ในป่า รวมทั้งการเก็บของป่าเพื่อเป็นอาหาร เช่น หน่อไม้ น้ำผึ้ง ลูกตาว เห็ด รวมทั้งมีหน่วยงานในเขตพื้นที่ป่าต้นน้ำช่วยให้เกิดกระบวนการบริหารจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำแบบเป็นระบบ ได้รับการสนับสนุนจากทางภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องและประชาชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำได้

5. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน

ด้านปัจจัยส่วนบุคคล ที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน ได้แก่ อายุ ($r = -.146$) ชนชาติ ($r = -.229$) ศาสนา ($r = -.132$) จำนวนที่ดินทำกิน ($r = -.165$) ที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ (Table 3)

ด้านการได้รับข้อมูลข่าวสาร ที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่า บุคคลในครอบครัว ($r = -.213$) ผู้นำชุมชน ($r = .184$) สื่อวิทยุ ($r = -.254$) เจ้าหน้าที่ป่าไม้ ($r = -.343$) หอกระจายเสียงหมู่บ้าน ($r = .202$) สื่อออนไลน์ ($r = -.129$) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ด้านการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม ที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่า การประชุมหมู่บ้าน ($r = .167$) งานประเพณีสำคัญของหมู่บ้าน ($r = -.221$, $P\text{-value} = .001$) กิจกรรมที่หมู่บ้านจัดขึ้น ($r = -.273$, $P\text{-value} = .000$)

Table 3. Factors affecting people participation in managing Kon Watershed Forest

Independent factors	Participation	
	P-value	r
Sociodemographic characteristics		
Sex	.866	-.011 ^{ns}
Age	.024	-.146 [*]
Race	.000	-.229 ^{**}
Religion	.042	-.132 [*]
Education level	.390	-.056 [*]
Occupation	.437	-.050 ^{ns}
Household income	.060	-.122 ^{ns}
Number of workers in the household	.433	.051 ^{ns}
Size of land holding	.011	-.165 [*]
Times for contacting forest officials	.397	.055 ^{ns}
Sources of information about forest		
Family	.001	-.213 ^{**}
Headman	.004	.184 ^{**}
Neighbor	.520	-.042 ^{ns}
Radio media	.000	-.254 ^{**}
Television	.376	.057 ^{ns}
Newspaper	.741	.021 ^{ns}
Forest officer	.000	-.343 ^{**}
Broadcasting tower	.002	.202 ^{**}
Online media	.047	-.129 [*]
Social events and activities		
Village meeting	.010	.167 ^{**}
Community clean up	.638	.031 ^{ns}
Important village events	.001	-.221 ^{**}
Activities arranged by forestry office	.129	-.099 ^{ns}
Activities arranged by villagers	.000	-.273 ^{**}

Remark: * Significant at $p > 0.05$, ** Significant at $p > 0.01$, ns = Not significant

อภิปรายผลได้ว่า ปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ อายุ ชนชาติ ศาสนา และจำนวนที่ดินทำกิน มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน แสดงให้เห็นว่า ชาวบ้านส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่มานานมีจิตสำนึกที่ดีต่อทรัพยากรป่าไม้ ส่วนมากชาวบ้านได้รับข่าวสารจาก บุคคลในครอบครัว ผู้นำชุมชน สื่อวิทยุ เจ้าหน้าที่ป่าไม้ หอกระจายเสียงหมู่บ้าน สื่อออนไลน์ แสดงให้เห็นว่า ชาวบ้านให้ความสำคัญต่อผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ป่าไม้ สื่อในท้องถิ่นมีความสำคัญต่อการจัดการป่าไม้ ทั้งนี้สื่อออนไลน์ ยังมีผู้ใช้น้อย แต่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าต้นน้ำ ซึ่งพื้นที่ตำบลเชียงกลาง บางหมู่บ้านระบบอินเทอร์เน็ตยังไม่เข้าถึง เมื่อมองถึงการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม มีการร่วมกันประชุมปรึกษาและกิจกรรมของหน่วยต้นน้ำ แสดงให้เห็นว่าชาวบ้านเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นน้ำ ทั้งนี้เมื่อปีที่ผ่านมาเกิดการเกิดดินถล่มในหลายพื้นที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนจำนวนมาก ดังนั้นจึงทำให้เกิดการช่วยกันในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำลำธาร เพื่อให้มีไว้ใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคตอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เพ็ญเลิศ (2553) ได้ศึกษาเรื่องความร่วมมือของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำลำธารพื้นที่ต้นน้ำแม่สะงะ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ความถี่ของการได้รับข่าวสารด้านป่าไม้มีผลต่อการเข้าร่วมอนุรักษ์ฟื้นฟูป่าต้นน้ำ ในขณะเดียวกัน ธวัช และคณะ (2549) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้บ้านคลองทราย อำเภอลำปาง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ระดับการศึกษา การใช้ประโยชน์ทางทรัพยากรป่าไม้ และทัศนคติของประชาชน มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ในขณะเดียวกัน กรมทรัพยากรน้ำ (2552) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ เรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้ ศักยภาพและทุนทางสังคมของชุมชน ซึ่งประกอบด้วย ศักยภาพของชุมชน ประชาชน ผู้นำชุมชน การประสบปัญหาของชุมชน และการได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ การประสบปัญหาจากการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ รวมทั้งการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น รวมถึงมีแผนการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพส่งผลดีต่อการนำมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

สรุป

จากการศึกษาพบว่า มีระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าต้นน้ำก่อน ได้แก่ อายุ ชนชาติ ศาสนา จำนวนที่ดินทำกิน ข้อมูลข่าวสารจากบุคคลในครอบครัว ผู้นำชุมชน สื่อวิทยุ เจ้าหน้าที่ป่าไม้ หอกระจายเสียงหมู่บ้าน สื่อออนไลน์ การเข้าร่วมประชุมหมู่บ้าน งานประเพณีสำคัญ และกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์ป่าไม้ สะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิต การอยู่ร่วมกันของคนในสังคมป่าต้นน้ำที่มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ผ่านขนบธรรมเนียมประเพณี ความเชื่อ และความศรัทธา ตลอดจนการสื่อสารในชุมชนผ่านกิจกรรมต่างๆ จะเป็นกระบวนการสร้างความตระหนักนำไปสู่การเข้ามาร่วมกันในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ โดยเฉพาะความศรัทธาผู้นำชุมชนจะสร้างความเชื่อมั่นให้กับชาวบ้านที่จะเข้ามาร่วมกันในการจัดการป่าต้นน้ำ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ผู้นำมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ และสามารถใช้

เครื่องมือการสื่อสารเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการสนับสนุนจากภาครัฐและองค์กรเอกชน จะเป็นแนวทางในการบูรณาการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยิ่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชบัญญัติ. (2548). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติชัย รัตนะ. (2555). *กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนที่เหมาะสมในการจัดการลุ่มน้ำกอน จังหวัดน่าน*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา.
- กรมทรัพยากรน้ำ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2552). *การเสริมสร้างและพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ กรณีศึกษาลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ธวัช เรือนรัมย์ประชา, พงษ์ศักดิ์ รินสม และ สุรศักดิ์ มะโนชัย. (2549). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ และฟื้นฟูป่าบริเวณต้นน้ำแม่จัน ตำบลป่าตึง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เพียรเลิศ ธิระจำนงค์. (2553). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำลำธารพื้นที่ต้นน้ำแม่สะงะ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศุภกิจ สะท้าน. (2551). *การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นน้ำบ้านห้วยสะแดง อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. 3rd ed. Tokyo: Harper International.

โครงสร้างสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมบางประการ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่หยวก
ของป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่
Vegetation Structure and some of Environmental Factors
in Mae Yuang Catchment of Mae Sai Community Forest,
Rong Kwang District Phrae Province

แหลมไทย อาชานอก¹ ชนะศักดิ์ เวียงทอง² ญานิกา แซ่มซ้อย² เพ็ญพิลัย เป็ญนิต^{2*}
ภักดิพร สิงห์ชู² รัตนาภรณ์ วัดแจ้ง² วราลี ศรีเกื้อ² ศิริรัตน์ สมประโคน²
สุทธิดา ยอดแก้ว² อนุวัฒน์ แก้วพิศดาร² และ กันตพงศ์ เจริญมา²

¹สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: Penpilai.pen@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดต้นไม้และปัจจัยดินในบริเวณป่าชุมชนด้านทิศตะวันตก และด้านทิศตะวันออกของอ่างเก็บน้ำแม่หยวก อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ โดยการวางแปลงตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 10 แปลง แบ่งเป็นด้านทิศตะวันตกและขวาของอ่างเก็บน้ำฝั่งละ 5 แปลง พร้อมเก็บข้อมูลองค์ประกอบของชนิดไม้ ปัจจัยดิน และแสงเพื่อใช้วิเคราะห์ลักษณะสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อม พบว่าป่าด้านทิศตะวันออกมีชนิดไม้ใหญ่ทั้งหมด 27 ชนิด 23 สกุล 15 วงศ์ ชนิดไม้ต้นที่มีความสำคัญ เช่น ประดู่ป่า รั้ง และ ตะคร้อ เป็นต้น ป่าด้านทิศตะวันตกมีชนิดไม้ใหญ่ทั้งหมด 32 ชนิด 28 สกุล 18 วงศ์ ชนิดไม้ต้นที่มีความสำคัญ เช่น เต็ง ประดู่ป่า และ รั้ง เป็นต้น ปัจจัยดินพบว่าความหนาแน่น และความชื้นของดินของป่าชุมชนบ้านแม่ทรายด้านทิศตะวันตกมีค่าสูงกว่าด้านทิศตะวันออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแสงไม่มีความแตกต่าง ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าองค์ประกอบชนิดไม้ต้นและปัจจัยดินบริเวณสองฝั่งของอ่างเก็บน้ำนั้นมีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: ลักษณะสังคมพืช องค์ประกอบชนิดไม้ยืนต้น คุณสมบัติดิน การจัดการป่าชุมชน

Abstract

The study of vegetation community characteristics and edaphic factors that inside the understanding of community forest ecosystems. In this study investigated the structure and composition of tree species and some environmental factors in Mae Sai community forest at the East and West side of Mae Yuang catchment, Rong Kwang District Phrae Province. Ten of 20 m x 20 m plots were established by divided five plots in each catchment side. The woody species composition and soil and light factors were collected for analyzing the vegetations characteristics and environment factors. Results showed that the East side had 27 of tree species of 23 genera and 15 family. Based on IVI the important species were *Pterocarpus macrocarpus*, *Shorea siamensis*, and *Schleichera oleosa*. The West side showed that 32 species of tree in 28 genera, and 18 family. The important species included that *Shorea obtusa*, *Pterocarpus macrocarpus*, and *Shorea siamensis*. Soil properties showed that bulk density and moisture on the left side had higher significantly than the right side, while the light no significant. The results indicated that the woody tree composition and soil properties are different between Mae Yuang catchment side.

Keywords: Community Forest management, Soil properties, Vegetation characteristics, Woody species composition

บทนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์อื่น ๆ เพราะป่าไม้มีประโยชน์ทั้งการเป็นแหล่งวัตถุดิบของปัจจัยสี่ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรคสำหรับมนุษย์ และยังมีประโยชน์ในการรักษาสสมดุลของสิ่งแวดล้อม ถ้าป่าไม้ถูกทำลายลงไป ย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น สัตว์ป่า ดิน น้ำ อากาศ ฯลฯ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนยังมีสภาพของป่าอุดมสมบูรณ์มากกว่าภาคอื่น ๆ ในจังหวัดแพร่มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 2,976,888 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.30 300 เนื้อที่จังหวัด คงเหลือสภาพป่าที่เหลืออยู่ 2,810,975 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 69.30 ของพื้นที่จังหวัด ลดลงจากปี พ.ศ. 2538 จำนวน 542,255,031 ไร่หรือ 867.61 ตร.กม ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ดิน และป่าไม้ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีความต้องการที่จะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเหล่านี้เพื่อการดำรงชีพเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยจึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีการจัดตั้งป่าชุมชนขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562 โดยมีวัตถุประสงค์ให้ชุมชนได้ประโยชน์จากป่าชุมชนเกิดจิตสำนึกในการดูแลรักษา และจัดการป่าชุมชนร่วมกับภาครัฐอย่างมีส่วนร่วมอันเป็นแนวทางสำหรับการป้องกันรักษา

ป่าที่อยู่นอกเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ให้เกิดความยั่งยืน (Community Forest Management Office, 2020) อย่างไรก็ตามในการจัดการป่าชุมชนนั้นยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางนิเวศวิทยาของป่าไม้โดยเฉพาะลักษณะโครงสร้างสังคมพืชของแต่ละพื้นที่ เนื่องจากในการจัดการป่าชุมชนส่วนใหญ่มักใช้องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นภายในชุมชนเอง (RECOFTC, 1999) จึงอาจทำให้การกำหนดแนวทางในการจัดการพื้นที่ป่าชุมชนเกิดความผิดพลาดได้โดยเฉพาะการกำหนดปริมาณการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของพืชพรรณ เนื่องจากไม่ทราบลักษณะเชิงปริมาณอย่างชัดเจน ดังนั้นการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้สำหรับการอธิบายนิเวศวิทยาป่าไม้ในเชิงปริมาณดังกล่าว ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบชนิดของพรรณไม้ รวมถึงลักษณะของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสังคมพืชนั้น ๆ (Marod and Kutintara, 2009) การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชจึงมักถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการป่าไม้โดยทั่วไป (Gadow *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตาม นอกจากการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชแล้วการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อสังคมพืชนั้น ๆ นับเป็นเรื่องจำเป็นเพราะสามารถทำให้ทราบถึงลักษณะทางนิเวศวิทยาของแต่ละสังคมพืชได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ปัจจัยด้านสมบัติดินถือเป็นปัจจัยจำกัดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการกำหนดลักษณะสังคมพืชเนื่องจากความแปรผันของสมบัติดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อการปรากฏขององค์ประกอบชนิดไม้ในสังคมพืช (Long *et al.*, 2018) โดยเฉพาะสังคมพืชที่มีการจัดการโดยมนุษย์ เช่น ป่าชุมชนอาจได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดิน เช่น ความหนาแน่นของดินหรือมีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น (John *et al.*, 2007)

พื้นที่ป่าชุมชนของตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีพื้นที่ป่าลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการอยู่รอดของป่าก็คือความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของชาวบ้านนั่นเอง เพราะชาวบ้านจะได้รับประโยชน์จากป่าในรูปแบบของป่าชุมชน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาความขัดแย้ง และเป็นการรักษาป่าไม้ให้เพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย อย่างไรก็ตามในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทรายแห่งนี้ยังไม่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมมาก่อนถึงปัจจุบัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการด้านความหลากหลายพรรณพืชของป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อันจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. สถานที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ดำเนินการในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย จังหวัดแพร่ บริเวณโครงการอ่างเก็บน้ำแม่หยวก ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM E641500-N2033900 (Figure 1) เนื้อที่ 4,595 ไร่ สภาพพื้นที่ทั่วไป เป็นทิวเขาที่ทอดยาวไปตามสองฝั่งลำน้ำแม่หยวก บางส่วนเป็นหุบเขา และที่ราบลุ่มตามเชิงเขาตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของหมู่บ้าน มีความลาดเทไปทางทิศใต้ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 460 เมตร มีลำห้วยแม่หยวก ลำห้วยสาขาของลำน้ำแม่คำมี เป็นแหล่งรองรับน้ำลงสู่อ่างแม่หยวก อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 26.6 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,158.3 มิลลิเมตร (สถานีพัฒนาที่ดินแพร่, 2562)

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ทำการคัดเลือกบริเวณที่เป็นสังคมพืชใบบริเวณป่าชุมชนบ้านแม่ทราย ทำการวางแปลงตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยพิจารณาแปลงขึ้นตามแนวสันเขา เริ่มจากบริเวณริมอ่างเก็บน้ำแม่หยวกแล้ววางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ตามวิธีการของ (Laing *et al.*, 2019) จำนวน 10 แปลง โดยแบ่งเป็นด้านทิศตะวันตกและด้านทิศตะวันออก ฝั่งละ 5 แปลง รวมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 0.4 เฮกแตร์ ภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทำการวางแปลงย่อยขนาด 5 เมตร x 5 เมตร บริเวณกึ่งกลางแปลง เก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชของไม้ต้นในทุก ๆ แปลง โดยทำการบันทึกข้อมูลแบ่งเป็น 1) ไม้ต้น (tree) ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร 2) ลูกไม้ (sapling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงมากกว่า 1.3 เมตร และ 3) กล้าไม้ (seedling) โดยทำการนับจำนวนลูกไม้และกล้าไม้ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างขนาด 5 เมตร x 5 เมตร

2.2 การเก็บข้อมูลสมบัติดินโดยสุ่มชุดตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง โดยใช้ Soil core ภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุกแปลงจำนวน 5 จุดต่อแปลง ได้แก่ ตรงจุดศูนย์กลางและมุมทั้ง 4 มุมของแปลง เพื่อทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมดิน (soil bulk density) และความชื้นดิน (soil moisture)

2.3 การเก็บข้อมูลของแสงที่พืชใช้ได้ (photosynthetically active radiation, PAR) สุ่มวัดปริมาณแสงที่พืชสามารถใช้สังเคราะห์แสงได้ ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร โดยใช้เครื่อง PAR meter จำนวน 5 จุดได้แก่ บริเวณจุดศูนย์กลางและมุมทั้ง 4 ภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุก ๆ แปลงในบริเวณใกล้เคียงกับจุดที่เก็บตัวอย่างดิน

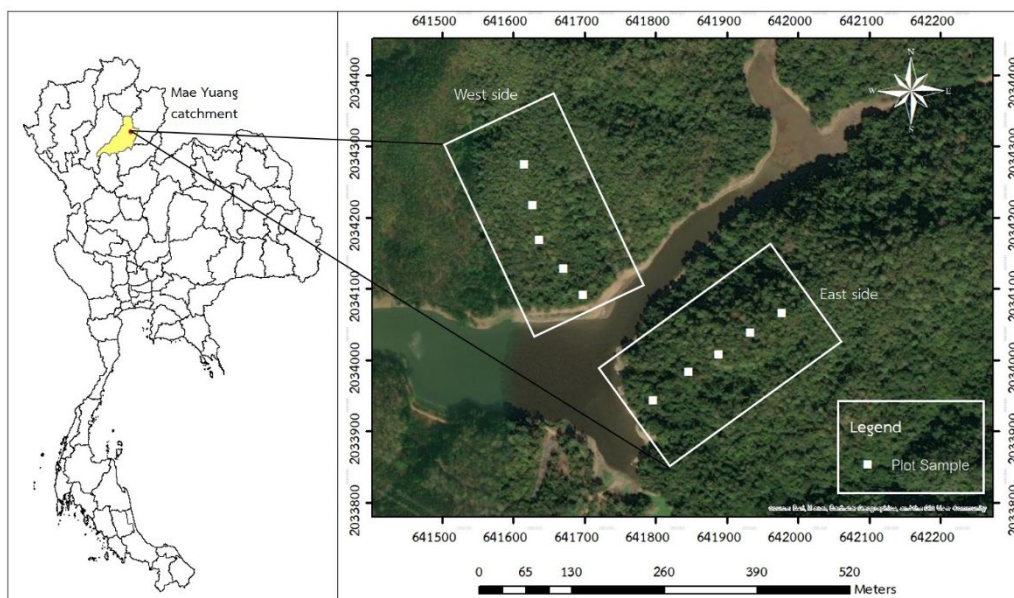


Figure 1. Boundary and location of sampling plots in Ban Mae Sai Community Forest, Phrae province.

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าเชิงปริมาณทางสังคมของไม้ใหญ่วิเคราะห์ตามแนวทางของ Marod and Kutintara (2009) โดยหาค่าดัชนีความสำคัญ (Importance value index, IVI) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้จากการคำนวณผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) และค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) (Curtis and McIntosh, 1951)

$$IVI = RF + RD + RDo$$

แต่เนื่องจากการหาค่าดัชนีความสำคัญของลูกไม้และกล้าไม้ไม่ต้องการความเด่น (Relative dominance, RDo) จึงใช้แค่เพียงค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF)

$$IVI = RF + RD$$

ความหลากหลายชนิด (Species diversity) วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายจากดัชนีค่าความหลากหลายของ Shannon-Wiener Index (H') อ้างอิงจาก Magurran (2004) ดังนี้

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$$

เมื่อ H' คือ ดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener

Pi คือ อัตราส่วนของชนิดที่ i ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมดเมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, S$

3.2 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความหนาแน่น ความชื้นของดิน และค่าแสง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS)

ผลและอภิปรายผล

องค์ประกอบสังคมพืช

1. ป่าชุมชนบ้านแม่ทรายด้านทิศตะวันออก

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด จำนวน 27 ชนิด 23 สกุล 15 วงศ์ มีความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่เท่ากับ 570 ต้น/เฮกแตร์ และ 70.69 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon Weiner เท่ากับ 2.70 (Table 1) ประเมินความเด่นของชนิดไม้เด่นจากการพิจารณาในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ประดู่ป่า (*Pterocarpus indicus*), รัง (*Shorea siamensis*), ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*), ยมหิน (*Chukrasia tabularis*) และ ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 59.66, 24.44, 22.00, 21.64 และ 18.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

องค์ประกอบลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด จำนวน 4 ชนิด 4 สกุล 4 วงศ์ มีความหนาแน่นของลูกไม้ เท่ากับ 320 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon Weiner เท่ากับ 1.39 (Table 1) ประเมินความเด่นของชนิดไม้เด่นจากการพิจารณาในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากันที่ 50 เปอร์เซ็นต์ พบ กรวยป่า (*Casearia grewifolia*), ขางหัวหมู (*Milium velutina*), ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*), และเพกา (*Oroxylum indicum*) (Table 2)

องค์ประกอบกล้าไม้ พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด จำนวน 21 ชนิด 18 สกุล 14 วงศ์ มีความหนาแน่นของกล้าไม้เท่ากับ 3,040 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon Weiner เท่ากับ 2.89 (Table 1) ประเมินความเด่นของชนิดไม้เด่นจากการพิจารณาในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*), ประดู่ป่า (*Pterocarpus indicus*), เสี้ยวป่า (*Bauhinia saccocalyx*), ขางหัวหมู (*Milium velutina*) และชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 22.46, 14.56, 14.56, 11.93 และ 11.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

2. ป่าชุมชนบ้านแม่ทรายด้านทิศตะวันตก

องค์ประกอบไม้ใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร) พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด จำนวน 32 ชนิด 28 สกุล 18 วงศ์ มีความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ใหญ่เท่ากับ 1,180 ต้น/เฮกแตร์ และ 110.32 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon Weiner เท่ากับ 2.80 (Table 1) ประเมินความเด่นของชนิดไม้เด่นจากการพิจารณาในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ เต็ง (*Shorea obtusa*), ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*), รัง (*Shorea siamensis*), มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*), ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 56.34, 30.77, 28.12, 21.84 และ 18.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

องค์ประกอบลูกไม้ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีลูกไม้ปรากฏอยู่ในแปลงตัวอย่าง

องค์ประกอบกล้าไม้ พบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด จำนวน 23 ชนิด 20 สกุล 15 วงศ์ มีความหนาแน่นของกล้าไม้เท่ากับ 3,600 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ตามดัชนีของ Shannon Weiner เท่ากับ 2.88 (Table 1) ประเมินความเด่นของชนิดไม้เด่นจากการพิจารณาในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*), แดง (*Xylocarpus xylocarpa*), ปืบ (*Millingtonia hortensis*), เก็ดดำ (*Dalbergia cultrata*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 35.56, 17.78, 17.78, 13.33 และ 13.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 1. The vegetation community characteristics in each catchment

Community characters	East characters	West characters
Tree		
Number of species	27	32
Shannon-Weiner index	2.70	2.80
Basal area (m ² ha ⁻¹)	70.69	99.72
Stem density (stems ha ⁻¹)	570	1180
Sapling		
Number of species	4	-
Shannon-Weiner index	1.39	-
Stem density (stems ha ⁻¹)	320	-
Seedling		
Number of species	21	23
Shannon-Weiner index	2.89	2.88
Stem density (stems ha ⁻¹)	3,040	3,600

จากผลการศึกษาพบว่าลักษณะสังคมพืชของป่าชุมชนบ้านแม่ทรายทั้ง 2 ทิศ แสดงให้เห็นว่าลักษณะโครงสร้างของป่าชุมชนด้านทิศตะวันตกมีความหลากหลายของจำนวนชนิดไม้ ค่า Shannon-Weiner index พื้นที่หน้าตัด และความหนาแน่นมากกว่าป่าชุมชนด้านทิศตะวันออก เนื่องจากป่าชุมชนด้านทิศตะวันออกอาจมีการทำไม้ตัดไม้ขนาดใหญ่ออกจากพื้นที่ และเกิดไฟป่าติดต่อกันเป็นเวลานานมาก่อนภายในพื้นที่ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นมาก ภายหลังมีการป้องกันไฟจึงมีการทดแทนเข้ามาแบบทุติยภูมิ โดยกระบวนการทดแทนที่เกิดขึ้นในที่โล่งที่เคยมีพรรณพืชยึดครองหรือส่วนขยายพันธุ์ของพืชอยู่มาก่อน (secondary bare land) ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เคยปกคลุมด้วยพรรณพืช และถูกทำลายลงเนื่องจากไฟป่า พายุ ไร่เลื่อนลอย หรือพื้นที่เกษตรที่ถูกทิ้งร้าง (ดอกรัก และอุทิศ, 2552) ซึ่งสามารถสังเกตได้จากเถาวัลย์ที่เข้ามาปกคลุมในพื้นที่จึงเป็นเหตุให้มีความหลากหลาย และพื้นที่หน้าตัดลดลง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบในระดับลูกไม้พบว่าป่าชุมชนด้านทิศตะวันตกกลับไม่พบลูกไม้เนื่องจากการเกิดไฟป่าอย่างรุนแรงจึงทำให้กล้าไม้ไม่สามารถขึ้นอยู่ได้ ในขณะที่ป่าชุมชนด้านทิศตะวันออกมีการเกิดไฟป่าแต่น้อยกว่าจึงทำให้ยังมีลูกไม้หลงเหลืออยู่ เมื่อเปรียบเทียบในระดับกล้าไม้พบว่าป่าชุมชนด้านทิศตะวันตกมีจำนวนชนิดและความหนาแน่นมากกว่า เนื่องจากมีพื้นที่การศึกษา 2 จุดที่อยู่ในพื้นที่ราบต่ำมีความชื้นและติดใกล้แหล่งน้ำอีกทั้งยังมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเกิดของกล้าไม้มากกว่าป่าชุมชนด้านทิศตะวันออกที่มีการปกคลุมเรือนยอดโดยเถาวัลย์ จากรายงานของ ชิงชัย อัจฉิงจากชัยวัฒน์ (2555) ที่พบว่าป่าดิบแล้งของอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานมีเถาวัลย์ปกคลุมเรือนยอดทำให้ต้นไม้ถูกแย่งน้ำอาหาร และแสงสว่างทำให้กล้าไม้อ่อนแอ เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์พบว่ากลุ่มของไม้ป่าผสมผลัดใบมีการสืบต่อพันธุ์ภายในพื้นที่ทั้งสองฝั่ง ในขณะที่ป่าชุมชนด้านทิศตะวันตกเดิมเป็นสังคมของป่าเต็งรัง แต่หลังจากเกิดไฟป่าอย่างรุนแรงทำให้กล้าไม้กลุ่มเต็งรังไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ได้ภายหลังมีการจัดตั้งป่าชุมชนขึ้น

จึงมีการเริ่มกันไฟป่าประมาณ 4 ปี จึงทำให้ไม้ในกลุ่มของผสมผลัดใบในระดับลูกไม้ เช่น ประดู่ แดง ชิงชัน เข้ามาในพื้นที่ และป่าชุมชนด้านทิศตะวันออกที่มีการป้องกันไฟในระยะเวลาที่ยาวนานกว่าลูกไม้ในกลุ่มของป่าผสมผลัดใบจึงมีการรุกเข้าในพื้นที่เช่นเดียวกันกับป่าชุมชนด้านทิศตะวันตก สอดคล้องกับรายงานของ นิรุต และคณะ (2562) ที่วิเคราะห์จัดกลุ่มของหมู่ไม้ในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์สิรินธรอุทยาน อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าไม้ที่มีดัชนีค่าความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ของสังคมป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ คือ ประดู่ป่า เนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัว เติบโตได้เร็ว และดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่มีความแห้งแล้งสูง ซึ่ง ฐิตารีย์ อ้างอิงจาก Tansley (1955) ได้กล่าวว่า สังคมพืชจะทดแทนกันไปจนไปหยุดอยู่ที่สภาพใดสภาพหนึ่งเป็นเวลานานนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกันแล้วแต่ท้องที่ บางพื้นที่ดินอาจเป็นปัจจัยสำคัญ บางพื้นที่อาจเป็นไฟป่า และบางพื้นที่อาจเป็นสภาพภูมิประเทศ โดยนิรุต และคณะ (2562) พบว่าการสืบต่อพันธุ์ของกลุ่มไม้ป่าเต็งรังไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากผลที่เกิดจากการกันไฟต่อเนื่องเป็นเวลานาน ส่งผลให้เมล็ดไม้ของพืชในป่าผสมผลัดใบที่อยู่ใกล้เคียง สามารถรุกร้าเข้ามาเจริญเป็นกล้าไม้และตั้งตัวเป็นลูกไม้ได้มากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาไปสู่สังคมของป่าผสมผลัดใบ

Table 2. The important value index (IVI) density (D/Ha) and Basal area (BA, m³/Ha)

Plant community	Staged	Species	D	BA	IVI
East characters	Tree	1. <i>Pterocarpus indicus</i> Willd	145	18.05	59.66
		2. <i>Shorea siamensis</i> Miq.	45	8.62	24.44
		3. <i>Schleichera oleosa</i>	40	4.45	22.00
		4. <i>Chukrasia tabularis</i> A.Juss.	15	11.90	21.64
		5. <i>Dalbergia oliveri</i> Gamble	50	2.03	18.16
	Sapling	1. <i>Casearia grewifolia</i> Vent.	80	-	50.00
		2. <i>Milium velutina</i> (Dunal)	80	-	50.00
		3. <i>Schleichera oleosa</i>	80	-	50.00
		4. <i>Oroxylum indicum</i> (L.) Kurz	80	-	50.00
		5. <i>Dalbergia oliveri</i> Gamble	160	-	11.93
	Seedling	1. <i>Millettia brandisiana</i> Kurz	480	-	22.46
		2. <i>Pterocarpus indicus</i> Willd	240	-	14.56
		3. <i>Bauhinia saccocalyx</i> Pierre	240	-	14.56
		4. <i>Milium velutina</i>	160	-	11.93
		5. <i>Dalbergia oliveri</i> Gamble	160	-	11.93
West characters	Tree	1. <i>Shorea obtusa</i>	285	8.86	56.34
		2. <i>Shorea siamensis</i>	110	10.46	28.12
		3. <i>Canarium subulatum</i>	95	6.33	21.84
		4. <i>Pterocarpus macrocarpus</i>	90	17.12	30.77
		5. <i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	80	5.19	18.26

Plant community	Staged	Species	D	BA	IVI
	Sapling	-	-	-	-
	Seedling	1. <i>Dalbergia oliveri</i>	640	-	35.56
		2. <i>Xylia xylocarpa</i>	320	-	17.78
		3. <i>Millingtonia hortensis</i> L.f.	320	-	17.78
		4. <i>Dalbergia cultrata</i>	240	-	13.33
		5. <i>Gluta usitata</i>	240	-	13.33

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

พบว่าป่าชุมชนบ้านแม่ทรายด้านทิศตะวันตกมีปัจจัยแวดล้อมด้านความหนาแน่นดิน และปริมาณความชื้นในดินมากกว่าป่าชุมชนบ้านแม่ทรายด้านทิศตะวันออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 1.33 และ 20.12 ตามลำดับ ส่วนปริมาณแสงพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 472.09 (Table 3)

Table 3. The variance between environmental factor is Sd, SMC, Light ($\mu\text{mol m}^{-2}$)

	East characters	West characters	P-value
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	
Soil bulk density (g cm^{-3})	1.27 \pm 0.18	1.33 \pm 0.76	0.011
Soil moisture (%)	19.03 \pm 1.29	20.12 \pm 5.64	0.007
PAR	357.68 \pm 77.85	472.09 \pm 161.37	0.34

เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยแวดล้อมความหนาแน่นดิน ความชื้นในดิน และปริมาณแสง ของป่าทั้งสองฝั่ง พบว่าความหนาแน่นของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากป่าด้านทิศตะวันตกมีลักษณะของป่าเต็งรังที่มีความแข็งหน้าดินตื้นมีกรวดและเศษหิน หรือหินปะปนจำนวนมาก (สราวุธ และคณะ, 2018) และปัจจัยรบกวนจากไฟป่าที่รุนแรง จากรายงานของ สาโรจน์ และคณะ (2555) พบว่าไฟป่าจะทำลายซากพืชบริเวณหน้าดิน ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง เมื่อเกิดฝนตกจะทำให้อนุภาคดินแตกกระจายออกช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ทำให้ดินมีความหนาแน่นมากขึ้น ในขณะที่ป่าด้านทิศตะวันออกที่มีระยะเวลาไฟที่ยาวนานกว่าจากการศึกษาของ นิรุต และคณะ (2562) พบว่าภายหลังการกันไฟต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสะสมส่งเสริมให้ดินมีความพรุนและความร่วนซุยมากขึ้น เมื่อพิจารณาความชื้นของดินพบว่าป่าชุมชนด้านทิศตะวันตกมีความชื้นดินมากกว่าเนื่องจากพื้นที่ในการศึกษา 2 จุดอยู่ในพื้นที่ราบต่ำ และอีก 3 จุดอยู่บนที่สูงที่มีความชื้นไม่ต่อเนื่องกันจะเห็นได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงทำให้ค่าเฉลี่ยสูงขึ้นมา ในขณะที่เดียวกันป่าชุมชนด้านทิศตะวันออกมีลักษณะเป็นแนวขนานและมีการเพิ่มระดับความชื้นอย่างต่อเนื่องเมื่อพิจารณาแล้วจากความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเป็นเพราะมีการเก็บตัวดินจากใกล้แหล่งน้ำจึงทำให้มีค่าความชื้นสูงเป็นต้น

สรุป

จากการศึกษาลักษณะสังคมพืชและปัจจัยดินบริเวณป่าชุมชนบ้านแม่ทราย ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ พบว่าลักษณะของสังคมพืชของป่าทั้ง 2 ด้านเป็นสังคมป่ารุ่นสอง ซึ่งเดิมบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเป็นสังคมพืชป่าเต็งรังเมื่อมีการรบกวนของไฟอย่างรุนแรงทำให้กล้าไม้ไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ได้ เมื่อมีการป้องกันไฟจากการจัดตั้งป่าชุมชนทำให้มีกลุ่มของไม้ป่าผสมผลัดใบรุกเข้ามา ทำให้กล้าไม้เด่นของป่าผสมผลัดใบสามารถสืบต่อพันธุ์ได้อย่างดี เนื่องจากสภาวะแวดล้อมหลังการป้องกันไฟมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และปัจจัยดินเมื่อทำการป้องกันไฟทำให้สภาพของดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าลักษณะของสังคมป่าทั้งสองกำลังพัฒนาไปสู่สังคมของป่าผสมผลัดใบ อย่างไรก็ตามในการศึกษาควรมีการติดตามการแปรผันของพลวัตสังคมป่าในระยะยาวเพื่อการจัดการป่าในการเข้ามาใช้ประโยชน์ของชุมชนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และยั่งยืนยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชและปัจจัยแวดล้อมบางประการ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่หยวกของป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ได้รับคำแนะนำ และคำปรึกษาจากรองศาสตราจารย์ ดร.แหลมไทย อาษานอก ในการแก้ไข และปรับปรุงจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชิงชัย วิริยะบัญชา, ภาณุมาศ ลาตปลา และวัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. (2556). ความเจริญเติบโตและการแข่งขันของเถาวัลย์ในป่าธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย* (น.137-160). ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดอกรัก มารอด และอุทิศ ภูมิอินทร์. (2552). *นิเวศวิทยาป่าไม้*. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- นิรุฒ ไผ่เรือง, เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่ และแหลมไทย อาษานอก. (2563). อิทธิพลของการป้องกันไฟต่อการเปลี่ยนแปลงสังคมพืชในสวนพฤกษศาสตร์สุโขทัยอุทยาน อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารวนศาสตร์ไทย*, 39 (1), 28-40.
- สถานีวิจัยที่ดงแม่แพร่. (2562). *แผนการใช้ที่ดินตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่*.
- สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนุวงศ์ และเกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง. (2555). ผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมี และการสะสมอาหารในดินป่าเต็งรัง สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารเกษตร*, 28(1), 19-29
- Laing, R.S., K.H. Ong, R.J.H. Kueh, N.G. Mang, P.J.H. King and M. Sait. (2019). Stand structure, floristic composition and species diversity along altitudinal gradients of a Bornean mountain range 30 years after selective logging. *Journal of Mountain Science*, 16(6): 1419-1434.

นิเวศวิทยาของแก้ง (*Muntiacus muntjak*) บริเวณทุ่งหญ้าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
Ecology of Common Barking Deer (*Muntiacus muntjak*)
in Grassland Areas of Khao Yai National Park

ศศิพันธ์ สุวรรณมีระ^{1,2} นริศ ภูมิภาคพันธ์^{1*} และ วิจักขณ์ ฉิมโฉม¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: fforrb@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานิเวศวิทยาของแก้งในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้ทำการสำรวจบริเวณพื้นที่หากินของแก้งคือ ทุ่งหญ้าบริเวณมอสโต และหอดูสัตว์หนองผักชี ทำการวางแผนตัวอย่างแบบวงกลมครอบคลุมทั้งพื้นที่ ทุ่งหญ้า ทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นของแก้ง ด้วยวิธีการประเมินประชากรสัตว์ป่าจากกองมูล (Pellet-group counts), และ Roadside counts ดำเนินการศึกษา 1 ปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2560 - มิถุนายน 2561 ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นของแก้งเป็น 0.16 และ 0.019 ตัวต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งจะผันแปรไปตามวิธีการสำรวจที่ใช้ และศึกษาโครงสร้างประชากรไปพร้อมกับการสำรวจแบบ Roadside counts สามารถจำแนกออกเป็นตัวผู้ (male) ตัวเมีย (female) และลูก (fawn) คำนวณหาร้อยละโครงสร้างประชากร ได้ 17, 69 และ 14 ตามลำดับ และอัตราส่วนระหว่างตัวเต็มวัยตัวผู้ต่อตัวเมียเท่ากับ 1 : 4 และอัตราส่วนระหว่างตัวเมียต่อลูก เท่ากับ 1 : 0.2 กิจกรรมในรอบวันพบว่าแก้งมีแนวโน้มการหากินและเคลื่อนที่ (Active) ระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. – 18.00 น. ขณะที่พบการออกมาทำกิจกรรมของแก้งน้อยในช่วงเวลา 20.00 น. – 22.00 น. ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับแผนปฏิบัติการแห่งชาติเพื่ออนุรักษ์เสือโคร่ง พ.ศ. 2565 – 2577 ยุทธศาสตร์การวิจัย การบริหารจัดการข้อมูล และการติดตามประเมินผล กิจกรรมเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนาระบบติดตามประชากรเสือโคร่งและเหยื่อในพื้นที่อาศัยในกลุ่มป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่

คำสำคัญ: แก้ง ความหนาแน่นของประชากร อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Abstract

Study on Ecology of Common barking deer (*Muntiacus muntjak*) in Khao Yai National Park was carrying at Mo Sing To and Nong Pak Chi grasslands. Circular sample plots were used in conducting deer pellet – group counts grassland area. Perform a density analysis of barking deer. with the method of assessing the wildlife population from Pellet-group counts and Roadside counts method and also observation on deer behavior. The study was conducted for 1 year from July 2017 to June 2018. The results showed that Barking deer densities from Pellet – group count and from road side count were 0.058 and 0.019 deer per hectare, respectively. Population structure for male, female and fawn along with roadside counts in percentages were 17, 69, and 14, respectively, sex ratio between males and female was 1 : 4 female and fawn was 1 : 0.2 From the observation, barking deer showed its diurnal activities during 8:00 a.m. and 6:00 p.m. and less to inactive activity during the night times. The study results can applied with the National Action Plan for Tiger Conservation 2022-2034. Research Strategies Data Management and monitoring and evaluation Activity to build capacity and develop a tracking system for tiger populations and their prey in the Dong Phrayayen - Khao Yai forest complex.

Keywords: Common barking deer, *Muntiacus muntjak*, Population density, Khao Yai National Park

บทนำ

กวางเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 อยู่ในวงศ์ กวาง (Family Cervidae) ซึ่งจำแนกได้จากลักษณะการผลัดเขา สัตว์ในวงศ์กวางในประเทศไทยมีทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ สมัน (*Rucervus schomburgki*) ละมั่ง (*Rucervus eldil*) เนื้อทราย (*Axis porcinus*) กวางป่า (*Rusa unicolor*) กวางหม้อ (*Muntiacus feae*) และกวาง (*Muntiacus muntjak*) กวางในสกุล *Muntiacus* พบกระจายทั่วไปในประเทศ ศรีลังกา อินเดีย เนปาล จีนตอนใต้ เวียดนามลาว กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และประเทศไทย โดยพบทั้งหมด 10 ชนิด ประกอบด้วย 1) *Muntiacus putaoensis* (Leaf Muntjac) 2) *Muntiacus truongsoneensis* (Truong Son Muntjac, Annamite Muntjac) 3) *Muntiacus gongshanensis* (Gongshan Muntjac) 4) *Muntiacus feae* (Fea's Muntjac) 5) *Muntiacus muntjak* (Common Muntjac, Red Muntjac) 6) *Muntiacus vuquangensis* (Giant muntjac) 7) *Muntiacus crinifrons* (Black muntjac) 8) *Muntiacus atherodes* (Yellow muntjac) 9) *Muntiacus rooseveltorum* (Roosevelt's muntjac) 10) *Muntiacus reevesi* (Reeves's muntjac) พบในประเทศไทย 2 ชนิด คือ กวางหม้อ *Muntiacus feae* (Fea's Muntjac) และ กวางธรรมดา *Muntiacus muntjak*

(Red Muntjac) เก้งหรือพานเป็นกวางขนาดเล็ก ลำตัวยาวประมาณ 1 เมตร หางยาว ประมาณ 17 – 19 เซนติเมตร สูงประมาณ 50 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 20 – 28 กิโลกรัม มีเขาเฉพาะตัวผู้ ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ต่อเขายาว เขามีแขนงเล็ก ๆ ข้างละ 2 กิ่ง กิ่งคู่หน้าปลายแหลมตรงเรียกว่า กิ่งรับหมา กิ่งคู่หลังทอดยาวขึ้นไปไม่แตกกิ่งก้านเหมือนเขาของกวางชนิดอื่น ปลายแหลมงอโค้งเข้าหาลำตัว ลำตัวสีน้ำตาลสดหรือน้ำตาลแดง ขนสั้นแน่นนุ่มและหลุดง่าย หน้าและขาสีน้ำตาล มีแถบดำจากฐานเขามายังสันหน้า (frontal ridge) ต่อมมีน้ำตามีขนาดใหญ่และลึก ตัวเมียมีฟูขนสั้นๆบนหัว และตรงตำแหน่งที่เป็นเขในตัวผู้มีตั้งเนื้อยาวประมาณ 3 เซนติเมตรห้อยอยู่ ฤดูผสมพันธุ์ของเก้งอยู่ในช่วงต้นฤดูหนาวระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคม และตกลูกในตอนต้นฤดูฝน ปกติเก้งออกลูกครั้งละ 1 ตัว ตั้งท้องนานประมาณ 6 เดือน เก้งออกลูกตามพุ่มไม้หนาๆ ลูกเกิดใหม่มีจุดสีขาวตามลำตัว เมื่ออายุประมาณ 6 เดือน จุดเหล่านี้จะหายไป และจะมีขนาดลำตัวเท่ากับพ่อและแม่ อายุ 4 – 5 เดือน ลูกจะอดนมและเริ่มกินอาหารเหมือนพ่อแม่ได้ สามารถผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุยืนยาวประมาณ 1 ปีครึ่ง มีอายุประมาณ 10 ปี (Lekagul and McNeely, 1977)

เก้งมักอยู่ตามลำพังในพงหญ้ารกทึบและตามป่าทั่วไป พบอยู่เป็นคู่เฉพาะในฤดูผสมพันธุ์ ออกหากินในเวลาเช้านี้ ตอนเย็น และกลางคืนตามทุ่งโล่ง พงไม้เตี้ยๆ หรือชายป่าใกล้บ้านเรือน ป่าไผ่ ป่ารวก และตามป่าละเมาะ เวลากลางวันจะหลบนอนอยู่ตาม พุ่มไม้ มีนิสัยขี้ประดียว จากการศึกษาพบว่าขนาดพื้นที่อาศัยและระยะทางการเคลื่อนที่รายวันของเก้งในช่วงฤดูฝนมีค่ามากกว่าในช่วงฤดูร้อน เก้งมีการทำกิจกรรมตลอดทั้งวัน โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การทำกิจกรรมในรอบวันเท่ากับ 70.91% อย่างไรก็ตามการทำกิจกรรมของเก้งมีมากในเวลาเช้าระหว่างเวลา 08.01 – 10.00 น. และในเวลาเย็นถึงพลบค่ำระหว่างเวลา 18.01 – 20.00 น. ความหนาแน่นประชากรจากการศึกษาโดยใช้วิธี Line Transect Method มีค่าเฉลี่ย 1.83 ตัว/กม² (รองลาภและอุทิศ, 2543)

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ เป็นพื้นที่มรดกโลกเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญแห่งหนึ่งของสัตว์ป่า เป็นผืนป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์สามารถพบเห็นสัตว์ป่าได้ง่ายจึงได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวในการใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ จากสถิติที่ผ่านมานักท่องเที่ยวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้พื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ถูกปรับใช้เพื่อรองรับการใช้ประโยชน์ของนักท่องเที่ยว เก้งเป็นหนึ่งในสัตว์ที่นักท่องเที่ยวให้ความสนใจ เนื่องจากสามารถพบเห็นได้ง่าย และบริเวณพื้นที่อาศัยและหากินของเก้งคือบริเวณป่าและทุ่งหญ้า ซึ่งปรากฏอยู่โดยรอบเขตบริการในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นอกจากนั้นกลุ่มป่าดงพญาเย็น – เขาใหญ่ ยังเป็นพื้นที่เป้าหมายในแผนปฏิบัติการแห่งชาติเพื่ออนุรักษ์เสือโคร่ง พ.ศ. 2565 – 2577 ซึ่งมียุทธศาสตร์การวิจัย การบริหารจัดการข้อมูล และการติดตามประเมินผล กิจกรรมเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนาระบบติดตามประชากรเสือโคร่งและเหยื่อในพื้นที่อาศัยในกลุ่มป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่ และยุทธศาสตร์ที่ 4 การฟื้นฟูประชากรเสือโคร่งและเหยื่อในพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นพื้นที่อาศัย กิจกรรมจัดการประชากรเหยื่อเพื่อส่งเสริมการฟื้นฟูประชากรเสือโคร่ง จะเห็นได้ว่าการจัดการประชากรมีความสัมพันธ์กับจำนวนประชากรของสัตว์ผู้ล่า ซึ่งในปัจจุบันการศึกษาจำนวนประชากรของสัตว์ที่เป็นเหยื่อในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ยังมีอยู่น้อยมาก การศึกษานี้จึงมุ่งไปที่การศึกษาความหนาแน่นของประชากรเก้ง บริเวณอ่างเก็บน้ำมอสิงโตและบริเวณหอดูสัตว์หนองผกซี เนื่องจากทุ่งหญ้าเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของเก้ง รวมไปถึงศึกษา

โครงสร้างประชากร โดยผลที่ได้รับจากการศึกษานี้ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านการจัดการประชากร และการจัดการพื้นที่ได้อย่างกว้างขวาง และสอดคล้องกับแผนปฏิบัติการแห่งชาติเพื่ออนุรักษ์เสือโคร่ง พ.ศ. 2565 – 2577

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การศึกษาความหนาแน่นของประชากรกึ่ง

การศึกษาคความหนาแน่นของประชากรกึ่งในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงจำนวนกึ่งต่อพื้นที่ โดยใช้วิธีการศึกษา 2 วิธีการ ได้แก่ Pellet-group counts และ Roadside Counts รายละเอียดดังนี้

1.1 วิธี Pellet-group counts

1.1.1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การศึกษาในครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล 1 ปี ในระหว่างเดือนกรกฎาคม 2560 - มิถุนายน 2561 โดยทำการวางแผนทดลองบริเวณทุ่งหญ้า 3 แห่ง ได้แก่ 1) ลานจอตเฮลิคอปเตอร์ 2) หนองซิง 3) หนองผักชี วางแผนโดยใช้วิธี Line plot system ใช้ถนนเป็น base line วางแผนให้มีระยะห่างระหว่าง line 200 เมตร ออกไปทั้ง 2 ข้างของ base line โดยแต่ละ line ทำมุม azimuth 90° หรือ 270° ซึ่งจะทำให้ทุก line อยู่ในลักษณะที่ขนานกัน และกำหนดให้แปลงทดลองแปลงแรกของแต่ละ line ห่างจาก base line 50 เมตร ระยะห่างของแต่ละแปลงกำหนดให้มีระยะ 20 เมตรขนาดและรูปร่างของแปลงตัวอย่างถาวรใช้แปลงรูปวงกลม รัศมี 2 เมตร โดยจุดศูนย์กลางของแต่ละแปลงจะใช้หมุดไม้ไผ่ปักเอาไว้สูงจากพื้นดินประมาณ 5 เซนติเมตร และในแต่ละ line บันทึกพิกัดด้วยเครื่องบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) เพื่อกำหนดจุดในการกลับมาเก็บข้อมูลครั้งต่อไป โดยวางแผนเพิ่มพื้นที่ทุ่งหญ้าลานจอตเฮลิคอปเตอร์ จำนวน 21 แปลง หนองซิง จำนวน 42 แปลง และหนองผักชีจำนวน 104 แปลง รวม 167 แปลง เก็บข้อมูลภายในแปลงโดยการสังเกตและจดบันทึกลักษณะของมูลในแปลงศึกษา จากนั้นเก็บกองมูลที่นับแล้วออกจากแปลงทดลองเพื่อป้องกันการนับซ้ำในการเก็บข้อมูลครั้งต่อไป ทำการนับกองมูลทุก ๆ 30 วัน เป็นระยะเวลา 12 เดือน

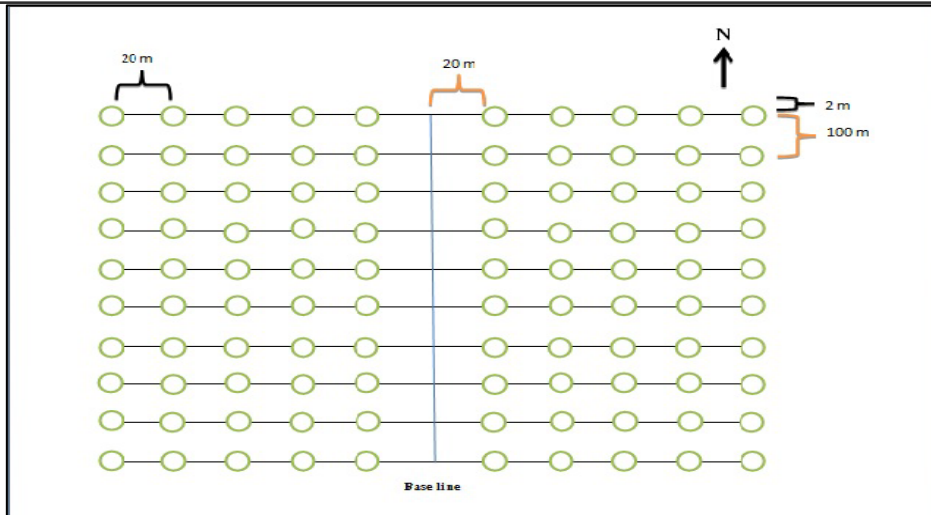


Figure 1. Sample plot

1.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.1.2.1 การหาจำนวนแปลงทดลองที่เหมาะสม

ในการเก็บข้อมูลครั้งแรกวางแปลงวงกลม รัศมี 2 เมตรเต็มพื้นที่บริเวณทุ่งหญ้าลานจุดเฮลิคอปเตอร์ จำนวน 21 แปลง นับกองมูลที่ปรากฏอยู่ในแปลง คำนวณหาค่า mean และค่า variance แล้วจึงนำค่าต่าง ๆ ไปคำนวณเพื่อหาจำนวนแปลงทดลองที่เหมาะสมโดยสูตรของ Grieb (1958) อ้างตาม Ngampongsai (1978) ดังนี้

$$N = (t \cdot 0.10)^2 \frac{s^2}{(0.20 \times \bar{x})^2} \quad (1) \text{ เมื่อ}$$

N	= จำนวนที่ต้องการ
s^2	= ค่า variance ที่ได้จากการแปลงทดลองชั่วคราว
\bar{x}	= ค่า mean ที่ได้จากการแปลงทดลองชั่วคราว
0.20	= ค่าที่ผิดพลาดที่ยอมรับได้
t 0.10	= ค่าความเชื่อมั่นที่ 90 %

ผลที่ได้จำนวนแปลงที่เหมาะสมเท่ากับ 36 แปลง

1.1.2.2 การคำนวณความหนาแน่นของก้าง

การคำนวณความหนาแน่นของก้างต่อหน่วยเนื้อที่ จะกระทำต่อจากการเก็บข้อมูลจำนวนกองมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษาในแต่ละครั้งที่ศึกษาแล้วนำมาหาจำนวนกองมูลต่อพื้นที่ รวมถึงนำข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนวันที่นับตั้งแต่เก็บกองมูลที่พบทั้งทั้งหมด และปล่อยแปลงทดลองทิ้งไว้ จนถึงวันที่เก็บข้อมูล และอัตราการถ่ายมูลของก้างในแต่ละตัว คือ 11.88 กอง ต่อตัว ต่อวัน Ngampongsai (1978) มาคำนวณ โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (สุรศักดิ์, 2525)

$$\text{จำนวนแก่งต่อพื้นที่} = \frac{\text{จำนวนกองมูลที่นับได้ต่อพื้นที่}}{\text{จำนวนวันที่ทิ้งไว้} \times (\text{อัตราการถ่ายมูล/วัน/ตัว})} \quad (2)$$

1.2 วิธี Roadside Counts

การศึกษาด้วยวิธีนี้ใช้รถยนต์เป็นพาหนะในการสำรวจ โดยสำรวจประชากรแก่งในช่วงเวลา 8.00 – 10.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่แก่งเริ่มออกหากินในบริเวณทุ่งหญ้า และช่วงเวลา 20.00 – 22.00 น. เพื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาที่แก่งมีกิจกรรมในช่วงใดมากกว่ากันโดยใช้กล้องส่องทางไกล (Binoculars) ช่วยในการมองเห็นแก่ง จำนวนที่สำรวจพบมาคำนวณหาความหนาแน่นของแก่ง (สุรศักดิ์, 2525) โดยใช้สูตร

$$\text{จำนวนแก่งต่อพื้นที่} = \frac{\text{จำนวนแก่งเฉลี่ยที่พบต่อครั้ง}}{\text{ระยะไกลที่สุดที่สามารถมองเห็นแก่ง} \times \text{ระยะทางทั้งหมดที่ใช้ในการสำรวจ}} \quad (3)$$

2. การศึกษาโครงสร้างประชากรแก่ง

การศึกษาโครงสร้างประชากรแก่ง ดำเนินการศึกษาไปพร้อมกับการสำรวจความหนาแน่นของประชากรแก่งโดยการใช้วิธี Roadside Counts เพื่อให้ทราบโครงสร้างประชากรของแก่งว่าอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (group) หรืออยู่แบบโดดเดี่ยว (single) และยังสามารถแยกเพศผู้ (male) เพศเมีย (female) และลูก (fawn) ว่ามีจำนวนเท่าใด และมีอัตราส่วนของเพศและวัยแบบใดบ้าง (สุรศักดิ์, 2525)

ผลและอภิปรายผล

1. ความหนาแน่นของประชากรแก่ง

1.1 วิธี Pellet group counts

จากการนับจำนวนมูลของแก่งภายในแปลงทดลองในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษาจะพบว่าจำนวนกองมูลในแปลงทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ ลานจอดเฮลิคอปเตอร์ หนองซิง และหนองผักชี ซึ่งได้ทำการศึกษานับจำนวน 11 ครั้ง ในเดือนสิงหาคม 2560 – เดือนมิถุนายน 2561 พบว่าค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของแก่งบริเวณลานจอดเฮลิคอปเตอร์ หนองซิง และหนองผักชี มีค่า 0.32 0.18 0.12 ตัวต่อเฮกตาร์ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรวมมีค่า 0.16 ตัวต่อเฮกตาร์ และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานับทั้ง 3 พื้นที่ พบว่าบริเวณลานจอดเฮลิคอปเตอร์มีความหนาแน่นของแก่งมากที่สุด ส่วนในบริเวณหนองซิง และหนองผักชีมีค่าลดลงตามลำดับ โดยเมื่อดูจากข้อมูลเป็นรายเดือนพบว่าผลรวมทั้ง 3 พื้นที่ เดือนที่มีค่าความหนาแน่นของแก่งมากที่สุดคือเดือนธันวาคม เมษายน และเดือนกันยายน โดยเดือนธันวาคมและเมษายน มีค่าความหนาแน่นเท่ากันคือ 0.45 ตัวต่อเฮกตาร์ และเดือนกันยายนมีค่าความหนาแน่น 0.20 ตัวต่อเฮกตาร์ สำหรับเดือนที่มีค่าความหนาแน่นของแก่งน้อยคือเดือนมิถุนายน กุมภาพันธ์ และพฤษภาคม โดยมีค่าความหนาแน่นของแก่งเท่ากับ 0.04 0.05 0.06 ตัวต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

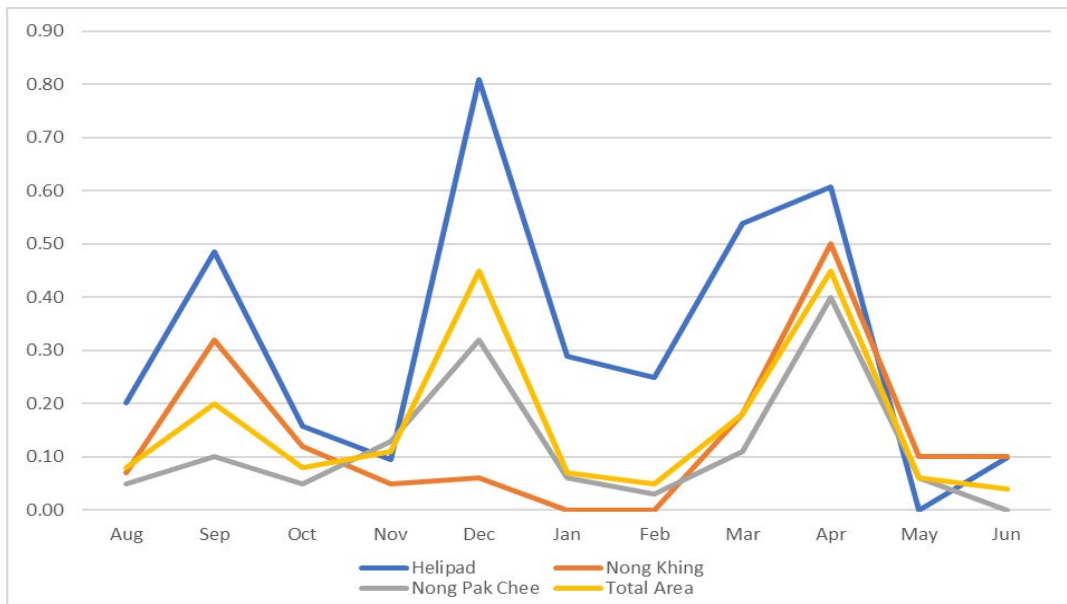


Figure 2. Density of Barking deer in each area

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Ngampongsai (1978) ซึ่งบริเวณมอสิงโต หนองชิง และหนองผักชี มีค่าความหนาแน่นของกึ่ง 0.07 0.50 และ 0.06 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.21 ตัวต่อเฮกตาร์ พบว่าค่าความหนาแน่นของกึ่งบริเวณลานจอดเฮลิคอปเตอร์ (มอสิงโต) หนองชิง และหนองผักชี จากผลการศึกษานี้แตกต่างผลการศึกษาของ Ngampongsai (1978) โดยมีเพียงบริเวณหนองชิงที่มีค่าความหนาแน่นของกึ่งลดลง อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของการศึกษาในครั้งนี้และการศึกษาของ Ngampongsai (1978) มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.16 และ 0.21 ตัวต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการหลบภัยจากสัตว์ผู้ล่าของกึ่งเช่นหมาใน พื้นที่ลานจอดเฮลิคอปเตอร์เป็นบริเวณที่กิจกรรมของมนุษย์มาก

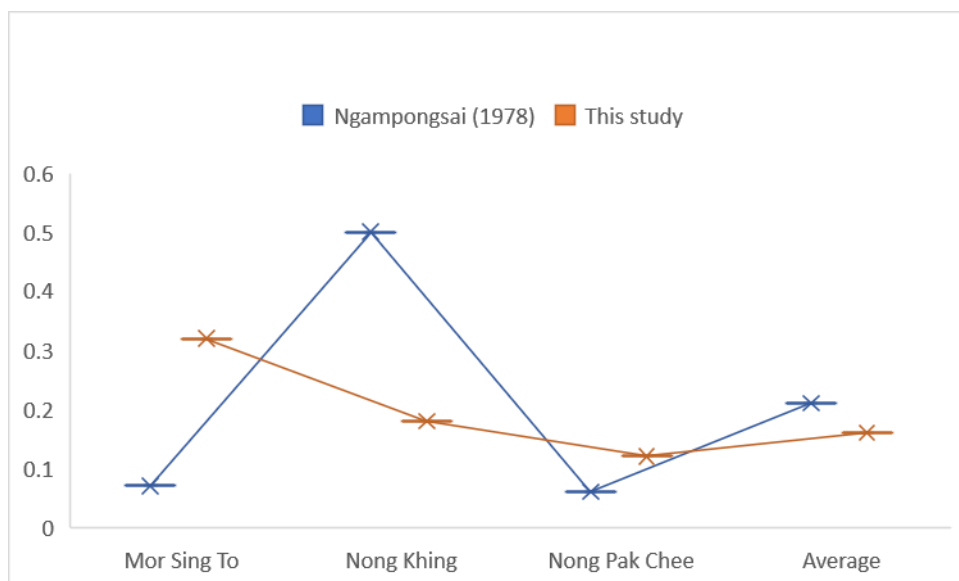


Figure 3. Compare the density between this study with Ngampongsai (1978)

1.2 วิธี Roadside Counts

การศึกษาจำนวนประชากรกึ่งโดยวิธี Roadside Counts เป็นการศึกษาเดียวกันกับการใช้วิธี Pellet group counts โดยยึดถือเอาจำนวนของกึ่งที่พบเห็นจากการสำรวจ จำนวนครั้งที่ทำการนับในแต่ละเดือน และค่าเฉลี่ยของกึ่งที่พบเห็นในแต่ละครั้งของแต่ละเดือนนำมาหาความหนาแน่นของกึ่งในพื้นที่ศึกษาจากการสำรวจในช่วง 8.00 – 10.00 น. นำมาคำนวณหาความหนาแน่นของกึ่งต่อเฮกตาร์พบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของกึ่งคือ 0.019 ตัวต่อเฮกตาร์ สำหรับการสำรวจในช่วง 20.00 – 22.00 น. โดยใช้ spotlight ช่วยในการมองเห็น ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของกึ่งคือ 0.006 ตัวต่อเฮกตาร์ จึงอาจกล่าวได้ว่ากึ่งในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มออกหากินในเวลากลางวันและหลบนอนตามพุ่มไม้และชายป่าในเวลากลางคืน ประกอบกับพฤติกรรมระวางภัยของกึ่งทำให้การพบเห็นตัวในช่วงเวลากลางคืนนั้นพบเห็นได้ยาก

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของกึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะพบว่าผลที่ได้จากการใช้วิธี Pellet group counts มีค่า 0.16 ตัวต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าแบบที่สำรวจโดยวิธี roadside counts อาจเป็นเพราะว่าวิธีหลัง เป็นวิธีการสำรวจอย่างคร่าวๆ และง่ายที่สุด ซึ่งการสำรวจโดยการนับจำนวนโดยตรงย่อมจะมีการผิดพลาดในการนับได้ โดยเฉพาะเวลาที่กึ่งหลบซ่อนอยู่ในป่าหรือบริเวณพุ่มไม้ อีกทั้งมีเสียงเครื่องยนต์เป็นเสียงรบกวนอีกด้วย จึงทำให้ได้ค่าความหนาแน่นต่ำ สำหรับการใช้วิธี Pellet-group counts นั้น อาศัยจากการนับกองมูล (pellet-group) ซึ่งอยู่ภายในแปลงทดลอง แม้ว่ากึ่งจะเคลื่อนย้ายไปบริเวณอื่นแล้วก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากวิธี Pellet-group counts อาจมีข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากการตัดสินใจในเรื่องจำนวนกองมูล

Table 1. Comparison of the densities of Barking Deer by Pellet group count method and Roadside count method in Khao Yai National Park from July 2017 – June 2018

Year 2017 – 2018 Month	Pellet-group counts/ha.	Roadside counts/ha.	
		8.00 –18.00	20.00 – 22.00
July	-	0.0192	
August	0.08	0.0256	
September	0.20	0.0064	
October	0.08	0.0256	
November	0.11	0.000	
December	0.45	0.0192	0.0385
January	0.07	0.0000	
February	0.05	0.0321	0.0385
March	0.18	0.0256	
April	0.45	0.000	
May	0.06	0.0256	
June	0.04	0.0513	
Average	0.16	0.019	0.006

2. โครงสร้างประชากรกึ่ง

ศึกษาไปพร้อมกับการสำรวจความหนาแน่นของประชากรกึ่งโดยใช้วิธี Road side counts สามารถจำแนกออกเป็นตัวผู้ (male) ตัวเมีย (female) และลูก (fawn) คำนวณหาร้อยละโครงสร้างประชากรได้ 17, 69 และ 14 ตามลำดับ และอัตราส่วนระหว่างตัวเต็มวัยตัวผู้กับตัวเมียเท่ากับ 1: 4 และอัตราส่วนระหว่างตัวเมียเต็มวัยต่อลูกเท่ากับ 1 : 0.2 กิจกรรมในรอบวันพบว่ากึ่งมีแนวโน้มการหากินและเคลื่อนที่ (Active) ระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. – 10.00 น. ขณะที่พบการออกมาทำกิจกรรมของกึ่งน้อยในช่วงเวลา 20.00 น. – 22.00 น.

สรุป

1. การศึกษาจำนวนประชากรของกึ่งบริเวณอ่างเก็บน้ำมอสิงโต (ทุ่งหญ้าบริเวณลานจอดเฮลิคอปเตอร์ และหนองขิง) และหอดูดาวหนองผักชี โดยวิธี Pellet group count และ Roadside counts พบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของกึ่งเป็น 0.16 และ 0.019 ตัวต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งจะผันแปรไปตามวิธีการสำรวจที่ใช้ โดยผลที่ได้จากการใช้วิธี Pellet group counts มีค่า 0.16 ตัวต่อเฮกตาร์ มีค่ามากกว่าแบบที่สำรวจโดยวิธี roadside counts อาจเป็นเพราะว่าวิธีหลัง เป็นวิธีการสำรวจอย่างคร่าวๆ และง่ายที่สุด ซึ่งเป็นการสำรวจโดยการนับจำนวนโดยตรง มีโอกาสนับได้บางส่วนโดยเฉพาะเวลาที่กึ่งหลบซ่อนอยู่ในป่าหรือบริเวณพุ่มไม้ จึงทำให้ได้ค่าความหนาแน่นต่ำ สำหรับการใช้วิธี Pellet-group counts นั้น อาศัยจากการนับกองมูล (pellet-group) ซึ่งอยู่ภายในแปลงทดลอง แม้ว่ากึ่งจะเคลื่อนย้ายไปบริเวณอื่นแล้วก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากวิธี Pellet-group counts อาจมีข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากการนับจำนวนกองมูลโดยเฉพาะการตัดสินใจในเรื่องจำนวนกองมูล จึงควรมีการศึกษาโดยใช้วิธีการสำรวจแบบอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ค่าความหนาแน่นที่ชัดเจน และควรมีการศึกษาที่ต่อเนื่องเพื่อสามารถนำผลการศึกษาไปวางแผนการบริหารจัดการอุทยานแห่งชาติให้สอดคล้องกับแผนปฏิบัติการแห่งชาติเพื่ออนุรักษ์เสือโคร่ง พ.ศ. 2565 – 2577 ยุทธศาสตร์การวิจัย การบริหารจัดการข้อมูล และการติดตามประเมินผล กิจกรรมเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนาระบบติดตามประชากรเสือโคร่งและเหยื่อในพื้นที่อาศัยในกลุ่มป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่ต่อไป

2. โครงสร้างประชากรกึ่ง สามารถจำแนกออกเป็นตัวผู้ (male) ตัวเมีย (female) และลูก (fawn) คำนวณหาร้อยละโครงสร้างประชากรได้ 17, 69 และ 14 ตามลำดับ และอัตราส่วนระหว่างตัวเต็มวัยตัวผู้ต่อตัวเมียเท่ากับ 1 ต่อ 4 และอัตราส่วนระหว่างตัวเมียเต็มวัยต่อลูกเท่ากับ 1 ต่อ 0.2 กิจกรรมในรอบวันพบว่ากึ่งมีแนวโน้มการหากินและเคลื่อนที่ (Active) ระหว่างช่วงเวลา 8.00 น. – 10.00 น. ขณะที่พบการออกมาทำกิจกรรมของกึ่งน้อยในช่วงเวลา 20.00 น. – 22.00 น. ซึ่งควรมีการศึกษาผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อพฤติกรรมการใช้พื้นที่ และโครงสร้างประชากรของกึ่งเพิ่มเติม เนื่องจากในปัจจุบันกึ่งเป็นสัตว์ที่พบเห็นได้ง่ายในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และเป็นที่สนใจของนักท่องเที่ยว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. ดร. นริศ ภูมิภาคพันธ์ ผศ.ดร. วิจักขณ์ ฉิมโฉม รศ.ดร. รองลาภ สุขมาสรวง และ ดร. สมหญิง ทัททิกรณ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำในการเขียนทำวิจัย ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่คุณมารดา บิดา ที่ได้อบรม สั่งสอน และสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- รองลาภ สุขมาสรวง และอุทิศ กุฎอินทร์. (2543). นิเวศวิทยาของแก้ง (*Muntiacus spp.*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. รายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2543. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- สุรศักดิ์ เรืองจันทร์. (2525). การศึกษาจำนวนประชากรและโครงสร้างของฝูงกวางป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Grieb, J.R. (1958). *Wildlife statistics*. Colorado Game and Fish Dept.
- Lekagul, B. and J.A. McNeely. (1977). *Mammals of Thailand*. Kurusapa, Ladprow Press. Bangkok.
- Ngampongsai, C. (1978). Habitat Relations of the Sambar (*Cervus unicolor*) in Khao-Yai National Park. *Forest Research Bulletin*. Kasetsart University.

ลักษณะสังคมพืช และมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี

Plant Community Characteristics and Biomass of Mangrove Forest Area, Mueang District, Chonburi Province

นิรวิทย์ สุขคง^{1,2} ชาคริต ฌ ตะกั่วทุ่ง^{1*} และ วาทีนี สนวนผกา¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 สาขา(สระบุรี) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: Chakrit.n@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะสังคมพืช และมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างป่า ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอน โดยการวางแปลงตัวอย่างชั่วคราว แบบเส้นตรง (line transect) ขนาดแปลง 10 เมตร x 10 เมตร ได้ทั้งหมด 100 แปลงย่อยในพื้นที่ 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลเสม็ด ตำบลคลองตำหรุ ตำบลหนองไม้แดง ตำบลบ้านสวน และตำบลบางปลาสร้อย ทำการศึกษาโครงสร้างป่า โดยการสำรวจและบันทึกข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากผิวดิน หรือที่ระดับความสูง 20 เซนติเมตรเหนือคอรากในไม้โกงกางทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร และวัดความสูงของต้นไม้เพื่อนำมาประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้นในแปลง และประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ และประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนบริเวณ พื้นที่อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี

ผลการศึกษา พบว่าสังคมพืชป่าชายเลน ประกอบด้วยพันธุ์ไม้จำนวน 13 ชนิด มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ ได้แก่ ไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และกล้าไม้เฉลี่ย 264.75, 267.52 และ 1,709.40 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ โดยไม้ใหญ่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ย 9.96 เซนติเมตร และ 6.46 เมตร ตามลำดับ มีพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 13.42 เซนติเมตร โดยพบชนิดไม้เด่นได้แก่ แสมทะเล (*Avicennia marina*) และค่าดัชนีความหลากหลายความหลากหลายเฉลี่ย 1.37 มีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 15.41 ต้นต่อไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 7.24 ต้นคาร์บอนต่อไร่ และประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนบริเวณ พื้นที่อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี ได้เท่ากับ 0.043 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ: มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน การจัดการป่าชายเลน

Abstract

The purpose of this study was to study the characterization of plant society and biomass in the mangrove forest area. Temporary line transect sampling plots of 10 x 10 meters were established, totaling 100 sub-plots in five sub-districts, namely, Samead, Khlong Tamru, Nong Mai Daeng, Ban Suan, and Bang Pla Soi. The forest structure was studied by surveying and recording data on tree species, diameter at 1.30 meters above the ground or at 20 centimeters above the root collar for all trees with a diameter of at least 4.5 centimeters. The height of trees was also measured. Then, the results were used to estimate the above-ground biomass of the trees in the plot and to evaluate carbon sequestration in the above-ground biomass of the trees.

The major findings indicated that the mangrove forest community consisted of 13 species of trees. The density of tree groups, including mature trees, young trees, and samplings, averaged 264.75, 267.52, and 1,709.40 trees per rai, respectively. Mature trees had an average diameter and height of 9.96 centimeters and 6.46 meters, respectively. The total cross-sectional area was 13.42 cm and the predominant wood species was (*Avicennia marina*). The biodiversity index averaged 1.37. The sum biomass was 15.41 tons per rai. The amount of carbon sequestration was 7.24 tons of carbon per rai. The carbon sequestration of the mangroves in Mueang district, Chonburi province was estimated to be equivalent to 0.043 million tons of carbon dioxide.

Keywords: Biomass; Carbon stock, Mangrove forests management

บทนำ

ในปัจจุบันแนวทางในการแก้ไขปัญหาสภาวะโลกร้อนที่สำคัญแบ่งออกเป็นสองแนวทางได้แก่การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ โดยการเพิ่มพื้นที่ป่าเนื่องจากต้นไม้จะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งผลผลิตที่ได้จะสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ ซึ่งคาร์บอนจะถูกกักเก็บในราก ลำต้น กิ่งก้าน และใบ (นาฏสูดา, 2547)

ป่าชายเลน (mangrove forest หรือ intertidal forest) เป็นระบบนิเวศที่อยู่ในแนวเชื่อมต่อระหว่างผืนแผ่นดินกับพื้นน้ำทะเลในเขตร้อน (tropical) และกึ่งร้อน (subtropical) ของโลก (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2554) มีบทบาทสำคัญประการหนึ่งคือเป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บคาร์บอนตามธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพอย่างสูงในระบบนิเวศป่าไม้โดยเมื่อเจริญเติบโตขึ้นนั้นจะทำการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนไว้ใน

เนื้อไม้ที่เพิ่มพูนขึ้น แต่อย่างไรก็ตามต้นไม้ทุกต้นย่อมมีการหักโค่น ล้มตาย และผุพังซึ่งเป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอีกด้วย (วรthyา และทรวงศ์, 2558) กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าป่าชายเลนนอกจากจะเป็นระบบนิเวศที่ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศและยังมีส่วนในการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่ชั้นบรรยากาศ โดยปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 4,547.87 ไร่ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2554) ถือว่ามีความสำคัญไม่น้อย เนื่องจากเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน นอกจากนี้แล้วยังเป็นแหล่ง ศึกษาหาความรู้ในเรื่องทรัพยากรป่าชายเลน รวมทั้งเป็นพักผ่อนหย่อนใจ เนื่องจากอยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานคร

เนื่องจากปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี ได้ถูกคุกคามโดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการต่าง ๆ หลายประเภท เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การทำการเกษตร และการสร้างที่อยู่อาศัย เป็นต้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงลักษณะโครงสร้างป่า ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนของ พื้นที่ป่าชายเลนท้องที่ อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี โดยศึกษาประเมินมวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ภายในพื้นที่ป่าชายเลนท้องที่ อำเภอมืองจังหวัดชลบุรี สำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลในการดูแล บริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

พื้นที่ศึกษา

การเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณ ตำบลเสม็ด ตำบลคลองตำหรุ ตำบลหนองไม้แดง ตำบลบ้านสวน และตำบลบางปลาสร้อย อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี (Figure 1) ซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 4,547.87 ไร่ ซึ่งชลบุรีเป็นจังหวัดที่อยู่ติดชายฝั่งทะเล อุณหภูมิของจังหวัดชลบุรีตลอดทั้งปีจึงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก คือฤดูร้อนอากาศไม่ร้อนจัดและฤดูหนาวอากาศก็ไม่หนาวจัด โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 28.9 องศาเซลเซียส และมีปริมาณฝนรวมตลอดปีมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร (ศูนย์ภูมิอากาศกองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2566)



Figure 1. Study area in District Chonburi Province

การวางแผน

วางแผนสำรวจโดยวิธีการ Line transect โดยวางให้ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลไปใน ป่าชายเลน ระยะทาง 500 เมตร ติดต่อกันเป็นแถบตลอดความยาวของแนวสำรวจกันเป็นแปลงขนาด 10 เมตร x 10 เมตร เป็นจำนวน 100 แปลง ในพื้นที่ป่าชายเลน โดยแบ่งเป็นตำบลคลองตำหรุ ตำบลเสม็ด ตำบลหนองไม้แดง ตำบลบ้านสวน และตำบลบางปลาสร้อย จำนวน 50, 25, 10, 10 และ 5 แปลง ตามลำดับ เนื่องจากการวางแผนแบบเส้นตรง Line transect มีลักษณะเป็นเส้นตรงครอบคลุมตัวแทนของสังคมพืช ชนิดพันธุ์ของป่าชายเลนที่เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของพื้นที่และระดับการขึ้นลงของน้ำ

การสำรวจเก็บข้อมูล

สำรวจและบันทึกข้อมูลโดยวางแผนขนาด 10 เมตร x 10 เมตร เก็บข้อมูลพิกัดของต้นไม้ ทำการวัดความโต ความสูง โดยไม้ใหญ่ (tree) ได้แก่ ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และมีขนาดเส้นรอบวงที่ความสูงเพียงอก (1.30 เมตร) ตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.30 เมตร สำหรับไม้โกงกาง วัดขนาดเส้นรอบวงที่ระดับ 20 เซนติเมตรเหนือรากค้ำยันที่อยู่สูงที่สุด สำหรับความสูงของต้นไม้ วัดจากพื้นดินถึง ปลายยอดที่สูงที่สุด โดยใช้ไม้วัดความสูง

แปลงขนาด 4 เมตร x 4 เมตร ทำการเก็บข้อมูลไม้หนุ่ม (sapling) ได้แก่ ไม้ที่มีขนาดความสูงมากกว่า 1.30 เมตร แต่มีขนาดเส้นรอบวงที่ความสูงเพียงอก (1.30 เมตร) ไม่เกิน 15 เซนติเมตร พร้อมทั้งทำการนับเป็นจำนวน ของต้นไม้แต่ละชนิด

แปลงขนาด 1 เมตร x 1 เมตร ทำการเก็บข้อมูลกล้าไม้ (seedling) ได้แก่ ไม้ที่มีขนาดความสูงไม่เกิน 1.30 เมตร ให้ทำการนับเป็นจำนวนของต้นไม้แต่ละชนิด และเก็บข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้พื้นล่าง โดยการนับจำนวนชนิดของ ไม้พื้นล่างที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะสังคมพืชของป่าชายเลน

วิเคราะห์ดัชนีความสำคัญของพรรณพืช (importance value index; IVI) ตามวิธีการของ (ดอกรัก และอุทิศ, 2552) ในการประเมินและจัดลำดับชนิดพันธุ์ไม้เด่นในระบบนิเวศป่าไม้ เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของสังคมไม้แต่ละแห่ง ใช้สมการ $IVI = RD + RF + RDo$ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด (relative density; RD) คือ ค่าเปรียบเทียบความหนาแน่นของต้นไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดกับความหนาแน่นรวมทั้งหมดของไม้ทุกชนิด นิยมคิดเป็นร้อยละ มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{หรือ } RD = \frac{\text{จำนวนต้นของพันธุ์ไม้นั้น } A}{\text{จำนวนต้นรวมของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

1.2 ความถี่สัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ (relative frequency; RF) คือ ค่าเปรียบเทียบความถี่ของไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดกับความถี่รวมทั้งหมดของไม้ทุกชนิด นิยมคิดเป็นร้อยละ มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{หรือ } RF = \frac{\text{จำนวนแปลงที่ชนิดไม้นั้นปรากฏ } A}{\text{ผลรวมจำนวนแปลงที่ไม้แต่ละชนิดปรากฏ}} \times 100$$

1.3 ความเด่นสัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ (Relative dominance; RDo) คือ ค่าเปรียบเทียบความเด่นของไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดกับความเด่นรวมทั้งหมดของไม้ทุกชนิด นิยมคิดเป็นร้อยละ มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{หรือ } RDo = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดรวมของชนิดไม้นั้น } A}{\text{พื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

1.4 ค่าดัชนีความสำคัญ (important Value Index; IVI) คือ ค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของชนิดพันธุ์ในการครอบครองพื้นที่นั้น ชนิดพันธุ์ใดที่มีค่าสูงแสดงว่าชนิดพันธุ์นั้นเป็นชนิดพันธุ์เด่นและมีความสำคัญในพื้นที่นั้น จะมีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 300 มีสูตรคำนวณดังนี้

$$IVI = RD + RF + RDo$$

1.5 ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (species diversity index; H') คือ ดัชนีที่ใช้บอกความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่พบในพื้นที่หนึ่งๆ โดยพบว่าเมื่อค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าสูงหมายความว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง โดยใช้สูตรคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดของแชนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Wiener diversity index : H')

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

P_i คือ สัดส่วนความหนาแน่นของชนิดที่ i^{th} ในพื้นที่นั้น

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

N คือ ผลรวมจำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิดที่พบในพื้นที่นั้น

$$N = \sum_{i=1}^k n_i \quad i = 1, \dots, k$$

โดย

N_i คือ จำนวนต้นของชนิดที่ i^{th}

K คือ จำนวนชนิดที่พบในแต่ละพื้นที่

1.6 ค่าดัชนีความชุกชุมทางชนิดพันธุ์ (richness Index; d) คือ ดัชนีที่บ่งบอกถึงโครงสร้างความหลากหลายและความชุกชุมของจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบในพื้นที่หนึ่งๆ โดยใช้สูตรการคำนวณค่าความชุกชุมทางชนิดพันธุ์ของมาร์กาเลฟ (Margalef's index; d)

$$d = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

S คือ ค่าจำนวนชนิดทั้งหมด

N คือ ค่าจำนวนชนิดที่พบในแต่ละพื้นที่

1.7 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอทางชนิดพันธุ์ (evenness index; J') คือ ดัชนีที่แสดงถึงความสม่ำเสมอของการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ในพื้นที่หนึ่งๆ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยที่ 1 หมายถึงการมีความสม่ำเสมอของการแพร่กระจายชนิดพันธุ์ในพื้นที่หนึ่งๆ สูงมาก โดยใช้สูตรคำนวณค่าดัชนีความสม่ำเสมอทางชนิดพันธุ์ของพ็ลู (Pielou's evenness : J')

$$J' = \frac{H'}{H' \max}$$

โดย

H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด (Shannon-Wiener diversity index)

$H' \max$ คือ ค่าความหลากหลายทางชนิดที่มีค่ามากที่สุดที่จะเป็นไปได้เมื่อตัวอย่างทุกชนิดมีความชุกชุมเท่ากันหมด (= $\ln S$)

2. การประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

2.1 ประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้นในแปลงในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้สมการแอลโลเมตรีสำหรับการศึกษาคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในระบบนิเวศป่าชายเลนรวมไปถึงระบบนิเวศชายฝั่งทะเลและระบบนิเวศทางทะเลในประเทศไทย (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2554) มาใช้ในการประมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้ (Table 1)

Table 1. Allometric equations of mangrove species in the Gulf of Thailand

Species	Equation	R ²
<i>Rhizophora apiculata</i>	LogSB=-1.054360+0.862326(LogD ² H)	0.9735
	LogBB=-1.639033+0.918081(LogD ² H)	0.9761
	LogLB=-1.811672+0.776740(LogD ² H)	0.9072
	LogRB=-1.33730+0.834536(LogD ² H)	0.9087
<i>Rhizophora mucronata</i>	LogSB=-1.198902+0.916833(LogD ² H)	0.9969
	LogBB=-1.092804+0.693067(LogD ² H)	0.9813
	LogLB=-0.989968+0.548757(LogD ² H)	0.9069
	LogRB=-0.822479+0.684073 (LogD ² H)	0.9407
<i>Lumnitzera racemose,</i>	LogSB=-0.923683+0.784095(LogD ² H)	0.9729
<i>Lumnitzera littorea,</i>	LogBB=-2.585542+1.158140(LogD ² H)	0.9178
<i>Diospyros areolate,</i>	LogLB=-1.682677+0.742926(LogD ² H)	0.903
<i>Bruguiera cylindrica</i>		
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	LogSB=-1.100228+0.858633(LogD ² H)	0.9496
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	LogBB=-1.895986+0.966686(LogD ² H)	0.9085
	LogLB=-1.234651+0.619405(LogD ² H)	0.8901

Species	Equation	R ²
<i>Ceriops decanadra</i> ,	$\text{LogSB} = -0.917362 + 0.809971(\text{LogD}^2\text{H})$	0.9256
<i>Aegiceras corniculatum</i>	$\text{LogBB} = -2.213311 + 1.021904(\text{LogD}^2\text{H})$ $\text{LogLB} = -1.397838 + 0.599885(\text{LogD}^2\text{H})$	0.8905 0.8494
<i>Ceriops tagal</i>	$\text{LogSB} = -0.925693 + 0.0808488(\text{LogD}^2\text{H})$ $\text{LogBB} = -2.079677 + 1.077757(\text{LogD}^2\text{H})$ $\text{LogLB} = -1.814940 + 0.856716(\text{LogD}^2\text{H})$	0.9571 0.9017 0.9212
<i>Xylocarpus granatum</i> ,	$\text{LogSB} = -0.747048 + 0.732018(\text{LogD}^2\text{H})$	0.9556
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	$\text{LogBB} = -1.662192 + 0.918990(\text{LogD}^2\text{H})$ $\text{LogLB} = -0.546616 + 0.390520(\text{LogD}^2\text{H})$	0.8488 0.8963
<i>Avicennia officinalis</i> ,	$\text{LogSB} = -1.212497 + 0.875603(\text{LogD}^2\text{H})$	0.9812
<i>Avicennia marina</i> ,	$\text{LogBB} = -2.750265 + 1.238747(\text{LogD}^2\text{H})$	0.9755
<i>Sonneratia ovata</i> ,	$\text{LogLB} = -2.573129 + 0.923686(\text{LogD}^2\text{H})$	0.9411
<i>Heritiera littoralis</i> Aiton		

Source: (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2554)

Remarks: SB = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)

BB = มวลชีวภาพส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)

LB = มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม)

RB = มวลชีวภาพส่วนของราก (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (เมตร)

ในกรณีที่ไม่สามารถสร้างสมการคำนวณมวลชีวภาพเฉพาะที่ได้ ให้ใช้ดังสมการของ (Ogino et a., 1967)

$$W = W_s + W_b + W_l$$

$$W_s = b (D^2H)^a$$

$$W_b = b (D^2H)^a$$

$$W_l = b (D^2H)^a$$

Remarks: W= มวลชีวภาพ

W_s = ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม) (โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ในสมการมีค่าดังนี้ $a = 0.9549, b = 0.04490$)

W_b = ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม) โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ในสมการมีค่าดังนี้ $a = 0.8649, b = 0.02412$

W_l = ผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม) โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ในสมการมีค่าดังนี้ $a = 0.5439, b = 0.09422$

2.2 ประเมินมวลชีวภาพใต้ดินจากค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อลำต้นของต้นไม้ (root/shoot ratio) โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง มวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 0.4715 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของสังคมไม้คำนวณโดยใช้ สูตรของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006) ดังนี้

$$WA = WB (0.4715)$$

โดยที่ WA คือ มวลชีวภาพใต้ดิน (below-ground biomass) (กิโลกรัม)

WB คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground biomass) (กิโลกรัม)

2.3 ประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้โดยคำนวณจากปริมาณคาร์บอนของต้นไม้คูณด้วยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ โดยใช้ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ของน้ำหนักแห้งเนื่องจากค่าความเข้มข้นของ คาร์บอนของพรรณไม้แต่ละชนิดมีความผันแปรค่อนข้างน้อย และค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นของ คาร์บอนของพรรณไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย (IPCC, 2006)

ผลและอภิปรายผล

ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน

จากการสำรวจสังคมพืชป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี ในท้องที่ตำบลคลองตำหรุ ตำบลเสม็ด ตำบลบ้านหม้อและตำบลหนองไม้แดง อำเภอเมืองชลบุรี พบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้งสิ้น 7 วงศ์ (families) 9 สกุล (Genus) 13 ชนิด (species) มีพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 13.42 เซนติเมตร และมีความหนาแน่นรวมของต้นไม้เท่ากับ 264.75 ต้นต่อไร่ พันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Acanthaceae ชนิดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ แสมทะเล (*Avicennia marina*) มีความหนาแน่นเท่ากับ 150.97 ต้นต่อไร่ รองลงมา คือ แสมขาว (*Avicennia alba*) และตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) มีความหนาแน่นเท่ากับ 44.58 และ 37.06 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกเฉลี่ย (DBH) เท่ากับ 9.96 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย (H) เท่ากับ 6.46 เมตร (Table 2)

Table 2. Diameter and height of mangrove species.

Species	Average diameter (cm)	Average height (m)	Average density (tree/rai)
<i>Rhizophora apiculata</i>	12.8	10.01	4.79
<i>Rhizophora mucronata</i>	5.44	6.96	1.64
<i>Xylocarpus granatum</i>	9.36	7.44	37.06
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	8.89	6.4	8.48
<i>Excoecaria agallocha</i>	9.63	6.21	2.32
<i>Bruguiera hainesii</i>	10.92	7.01	1.23
<i>Ceriops tagal</i>	7.52	4.56	10.39
<i>Lumnitzera racemosa</i>	14.33	5	0.14
<i>Thespesia populnea</i>	6.87	4.37	2.6
<i>Sonneratia griffithii</i>	13.69	6	0.14
<i>Avicennia alba</i>	12.42	7.79	44.58
<i>Avicennia officinalis</i>	9.55	5.33	0.41
<i>Avicennia marina</i>	8.04	6.88	150.97
Total			264.75
Average	9.96	6.46	

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener diversity index ; H') เท่ากับ 1.367 ค่าความชุกชุมทางชนิดพันธุ์ของมาร์กาเรฟ (Margalef's index ; d) เท่ากับ 1.586 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอทางชนิดพันธุ์ของพิลลู (Pielou's evenness ; J') เท่ากับ 0.533 ค่าดัชนีความสำคัญ (Important Value Index ; IVI) สูงที่สุด คือ แสมทะเล มีค่าเท่ากับ 140.14 รองลงมา คือ แสมขาว และตะบูนขาว มีค่าเท่ากับ 68.95 และ 37.89 ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2554) พบว่ามีค่าความชุกชุมทางชนิดพันธุ์ของมาร์กาเรฟ และค่าดัชนีความสม่ำเสมอทางชนิดพันธุ์ของพิลลู ที่ใกล้เคียงกัน แต่จากการศึกษาลักษณะสังคมพืชในพื้นที่ป่าชายเลนอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในครั้งนี้ พบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener diversity index ; H') มากกว่าเนื่องจากพบจำนวนชนิดพันธุ์พืชมากกว่า

Table 3. Important Value Index of mangrove species.

Species	Relative density (%)	Relative frequency (%)	Relative dominancy (%)	IVI
<i>Rhizophora apiculata</i>	1.81	3.95	4.13	9.89
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.62	0.18	1.83	2.64
<i>Xylocarpus granatum</i>	14	13.34	10.55	37.89
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	3.2	3.02	5.05	11.27
<i>Excoecaria agallocha</i>	0.88	0.9	3.21	4.99
<i>Bruguiera cylindrica</i>	0.46	0.59	0.46	1.52
<i>Ceriops tagal</i>	3.93	2.51	9.63	16.07
<i>Lumnitzera racemosa</i>	0.05	0.1	0.46	0.61
<i>Thespesia populnea</i>	0.98	0.46	2.29	3.74
<i>Sonneratia griffithii</i>	0.05	0.09	0.46	0.6
<i>Avicennia alba</i>	16.84	32.84	19.27	68.95
<i>Avicennia officinalis</i>	0.15	0.16	1.38	1.69
<i>Avicennia marina</i>	57.02	41.84	41.28	140.14
Total	100	100	100	300
Average	-	-	-	-

ลูกไม้ (seedling) และไม้หนุ่ม (sapling) ในพื้นที่ พบลูกไม้จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*), ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*), ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*), ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*), โปรงแดง (*Ceriops tagal*), แสมขาว (*Avicennia alba*) และแสมทะเล (*Avicennia marina*) มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1,709.40 ต้นต่อไร่ ชนิดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ แสมขาว เท่ากับ 437.61 ต้นต่อไร่ รองลงมา คือ โปรงแดง และแสมทะเล มีความหนาแน่นเท่ากับ 410.26 และ 341.88 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนไม้หนุ่มพบจำนวน 9 ชนิด เช่น โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ โปรงแดง แสมขาว และแสมทะเล เป็นต้น มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 267.52 ต้นต่อไร่ ชนิดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ โปรงแดง เท่ากับ 85.47 ต้นต่อไร่ รองลงมาคือ แสมทะเล และแสมขาว มีความหนาแน่นเท่ากับ 68.38 และ 53.85 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ (Table 4)

Table 4. The stand density of mangrove forests.

Species	Density (stem/rai)	
	Seedling	Sapling
<i>Rhizophora apiculata</i>	273.5	6.84
<i>Rhizophora mucronata</i>	-	0.85
<i>Xylocarpus granatum</i>	27.35	5.98
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	-	4.27
<i>Excoecaria agallocha</i>	13.68	3.42
<i>Bruguiera cylindrical</i>	205.13	38.46
<i>Ceriops tagal</i>	410.26	85.47
<i>Avicennia alba</i>	437.61	53.85
<i>Avicennia marina</i>	341.88	68.38
Total	1,709.40	267.52

เมื่อพิจารณาการกระจายของชนิดไม้ยืนต้นทั้ง 13 ชนิด พบว่า แสมทะเล (*Avicennia marina*) ขึ้นกระจายอยู่ตลอดพื้นที่ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริเวณดินเลนงอกใหม่ตามแนวชายฝั่ง โดยสภาพดินเลนเป็นดินเลนอ่อน เนื่องจากเป็นดินเลนงอกใหม่ จึงทำมีชนิดพันธุ์ไม้ที่สามารถขึ้นและตั้งตัวอยู่ได้น้อยชนิด ได้แก่ แสมทะเล และแสมขาว (*Avicennia alba*) ส่วนโปรงแดง (*Ceriops tagal*), ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) เป็นสังคมหมู่ไม้ที่ชอบขึ้นในพื้นที่ค่อนข้างสูงเล็กน้อย ดินเลนค่อนข้างแข็งและมีทะเลท่วมถึงบางครั้ง สำหรับโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) และโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) มักพบบริเวณปากแม่น้ำ คลอง ซึ่งค่อนข้างติดกับแผ่นดิน โดยมีสภาพดินเลนค่อนข้างแข็ง ซึ่งทำให้ต้นไม้สามารถขึ้นอยู่และตั้งตัวได้ดี แต่ยังมีควมหนาแน่นน้อยกว่า แสมทะเล

ชนิดพันธุ์ไม้ที่มีความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุด คือ แสมทะเล รองลงมาได้แก่ แสมขาว, ตะบูนขาว, โปรงแดง และ ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis*) มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ เท่ากับ 57.02, 16.84, 14, 3.93 และ 3.20 ตามลำดับ

ชนิดพันธุ์ไม้ที่มีความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด คือ แสมทะเล รองลงมาได้แก่ แสมขาว, ตะบูนขาว, โกงกางใบเล็ก และ ตะบูนดำ มีค่าความถี่สัมพัทธ์ เท่ากับ ตามลำดับ 41.84, 32.84, 13.34, 3.95 และ 3.02 ตามลำดับ

ชนิดพันธุ์ไม้ที่มีความเด่นสัมพัทธ์มากที่สุด คือ แสมทะเล รองลงมาได้แก่ แสมขาว, ตะบูนขาว, โปรงแดง และ ตะบูนดำ มีค่าความเด่นสัมพัทธ์ เท่ากับ 41.28, 19.27, 10.55, 9.63, 5.05 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลรวมของความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ และความเด่นสัมพัทธ์ ในรูปค่าดรชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ พบว่า ชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่าดรชนีความสำคัญสูงที่สุดในพื้นที่นี้ คือ แสมทะเล รองลงมาได้แก่ แสมขาว, ตะบูนขาว, โปรงแดง และ ตะบูนดำ โดยมีค่าดรชนีความสำคัญเท่ากับ 140.14, 68.95, 37.89, 16.07 และ 11.27 ตามลำดับชนิดพันธุ์ไม้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษานี้เป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่สามารถ

เติบโตได้มากกว่าชนิดพันธุ์ไม้อื่นๆ คือ แสมทะเล จากค่าตรวจนี้ความสำคัญทำให้ทราบได้ว่า แสมทะเล เป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่มีอิทธิพล และมีจำนวนการกระจายมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา นี้ เนื่องจากสังคมหมู่ไม้สกุลแสม เป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดีในที่ลุ่มตื้นชายฝั่งทะเลหรือพื้นที่ดินเลนที่มีทรายผสมและเป็นพื้นที่ ที่น้ำท่วมถึงประจำ ส่วนสังคมหมู่ไม้โปร่งแสงและตะบูนขาว เป็นสังคมหมู่ไม้ที่ชอบขึ้นในพื้นที่ ค่อนข้างสูงเล็กน้อย ดินเลนค่อนข้างแข็ง และมีทะเลท่วมถึงบางครั้ง

ผลผลิตมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในป่าชายเลน

จากการประเมิน มวลชีวภาพเหนือดิน พบว่า มีมวลชีวภาพลำต้นมากที่สุด 7.559 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ มวลชีวภาพกิ่ง 2.027 ตันต่อไร่ มวลชีวภาพใบ 0.783 ตันต่อไร่ และมวลชีวภาพรากเหนือพื้นดิน 0.153 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยแสมทะเล เป็นชนิดพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพมากที่สุดเท่ากับ 4.467 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ แสมขาวและตะบูนขาว มีมวลชีวภาพเท่ากับ 3.594 และ 1.201 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งพบว่าชนิดพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพมากที่สุดในการศึกษาคือพันธุ์ไม้ในตระกูล แสม (*Avicennia*) (Table 5)

มวลชีวภาพป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี จากการประเมินพบว่า มีมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 15.41 ตันต่อไร่ โดยแบ่งเป็น มวลชีวภาพเหนือดินเท่ากับ 10.47 ตันต่อไร่ และมวลชีวภาพใต้ดินเท่ากับ 4.94 ตันต่อไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2554) (Table 6)

การสะสมคาร์บอนในป่าชายเลน พบว่า คาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ (ในรูปสารประกอบคาร์บอน) รวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.24 ตันต่อไร่ โดยแบ่งเป็น คาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพเหนือดินเท่ากับ 4.92 ตันต่อไร่ และคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพใต้ดินเท่ากับ 2.32 ตันต่อไร่ จะเห็นว่าการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้แต่ละชนิดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพ โดยหากชนิดไม้ไม่มีมวลชีวภาพมากก็สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมากเช่นกัน

คาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพเหนือดิน สะสมอยู่ในลำต้นมากที่สุด 3.55 ตันต่อไร่ รองลงมาคือสะสมอยู่ในกิ่ง 0.95 ตันต่อไร่ สะสมอยู่ในใบ 0.368 ตันต่อไร่ และสะสมอยู่ในรากเหนือพื้นดิน 0.049 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

Table 5. Biomass of mangrove species.

Species	Biomass (t rai ⁻¹)				
	Stem	Branch	Leaf	Stilt Root	Total
<i>Rhizophora apiculata</i>	0.321	0.135	0.030	0.100	0.576
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.012	0.005	0.003	0.006	0.026
<i>Xylocarpus granatum</i>	0.842	0.265	0.119	-	1.201
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	0.179	0.053	0.024	-	0.256
<i>Excoecaria agallocha</i>	0.054	0.016	0.007	-	0.077
<i>Bruguiera hainesii</i>	0.043	0.012	0.005	-	0.060
<i>Ceriops tagal</i>	0.115	0.028	0.021	-	0.164
<i>Lumnitzera racemosa</i>	0.005	0.001	0.001	-	0.007
<i>Thespesia populnea</i>	0.017	0.006	0.004	-	0.027
<i>Sonneratia griffithii</i>	0.005	0.001	0.001	-	0.007
<i>Avicennia alba</i>	2.688	0.694	0.212	-	3.594
<i>Avicennia officinalis</i>	0.009	0.003	0.001	-	0.013
<i>Avicennia marina</i>	3.269	0.823	0.375	-	4.467
Total	7.56	2.027	0.783	0.106	10.470

Table 6. Above and below ground biomass of mangrove forest

Above ground biomass(t rai-1)	Below ground biomass(t rai-1)	Total biomass(t rai-1)	Carbon content (tC rai-1)
10.47	4.94	15.41	7.24

สรุป

การศึกษาลักษณะสังคมพืช และมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอมือ จังหวัดชลบุรี ครั้งนี้ครอบคลุมทั้งลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน การสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพ ปริมาณมวลชีวภาพของป่าชายเลน การสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน และการประเมินการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ อำเภอมือ จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ 13 ชนิด ชนิดพันธุ์ไม้เด่นคือ แสมทะเล (*Avicennia marina*), แสมขาว (*Avicennia alba*), ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) มีความหนาแน่นของไม้ใหญ่ ไม้หนุม และกล้าไม้ เฉลี่ย 264.75, 267.52 และ 1,709.40 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ไม้ใหญ่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและ ความสูงเฉลี่ย 9.96 เซนติเมตร และ 6.46 เมตร ตามลำดับ และมีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ย 1.367 ปริมาณมวลชีวภาพป่าชายเลนพื้นที่ อำเภอมือจังหวัดชลบุรี มีมวลชีวภาพรวม 15.14 ต้นต่อไร่ โดยแยกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และ รากค้ำยันเฉลี่ย 7.56, 2.03, 0.78 และ 0.11 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ โดยแสมทะเล มีปริมาณคาร์บอน ที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้มากที่สุด เท่ากับ 4.467 ต้นต่อต้น และการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ อำเภอมือ จังหวัดชลบุรี มีค่าเฉลี่ย 7.24 ต้นต่อคาร์บอนต่อไร่ โดยมีปริมาณการเก็บกักคาร์บอนรวมเท่ากับ 0.043 ล้านตันคาร์บอน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ชาศริต ณ ตะกั่วทุ่ง และ ผศ.ดร. วาทีณี สวนพกา ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำในการเขียนทำวิจัย ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน และศูนย์บริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลน จังหวัดชลบุรี กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ให้การสนับสนุนข้อมูลและให้การช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่กรุณาให้ข้อมูลงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่คุณมารดา บิดา ที่ได้อบรม สั่งสอน และสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ดอกรัก มารอด และอุทิศ ภูมิอินทร์. (2552). *นิเวศวิทยาป่าไม้*. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาฏสุตา ภูมิจำนง. (2547). แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้พิธีสารเกียวโต. *เอกสารประกอบการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านป่าไม้ “ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ”* วันที่ 16 - 17 สิงหาคม 2547 ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น กรุงเทพฯ. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

- วรיתהา พรหมชู และทनुวงศ์ แสงเทียน. (2558). *การประเมินปริมาณ Carbon Stork ตามข้อกำหนด REDD+ และการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยืนต้นตาย (Dead Trees) และชิ้นไม้สับ (Coarse Woody Debris)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯศูนย์
- ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. (2566). *ภูมิอากาศจังหวัดชลบุรี*.
<http://climate.tmd.go.th/data/province/ตะวันออก/ภูมิอากาศชลบุรี>
- สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. (2554). *ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนฝั่งอ่าวไทยและอันดามันตอนล่าง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Kanagawa, Japan.
- Ogino, K., Ratanawongs, D., Tsutsumi, T. and Shidei, T. (1967). The primary production of tropical forest in Thailand. *The Southeast Asian Studies*, 5(1), 122-154.

ปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย
อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่

The Amount of Fall of Plant Residues in Mixed Deciduous Forests in
Ban Mae Sai Community Forest Area Ape Rong Kwang, Phrae Province

พรชิตา จินาวรรณ¹ รัตนภรณ์ วัดแจ้ง² กันตพงศ์ เครือมา² และ ต่อลาภ คำโย^{1*}

¹สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 54140

²สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 54140

*Corresponding author. E-mail address: torlarp@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบเกี่ยวกับปริมาณสะสมของการร่วงหล่นของเศษซากพืชในป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนแม่ทรายต้นมีนเหนือ 4,390 ไร่ จังหวัดแพร่ โดยทำการศึกษา 5 ชนิด ได้แก่ ประดู่ กระพี้จั่น สัก ไม้ และ แดง โดยวางแผนแบบเป็นระบบจำนวน 20 แปลง กระจายทั่วพื้นที่ ข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณ เปรียบเทียบน้ำหนักใบไม้สดและแห้ง และปริมาณมวลชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสะสมน้ำหนักสด ความหนาแน่น และน้ำหนักแห้ง ประดู่ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7.92 ± 5.49 กรัม $12,676.00$ กรัม/ไร่ และ 6.08 ± 4.23 กรัม ตามลำดับ และพบว่าปริมาณและความหนาแน่นของมวลชีวภาพ แดง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 35.67 ± 29.79 กรัม และ $57,074.40$ กรัม/ไร่ ตามลำดับ ความถี่ในการพบ เท่ากับร้อยละ 80 จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าปริมาณสะสมของไม้ที่มีปริมาณสะสมจะเป็นไม้ที่มีการย่อยสลาย ได้ยากมากกว่าไม้ชนิดอื่นรวมไปจนถึงปริมาณที่ร่วงหล่นที่แต่ละชนิดมีปริมาณที่แตกต่างกันในป่าผสมผลัดใบ ในอนาคตควรศึกษาอัตราการร่วงหล่นของไม้ในพื้นที่นี้เพิ่มเติม

คำสำคัญ: การร่วงหล่นของเศษไม้ใบไม้ มวลชีวภาพ เศษซากพืช ป่าผสมผลัดใบ

Abstract

The study aimed to investigate the quantity of litterfall in the mixed deciduous forest of Mae Sai Community, Rong Kwang District, Phrae Province. The objective was to determine the accumulated amount of litterfall in the mixed deciduous forest within an area of 4,390 rai in Mae Sai Community, Phrae Province. The study focused on five species, namely Pradoo, Kraphichan, Sak, Bamboo, and Daeng. A total of 20 plots were established systematically across the entire area. The data collected included the fresh and dry weight of leaves as well as the biomass. The findings revealed that the accumulated fresh weight, density, and dry weight of Pradoo had the highest average values of 7.92 ± 5.49 grams, 12,676.00 grams per rai, and 6.08 ± 4.23 grams, respectively. On the other hand, the average quantity and density of biomass for Daeng were the highest at 35.67 ± 29.79 grams and 57,074.40 grams per rai, respectively. The frequency of occurrence was 80%. The study demonstrated that the accumulated litterfall varied among different species, indicating variations in decomposition rates. Further research should be conducted to study the litterfall rates in this area in the future.

Keywords: Falling leaves, Biomass, Plant residues, Mixed Deciduous Forest

บทนำ

สังคมพืชป่าเต็งรังมักมีขอบเขตการกระจายซ้อนทับอยู่กับป่าผสมผลัดใบ โดยสังคมพืชชนิดนี้พบในประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะประเทศไทย ลาวกัมพูชา เมียนมาร์และบางส่วนของเวียดนามเท่านั้น (Kutintara, 1975) ในประเทศไทยมีการกระจายตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนถึงภาคตะวันตกของประเทศจากการที่มีถิ่นการกระจายที่แตกต่างกัน ทำให้มีลักษณะย่อยขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ในสังคมพืชแตกต่างกันไปด้วย (ดอกกรัก และอุทิศ, 2552) พรรณไม้เด่นส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มไม้วงศ์ยางผลัดใบ (Deciduous species in Dipterocarpaceae) ที่สำคัญ คือ เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*Shorea siamensis*) ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus*) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) (Santisuk, 2007)

ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ นั้นเป็นพื้นที่ป่าผสมผลัดใบ มีพรรณไม้เด่นได้แก่ มะค่าโมง ยมหิน ประดู่ แดง สัก กระพี้จั่น และไผ่บง ไผ่ซาง ไผ่ไร่ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้, 2565) ซึ่งต้นไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทรายนั้นส่วนใหญ่มีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้งด้วยปัจจัยต่างๆเช่น เมื่อใบไม้ถึงอายุชั้ยหรือ ได้รับปัจจัยที่ไม่เหมาะสมก็จะทิ้งใบร่วงหล่นลงมา เกิดเป็นซากใบพืช (leaf litter) อยู่บนพื้นป่า ทั้งนี้การร่วงหล่นของซากใบพืชในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร่องขวาง

จังหวัดแพร่ นั้น ย่อมมีปริมาณที่มากเนื่องจากป่าในพื้นที่เป็นป่าผลัดใบ เมื่อเกิดการทับถมกันของซากใบพืชในปริมาณมากย่อมก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า หรือปัญหาอื่นๆ การร่วรงหล่นของซากพืชจึงเป็นปัจจัยสำคัญ (คณิต และคณะ, 2542) ต่อการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการย่อยสลาย และมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟู ระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่องานทางด้านเกษตรกรรมอีกด้วย เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายมีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุอาหารและความสมดุลในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต อีกทั้งกระบวนการดังกล่าวตลอดจนองค์ประกอบหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องยังเป็นตัวบ่งชี้สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศอีกด้วย (Webb, 1977; Bockheim et al., 1991; Baldock et al., 1997; Hon et al., 2005) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการร่วรงหล่นของเศษซากใบพืชในป่าผสมผลัดใบในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาปริมาณการร่วรงหล่นของเศษซากพืชส่วนต่างๆ และไปไม้แต่ละชนิดในพื้นที่ป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 2. เพื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพและส่วนเบี่ยงเบนของเศษซากพืชของแต่ละแปลงในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ขอบเขตของการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เพื่อการศึกษาเศษซากพืชและมวลชีวภาพในป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1. ได้ทราบถึงปัจจัยการร่วรงหล่นของเศษซากใบพืช 2. ทราบถึงค่าเฉลี่ยการหามวลชีวภาพส่วนเบี่ยงเบนของเศษซากพืชและความถี่

ระเบียบวิธีวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

ป่าเบญจพรรณใบในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยทำการวางแผนสำรวจในเดือนกันยายน พ.ศ. 2565

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม

- 1) ถุงตาข่ายไนล่อน (litter bag) ขนาด 50 × 50 ตารางเซนติเมตร มีช่องตาข่ายขนาด 2 มิลลิเมตร
- 2) ถุงกระดาษ
- 3) เช็มทิศ
- 4) ไม้ยาว 1 เมตร สำหรับทำแปลงตัวอย่างขนาด 1 × 1 เมตร
- 5) มีด สำหรับตัดไม้และตัดแต่งดิน
- 6) ถุงพลาสติกขนาด 20 × 30 สำหรับใส่เศษซากใบพืช

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

- 1) เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 2) ตู้อบความร้อนแห้ง

3. วิธีการสำรวจ/วิธีการเก็บข้อมูล/วิธีการวางแผน

3.1 ดำเนินการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 20 จุดในพื้นที่ป่าเบญจพรรณโดยกระจาย การวางแผนแต่ละ ขนาด 1 x 1 เมตร ตามแนวเชือก โดยให้แต่ละแปลงห่างกัน 20 เมตร

3.2 ให้เก็บซากใบพืชทุกชนิดและทุกใบที่ ปรากฏในแปลงใส่ถุงพลาสติก แปลงละ 1 ถุง แล้วให้ชั่ง น้ำหนักสดและเขียนหมายเลขแปลงบนถุง ควรสังเกตชนิดไม้ที่ขึ้นอยู่ในบริเวณแปลงตัวอย่างนั้นด้วย เพื่อช่วย ให้การวินิจฉัยชนิดของซากใบพืช

3.3 นำถุงพลาสติกบรรจุซากใบพืช แยกซากใบพืชออกตามชนิดไม้ ทำความสะอาดและอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักแห้งของซากใบพืชแต่ละชนิด แล้วทำการบันทึกผล

4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการแยกเศษซากพืช 20 แปลงออกเป็นแต่ละชนิด ก่อนนำไปอบ

2. นำตัวอย่างเศษซากพืชที่เก็บไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนน้ำหนักแห้งคงที่ เพื่อนำไปคำนวณหามวลชีวภาพ กรัมต่อพื้นที่ ในรูปร้อยละจากสูตร

$$\text{มวลชีวภาพ} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

3.คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. คือ ค่าที่ใช้แสดงความ แ่มนยำของการทดลอง

4.คำนวณหาความหนาแน่นของเศษซากพืช

5.คำนวณหาความถี่ของเศษซากพืช

ผลและอภิปรายผล

โดยพบว่าน้ำหนักสดต่อชนิดไม้ที่พบในป่าเบญจพรรณพบว่า ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนของน้ำหนักของแต่ละ ชนิดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย มี ประดู่(*Pterocarpus macrocarpus*) กระพี้จั่น(*Millettia brandisiana* Kurz.) สัก(*Scientific name*) ไผ่(*Dendrocalamus strictus*) และ แดง(*Xylia xylocarpa var. kerrii.*) โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนน้ำหนักเท่ากับ 7.92 ± 5.49 , 7.14 ± 6.35 , 6.09 ± 5.89 , 5.00 ± 3.99 และ 3.97 ± 2.56 กรัม ตามลำดับ

โดยพบมีความหนาแน่นรวมเป็น 71,114.40 กรัมต่อไร่ โดยพบเศษซากพืชแต่ละชนิดไม้ ได้แก่ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana* Kurz.) สัก (*Scientific name*) ไผ่ (*Dendrocalamus strictus*) และ แดง (*Xylia xylocarpa var. kerrii.*) ตามลำดับ โดยมีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 12,676.00, 11,431.20, 9,742.40, 8,006.40, และ 6,348.80 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีค่าความถี่ เท่ากับ 75, 65, 60, 65, และ 80 เปอร์เซ็นต์ ดัง Table 1

Table 1. Fresh weight in Mixed Deciduous Forest Area Ban Mae Sai Community Forest

	ประดู่	กระพี้จั่น	สัก	แดง	ไผ่	อื่นๆ	total
$\bar{X} \pm SD/g$	7.92±5.49	7.14±6.35	6.09±5.89	3.97±2.56	5.00±3.99	14.32±4.36	44.45±28.63
Density/g/Rai	12,676.00	11,431.20	9,742.40	6,348.80	8,006.40	22,909.60	71,114.40
Frequency/%	75.00	65.00	60.00	80.00	65.00	100.00	100.00

โดยพบว่าน้ำหนักแห้งต่อชนิดไม้ที่พบในป่าเบญจพรรณพบว่า ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนของน้ำหนักของแต่ละชนิดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย มี ประดู่(*Pterocarpus macrocarpus*) กระพี้จั่น(*Millettia brandisiana* Kurz.) สัก(*Scientific name*) ไผ่(*Dendrocalamus strictus*) และ แดง(*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*.) โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนน้ำหนักเท่ากับ 6.08±4.23, 5.53±4.73, 4.92±4.64, 3.89±3.15 และ 2.82±2.15 กรัม ตามลำดับ

โดยพบมีความหนาแน่นรวมเป็น 55,192.80 กรัมต่อไร่ โดยพบเศษซากพืชแต่ละชนิดไม้ ได้แก่ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana* Kurz.) สัก (*Scientific name*) ไผ่ (*Dendrocalamus strictus*) และ แดง(*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*.) ตามลำดับ โดยที่มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 9,728.00, 8,840.80, 7,865.60, 6,219.20, และ 4,516.00 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีค่าความถี่เท่ากับ 75, 65, 60, 65, และ 80 เปอร์เซ็นต์ ดัง Table 2

Table 2. Dry weight in Mixed Deciduous Forest Area Ban Mae Sai Community Forest

	ประดู่	กระพี้จั่น	สัก	แดง	ไผ่	อื่นๆ	total
$\bar{X} \pm SD/g$	6.08±4.23	5.53±4.73	4.92±4.64	2.82±2.15	3.89±3.15	11.26±3.62	34.50±22.53
Density/g/Rai	9,728.00	8,840.80	7,865.60	4,516.00	6,219.20	18,023.20	55,192.80
Frequency/%	75.00	65.00	60.00	80.00	65.00	100.00	100.00

การเปรียบเทียบปริมาณเศษซากพืชของน้ำหนักสดและปริมาณเศษซากพืชของน้ำหนักแห้งลดลงพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

จากการศึกษาปริมาณเศษซากพืชในพื้นที่ป่าเบญจพรรณบ้านแม่ทราย พบว่ามีต้นไม้เด่นๆ 5 อันดับ คือ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana* Kurz.) สัก (*Scientific name*) แดง (*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*.) ไผ่ (*Dendrocalamus strictus*) และอื่นๆ ตามลำดับ มีผลจากการศึกษาการเปรียบเทียบดังนี้

ประดู่ พบว่ามีน้ำหนักสดรวมทั้งหมด 20 แปลงเท่ากับ 7.92 กรัม หรือเท่ากับ 39.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเหลือ 6.08 กรัม หรือเท่ากับ 30.4 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่หายไป คือ 1.84 กรัม หรือเท่ากับ 9.2 เปอร์เซ็นต์

กระพีจัน พบว่ามีน้ำหนักสดรวมทั้งหมด 20 แปลงเท่ากับ 7.14 กรัม หรือเท่ากับ 35.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ นำไปอบให้แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเหลือ 5.53 กรัม หรือเท่ากับ 27.7 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่หายไป คือ 1.61 กรัม หรือเท่ากับ 8.1 เปอร์เซ็นต์

สัก พบว่ามีน้ำหนักสดรวมทั้งหมด 20 แปลงเท่ากับ 6.09 กรัม หรือเท่ากับ 30.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเหลือ 4.92 กรัม หรือเท่ากับ 24.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่หายไป คือ 1.17 กรัม หรือเท่ากับ 5.9 เปอร์เซ็นต์

แดง พบว่ามีน้ำหนักสดรวมทั้งหมด 20 แปลงเท่ากับ 3.97 กรัม หรือเท่ากับ 19.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเหลือ 2.82 กรัม หรือเท่ากับ 14.1 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่หายไป คือ 1.15 กรัม หรือเท่ากับ 5.8 เปอร์เซ็นต์

ไผ่ พบว่ามีน้ำหนักสดรวมทั้งหมด 20 แปลงเท่ากับ 5.00 กรัม หรือเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วน้ำหนักแห้งเหลือ 3.89 กรัม หรือเท่ากับ 19.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่หายไป คือ 1.11 กรัม คิดเป็น เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 5.6 เปอร์เซ็นต์

อื่นๆ พบว่ามีน้ำหนักสดรวมทั้งหมด 20 แปลงเท่ากับ 14.32 กรัม หรือเท่ากับ 71.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเหลือ 11.26 กรัม หรือเท่ากับ 56.3 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่หายไป คือ 3.06 กรัม หรือเท่ากับ เท่ากับ 15.3 เปอร์เซ็นต์

ผลรวมมวลชีวภาพและส่วนเบี่ยงเบนของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เศษซากพืชในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย

โดยพบว่ามีมวลชีวภาพต่อชนิดไม้ที่พบในป่าเบญจพรรณพบว่า ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนของน้ำหนักของ แต่ละชนิดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย มี แแดง(*Xylocarpus xylocarpa* var. *kerrii*.) ประดู่(*Pterocarpus macrocarpus*) ไผ่(*Dendrocalamus strictus*) กระพีจัน(*Millettia brandisiana* Kurz.) และ สัก (*Scientific name*) โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนน้ำหนักเท่ากับ 35.67 ± 29.79 , 23.09 ± 16.78 , 19.84 ± 18.16 , 18.06 ± 15.20 และ 13.77 ± 14.16 กรัม ตามลำดับ

โดยพบมีความหนาแน่นรวมเป็น 222,951.20 กรัม/ไร่ โดยพบเศษซากพืชแต่ละชนิดไม้ ได้แก่ แแดง (*Xylocarpus xylocarpa* var. *kerrii*.) ประดู่(*Pterocarpus macrocarpus*) ไผ่(*Dendrocalamus strictus*) กระพีจัน(*Millettia brandisiana* Kurz.) และ สัก(*Scientific name* ตามลำดับ โดยมีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 57,074.40, 36,937.60, 31,744.80, 28,898.40, และ 22,028.00 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีค่าความถี่ เท่ากับ 75, 65, 60, 65, และ 80 เปอร์เซ็นต์ ดัง Table 3

Table 3. Biomass and Plant Residue in Mixed Deciduous Forest Area Ban Mae Sai Community

Forest

	ประดู่	กระพี้จั่น	สัก	แดง	ไผ่	อื่นๆ	total
$\bar{X} \pm SD/g$	23.09±16.78	18.06±15.20	13.77±14.16	35.67±29.79	19.84±18.16	28.92±14.55	139.34±108.63
Density/g/Rai	36,937.60	28,898.40	22,028.00	57,074.40	31,744.80	46,2680.00	222,951.20
Frequency/%	75.00	65.00	60.00	80.00	65.00	100.00	100.00

สรุป

ผลลัพธ์จากการศึกษาหาปริมาณการร่วงหล่นเศษซากของใบพืชป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าบ้านป่าชุมชนแม่ทรายต้นมันเหนือ โดยแยกตามลักษณะพื้นที่บริเวณสันเขาเป็นป่าเต็งรัง บริเวณไหล่เขาและริมห้วยป่าเบญจพรรณโดยอาศัยแปลงทดลองตามธรรมชาติ และแปลงควบคุม หลังจากที่อบพืชให้แห้ง คำนวณหามวลชีวภาพของซากใบพืชแต่ละชนิด พบว่าใบพืชที่มีปริมาณการร่วงหล่นมากที่สุดคือ ต้นแดง รองลงมา ประดู่ ไผ่ กระพี้จั่น และ สัก ตามลำดับ ปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากใบพืชที่มีน้ำหนักสดเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ใบประดู่ (7.92 กรัม) รองลงมา กระพี้จั่น (7.14 กรัม) สัก (6.09 กรัม) ไผ่ (5.00 กรัม) และ แดง (3.97 กรัม) ปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากใบพืชที่มีน้ำหนักแห้งเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ใบประดู่ (6.08 กรัม) รองลงมา กระพี้จั่น (5.53 กรัม) สัก (4.92 กรัม) ไผ่ (3.89 กรัม) และแดง (2.82 กรัม) การเปรียบเทียบปริมาณเศษซากพืชของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ลดลง พบว่า ประดู่มีน้ำหนักเศษซากพืชลดลงไป 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วย กระพี้จั่น 8.1 เปอร์เซ็นต์, สัก 5.9 เปอร์เซ็นต์, แดง 5.8 เปอร์เซ็นต์, และไผ่ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ผลรวมมวลชีวภาพและค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเศษซากพืชในพื้นที่โดยมีมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 139.34 ± 108.63 กรัม พบว่าปริมาณเศษซากพืชที่มีมวลชีวภาพมากที่สุดคือ ต้นแดง (35.67 ± 29.79 กรัม) รองลงมา ประดู่ (23.09 ± 16.78 กรัม) ไผ่ (19.84 ± 18.16 กรัม) กระพี้จั่น (18.06 ± 15.20 กรัม) และสักค่าที่น้อยที่สุดคือ สัก (13.77 ± 14.16 กรัม)

อภิปรายผลการศึกษา จากการศึกษาหาปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากใบพืชป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าบ้านป่าชุมชนแม่ทราย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการร่วงหล่นของซากใบพืชในพื้นที่ป่าคือสิ่งมีชีวิตผู้บริโภคและผู้ย่อยสลาย ที่มีมากและน้อยตามบริเวณต่างๆ ส่งผลให้พืชแต่ละชนิดมีอัตราดูดซับธาตุอาหาร ที่กลับคืนสู่ดิน จนเกิดเป็นการหมุนเวียนธาตุอาหารไม่เท่ากัน ในขณะเดียวกัน อุปกรณ์ที่ใช้กับพืชในการวิจัยนั้นเป็นอุปกรณ์ประเภทเดียวกันทั้งหมด ขนาดเดียวกันทั้งหมด อุปกรณ์เหล่านี้จึงไม่ได้มีส่วนทำให้ปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากใบพืชเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่การวางแผนจำเป็นต้องให้แปลงห่างกันเป็นระยะเท่าๆกัน เพื่อให้ได้แปลงตัวอย่างที่ดี โดยปริมาณเศษซากพืชในป่าเบญจพรรณ เรียงลำดับชนิดของพืชจากมากไปน้อยเหมือนกัน ทั้งค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนปริมาณเศษซากพืชน้ำหนักสด ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนปริมาณเศษซากพืชน้ำหนักแห้ง ได้แก่ ประดู่ กระพี้จั่น สัก ไผ่ และแดง และเมื่อนำมาคำนวณมวลชีวภาพ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก็พบว่าเศษซากใบพืชที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด คือ แดง ประดู่ ไผ่ กระพี้จั่น และสัก

ข้อเสนอแนะ เนื่องจากสังเกตการร่วงหล่นของใบไม้เป็นกระบวนการที่ต้องใช้ระยะเวลาในการสำรวจค่อนข้างนาน และมีปัจจัยร่วมด้วยหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นอุปสรรคช่วงฤดูที่ทำการวิจัย ความเอื้ออำนวยของสถานที่บริเวณป่าเบญจพรรณ ความแม่นยำในการคำนวณค่าเฉลี่ยต่างๆ จากน้ำหนักของเศษใบไม้แต่ละชนิด ไปจนถึงการเปรียบเทียบปริมาณของเศษใบไม้ทั้งหมดตามประเภท และขั้นตอน การศึกษานี้ยังขาดสมมติฐานที่แน่นอนอยู่บางประการ และยังไม่ได้ทำการวิจัยในส่วนของปัจจัยอันก่อให้เกิดการร่วงหล่นของใบไม้ที่กล่าวไว้ในบทนำ จึงทำให้ยังไม่ทราบถึงปริมาณของปัจจัยเหล่านั้นที่เกิดขึ้นควบคู่กับต้นไม้มากที่สุดที่ได้ทำการศึกษา อย่างไรก็ตาม หากมีการวิจัยเพิ่มเติมในครั้งต่อไป คาดว่าผลการวิจัยอาจมีความสอดคล้องกับภูมิภาคและสภาพแวดล้อมของต้นไม้ในป่าเบญจพรรณดังเช่นงานวิจัยชิ้นนี้อย่างแน่นอน หากต่อยอดผลงานวิจัยไปในอาณาเขตที่กว้างขึ้นได้ก็จะมีแนวโน้มที่จะค้นพบปัจจัยภายนอกเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่องการศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืช ในป่าเบญจพรรณในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย เพื่อศึกษามวลชีวภาพของเศษซากใบพืชที่ร่วงหล่นลงมา สำเร็จจุลวงตามจุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ เพราะ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ต่อลาภ คำโย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิจัยทั้งด้านวิชาการ และการทดลองตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จเรียบร้อยตามความคาดหมาย จึงขอขอบคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงที่คอยดูแลการทำงานของผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติทุกท่านที่ให้คำปรึกษาต่างๆ และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอดสุดท้ายนี้ขอขอบคุณพระคุณบิดามารดา และครอบครัวที่คอยสนับสนุน อบรมสั่งสอน และให้กำลังใจ และพี่ๆ เพื่อนๆ นักศึกษาสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

คณิต รัตนวัฒน์กุล, สมชาย นองเนือง และอำไพ พรสีแสงสุวรรณ. (2542). การร่วงหล่นและการผุสลายของซากพืชในป่าสนสามใบ อำเภอมวกน้อย จังหวัดเชียงใหม่. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ดอกรัก มารอด และอุทิศ ภูอินทร์. (2552). นิเวศวิทยาป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้. (2565). ป่าชุมชนบ้านแม่ทราย.

https://forestinfo.forest.go.th/fCom_detail.aspx?id=12779



- Baldock, J. A., Sewell, T., and Halcher, P. G. (1997). Decomposition induced changes in the chemical structure of fallen red pine, white spruce and tamarack logs. In: Cadisch, G. and Giller, K. E. (Eds.). *Driven by nature*. Wallingford, UK: Cab International.
- Bockheim, J. G., Jepsen, E. A., and Heisey, D. M. (1991). Nutrient dynamics in decomposing leaf litter of four tree species on a sandy soil in north western Wisconsin. *Canadian Journal of Forest Research*, 21, 803-812.
- Hon, P. C. L., Xiaoming, Z., Huang, C. Y., and Chen, H. J. (2005). Plant litter decomposition influenced by soil animals and disturbance in a subtropical rainforest of Taiwan. *Pedobiologi*, 49, 539-547.
- Kutintara, U. 1975. *Structure of the dry dipterocarp forest* [Doctoral dissertation]. Colorado State University.
- Webb, D. P. (1977). Regulation of deciduous forest litter decomposition by soil arthropod feces. In: Mattson, W. J. (Ed.). *The role of arthropods in forest ecosystems*. New York: Springer.

คุณสมบัติการหน่วงไฟและความแข็งแรงของไม้สักที่ผ่านการอบน้ำยา

ด้วยสารประกอบโบรอนโดยวิธีการแช่

Fire Retardant and Strength Properties of Teak Wood Preservation

with Boron Compounds by Steeping Method

ธิตี วานิชดิถรณ์^{1*} ศิริลักษณ์ สุขเจริญ¹ อิศริย์ ฮาวปินใจ¹ นันทน์ภัส เชื่อมทอง² นฤมล ชื่นวงศ์²
และ จิตรรา พิมพ่วงศ์เขียว²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: thiti_jk@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติการหน่วงไฟและความแข็งแรงของไม้สักที่ผ่านการอบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าโมดูลัสแตกหัก ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และค่าอัตราการลามไฟของเนื้อไม้ จากไม้สักบริเวณกระพี้และแก่น โดยใช้จำนวนการทดสอบละ 5 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ไม้สักบริเวณแก่นมีค่าการทดสอบที่ดีกว่ากระพี้ โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 15.87 ค่าเฉลี่ยหนาแน่นเฉลี่ยร้อยละ 725.17 กก./ลบ.ม. ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.63 โดยการอบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ มากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 1.28 ระยะเวลาในการอบน้ำยา มีผลกระทบต่อปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ แต่ไม่มีผลต่อค่า MOR และ MOE โดยไม้สักบริเวณแก่นมีค่าโมดูลัสแตกหัก และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นมากกว่ากระพี้ซึ่งมีค่า 903.84 กก./ลบ.ม. และ 89,732.26 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ และมีค่าอัตราการลามไฟของเนื้อไม้ที่น้อยที่สุดเฉลี่ย 13.88 มม./นาที

คำสำคัญ: การหน่วงไฟ การอบน้ำยา ความแข็งแรง ไม้สัก สารประกอบโบรอน

Abstract

The study on fire retardant and strength properties of Teak wood preservation with boron compounds by steeping method. The purpose was to compare the modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), and fire retardant of sapwood and heartwood of Teak with 5 replications for each test. The experiment result revealed that the test value of heartwood samples was better than that of sapwood samples. The average moisture content was 15.87%, the average density was 725.17 kg/m³, and the average specific gravity was 0.63. The preservation with Boron compounds by steeping method for 24 hours showed the most of average value of the net dry salt retention at 1.28%. Different periods of time used for steeping did not affect MOR nor MOE. The MOR and MOE of heartwood were greater than sapwood, which were 903.84 kg/m³ and 89,732.26 kg/m³ respectively, and the fire retardant was lowest, at 13.88 mm./min. in average.

Keywords: Fire retardant, Wood preservation, Strength, Teak, Boron compounds

บทนำ

ปัญหาอัคคีภัย เป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์โดยความประมาทหรือภัยตามธรรมชาติ ที่ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก จากกรณีดังกล่าวนี้สาเหตุในการลุกลามเกิดจากการทำให้สิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงลุกไหม้ไฟหรือติดไฟได้แพร่กระจายเมื่อไปสัมผัสกับความร้อน โดยเฉพาะเชื้อเพลิงที่เป็นวัสดุทำจากไม้ (Comic *et al.*, 2021; จินดาพร และธีระวิทย์, 2565) โดยจังหวัดแพร่เป็นพื้นที่ที่มีการทำอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับไม้สัก (*Tectona grandis*) เป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นไม้ที่มีความแข็งแรง มีลวดลายสวยงาม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ได้หลากหลายประเภท เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ตู้ เป็นต้น (อิติ และคณะ, 2565) โดยผลิตภัณฑ์จากไม้เหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการลามไฟได้ดี

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะลดอัตราการลามไฟในไม้สักดังกล่าวให้ช้าลง และศึกษาความแข็งแรงของไม้สักที่นำมาใช้ประโยชน์ โดยสารประกอบโบรอนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการอาบน้ำยาได้ เนื่องจากเป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง มีคุณสมบัติในการหน่วงไฟ ในการใช้สารประกอบโบรอนโดยวิธีการแช่ เป็นวิธีการที่ง่ายและสามารถทำได้ทั่วไป (อิติ และคณะ, 2561) การใช้สารประกอบโบรอนในการอาบน้ำยาไม้สักโดยเปรียบเทียบบริเวณแก่นและกระพี้ด้วยวิธีการแช่ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยนำมาทดสอบความแข็งแรงและการลามไฟในเนื้อไม้ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณสมบัติและเป็นทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ไม้ได้อย่างยั่งยืน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การอบนํ้ายาไม้สัก

เตรียมสารประกอบโบรอนความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยการผสมสารโบรอนกับน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 9 หรือสารประกอบโบรอนจำนวน 1 กก.กับน้ำจำนวน 9 ลิตร ลงในภาชนะสำหรับผสม และทำการคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ต่อมานำไม้สักที่มีอายุ 25 ปีบริเวณกระพี้และแก่นขนาด 1,000x50x50 มม. และขึ้นตัวอย่างไม้สักบริเวณแก่นและกระพี้ ขนาด 50.8x25.4x5 มม. จำนวนประเภทละ 20 ชิ้น สำหรับทดสอบปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ มาชั่งน้ำหนักก่อนอบ จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปอบนํ้ายาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ โดยมีระยะเวลาในการอบนํ้ายาที่แตกต่างกันตามประเภทของไม้สัก แสดงดัง Table 1 แล้วทำการผึ่งไม้สักที่ได้ผ่านการอบนํ้ายาในสภาวะอากาศที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

Table 1. Teak wood preservation

Type of Teak wood	Steeping time (Hour)
Sapwood	0
	1
	12
	24
Heartwood	0
	1
	12
	24

2. การทดลอง

2.1 ค่าความชื้น ค่าความหนาแน่น และค่าความถ่วงจำเพาะ

ตัดชิ้นตัวอย่างไม้สักที่ไม่ได้ทำการอบนํ้ายาในแต่ละสภาวะ ลักษณะลูกบาศก์ขนาด 20x20x20 มม. บริเวณแก่นและกระพี้ จำนวนบริเวณละ 5 ชิ้น รวมทั้งสิ้น 10 ชิ้น แล้ววัดขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier calipers) ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านหน้าตัด (Cross section) ด้านสัมผัส (Tangential section) และด้านรัศมี (Radial section) จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งแล้วจดบันทึกผลเป็นน้ำหนักก่อนอบ ต่อมานำไปเข้าไปอบในเตาอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ แล้วคำนวณหาค่าความชื้น ความถ่วงจำเพาะ และความหนาแน่นของตัวอย่างไม้ ตามมาตรฐาน ASTM D143-94 (2007) ดังนี้

การคำนวณหาค่าปริมาณความชื้น แสดงดังสมการที่ (1)

$$MC = ((W_1 - W_2) / W_2) \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ MC คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W_1 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบ (กรัม)

การคำนวณหาค่าความหนาแน่น แสดงดังสมการที่ (2)

$$D = M/V \quad (2)$$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)

M คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบ (กก.)

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลบ.ม.)

การคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ แสดงดังสมการที่ (3)

$$SG = M_0 / (V \rho_0) \quad (3)$$

เมื่อ SG คือ ความถ่วงจำเพาะ

M_0 คือ น้ำหนักก้อนแห้ง (กรัม)

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลบ.ซม.)

ρ_0 คือ ความหนาแน่นของน้ำ (=1 กรัม/ลบ.ซม.)

2.2 ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ (Net dry salt retention: NDSR)

นำชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบปริมาณตัวยาแห้ง มาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดไม้ทดลองแต่ละชิ้น และนำมาคำนวณหาปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ (ธีระ, 2549) โดยการคำนวณหาปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ แสดงดังสมการที่ (4)

$$NDSR = ((T_2 - T_1) / V \times S_p) \times (C / 100) \times 10^3 \quad (4)$$

เมื่อ NDSR คือ ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ (กรัม/ซม.³)

T_1 คือ น้ำหนักก่อนอบน้ำยา (กรัม)

T_2 คือ น้ำหนักหลังอบน้ำยา (กรัม)

V คือ ปริมาตรไม้ก่อนอบน้ำยา (ซม.³)

S_p คือ ความถ่วงจำเพาะของน้ำยา

C คือ ความเข้มข้นน้ำยา (ร้อยละ)

2.3 ค่าโมดูลัสแตกหักและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเนื้อไม้

ตัดชิ้นตัวอย่างไม้สักที่ได้ทำการอบน้ำยาในแต่ละสภาวะ ขนาด 20x20x300 มม. จำนวน 8 สภาวะ สภาวะละ 5 ชิ้น รวมทั้งสิ้น 40 ชิ้น เพื่อนำไปทดสอบหาค่าโมดูลัสแตกหัก (Modulus of rupture, MOR) และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity, MOE) ด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine) ตามมาตรฐาน BS 373 standard (1985) ดังนี้

การคำนวณหาค่าโมดูลัสแตกหัก แสดงดังสมการที่ (5)

$$MOR = 3 F_{max}L/2bd^2 \quad (5)$$

เมื่อ MOR คือ ความสามารถในการต้านการแตกหัก (เมกะพาสคาล)

 F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (กก.)

L คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (ซม.)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของขึ้นทดสอบ (ซม.)

d คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของขึ้นไม้ (ซม.)

การคำนวณหาค่าโมดูลัสแตกหัก แสดงดังสมการที่ (6)

$$MOE = L^3 P_{pl}/4 \delta_{pl} b d^3 \quad (6)$$

เมื่อ MOE คือ โมดูลัสยืดหยุ่น เป็น เมกะพาสคาล

L คือ ระยะห่างของแท่นรองรับ (ซม.)

 P_{pl} คือ น้ำหนักที่จุดสูงสุด (กก.)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางของขึ้นทดสอบ (ซม.)

d คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของขึ้นทดสอบ (ซม.)

 δ_{pl} คือ การโก่งที่จุดสูงสุด (ซม.)

2.4 การทดสอบการลามไฟ

ตัดชิ้นตัวอย่างไม้สักที่ได้ทำการอบน้ำยาในแต่ละสภาวะ ขนาด 25x356x10 มม. จำนวน 8 สภาวะ สภาวะละ 5 ชิ้น รวมทั้งสิ้น 40 ชิ้น แล้วนำมาทำการเผาโดยการประยุกต์อุปกรณ์สำหรับทดสอบการลามไฟ ตามมาตรฐานสำหรับการทดสอบผลกระทบการลามไฟตามมาตรฐาน ISO 3795 (1989) โดยสังเกตการลามไฟของแกนและกระพี้แล้วทำการจับเวลาจนไฟมอดจึงนำมาคำนวณหาอัตราการลามไฟและเปรียบเทียบการลามไฟของไม้สัก โดยการคำนวณหาอัตราการเผาไหม้ในการทดสอบการลามไฟ แสดงดังสมการที่ (7)

$$B = (S/T) \times 60 \quad (7)$$

เมื่อ B คือ อัตราการเผาไหม้ (มม./นาที)

S คือ ระยะการเผาไหม้ (มม.)

T คือ เวลาในการเผาไหม้ (วินาที)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่าโมดูลัสแตกหัก ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และค่าการลามไฟของเนื้อไม้ มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลและอภิปรายผล

1. ค่าความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ

การศึกษาค่าความชื้น ความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะของไม้สักในสภาวะก่อนอบน้ำยา พบว่า ไม้สักบริเวณกระพี้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 21.80 ไม้สักบริเวณแก่นมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 15.87 โดยมีค่าเฉลี่ยความชื้นทั้งบริเวณกระพี้และแก่นร้อยละ 18.84 ส่วนค่าความหนาแน่นของไม้สักบริเวณกระพี้มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 705.32 กก./ลบ.ม. ไม้สักบริเวณแก่นมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยร้อยละ 725.17 กก./ลบ.ม. โดยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งบริเวณกระพี้และแก่นร้อยละ 715.24 กก./ลบ.ม. ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะของไม้สักบริเวณกระพี้มีค่าเฉลี่ย 0.58 ไม้สักบริเวณแก่นมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.63 โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะทั้งบริเวณกระพี้และแก่นเฉลี่ย 0.60 แสดงดัง Table 2 มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของจุฑารัตน์ และคณะ (2562) ซึ่งได้ทำการศึกษาการเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักสวนป่าโดยกรรมวิธีการอัดร้อน พบว่า ไม้สักที่สภาวะควบคุมหรือสภาวะที่ไม่ได้มีการอัดร้อนมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 26.86 ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 552.00 กก./ลบ.ม. และค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.54

Table 2. Moisture content, Density and Specific gravity from Teak wood

Type of Teak wood	Moisture content (Percentage)	Density (Kg/m ³)	Specific gravity
Sapwood	21.80	705.32	0.58
Heartwood	15.87	725.17	0.63
Average	18.84	715.24	0.60

2. ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้

การศึกษาปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ด้วยการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนโดยวิธีการแช่ พบว่า ไม้สักบริเวณแก่น มีปริมาณตัวยาที่เข้าไปมากกว่ากระพี้ และระยะเวลาในการแช่ที่นานขึ้นจะมีปริมาณตัวยาที่มากขึ้น โดยบริเวณแก่นที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีปริมาณตัวยามากที่สุดร้อยละ 1.28 รองลงมาคือ 12 ชั่วโมงร้อยละ 0.76 และ 1 ชั่วโมงร้อยละ 0.52 ส่วนบริเวณกระพี้ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีปริมาณตัวยามากที่สุดร้อยละ 1.00 รองลงมาคือ 12 ชั่วโมงร้อยละ 0.67 และ 1 ชั่วโมงร้อยละ 0.46 แสดงดัง Table 3 ใกล้เคียงกับงานวิจัยของธีระ (2535) ที่ได้ทำการศึกษาการอบน้ำยาไม้ยางพาราตามกรรมวิธีจุ่มแล้วหมักด้วยสารประกอบโบรอนเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของมอด พบว่า สารประกอบโบรอนสามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ในส่วหน้าตัด และส่วนใจกลางไม้เฉลี่ยร้อยละ 0.64 และ 0.33 ตามลำดับ

Table 3. Net dry salt retention of Teak wood preservation in each steeping time

Type of Teak wood	Steeping time (Hour)	Net dry salt retention (Percentage)
Sapwood	0	0
	1	0.46
	12	0.67
	24	1.00
Heartwood	0	0
	1	0.52
	12	0.76
	24	1.28

3. ค่าโมดูลัสแตกหัก ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และค่าอัตราการลามไฟของเนื้อไม้

การศึกษาค่าโมดูลัสแตกหัก ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และค่าอัตราการลามไฟของเนื้อไม้ แสดงดัง Table 4 พบว่า ค่าโมดูลัสแตกหักของไม้สักบริเวณแก่นที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนโดยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 24, 12, 1 ชั่วโมง และไม่มีการอบน้ำยา มีค่าโมดูลัสแตกหักสูงที่สุดเฉลี่ย 903.84, 903.82, 902.55 และ 902.91 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับไม้สักบริเวณกระพี้ที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 24, 12, 1 ชั่วโมง และไม่มีการอบน้ำยา โดยมีค่าเฉลี่ย 887.32, 887.70, 886.13 และ 885.92 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้สักบริเวณแก่นที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 24, 12, 1 ชั่วโมง และไม่มีการอบน้ำยา มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสูงที่สุดเฉลี่ย 89,732.26, 89,690.93, 89,673.79 และ 89,592.82 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับไม้สักบริเวณกระพี้ที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 24, 12, 1 ชั่วโมง และไม่มีการอบน้ำยา โดยมีค่าเฉลี่ย 86,018.81, 85,986.84, 85,714.79 และ 85,499.70 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการลามไฟของเนื้อไม้ที่น้อยที่สุดคือ ไม้สักบริเวณแก่นที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 13.88 มม./นาที่ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับไม้สักบริเวณกระพี้ที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 16.56 มม./นาที่ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับไม้สักบริเวณไม้สักบริเวณแก่นที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 12 และ 1 ชั่วโมง และไม่มีการอบน้ำยา และไม้สักบริเวณกระพี้ที่ผ่านการอบน้ำยาสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ที่ระยะเวลา 12 และ 1 ชั่วโมง และไม่มีการอบน้ำยา มีค่าเฉลี่ย 18.47, 18.60, 19.87, 18.72, 19.02, 19.80 มม./นาที่ ตามลำดับ แสดงดัง Table 5 มีความแตกต่างกันกับงานวิจัยของกัลป์จาริณี และคณะ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติและความคงขนาดของไม้สักตัดขยายระยะ พบว่า ไม้สักตัดขยายระยะอายุ 25 ปี มีค่าโมดูลัสแตกหัก ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 1,300.83 กก./ลบ.ม. และ 133,653.03 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ รวมถึงมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของทิพย์วิมล และคณะ (2560) ที่ได้ทำการการศึกษากการ

อบน้ำยาไม้ยางพาราเพื่อต้านทานไฟด้วยสารประกอบโบรอน พบว่า ไม้ยางพาราที่ไม่มีการอบน้ำยา และอบน้ำยาสารประกอบโบรอนที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ร้อยละ 3 และร้อยละ 5 มีอัตราการลามไฟเฉลี่ย 22.26, 21.70, 16.94 และ 0 มม./นาที และมีความใกล้เคียงกับสุภาวธรรม และคณะ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการเติมสารประกอบโบรอนต่อคุณสมบัติทางกายภาพเชิงกล และการหน่วงไฟในแผ่นชิ้นไม้อัด พบว่า สารประกอบโบรอนมีส่วนประกอบของกรดบอริกและเกลือบอแรก ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ช่วยปรับปรุงการหน่วงไฟบนแผ่นชิ้นไม้อัดดีขึ้น เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นทำให้ลดระยะเวลาการเผาไหม้และระยะทางการเผาไหม้ได้ดียิ่งขึ้น

Table 4. MOR, MOE, and fire retardant from Teak wood each steeping time

Type of Teak wood	Steeping time (Hour)	MOR (kg/m ³)	MOE (kg/m ³)	Fire retardant (mm/s)
Sapwood	0	885.92 ^b	85,499.70 ^b	19.80 ^c
	1	886.13 ^b	85,714.79 ^b	19.02 ^c
	12	887.70 ^b	85,986.84 ^b	18.72 ^c
	24	887.32 ^b	86,018.81 ^b	16.56 ^b
Heartwood	0	902.91 ^a	89,592.82 ^a	19.87 ^c
	1	902.55 ^a	89,673.79 ^a	18.60 ^c
	12	903.82 ^a	89,690.93 ^a	18.47 ^c
	24	903.84 ^a	89,732.26 ^a	13.88 ^a
Average		895.03	87,738.74	18.11

Remarks: Letter a, b and c indicate significant between MOR, MOE, and fire retardant; ANOVA, $p < 0.05$, followed by Duncan's new multiple range test

Table 5. Statistical analysis of MOR, MOE, and fire retardant

List	Group	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig
MOR	Between group	2744.001	7	392.000	171.177	0.00
	Within group	73.281	32	2.290		
	Total	2,817.282	39			
MOE	Between group	150521069.006	7	215030009.858	27.078	0.00
	Within group	25411595.599	32	794112.362		
	Total	175932664.604	39			
Fire retardant	Between group	139.115	7	19.874	12.676	0.00
	Within group	50.169	32	1.568		
	Total	189.284	39			

สรุป

ไม้สักบริเวณแก่นมีค่าการทดสอบที่ดีกว่ากระพี้ โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 15.87 ค่าเฉลี่ยหนาแน่นเฉลี่ยร้อยละ 725.17 กก./ลบ.ม. ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.63 โดยระยะเวลาในการอบน้ำยาที่นานขึ้นส่งผลต่อปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้มากขึ้น ซึ่งการอบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอนด้วยวิธีการแช่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ มากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 1.28 โดยไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสแตกหัก และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น ซึ่งมีค่า 903.84 กก./ลบ.ม. และ 89,732.26 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ แต่ส่งผลต่ออัตราการลามไฟของเนื้อไม้ที่มีค่าน้อยที่สุดเฉลี่ย 13.88 มม./นาที

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กัลจาริณี ชำนาญกิจ, นิคม แหลมสัก และวิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์. (2562). การศึกษาคุณสมบัติและความคงขนาดของไม้สักตัดขยายระยะ. *วารสารวนศาสตร์*, 38(2), 166-181.
- จินดาพร สืบขำเพชร และธีระวิทย์ พลโคกก่อง. (2565). แผ่นขึ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(1), 17-27.
- จุฑารัตน์ หมวดสีทา, ทรงกลด จารุสมบัติ และธีระ วิณิน. (2562). เพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักสวนป่าโดยกรรมวิธีการอัดร้อน. *วารสารวนศาสตร์*, 38(2), 182-191.
- อติ วานิชดิถรัตน์, ทรงกลด จารุสมบัติ และธีระ วิณิน. (2561). การอบน้ำยาไม้ยางพาราตามกรรมวิธีจุ่มและทาโดยใช้สารคอปเปอร์แนปทีเนตและสารประกอบโบรอนเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของปลวก. *วารสารวนศาสตร์*, 37(2), 130-137.
- อติ วานิชดิถรัตน์, ศิริลักษณ์ สุขเจริญ, อิศริย์ ฮาวปินใจ, ต่อลาภ คำโย และชนะศักดิ์ เวียงทอง. (2565). การเปรียบเทียบปริมาตรไม้ในการผลิตเตียงไม้สักกระหว่างโรงงานเวียงทองคำไม้และโรงงานมีของคำไม้อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่. *วารสารวนศาสตร์*, 41(1), 116-126.
- ธีระ วิณิน. (2535). การอบน้ำยาไม้ยางพาราตามกรรมวิธีจุ่มแล้วหมักด้วยสารประกอบโบรอนเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของมอด. *วารสารวนศาสตร์*, 11(1), 60-65.
- ธีระ วิณิน. (2549). *การรักษาคุณภาพไม้*. โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- ทิพย์วิมล สุวรรณโณ, ธีระ วิณิน และทรงกลด จารุสมบัติ. (2560). การศึกษาการอบน้ำยาไม้ยางพาราเพื่อต้านทานไฟด้วยสารประกอบโบรอน. *วารสารวนศาสตร์*, 36(1), 129-135.
- สุภาวรรณ พิงสุข, ทรงกลด จารุสมบัติ และธีระ วิณิน. (2562). อิทธิพลของการเติมสารประกอบโบรอนต่อคุณสมบัติทางกายภาพเชิงกล และการหน่วงไฟในแผ่นขึ้นไม้อัด. *วารสารวนศาสตร์*, 38(1), 156-167.



American Society for Testing and Materials (ASTM). (2007). *Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber*. ASTM D143-94

British Standard (BS). (1985). *Method of Testing Small Clear Specimens of Timber*. BS 373.

Comic, D.R., Glavonjic, B.D., Anikic, N.D., Avdibegovic, M.H., (2021). Comparative Analysis of Wood Fuels Consumption in Households in the Federation of Bosnia and Herzegovina. *South-East European Forestry*, 12(1), 1-14.

International standard (ISO). (1989). *Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry-Determination of burning behavior of interior materials*. ISO 3795.

การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อคัดแยกไม้พยอมกับไม้ชิงชันด้วยการวิเคราะห์การกระจายของ กลุ่มสีด้วยกราฟ(Histogram)

Development of Software for Classification Siamese Rosewood and Rosewood Using the Analysis of Color Histogram Graph

จิรัชยา มังคละศิริ^{1*} ธนากร นากอก¹ อาทิตย์ แซ่ลิ้ม¹ ปฎิภาณ โนนกลาง¹ อธิเดช สายเนตร¹
และ วิทยา บุญสุข¹

¹คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

*Corresponding author. E-mail address: 633070310121@npu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาโปรแกรมในการคัดแยกไม้พะยอมและไม้ชิงชัน หลักการทำงานของระบบ ใช้การวิเคราะห์หาระดับความถี่สะสมของกลุ่มสีด้วย Histogram โดยเน้นระดับค่าความถี่สะสมของสีเขียวและน้ำเงิน เพื่อใช้ในการคัดแยกเนื้อไม้แต่ละชนิดด้วยการวิเคราะห์กลุ่มสีจากกราฟของ Histogram ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากการทดสอบในระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ จากกลุ่มภาพตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ภาพ รวม 60 ภาพ ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1 คือไม้พะยอม มีค่าเฉลี่ย 90 % ความแม่นยำของกลุ่มที่ 2 คือไม้ชิงชัน มีค่าเฉลี่ย 80% สรุปค่าเฉลี่ยรวม 85% ภาพรวมระบบที่พัฒนาถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าคุณภาพในการวิเคราะห์ค่าความถี่สะสมของความเข้มของกลุ่มสี ของระบบอยู่ในระดับที่ค่อนข้างเที่ยงตรง และมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในการประมวลผลคัดแยกชนิดของเนื้อไม้ในสายพันธุ์ต่างๆ ด้วยการวิเคราะห์ค่าความถี่สะสมของความเข้มของกลุ่มสีของกราฟ Histogram ต่อไป

คำสำคัญ: ฮิสโตแกรม ความถี่สะสม ภาพดิจิทัล กราฟ ระดับความเข้มสี

Abstract

The purpose of this study was to develop the Software for classifying Siamese rosewood and rosewood. The principle of the system used the cumulative color histogram emphasized green and blue colors. The objective was to classify the type of woods from the analysis of colors from the histogram graph. The results from the proficiency test collected from the 2 sample groups consisted of 30 images per group, 60 images in total. The precision means of group 1: Siamese rosewood was 90%, and group 2: rosewood was 80%. The overall mean of precision was 85%. It concluded that the analysis of the cumulative frequency of Histogram color was relatively precise. Thus, it is suitable to apply in wood classification using this technique in the future.

Keywords: Histogram, Cumulative frequency, Digital image, Graph, Color intensity

บทนำ

ในปัจจุบัน งานด้านวัสดุก่อสร้างและอุปกรณ์ตกแต่งเครื่องใช้ในบ้านถือว่ามีมีความสำคัญ ในการดำรงชีวิตโดยเฉพาะงานเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ตกแต่งบ้านประเภทวัสดุเนื้อไม้มีความนิยมและราคาแพง จึงจำเป็นต้องมีความรู้ในการเลือกเนื้อไม้เช่นไม้ที่มีราคาสูง เช่นไม้พะยุง ถ้าคนทั่วไปจะไม่สามารถแยกออกได้ว่า เนื้อไม้พะยุงหรือไม้ชิงชันมีเนื้อไม้ต่างกันอย่างไร ซึ่งจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแยกเนื้อไม้ และมีความจำเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ต้องมีระบบเชี่ยวชาญมาช่วย และตลอดจนการประยุกต์ในงานองค์กรต่างๆ เพื่อความสะดวกในการตัดสินใจ ในการทำงานขององค์กรให้รวดเร็วขึ้น การจะใช้เพียงมนุษย์เข้ามาบริหารจัดการคงลดลง เพราะมีข้อจำกัดบางอย่างในการทำงาน ดังนั้นมีความเป็นไปได้มากที่จะมีการนำระบบไอทีมาใช้งาน แม้จะใช้ต้นทุนสูงในระยะแรกแต่ระยะยาวก็ถือว่ามีความคุ้มค่า ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านไอที ได้มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น ทำให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง ขั้นตอนของระบบใช้หลักการวิเคราะห์ความถี่สะสมของความเข้มสีและหาการกระจายตัวของกลุ่มสีจากกราฟ(Histogram) โดยนำระบบรูปภาพในคอมพิวเตอร์มาประมวลผลค่าสี (Robert Nowak, 2012; Image Processing, 2012)

ภาพดิจิทัลรูปภาพที่เราเห็นกันอยู่ ไม่ว่าจะเป็นภาพที่ถ่ายโดยใช้กล้องธรรมดา หรือแบบดิจิทัล ถ้าเรามองกันในแบบของคอมพิวเตอร์ มันก็คือจุดสีหลาย ๆ จุด(Image Processing, 2012) อัลกอริทึมถูกสร้างมาจากทุกส่วนของภาพสามารถใช้อธิบายสีที่ปรากฏอยู่ในภาพแทนคุณลักษณะโดยรวมของภาพได้(Swain and Ballard, 1991)

โดยทั่วไปการดูเนื้อไม้ ยังต้องใช้ในการเทียบสีและวิเคราะห์ชนิดเนื้อไม้แต่ไม่มีความเที่ยงตรง จำเป็นต้องใช้ฮิสโตแกรมสีเป็นมาทำการวิเคราะห์ เพราะมีความเสถียรภาพมากกว่าการดูระดับความเข้มของสี ซึ่งถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการจดจำวัตถุ(Swain and Ballard, 1990; Swain and Ballard,

1991)มีการพยายามปรับปรุงวิธีการวัดความคล้ายคลึงกันของฮิสโตแกรมเพื่อให้อัลกอริทึมการจับคู่ตามฮิสโตแกรมมีประสิทธิภาพในการส่องสว่างมากขึ้นในการเปรียบเทียบ(Wong *et al.*, 2002) การใช้คุณสมบัติอื่นเช่นแทนค่าสีโดยตรง (Funt and Finlayson, 1995) เทคนิควิเคราะห์อัตราส่วนสีและเทคนิคของอัตราส่วนของสีสะท้อน(Gevers and Smeulders, 2001)ซึ่งถ้าหากวิเคราะห์ด้วยสายตาต้องอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเฉพาะของแต่ละบุคคล จึงจะสามารถการคัดแยกชนิดเนื้อไม้ได้ ซึ่งคนทั่วไปยังไม่สามารถแยกได้ชัดเจนถ้าขาดประสบการณ์ ในการทำงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องเนื้อไม้ดังกล่าว ผู้พัฒนาได้มองเห็นความจำเป็นในงานดังที่กล่าวมา จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบทำการพัฒนาอัลกอริทึมในการเปรียบเทียบและคัดแยกชนิดของเนื้อไม้ ซึ่งผู้พัฒนาได้มองเห็นความจำเป็น ในงานด้านที่กล่าวมา จึงได้ทำการศึกษา และออกแบบทำการพัฒนาอัลกอริทึมในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมือนของเนื้อไม้ และความต่างของภาพจากกล้อง ที่ถ่ายด้วยการวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มสีด้วยกราฟ(Histogram)(Kaur and Sohi, 2017) และใช้เป็นแนวทางสำหรับการค้นคว้าวิจัยและพัฒนา เพื่อการประยุกต์ใช้ในอนาคตเข้ามาปรับใช้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น วัตถุประสงค์ เพื่อทำการพัฒนาโปรแกรมในการคัดแยกไม้พะยุงกับไม้ชิงชัน

ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การศึกษาปัญหา

เนื่องจากปัญหาของประชาชนทั่วไปในการเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์ประเภทเนื้อไม้ ประชาชนบางคนยังขาดทักษะและประสบการณ์ ในการคัดแยกเนื้อไม้ระหว่างเนื้อไม้พะยุงกับไม้ชิงชันซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ในเรื่องเนื้อไม้มากพอสมควร เพื่อมาวิเคราะห์เนื้อไม้ทั้งสองชนิด ซึ่งบุคลากรเหล่านี้มีอยู่อย่างจำกัด และต้องอาศัยความเชี่ยวชาญ ในการคัดแยกเนื้อไม้ระหว่างเนื้อไม้พะยุงกับไม้ชิงชันอย่างมาก ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาพัฒนาระบบดังกล่าว ด้วยอาศัยอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนำมาประยุกต์ ใช้ทำให้ลดเวลาและสะดวก ในการคัดแยกระหว่างเนื้อไม้พะยุงกับไม้ชิงชัน และจะเห็นได้ว่าการนำระบบสารสนเทศมาใช้งานในด้านต่างๆ มากขึ้น ตลอดจนการพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดเวลาทำให้การดำเนินชีวิตสะดวกสบายขึ้น

2.1.1 การวิเคราะห์หาค่าการกระจายระดับสีทั้ง 3 จากกราฟ Histogram ของเนื้อไม้พะยุง

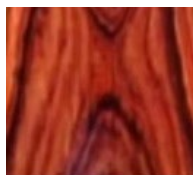


Figure 1. rosewood

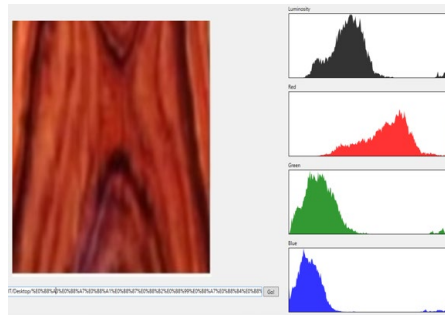


Figure 2. The distribution graph of all 3 colors of the rosewood color group.

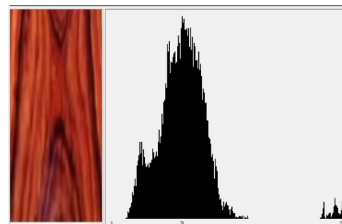


Figure 3. Total Mean Color Group Distribution Graph

จาก Figure 2 และ Figure 3 กราฟการกระจายของกลุ่มสีทั้ง 3 สีเนื้อไม้พะยุงเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการทดลอง และได้ทำการวิเคราะห์ระดับการกระจายความเข้มของกลุ่มจากกราฟ Histogram สามารถวิเคราะห์ได้ว่าระดับความเข้มของสีเขียวและน้ำเงินจะมีความเข้มสีระดับต่ำไม่เกิน 120 จากสูงสุด 255 ในจำนวนความถี่สะสมเกิน 80% ดังรูปที่ 2 ส่วนกราฟการกระจายของกลุ่มสีแดงโดยรวม จะเกาะกลุ่มอยู่ในระดับต่ำกว่า 150 จากจากค่าความสว่างสูงสุด 255 อยู่เกิน 80% ของความถี่สะสมทั้งหมด ดัง Figure 3

2.1.2 การวิเคราะห์หาค่าการกระจายระดับสีทั้ง 3 จากกราฟ Histogram ของเนื้อไม้ชิงชัน

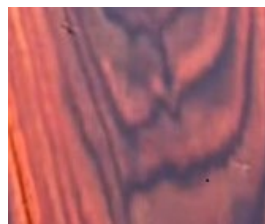


Figure 4. Siamese rosewood

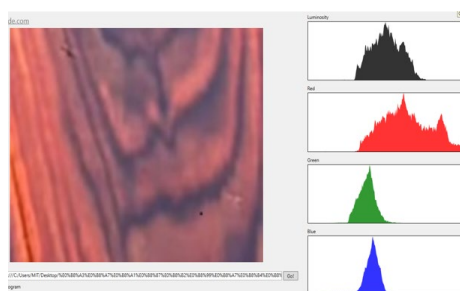


Figure 5. The distribution graph of the 3 color groups of Siamese rosewood wood.

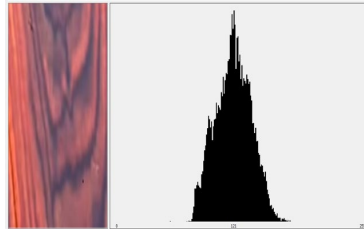


Figure 6. Total Mean Color Group Distribution Graph

จาก Figure 5 และ Figure 6 กราฟการกระจายของกลุ่มสีทั้ง 3 สีเนื้อไม้ซึ่งชั้นเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการทดลองและได้ทำการวิเคราะห์ระดับการกระจายความเข้มของกลุ่มจากกราฟ Histogram สามารถวิเคราะห์ได้ว่าระดับความเข้มของสีเขียวและน้ำเงินจะมีความเข้มสีระดับสูงกว่า 80 จากสูงสุด 255 ในจำนวนความถี่สะสมเกิน 80% ดังรูปที่ 5 ส่วนกราฟการกระจายของกลุ่มสีเฉลี่ยรวม จะเกาะกลุ่มอยู่ในระดับ 150 จากค่าความสว่างสูงสุด 255 ดัง Figure 6

2.2 การวิเคราะห์กราฟการกระจายของกลุ่มสีทั้ง 3 สีของเนื้อไม้ทั้ง 2 ชนิด

2.2.1 กราฟการกระจายของกลุ่มสีทั้ง 3 สีของเนื้อไม้พะยูน

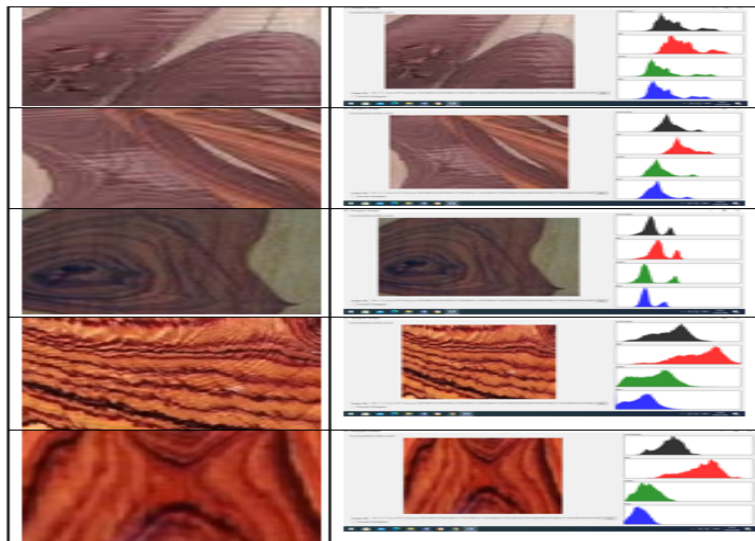


Figure 7. Color distribution chart of rosewood

จากรู Figure 7 ค่าระดับความเข้มของเนื้อไม้พะยูนค่าสี RGB ทั้ง 3 สีจะนำไปเป็นต้นแบบได้ 2 สี คือ เขียวกับน้ำเงินซึ่งมีค่าคงที่และเพื่อให้ผลการทดสอบมีค่าความแม่นยำสูงเราจึงกำหนดให้มีการหาค่าสีจากต้นแบบเป็น 5 ต้นแบบเพื่อความเที่ยงในการทดสอบระบบ ซึ่งเหมาะสมแก่การนำไปเป็นตัวต้นแบบในการเขียนอัลกอริทึมต่อไป

2.2.2 กราฟการกระจายของกลุ่มสีทั้ง 3 สีของเนื้อไม้ชิงชัน

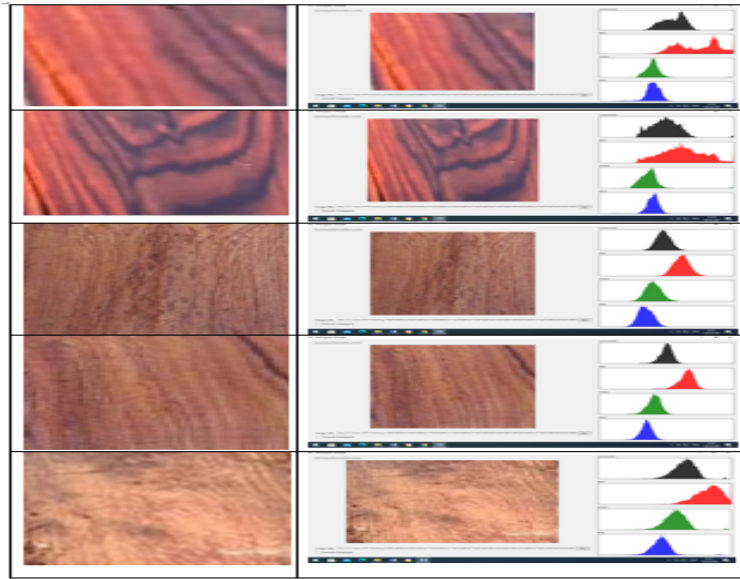


Figure 8. Color distribution chart of Siamese rosewood

จาก Figure 8 ค่าระดับความเข้มของเนื้อไม้ชิงชันค่าสี RGB ทั้ง 3 สีจะนำไปเป็นต้นแบบได้ 2 สี คือ เขียวกับน้ำเงินซึ่งมีค่าคงที่ และเพื่อให้ผลการทดสอบมีค่าความแม่นยำสูงเราจึงกำหนดให้มีการหาค่าสีจาก ต้นแบบเป็น 5 ต้นแบบเพื่อความเที่ยงในการทดสอบระบบ และการนำไปเป็นตัวต้นแบบในการเขียนอัลกอริทึมต่อไป(Gupta and Kaur, 2014; Sapana and Vijaya, 2011; Firdausy *et al.*, 2011)

2.2 การออกแบบระบบ

2.2.1 Context Diagram ของระบบแสดงในรูปที่.9

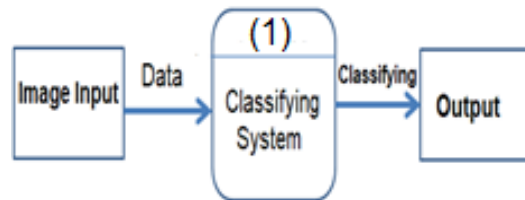


Figure 9. Overview of the context diagram of the system

2.2.2 โครงสร้างของระบบแสดงใน Figure 10

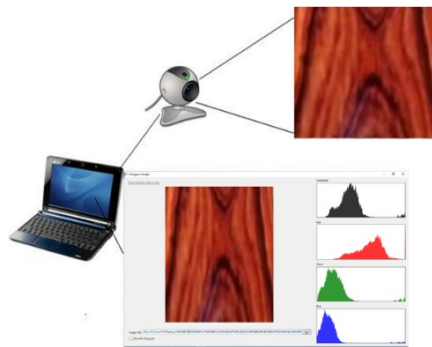


Figure 10. System Structure

2.2.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงใน Figure 11

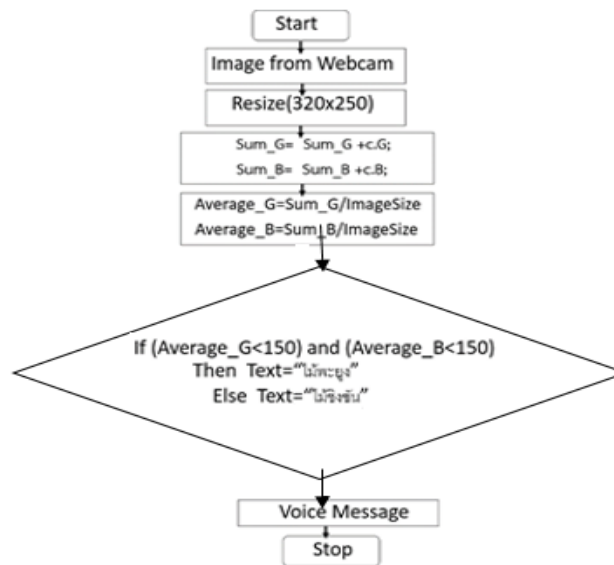


Figure 11. System Work

2.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาระบบคัดแยกไม้พะยุงกับไม้ชิงชัน ในการตรวจสอบ และคัดแยกเนื้อไม้แต่ละชนิดจากพันธุ์ไม้ทั้ง 2 สายพันธุ์โดยใช้โดยใช้โปรแกรม Visual C# มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบต้นแบบและส่วนติดต่อใช้งาน (User Interface) และกล้อง Webcam เป็นอุปกรณ์รับภาพเข้ามาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

2.3.1 Context Diagram ของระบบ

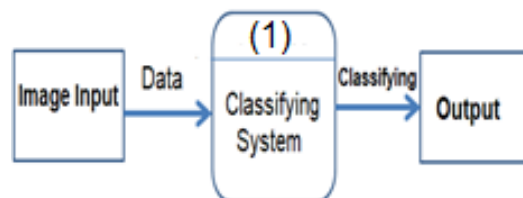


Figure 12. Overview of the context diagram of the system

2.3.2 โครงสร้างของระบบ

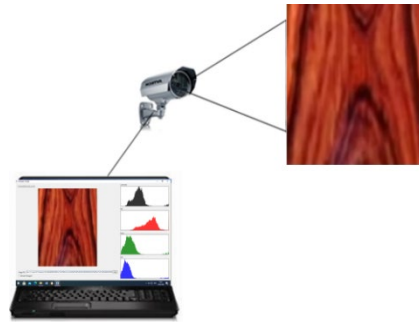


Figure 13. System Structure

โดยใช้โปรแกรม Visual C# มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบต้นแบบระบบซึ่งมีหน้าจอตั้ง Figure 14

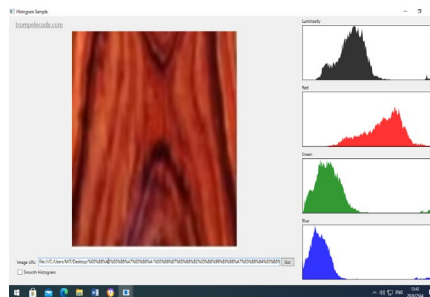


Figure 14. System operation screen

2.4 การทดสอบระบบ

การวัดประสิทธิภาพ ของการเปรียบเทียบภาพกลุ่มสีสามารถทำได้โดยการใช้วิธีวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ซึ่งเป็นการวัดความแม่นยำ ในการเปรียบเทียบภาพในระบบ โดยพิจารณาจากการกระจายของ กลุ่มสีกับจำนวนภาพที่เปรียบเทียบ จากค่าการกระจายกราฟกับกราฟมาตรฐานที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบ ได้ทั้งหมด ว่ามีภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กับภาพเปรียบเทียบ จำนวนเท่าไร และภาพที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเดียวกับ ภาพเปรียบเทียบจำนวนเท่าไรแล้วนำมาคำนวณแสดงดังสมการ (Taylor, 1997; Metz, 1978)

$$\text{Precision} = \left| \frac{x_i - x_m}{x_m} \right|$$

$$x_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

โดยที่ x_m คือ ค่าเฉลี่ยของการวัด

x_i คือ ค่าการวัดแต่ละครั้ง

ผลและอภิปรายผล

3.1 ผลการพัฒนาระบบ

หน้าจอการทำงาน (User Interface) แสดงใน Figure 15



Figure 15. master screen

3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินหาประสิทธิภาพ ของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสีของภาพ กรณีทดสอบ จากกลุ่มตัวอย่างรูปภาพ แสดงค่าเฉลี่ยในเชิงปริมาณ และค่าเฉลี่ยในเชิงคุณภาพจากฐาน ข้อมูลรูปภาพ 2 กลุ่ม ที่นำมาทดสอบจำนวน 60 ภาพ

หลังจากที่ได้นำซอฟต์แวร์ ไปทดสอบตามวิธีการแบบ(Black Box) เรียบร้อยแล้วต่อไปจะเป็นการนำซอฟต์แวร์นี้ไปประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และเป็นการทดสอบ เพื่อยอมรับระบบโดยผู้ใช้ (Acceptance Test by User) ซึ่งกระบวนการประเมินระบบนี้ เป็นการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของงานทางระบบสารสนเทศ และซอฟต์แวร์ซึ่งจะการแบ่งการประเมินระบบออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. Function Requirement Test
2. Function Test
3. Usability Test
4. Security Test

แต่ในกรณีนี้ ต้องการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบหรือซอฟต์แวร์อย่างเดียว จึงเลือกใช้การวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยใช้ เกณฑ์ทดสอบทางประสิทธิภาพของการทำงานของซอฟต์แวร์คือแบบทดสอบทาง (Function Test) สำหรับการเตรียมข้อมูลที่ใช้โดยเป็นภาพดิจิทัลสีทั่วไป ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทดสอบข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นภาพที่มีนามสกุล *.jpg ทั้งหมดจำนวน 60 รูป ขนาด 640 x 480 Pixel แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 รูป

3.2.1 กลุ่มข้อมูลทดสอบระบบ

ซึ่งเป็นภาพที่มีนามสกุล *.jpg ทั้งหมดจำนวน 60 รูป ขนาด 640 x 480 Pixel แบ่งเป็น 2 กลุ่ม
กลุ่มละ 30 รูป

กลุ่มที่ 1 คือไม้พะยุง จำนวนตัวอย่างทดลอง 30 ตัวอย่างทดลอง กลุ่มที่ 2 คือไม้ชิงชัน จำนวนตัวอย่างทดลอง
30 ตัวอย่างทดลอง ตาม Figure 16 และ Figure 17





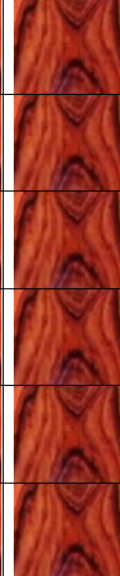




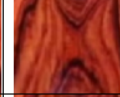


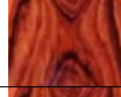
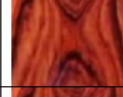









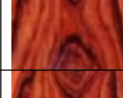






ข้อมูลทดลอง	ภาพชุดเนื้อไม้พะยุง				
ชุดที่ 1- 5					
ชุดที่ 6-10					
ชุดที่ 11-15					
ชุดที่ 16-20					
ชุดที่ 21- 25					
ชุดที่ 26-30					

Figure 16. Rosewood experimental data group

(Source: Nanagarden, 2566. <https://nanagarden.com/contactus>)



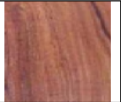
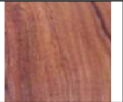
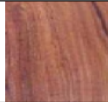



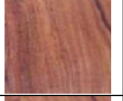
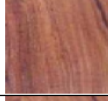


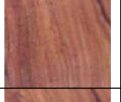
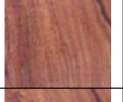
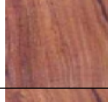


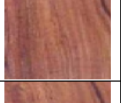
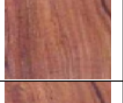











ข้อมูลทดลอง	ภาพชุดเนื้อไม้ชิงชัน				
ชุดที่ 1- 5					
ชุดที่ 6-10					
ชุดที่ 11-15					
ชุดที่ 16-20					
ชุดที่ 21- 25					
ชุดที่ 26-30					

Figure 17. Siamese rosewood experimental data group

(Source: Nanagarden, 2566. <https://nanagarden.com/contactus>)

จาก Figure 16 และ Figure 17 คือกลุ่มข้อมูลเนื้อไม้ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบกับระบบที่พัฒนาและทำการทดสอบประมวลผลวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มทดสอบ คือกลุ่มที่ 1 คือไม้พะยุง จำนวนตัวอย่างทดลอง 30 ตัวอย่างทดลอง กลุ่มที่ 2 คือไม้ชิงชัน จำนวนตัวอย่างทดลอง 30 ตัวอย่างทดลอง

3.2.2 ผลการทดลอง

Table 1. Comparison table of accuracy determination from a group of 60 test images

การเปรียบเทียบการกระจายตัวของความเข้มในกราฟ Histogram	จำนวนข้อมูล	จำนวนที่อ่านได้ถูกต้อง	Relative Error	% Error	% Accuracy
1.ภาพเนื้อไม้พะยุง	30	27	3	10%	90%
2.ภาพเนื้อไม้ชิงชัน	30	24	6	20%	80%
รวม	60	51	9	15%	85%

จากการทดสอบประสิทธิภาพโดยการวัดค่าความแม่นยำ(Precision)ซึ่งเป็นความวัดความเที่ยงนการตรวจจับความเข้มสีของของภาพ โดยพิจารณาจากการกระจายตัวของความถี่สะสมของความเข้มสีด้วยกราฟ (Histogram)ของ ภาพสีมาตรฐานต้นแบบ ที่ใช้เป็นต้นแบบและนำมาทดสอบกับจำนวนภาพที่ตรวจได้ทั้งหมด โดยทดลองใช้ภาพตัวอย่างทดสอบ 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ตัวอย่างภาพ เพื่อหาประสิทธิภาพการกระจายตัวของความถี่สะสมของความเข้มสีด้วยกราฟโดยผลการวัดความแม่นยำในการตรวจพบมีดังนี้ ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 90 % ความแม่นยำของกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 80% ความแม่นยำของ ค่าเฉลี่ยรวม 85% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

สรุป

จากผลการประเมินประสิทธิภาพ ของระบบที่ได้จากการประมวลผลภาพด้วย อัลกอริทึมที่พัฒนาใหม่ จากแม่แบบและกลุ่มตัวอย่างภาพที่นำมาทดสอบ 60 ภาพในระดับความละเอียดของภาพ 640x480 Pixel ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1-2 มีค่าเฉลี่ยรวม 85% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบการกระจายตัวของความถี่สะสมของความเข้มสีด้วยกราฟ อยู่ในระดับที่ค่อนข้างเที่ยงตรง และมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน ในการประมวลผลคัดแยกเนื้อไม้ แต่ควรนำระบบที่พัฒนาไปทดสอบเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ หรืองานวิจัยอื่น ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาความเที่ยงตรงของระบบที่พัฒนาขึ้น และจะสามารถนำอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นใหม่ไปประยุกต์ ใช้งานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Firdausy, K., Sutikno, T., and Prasetyo, E. (2007). Image Enhancement Using Contrast Stretching on RGB and IHS Digital Image. *Telkomnika*, 5(1).
- Funt, B., and Finlayson, G. (1995). Color constant color indexing. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 17(5), 522–529.
- Gevers, T. and Smeulders, W. (2001). Color constant ratio gradients for image

- segmentation and similarity of texture objects. *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1, 18– 25.
- Gupta, S. and Kaur, Y. (2014). Review of Different Local and Global Contrast Enhancement Techniques for a Digital Image. *International Journal of Computer Applications*, 100(18).
- Kaur, H., and Sohi, N. (2017). A Study for Applications of Histogram in Image Enhancement. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 6(6), 59-63.
- Image Processing. (2012). <http://www.italpha.msu.ac.th/> Car_Park_Space_System_Analysis_By_Image_ProcessingP.ppt .
- Image Processing. (2012). http://www.staff.cs.psu.ac.th/wiphada/sem%2022547/com_vision.ppt.
- Metz, CE. (1978). Basic principles of ROC analysis. *Semin Nucl Med*, 8, 283–298.
- Nanagarden. (2566). *ตลาดกลางขายต้นไม้*. <https://nanagarden.com/contactus>
- Robert Nowak. (2012). *Digital Image Processing Basics*. [http:// www.cnx.org](http://www.cnx.org).
- Sapana, S.B., and Vijaya, K.S. (2011). Use of Histogram Equalization in Image Processing for Image Enhancement. *International Journal of Software Engineering Research & Practices*, 1(2).
- Swain, M. J. and Ballard, D. H. (1990). Indexing via color histograms. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Vision*, 390– 393.
- Swain, M. J. and Ballard, D. H. (1991). Color indexing. *International Journal of Computer Vision*, 7(1), 11–32.
- Taylor, J. R. (1997). *An introduction to error analysis: The An Introduction to Error Analysis The Study of Uncertainties in Physical Measurements*. 2nd edition. University Science Books.
- Wong, K.-M., Cheung, C.-H., and Po., L.-M. (2002). Merged-color histogram for color image retrieval. *Proceedings of the 2002 International Conference on Image Processing*, 3, 949–952.

การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักสวนป่าเอกชนและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ Study of Mechanical Properties of Teak (*Tectona grandis* L.f.) in Private Forest Plantations and Forest Industry Organization Plantation

อิสริย์ ฮาวปินใจ^{1*} อิติ วานิชดิกรัตน์¹ ศิริลักษณ์ สุขเจริญ¹ และ ภัทริกา วงศ์เศรษฐี²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: h.itsaree@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักจากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) และไม้สักจากสวนป่าเอกชน (นส.) โดยได้ทำการศึกษาหา ค่าความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ ความแข็งแรง ความแข็งตึงในการตัดสถิตย เป็นต้น โดยใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO 9001-2008 (International Organization for Standardization)

ผลการศึกษาพบว่า ไม้สัก อ.อ.ป. มีค่าความแข็งแรงโดยรวมสูงกว่าไม้สัก นส. จากการทดสอบค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. เท่ากับร้อยละ 29.95 และ 44.03 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. เท่ากับ 0.62 และ 0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์แตกหัก (MOR) เฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. เท่ากับ 83.06 และ 77.10 MPa ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. เท่ากับ 8,375.80 และ 7,993.20 MPa ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่าค่าคุณสมบัติของไม้สักจากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้มีค่าคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลสูงกว่าไม้สักสวนป่าเอกชน ทำให้เหมาะกับการนำไปใช้ในที่ต้องการรับแรงสูง นอกจากนี้ ด้วยการจัดการตามหลักวนวัฒนทำให้ไม้ได้ไม้ท่อน ที่มีลักษณะเปลาตรง มีตำหนิน้อย เมื่อนำไปผลิตชิ้นงานจะทำให้มีราคาขายที่สูงกว่า ในขณะที่ไม้ นส. มีการจัดการไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ออกค่ามีค่าความแข็งแรงที่ต่ำกว่าแล้ว ยังมีตำหนิในไม้ค่อนข้างมาก ทำให้มีราคาต่ำกว่า จึงควรมีการส่งเสริมการจัดการสวนป่าด้วยระบบวนวัฒนที่ถูกต้อง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ไม้จากสวนป่าเอกชน

คำสำคัญ: ไม้สัก คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล ไม้ อ.อ.ป. ไม้ นส.

Abstract

This research investigated the physical properties and mechanical properties of Teak from the Forest Industry Organization (FIO) and Teak from private forest plantation (Nor Sor). In the study moisture content, density, specific gravity, MOR, MOE etc. were determined by using the test method according to ISO 9001-2008 (International Organization for Standardization).

The results of the study revealed that FIO teak had higher overall strength than teak from private forest plantation. The average moisture content of teak wood from FIO and teak wood from private forest plantation were 29.95 and 44.03 percent, respectively. When the data were taken for comparative analysis, it was found that the properties of teak from the Forest Industry Organization had higher physical and mechanical properties than those of private forest plantations. So, wood from FIO is suitable for be used in high-load areas. In addition, teak wood with the silvicultural practices has a straight shape with few defects. This is appropriate to be used in producing high priced workpieces.

Keywords: Teak, Physical properties, Mechanical properties, Wood from FIO., Private Forest plantation.

บทนำ

ไม้สัก ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Tectona grandis* L.f. เป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญมากในประเทศไทย ในอดีตไม้สักเคยเป็นสินค้าออกที่สำคัญและนำรายได้หลักเข้าสู่ของประเทศไทย เนื้อไม้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เนื่องจากมีคุณสมบัติของเนื้อไม้ละเอียด ตกแต่งได้ง่าย ลวดลายสวยงาม และมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ พบมากในพื้นที่เป็นดินร่วนปนทรายที่อุดมสมบูรณ์สักในประเทศไทยจะพบกระจายอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติทางภาคเหนือ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมป่าไม้, 2556) ไม้สักโดยทั่วไปมีลำต้นเปลาตรง ความสูงเมื่อโตเต็มที่ตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป ปราศจากกิ่งก้านจนใกล้จะถึงเรือนยอด เนื้อไม้สวย ตกแต่งง่าย ลักษณะของเนื้อไม้แบ่งไม้สักออกเป็น 5 ชนิด คือ สักทอง สักหิน (สักไซ) สักหยวก สักซี่ควาย และสักลายดำ อย่างไรก็ตามการดูจากลักษณะภายนอกหรือดูจากลักษณะทางสัณฐาน (morphology) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบตามอายุและขนาดของไม้ ตั้งแต่ไม้ซุงขนาดใหญ่ ที่นำมาแปรรูปใช้ในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน ไม้อัด ไม้ปาร์เก้ ไม้แกะสลัก เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ หรือใช้ทำเครื่องมือกลกรรม ฯลฯ ส่วนไม้ซุงขนาดเล็กลงมาสามารถนำมาทำบ้านไม้ซุงได้อย่างสวยงามและคงทน หรือนำมาผ่าซีกทำไม้โมเสด วงกบประตู และหน้าต่างได้ดี ซึ่งเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากมีเนื้อไม้มีลวดลายที่สวยงาม เห็นเส้นวงปีได้ชัดเจน เนื้อไม้มีความแข็งปานกลางและทนทาน เลื่อย ผ่า ไสกบตกแต่งได้ง่าย และ

ชักเงาได้ดี ปลูก มอด ไม่ชอบทำลายเพราะมีสารเทคโทควิโนน (Tectoquinone) ทำให้มีคุณสมบัติคงทนต่อ
ปลวก แมลง เห็ดราขึ้นได้ดี (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชนสำนักส่งเสริมการปลูกป่า, 2556) ในการทำสวนป่าไม้สัก
นั้นระหว่างที่รอให้ไม้สักเติบโตเต็มที่จะต้องมีการตัดขยายระยะซึ่งเป็นการปฏิบัติทางวนวัฒนในการจัดการสวน
ป่าเพื่อให้เกิดผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพตามต้องการ (กัลป์จาริณี และคณะ, 2562)

เนื่องจากไม้สักเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย การใช้ไม้สักก็มากขึ้น จำนวนต้นสักในป่าธรรมชาติเหลืออยู่
น้อยมาก ฉะนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบายสนับสนุนให้มีการปลูกสร้างสวนป่าไม้สักขึ้นทดแทน โดยมีองค์การ
อุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) เป็นแหล่งผลิตไม้สักหลักในการป้อนไม้ท่อนเข้าสู่อุตสาหกรรมไม้สัก นอกจากนี้
ภาครัฐมีการส่งเสริมการปลูกไม้สักอีกทั้งมีการแก้กฎหมายพระราชบัญญัติป่าไม้ (ฉบับที่ 8) พ.ศ.2562 ซึ่งมี
สาระสำคัญอยู่ในมาตราที่ 4 ให้ยกเลิกความในวรรคหนึ่งของมาตรา 7 แห่ง พ.ร.บ. ป่าไม้ พ.ศ.2484 ซึ่งแก้ไข
เพิ่มเติมในมาตรา 7 ให้ไม้ชนิดใดที่ขึ้นในป่าจะเป็นไม้หวงห้ามประเภทใด ให้กำหนดโดย พระราชกฤษฎีกา
สำหรับไม้ทุกชนิดที่ขึ้นในที่ดินที่มีกรรมสิทธิ์ หรือสิทธิครอบครองตามประมวล กฎหมายที่ดิน ไม่เป็นไม้หวง
ห้าม หรือไม้ที่ปลูกขึ้นในที่ดินที่ได้รับอนุญาตให้ทำประโยชน์ตามประเภท หนังสือแสดงสิทธิที่รัฐมนตรีประกาศ
กำหนดโดยความเห็นชอบของคณะรัฐมนตรี ให้ถือว่าไม่เป็นไม้หวงห้าม (พระราชบัญญัติป่าไม้, 2562) ฉะนั้น
จึงทำให้เริ่มมีไม้สัก จากสวนป่าเอกชน หรือ ที่นิยมเรียกว่า ไม้ นส. เข้ามาในตลาดค้าไม้มากขึ้นแต่กลับพบว่า
ไม้สักที่ปลูกและดูแลโดยเอกชนหรือประชาชนทั่วไป ขาดการดูแลจัดการที่ถูกวิธีตามหลักวนวัฒนวิทยา ทำให้
ได้ไม้ซุงที่ไม่มีคุณภาพ เช่น โคนต้นมีตาไม้มาก มีการตัดฟันก่อนเวลาอันควร อีกทั้งยังมีปัจจัยเรื่องพื้นที่ในการ
ปลูกไม้สักเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น พื้นที่ของเอกชนจะต้องมีเอกสารสิทธิ์ เป็นพื้นที่ลุ่ม ในขณะที่พื้นที่ปลูกไม้สัก
ของ อ.อ.ป. เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ที่ได้รับอนุญาตในการใช้พื้นที่ซึ่งเหมาะกับการเจริญเติบโตของไม้สัก ปัจจัย
เหล่านี้ ล้วนส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของไม้ทั้งสิ้น (จุฑารัตน์ และคณะ, 2562)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้สักจาก องค์การอุตสาหกรรม
ป่าไม้และสวนป่าเอกชน โดยทำการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของไม้ ได้แก่ ความชื้น ความหนาแน่น ความ
ถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ความแข็งแรง ความแข็งตึงในการดัดสติติย ความเค้นอัดขนานเสี้ยน ความ
เค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน ความแข็งในด้านรัศมี ด้านสัมผัส รวมทั้งกำลังในการยึดตะปู
ด้านรัศมี ด้านสัมผัส ระหว่างไม้สักที่ได้จาก องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้และสวนป่าเอกชน โดยทำการสุ่มเลือก
ไม้ ในท้องตลาดเพื่อนำมาทำการทดลองหาค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ตลอดจนลักษณะทางกายภาพของไม้ทั้ง 2
แหล่ง เพื่อได้ทราบถึงคุณสมบัติของเนื้อไม้ไว้เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้ประโยชน์จากไม้สักให้มี
ความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัย

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

ทำการตัดชิ้นตัวอย่างไม้สักของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. และทำการตัดชิ้นตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบตามมาตรฐาน ISO (International Organization for Standardization)

จากนั้นทำการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกล ดังนี้

1 คุณสมบัติทางกายภาพ

- ความชื้น (Moisture Content) ตามมาตรฐาน ISO 3130
- ความหนาแน่น (Mass by Volume) ตามมาตรฐาน ISO 3131
- ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ตามมาตรฐาน ISO 3131

2 คุณสมบัติเชิงกล

- ค่าสัมประสิทธิ์แตกหัก (Modulus of rupture) ตามมาตรฐาน ISO 13061-3
- ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ตามมาตรฐาน ISO 13061-4
- ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (Compression parallel to grain) ตามมาตรฐาน ISO 3787
- ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression perpendicular to grain) ตามมาตรฐาน

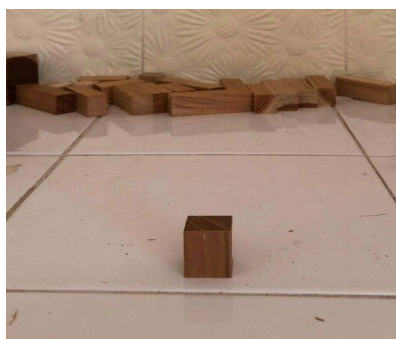
ISO 3132

- ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (Shearing Stress Parallel to grain) ตามมาตรฐาน ISO 3347
- ความแข็งตั้งในการดัดสถิตย์ (Stiffness in Static Bending) ตามมาตรฐาน ISO 3133
- ความแข็ง (Hardness) ตามมาตรฐาน ISO 3350
- กำลังยึดของตะปู (Screw holding power) ตามมาตรฐาน ISO 9087

วิธีการทดสอบ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

1. การทดสอบหาความชื้น ความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะ



(A)



(B)

Figure 1. The sample of (A) FIO. (B) private plantation for MC, density and SG test

2. การทดสอบความแข็งแรงและความแข็งตึงในการตัดสถิตย์



(A)



(B)

Figure 2. The sample of (A) FIO. (B) private plantation for. Hardness test.

3. ความเค้นอัดขนานเสี้ยน



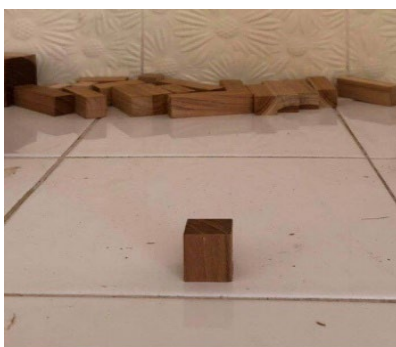
(A)



(B)

Figure 3. The sample of (A) FIO. (B) private plantation for Compression parallel to grain
And Compression perpendicular to grain test.

4. ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน



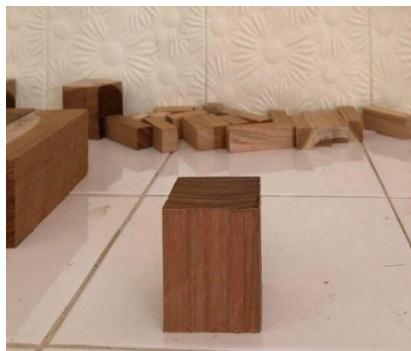
(A)



(B)

Figure 4. The sample of (A) FIO. (B) private plantation for shear test.

5. ความแข็ง



(A)



(B)

Figure 5. The sample of (A) FIO. (B) private plantation for hardness test.

6. กำลังยึดของตะปู



(A)



(B)

Figure 6. The sample of (A) FIO. (B) private plantation for screw test.

ผลและอภิปรายผล

ผลการทดสอบค่าคุณสมบัติของไม้สักจากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้และสวนป่าเอกชน โดยทำการสุ่มซื้อไม้ตัวอย่างในท้องตลาด ชนิดละ 3 ท่อน จากนั้นทำการตัดชิ้นตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 9001-2008 (International Organization for Standardization) และทำการหาความชื้นของไม้สดก่อนปรับสภาวะ และทำการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกล พบว่า

1. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส.

Table 1. Average of Teak's density from Forest Industry Organization and Private Plantation.

Sources	MC (%)	Density (g/cm ³) at MC 12%	SG
FIO.	29.95	0.62	0.57
Private	44.03	0.52	0.54

จาก Table 1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. พบว่าค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 29.95 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 44.03 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 0.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 0.57 และค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 0.54 เนื่องจากไม้สักเป็นไม้ที่ขอบขึ้นตามภูเขา มีความลาดเอียง น้ำไม่ท่วมขัง (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2556) สอดคล้องกับพื้นที่ในการปลูกสักของ อ.อ.ป. ที่มีลักษณะเป็นภูเขา มีความลาดชันเล็กน้อย

2. การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส.

Table 2. Average of Teak's MOR, MOE from Forest Industry Organization and Private Plantation.

Sources	MOR (MPa)	MOE (MPa)
FIO.	83.06	8,375.80
Private	77.10	7,993.20

จาก Table 2 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แตกหัก (MOR) เฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 83.06 MPa ค่าสัมประสิทธิ์แตกหัก (MOR) เฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 77.10 MPa

ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 8,375.80 MPa และค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 7,993.20 MPa

Table 3. Average of Teak's mechanical properties from Forest Industry Organization and Private Plantation.

Sources	Compression parallel to grain (MPa)	Compression perpendicular to grain (MPa)	Shearing Stress Parallel to grain (MPa)
FIO.	46.15	16.09	11.19
Private	38.56	12.56	9.87

จาก Table 3 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. พบว่า ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 46.15 MPa และค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 38.56 MPa

ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 16.09 MPa และค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 12.56 MPa

ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 11.19 MPa และค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 9.87 MPa

Table 4. Average of Teak's mechanical properties from Forest Industry Organization and Private Plantation.

Sources	Stiffness in Static Bending (MPa)	hardness (N)		screw (N/mm)	
		tangential	radial	tangential	radial
FIO.	35.18	4,681.78	4,388.22	19.11	18.59
Private	30.15	4,160.89	3,644.56	15.66	13.56

จาก Table 4 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้สัก อ.อ.ป. และไม้สัก นส. พบว่า ค่าความแข็งเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. ในด้านสัมผัส เท่ากับ 4,681.78 นิวตัน และด้านรัศมี 4,388.22 นิวตัน และไม้สัก นส. พบว่า ค่าความแข็งเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. ในด้านสัมผัส เท่ากับ 4,160.89 นิวตัน และด้านรัศมี 3,644.56 นิวตัน

ค่าความแข็งตั้งในการตัดสถิติเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 35.18 MPa และค่าความแข็งตั้งในการตัดสถิติเฉลี่ยของไม้สัก นส. เท่ากับ 30.15 MPa

ค่ากำลังยึดติดตะปูเฉลี่ยของไม้สัก อ.อ.ป. ในด้านสัมผัส เท่ากับ 19.11 N/mm. และไม้สัก นส. เท่ากับ 15.66 และกำลังยึดติดตะปูเฉลี่ยในด้านรัศมีของไม้สัก อ.อ.ป. เท่ากับ 18.59 N/mm. และ ไม้สัก นส. เท่ากับ 13.56 N/mm

สรุป

จากการทดสอบและเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของไม้สักจากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้และสวนป่าเอกชนพบว่า โดยรวมไม้สัก อ.อ.ป. ให้ค่าความแข็งแรงที่สูงกว่าไม้ นส. ทั้งในด้านกายภาพและเชิงกล อาจมีสาเหตุมาจากเนื่องจากพื้นที่ในการปลูกไม้สักของ อ.อ.ป. มีลักษณะเป็นภูเขา มีความลาดชันเล็กน้อย มีการระบายน้ำได้ดี มีหน้าดินลึก ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไม้สักมากกว่า นอกจากนี้ อ.อ.ป. มีการนำหลักทฤษฎีวิชชาเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการ การดูแลรักษา ทำให้ไม้ได้ไม้ท่อน ที่มีลักษณะเปลวตรง มีตำหนิน้อย (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2556) อีกทั้งปัจจัยในด้านอายุของไม้ที่ทำการตัดฟัน เนื่องจากเจ้าของสวนป่าเอกชนไม่สามารถรอจนไม้อายุครบรอบตัดฟันได้ จำเป็นต้องทำการตัดฟันก่อนครบรอบตัดฟัน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ไม้ นส. มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงต่ำกว่าไม้ อ.อ.ป. และเมื่อทำการเปรียบเทียบงานวิจัยการทดสอบค่าคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไม้สัก ของ บุญส่งและคณะ (2553); วิรัช (2533)

พบว่า ไม้สักจากงานวิจัยทั้งสองให้ค่าคุณสมบัติที่สูงกว่า ซึ่งอาจเกิดจากไม้ที่ทำการทดลองเป็นไม้อายุน้อยมาก เนื่องจากไม้ได้ระบุอายุของไม้ที่ใช้ในการทดสอบ แต่ไม้ตัวอย่างที่ผู้วิจัยนำมาทดสอบเป็นไม้ที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีแนวโน้มในการใช้ไม้ที่มีอายุน้อยลงเนื่องด้วยหลายสาเหตุ ในขณะที่ ค่าความชื้นของไม้ อ.อ.ป. ให้ค่าความชื้นที่ต่ำกว่า อันมีสาเหตุมาจากกระบวนการในการจัดการไม้ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ที่ต้องมีขั้นตอนและกระบวนการที่ใช้ระยะเวลาก่อนที่ไม้จะออกมาสู่ตลาด เช่น การกองไม้ในหมอนไม้ การกองเพื่อรอการประมวล เป็นต้น แตกต่างจากไม้จากเอกชนที่ทำการตัดและส่งเข้าตลาดไม้ได้เลย อีกทั้งผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้สัก ไม้เนียมทำให้ไม้แห้งก่อนนำไปใช้ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไม้ นส. เกิดการบิด โค้ง โกง งอ แตก ซึ่งมีสาเหตุมาจากการหดตัวของไม้ที่มีความชื้นสูง จากผลการทดสอบ พบว่า ค่าคุณสมบัติของไม้สักจากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้มีค่าคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลสูงกว่าไม้สักสวนป่าเอกชนทำให้เหมาะกับการนำไปใช้ในที่ต้องการรับแรงสูง แต่หากนำไปใช้งานที่ไม่ถาวร หรือไม่ต้องการการรับแรงผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ไม้ นส. ที่มีราคาถูกกว่าได้ ไม้ นส. มีการจัดการไม่เท่าที่ควร ทำให้นอกจากมีค่าความแข็งแรงที่ต่ำกว่าแล้ว ยังมีตำหนิในไม้ค่อนข้างมาก ทำให้มีราคาต่ำกว่า จึงควรมีการส่งเสริมการจัดการสวนป่าด้วยระบบวนวัฒนที่ถูกต้อง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ไม้จากสวนป่าเอกชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมป่าไม้. (2556). *องค์ความรู้ไม้สักไทย*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรมป่าไม้.
- กัลจาริณี ชำนาญกิจ, นิคม แหลมสัก, และวิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์. (2562). การศึกษาคุณสมบัติและความคงขนาดของไม้สักตัดขยายระยะ. *วารสารวนศาสตร์*, 38 (2), 166-181.
- จุฑารัตน์ หมวดสีทา, ทรงกลด จารุสมบัติ และธีระ วิณิน. (2562). เพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไม้สักสวนป่าโดยกรรมวิธีอัดร้อน. *วารสารวนศาสตร์*, 38 (2), 182-191.
- พระราชบัญญัติป่าไม้ (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2562. (16 เมษายน 2562). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 136 ตอนที่ 50 ก, หน้า 106-110.
- วิรัช ชื่นวาริน. 2533. *สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อไม้*. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ส่วนปลูกป่าภาคเอกชนสำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้. 2556. สัก. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชนสำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้
- International Standardization and Organization (ISO). (1975) *Wood-Determination of moisture content for physical and mechanical test*. ISO 3130.



- International Standardization and Organization (ISO). (1975) *Wood-Determination of density for physical and mechanical tests*. ISO 3131.
- International Standardization and Organization (ISO). (2014) *Physical and mechanical properties of wood-Test methods for small clear wood specimens-Part 3: Determination of ultimate strength in static bending*. ISO 13061-3.
- International Standardization and Organization (ISO). (2014) *Physical and mechanical properties of wood-Test methods for small clear wood specimens-Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending*. ISO 13061-4.
- International Standardization and Organization (ISO). (1976) *Wood-Test methods- Determination of ultimate stress in compression parallel to grain*. ISO 3787.
- International Standardization and Organization (ISO). (1975) *Wood-Testing in compression perpendicular to grain*. ISO 3132.
- International Standardization and Organization (ISO). (1976) *Wood-determination of ultimate shearing stress parallel to grain*. ISO 3347.
- International Standardization and Organization (ISO). (1975) *Wood-Determination of ultimate strength in static bending*. ISO 3133.
- International Standardization and Organization (ISO). (1975) *Wood-Determination of static hardness*. ISO 3350.
- International Standardization and Organization (ISO). (1998) *Wood-Determination of nail and screw holding power under axial load application*. ISO 9087.

ผลของสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ต่อการเข้าทำลายของมอดช้ำชู้ในไม้สัก

Effects of Wood Preservatives Treatments to Powder Post Beetle Attack
in Teakศิริลักษณ์ สุขเจริญ^{1*} อีสริย์ ฮาวป็นใจ¹ และ ธิติ วานิชดิถรณ์¹¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: siriluk.sukja168@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบน้ำยาไม้ด้วยสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่มีผลต่อการเข้าทำลายของมอดช้ำชู้ในไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.) โดยทดลองอบน้ำยาไม้สักตามกรรมวิธีการอัดน้ำยาแบบเต็มเซลล์ (Full-cell Process) ด้วยสารประกอบโบรอน (สัดส่วนกรดบอริกผสมบอแรก อัตราส่วน 1:1.5) ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% และกรรมวิธีการอบน้ำยาแบบทา (Brushing) ด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate (DOT) ความเข้มข้น 10%, 20% พบว่า ไม้ที่อบน้ำยาด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 20% สามารถป้องกันมอดช้ำชู้ได้ดีที่สุด มีความเสียหายที่ผิวเฉลี่ยร้อยละ 0.04 รองลงมาคือ Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10% สารประกอบโบรอน ความเข้มข้น 3% , 2% และ 1% มีค่าความเสียหายที่ผิวเฉลี่ยร้อยละ 0.06, 0.09, 0.15 และ 0.21 ตามลำดับ สำหรับไม้ทดลองเปรียบเทียบมีความเสียหายที่ผิวภายนอกเฉลี่ยร้อยละ 0.40 โดยค่าเฉลี่ยความเสียหายของพื้นที่ผิวที่ถูกทำลายของไม้ทดลองเปรียบเทียบกับไม้ทดลองที่อบน้ำยาด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate และสารประกอบโบรอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ดังนั้นสรุปว่าทั้งสาร Disodium octaborate tetrahydrate และสารประกอบโบรอน สามารถป้องกันรักษาเนื้อไม้จากการเข้าทำลายของมอดช้ำชู้ได้

คำสำคัญ: ไม้สัก สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ มอดช้ำชู้

Abstract

The objective was to study the appropriate wood preservatives to prevent powder post beetles in Teak (*Tectona grandis* L.f.). Investigations were made to study the Full-cell process with the concentration of boron compound (boric acid: borax, 1:1.5) 1%, 2%, 3% and the brushing treatment with the concentration of Disodium octaborate tetrahydrate (DOT) 10% and 20%. Results showed the least attack on surface of Teak treated with 20% Disodium octaborate tetrahydrate (average 0.04 %) following by 10% Disodium octaborate tetrahydrate, the concentration of boron compound 3%, 2%, and 1% that the average percentage of surface area attacked were 0.06, 0.09, 0.15 and 0.21 respectively. However, control wood still was the most damaged on surface area attack (average 0.40 %). The average attacked on surface area of Teak treated and control wood were obtained significant difference ($p < 0.01$). Therefore, it could be concluded that both Disodium octaborate tetrahydrate and boron compound should be wood preservatives to prevent powder post beetle attack.

Keywords: Teak, Wood preservatives treatment, Powder post beetle

บทนำ

นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมนุษย์เรียนรู้การดำรงชีวิต โดยอาศัยทั้งอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค เป็นปัจจัยหลักในการเอาชีวิตรอด ซึ่งที่อยู่อาศัยนั้นย่อมมีความสำคัญยิ่งอีกประการหนึ่ง ในปัจจุบันมีการพัฒนาทั้งวัสดุและการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาผสมผสานเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของมนุษย์อย่างไม่มีสิ้นสุด แต่สิ่งหนึ่งที่ยังคงพบอยู่ทุกยุคทุกสมัยนั้น คือ วัสดุที่ทำจากไม้ ทั้งใช้ประโยชน์เป็น โครงสร้างอาคารบ้านเรือน เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้าน อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวและเครื่องมือในการเกษตร ซึ่งไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์มีมากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ กลสมบัติและความทนทานทางธรรมชาติของไม้ชนิดนั้นๆ เมื่อมีการใช้ประโยชน์ไม้อย่างเต็มศักยภาพทั่วโลกก่อให้เกิด การขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจโดยการจำหน่ายไม้แปรรูปหรือผลิตภัณฑ์ไม้ในหลากหลายรูปแบบ ประเทศไทยนั้น มีการใช้ประโยชน์ไม้อย่างแพร่หลายเช่นเดียวกัน ไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ เช่น ไม้สัก ยางพารา ประดู่ แดง มะค่าโมง ตะเคียนทอง โกงกาง เต็ง รัง สะเดาเทียม ยูคาลิปตัส และสัตบรรณ เป็นต้น โดยไม้สักนับว่าเป็นไม้ที่มีสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจสร้างรายได้ให้กับประเทศอย่างมหาศาล เนื่องจากไม้สักเป็นไม้ที่มีสีและลวดลาย สวยงาม มีความทนทานตามธรรมชาติ สามารถไส กบ ตกแต่งได้ง่าย จึงเป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งปัจจุบันไม้ สักที่ออกสู่ตลาดมาทั้งจากสวนป่าของหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน จากข้อมูลสถิติป่าไม้ของประเทศไทย พ.ศ.2564 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้, 2564) รายงานว่าการผลิตไม้สักขุงจาก สวนป่ามีปริมาณ 63,912.09 ลูกบาศก์เมตร และการผลิตไม้สักขุงจากป่านอกโครงการมีปริมาณ 2,609.72

ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถผลิตได้เป็น ไม้สักแปรรูปสวนป่า 3,807.79 ลูกบาศก์เมตร ไม้สักประสานสวนป่า 1,362.19 ลูกบาศก์เมตร และผลิตภัณฑ์ไม้สัก 30.95 ลูกบาศก์เมตร แม้ไม้สักจะมีความทนทานทางธรรมชาติ แต่ยังคงพบการเข้าทำลายของมอดทั้งส่วนของไม้ซุง ไม้แปรรูป หรือเฟอร์นิเจอร์ไม้ เนื่องจากไม้สักที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นไม้สักที่มีเนื้อไม้มีส่วนของกระพี้ติดมากับเนื้อไม้ส่วนแก่น ซึ่งเนื้อไม้ส่วนที่เป็นกระพี้จะมีความทนทานทางธรรมชาติต่ำกว่าเนื้อไม้ส่วนที่เป็นแก่น การอาบน้ำยาไม้จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา โดยน้ำยาที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ เช่น สารประกอบโบรอน (Boron compound) และ สาร Disodium octaborate tetrahydrate (DOT) เป็นต้น ซึ่งเป็นสารเคมีที่ช่วยในการป้องกันการเข้าทำลายของปลวกและมอดได้ (Gauss, 2020) โดยกรรมวิธีที่ใช้ในการอาบน้ำยามีหลายวิธี ได้แก่ การจุ่ม การทา การพ่น และการอัดตัวยาเข้าไปในเนื้อไม้ ดังนั้นหากนำไม้มาผ่านกระบวนการอาบน้ำยาไม้จะทำให้ไม้มีความทนทานทางธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น และก่อให้เกิดผลดีต่อการนำไม้มาใช้ประโยชน์ต่อไป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอาบน้ำยาไม้ด้วยสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่มีผลต่อการเข้าทำลายของมอดที่ขุ่ยในไม้สัก (*Tectona grandis*) ด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate (DOT) และ สารประกอบโบรอน (สัดส่วนกรดบอริกผสมบอแรกอัตราส่วน 1:1.5)

ระเบียบวิธีวิจัย

คัดเลือกไม้สักแปรรูปจากโรงเลื่อย โดยแผ่นไม้ต้องไม่มีตำหนิจากการเข้าทำลายของเชื้อรา และแมลง นำไม้มาตัดให้ได้ขนาด 6.00 x 11.50 x 2.50 เซนติเมตร จำนวน 30 ชิ้น ทำการอาบน้ำยาไม้ด้วย 2 กรรมวิธี คือ ใช้วิธีการทาสาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10% และ 20% ไปบนผิวไม้จำนวน 2 รอบ และ ใช้วิธีการอัดน้ำยาแบบเต็มเซลล์ (Full-cell process) ด้วยสารประกอบโบรอน (สัดส่วนกรดบอริกผสมบอแรก อัตราส่วน 1:1.5) ความเข้มข้น 1%, 2% และ 3% หลังจากนั้นคำนวณหาปริมาณตัวยาที่เข้าไปในเนื้อไม้ (Retention) ทำการทดลองเป็นเวลา 12 เดือน เมื่อครบนำไม้ทดลองออกมาตรวจดูการเจาะทำลายของมอดที่ขุ่ยบริเวณผิวของไม้ทดลองทุกด้าน จากนั้นตรวจผลคิดเป็นร้อยละของเนื้อไม้ที่ถูกมอดเจาะทำลายจนเสียหายไป ประเมินการเข้าทำลายของมอดที่ขุ่ย โดยการคำนวณค่าร้อยละพื้นที่ผิวของไม้ทดลองที่ถูกทำลาย โดยใช้ dot grid นับพื้นที่ผิวที่ถูกทำลายภายหลังการทดลอง

คำนวณหาปริมาณตัวยาที่เข้าไปในเนื้อไม้ (Retention) (ชาริษา, 2558) ในสูตร (1)

$$\text{สูตร} \quad \text{ปริมาณรับน้ำยา (Retention)} = \frac{(T_2 - T_1)}{V} \times \frac{C}{100} \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

เมื่อ T_1 = น้ำหนักก่อนอาบน้ำยา (กรัม)

T_2 = น้ำหนักหลังอาบน้ำยา (กรัม)

V = ปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

C = ความเข้มข้นน้ำยา (เปอร์เซ็นต์)

คำนวณหาร้อยละพื้นที่ผิวของไม้ที่ถูกทำลาย (ซาริซา, 2558) ในสูตร (2)

$$\text{สูตร ร้อยละพื้นที่ผิวไม้ที่ถูกทำลาย} = \frac{\text{พื้นที่ผิวไม้ที่ถูกทำลาย}}{\text{พื้นที่ผิวไม้ทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำการทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) เพื่อการทดสอบประสิทธิภาพของตัวยาต่อการเข้าทำลายของมอดซีซุ่ย โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดคือ สารประกอบโบรอนความเข้มข้น 1%, 2%, 3% กับ สาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10 % และ 20 % และไม้ทดลองเปรียบเทียบ รวมทั้งหมด 6 ทรีทเมนต์ โดยแต่ละทรีทเมนต์มีจำนวนซ้ำ 5 ซ้ำ หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีการ Duncan's new multiple rang test (อนันต์ชัย, 2549)

ผลและอภิปรายผล

ชนิดของมอดซีซุ่ยที่เข้าทำลายไม้ จากการตรวจวิเคราะห์ของภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2563) พบว่า มีมอดซีซุ่ยเข้าทำลายไม้ทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ *Heterobostrychus aequalis* และ *Sinoxylon anale* อยู่ในวงศ์ Bostrichidae โดยมีมอดซีซุ่ย *H. aequalis* จะมีขนาดใหญ่กว่า *S. anale* การเข้าทำลายโดยมอดตัวเมียวางไข่บนรอยแตกหรือซอกไม้ แล้วตัวหนอนจะเจาะเข้าไปในไม้และทำลายไม้ (ธีระพล, 2554) ซึ่งนับว่าเป็นแมลงศัตรูทำลายไม้ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งพบได้ในประเทศไทย

การหาค่าเฉลี่ยปริมาณตัวยาที่อยู่ในเนื้อไม้ พบว่า ไม้ทดลองที่อาบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอน (สัดส่วนกรดบอริกผสมบอแรก อัตราส่วน 1:1.5) ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% กับ สาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10 % และ 20 % มีปริมาณตัวยาเข้าไปในเนื้อไม้ คือ 1.30, 2.73, 4.46, 0.68 และ 2.32 (kg/m³) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1 เมื่อพิจารณาปริมาณตัวยาที่เข้าไปในเนื้อไม้มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นตัวยาที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มของสารเคมีชนิดเดียวกัน สาร Disodium octaborate tetrahydrate แม้จะมีปริมาณตัวยาเข้าไปในเนื้อไม้น้อยแต่ตัวยาจะแทรกซึมอยู่ที่ผิวไม้เป็นจำนวนมาก และความสามารถในการแทรกซึบของตัวยาขึ้นอยู่กับชนิดไม้ ความเข้มข้นของตัวยา และกรรมวิธีในการอาบน้ำยา โดยกรรมวิธีที่อัดตัวยาเข้าไปในเนื้อไม้จะสามารถทำให้ตัวยาแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้มากกว่ากรรมวิธีการทา (ธีระ, 2543)

การเข้าทำลายของมอดซีซุ่ยในไม้ ตรวจการเข้าทำลายภายนอกที่ผิวไม้ เมื่อทำการทดลองในตู้เลี้ยงมอดเป็นเวลา 12 เดือน ผลการทดลอง พบว่า ไม้ทดลองที่อาบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอน (สัดส่วนกรดบอริกผสมบอแรก อัตราส่วน 1:1.5) ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% กับ สาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10 % และ 20 % มีร้อยละพื้นที่ผิวของไม้ที่ถูกทำลายด้วยมอดซีซุ่ยในเนื้อไม้ คือ 0.21, 0.15, 0.09, 0.06, และ 0.04 ตามลำดับ สำหรับไม้ทดลองเปรียบเทียบมีความเสียหายที่ผิวภายนอกเฉลี่ยร้อยละ 0.40 ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นได้ว่าทั้งสาร Disodium octaborate tetrahydrate และสารประกอบโบรอน สามารถป้องกันรักษาเนื้อไม้จากการเข้าทำลายของมอดซีซุ่ยได้

สอดคล้องกับงานวิจัยของ อีระ (2534) และ ชาริษา (2558) ที่ใช้สารประกอบโบรอนในการป้องกันการเข้าทำลายไม้ของมอดซีซุ่ย รวมทั้งงานวิจัยของ Mohamad-Nasir *et al.*(2019) พบว่า สาร Disodium octaborate tetrahydrate สามารถป้องกันการเข้าทำลายไม้ของแมลงและเชื้อราได้ และ Gauss *et al* (2019) ได้ใช้ สาร Disodium octaborate tetrahydrate ในการอบน้ำยาไม้ ทำให้ค่าแรงอัดขนานเสี้ยน (Compression parallel to the grain) ของไม้เพิ่มขึ้น

Table 1. Average of wood damaged percentage on surface area from powder post beetle attack for 12 month.

Treatment	Sample	Retention (kg/m ³)	Wood damaged percentage on surface area from powder post beetle attack (%)
Boron compound 1%	5	1.30	0.21
Boron compound 2%	5	2.73	0.15
Boron compound 3%	5	4.46	0.09
Disodium octaborate tetrahydrate 10%	5	0.68	0.06
Disodium octaborate tetrahydrate 20%	5	2.32	0.04
Control	5	-	0.40

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสียหายของพื้นที่ผิวภายนอกที่ถูกทำลายโดยมอดซีซุ่ย ในระยะเวลา 12 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ยความเสียหายของพื้นที่ผิวที่ถูกทำลายของไม้ทดลองที่อบน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอนและสาร Disodium octaborate tetrahydrate มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ดังแสดงใน Table 2

Table 2. ANOVA analysis of wood damaged percentage on surface area from powder post beetle.

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5	0.429	0.086	21.496	0.000**
Within Groups	24	0.096	0.004		
Total	29	0.525			

Note: ** Significant at $p \leq 0.01$

เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความเสียหายของพื้นที่ผิวที่ถูกทำลายของไม้ทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ผลปรากฏว่า ไม้ทดลองที่อาบน้ำยาด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 20 % สามารถป้องกันมอดซึ่มได้ดีที่สุด มีความเสียหายที่ผิวเฉลี่ยร้อยละ 0.04 รองลงมาคือไม้ทดลองที่อาบน้ำยาด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10 % สารประกอบโบรอนความเข้มข้น 3% สารประกอบโบรอนความเข้มข้น 2% มีความเสียหายที่ผิวเฉลี่ยร้อยละ 0.06, 0.09 และ 0.15 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของความเสียหายที่ผิวของไม้อาบน้ำยาดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ สารประกอบโบรอนความเข้มข้น 1% มีความเสียหายที่ผิวเฉลี่ยร้อยละ 0.21 มากกว่าไม้ที่ทดลองอาบด้วยส่วนสารประกอบโบรอนความเข้มข้น 2% แต่ค่าเฉลี่ยของความเสียหายที่ผิวของไม้อาบน้ำยาดังกล่าวก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม้ทดลองเปรียบเทียบมีความเสียหายที่ผิวภายนอกเฉลี่ยร้อยละ 0.40 มีความแตกต่างกันทางสถิติกับไม้ทดลองที่อาบน้ำยาทั้งหมด ดังแสดงใน Table 3

Table 3. Duncan's new multiple rang test of wood damaged percentage on surface area from powder post beetle.

Treatment	Wood damaged percentage on surface area from powder post beetle attack (%)
Disodium octaborate tetrahydrate 20%	0.04a
Disodium octaborate tetrahydrate 10%	0.06a
Boron compound 3%	0.09a
Boron compound 2%	0.15ab
Boron compound 1%	0.21b
Control	0.40c

Note: The same alphabets (a, b, c) = The multiple comparisons of average of specific gravity were Nonsignificant.

สรุป

การศึกษาผลของสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ต่อการเข้าทำลายของมอดซึ่มในไม้สักในครั้งนี้ พบการเข้าทำลายของมอดซึ่ม จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Heterobostrychus aequalis* และ *Sinoxylon anale* อยู่ในวงศ์ Bostrichidae โดยมอดซึ่ม *H. aequalis* จะมีขนาดใหญ่กว่า *S. anale* การเข้าทำลายโดยมอดตัวเมียวางไข่บนรอยแตกหรือซอกไม้ แล้วตัวหนอนจะเจาะเข้าไปในไม้และทำลายไม้ ซึ่งนับว่าเป็นแมลงศัตรูทำลายไม้ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งพบได้ในประเทศไทย เมื่อพิจารณาปริมาณตัวยาที่เข้าไปในเนื้อไม้ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นตัวยาที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มของสารเคมีชนิดเดียวกัน แต่ความสามารถในการแทรกซึมของตัวยาขึ้นอยู่กับชนิดไม้ ความเข้มข้นของตัวยา และกรรมวิธีในการอาบน้ำยา โดยกรรมวิธีที่อัดตัวยาเข้าไปในเนื้อไม้สามารถทำให้ตัวยาแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้มากกว่ากรรมวิธีการทา แต่การทำด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate ที่มีความเข้มข้น 20% และ 10% ตัวยาจะแทรกซึมอยู่ที่ผิวไม้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้ไม้ที่อาบ

น้ำยาด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 20% สามารถป้องกันมอดซีซู่ได้ดีที่สุด มีความเสียหายที่ผิวเฉลี่ยร้อยละ 0.04 รองลงมาคือ Disodium octaborate tetrahydrate ความเข้มข้น 10% สารประกอบโบรอน ความเข้มข้น 3% , 2%, 1% มีค่า 0.06, 0.09, 0.15 และ 0.21 ตามลำดับ สำหรับไม้ทดลองเปรียบเทียบมีความเสียหายที่ผิวภายนอกเฉลี่ยร้อยละ 0.40 โดยค่าเฉลี่ยความเสียหายของพื้นที่ผิวที่ถูกทำลายของไม้ทดลองเปรียบเทียบกับไม้ทดลองที่อาบน้ำยาด้วยสาร Disodium octaborate tetrahydrate และสารประกอบโบรอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ดังนั้นจึงสรุปว่าทั้งสาร Disodium octaborate tetrahydrate และสารประกอบโบรอน สามารถป้องกันรักษาเนื้อไม้จากการเข้าทำลายของมอดซีซู่ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ได้ให้ทำการศึกษาวิจัยและอนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการในการศึกษาวิจัยทางการรักษาเนื้อไม้ อีกทั้งขอขอบคุณ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ชาริษา พัฒนไทยนนท์. (2558). การป้องกันมอดซีซู่และการชะล้างของเฟอร์ฟูริล แอลกอฮอล์และสารประกอบโบรอนในไม้ยางพารา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระ วิณิน. 2534. การอาบน้ำยาไม้ยางพาราตามกรรมวิธีจุ่มแล้วหมักด้วยสารประกอบโบรอนเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของมอด [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระ วิณิน. (2543). เอกสารประกอบการสอนวิชาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธีรพล ชังคมณี. (2554). ความหลากหลายของชนิด ปริมาณ และความชอบของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ภาควิชาภูมิวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2563. ผลการวิเคราะห์แมลง. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้. (2564). ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2564. <https://forestinfo.forest.go.th/Content.aspx?id=10408>
- อนันต์ชัย เชื้อนธรรม. (2549). วิธีการทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Gauss, C. 2020. *Preservative treatment and chemical modification of bamboo for structural purposes* [Doctoral dissertation]. The University of Waikato.



Gauss, C., Kadivar, M. and Savastano, H. 2019. Effect of disodium octaborate tetrahydrate on the mechanical properties of *Dendrocalamus asper* bamboo treated by vacuum/pressure method. *Journal of Wood Science*, 65(27), 1-11.

<https://doi.org/10.1186/s10086-019-1804-6>

Mohamad Nasir Mat Arip, M.N., Kadir, S., Ujang, S. and Khadiran. T. 2019. Durability of selected Malaysian wood treated with disodium octaborate tetrahydrate used under hazard class 2 condition. *Journal of Tropical Forest Science*, 31(1): 43-49.

<https://doi.org/10.26525/jtfs2019.31.1.043049>

สมบัติเชิงกลและทางกายภาพของไผ่ชางป่า (*Dendrocalamus membranaceus* Munro) และไผ่ไผ่ชางหม่น (*Dendrocalamus sericeus* Munro) จากพื้นที่จังหวัดแพร่
Mechanical and Physical Properties of *Dendrocalamus membranaceus* Munro and *Dendrocalamus sericeus* Munro from Phrae Province

กาญจนาศรัณย์ ลอยไหม¹ ณัฐธิดา ศรีจันทร์² อาทิตยา แลไค้ง² อิศรีย์ ฮาวปินใจ^{1*} ศิริลักษณ์ สุขเจริญ¹
และ ธิติ วานิชติกรัตน์¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: best.kunchira@gmail.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพบว่าในปัจจุบันการนำไผ่มาใช้ประโยชน์ในลักษณะไม้โครงสร้างและงานรับแรงยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากจากความเข้าใจของประชาชนทั่วไปเกี่ยวกับไผ่ไผ่ โดยมีความเชื่อว่าไผ่ไผ่เป็นวัสดุที่ไม่สามารถรับแรงได้ ไม่คงทน ถูกมอดและแมลงทำลายได้ง่าย จึงนิยมใช้ในงานที่เป็นงานชั่วคราว งานจักรสาน ไม่เสียบลุกลิ้น เป็นต้น ทำให้เกิดการใช้ไผ่ไผ่อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ ไม่เหมาะกับงาน แต่หากมีการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล ก็จะสามารถทำให้สามารถเลือกใช้ไผ่ไผ่ได้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไผ่ไผ่ชางป่า และไผ่ไผ่ชางหม่น ซึ่งเป็นชนิดไผ่ที่ใช้มากในพื้นที่จังหวัดแพร่และน่าน เพื่อใช้ประโยชน์ให้เหมาะสมตามความแข็งแรงของไผ่ไผ่ทั้งสองชนิด โดยศึกษาผ่านการทดสอบวัสดุในห้องปฏิบัติการตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 22157 - 1 และทำการเปรียบเทียบงานวิจัยอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ซางป่าและไม้ไผ่ซางหม่น คุณสมบัติทางกายภาพมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน แต่มีคุณสมบัติบางประการมีค่าที่แตกต่างกันเกิดจากความหนาแน่นของเนื้อไม้ไผ่ ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ยความชื้นสูง ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ยการหดตัวสูง ไม่เหมาะกับการใช้งานในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่คุณสมบัติเชิงกล ไม้ไผ่ซางหม่น มีความแข็งแรง และต้านทานแรงได้ดีกว่าไม้ไผ่ซางป่า และส่วนข้อปล้องมีความแข็งแรงมากกว่าส่วนปล้อง โรงงานอุตสาหกรรมและคนส่วนใหญ่นิยมใช้ประโยชน์จากส่วนปล้องมากกว่าเนื่องจากการใช้งานที่สะดวกกว่า นำส่วนข้อปล้องไปเผาถ่านเป็นเชื้อเพลิงใช้ในครัวเรือน ไม้ไผ่ทั้งสองชนิดมีความยืดหยุ่นใกล้เคียงกัน ไม้ไผ่ซางป่าจึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการการรับแรง และไม้ไผ่ซางหม่นเหมาะกับการใช้ประโยชน์ในงานที่รับแรง

คำสำคัญ: ความแข็งแรง ไม้ไผ่ซางป่า ไม้ไผ่ซางหม่น ไม้ไผ่ในจังหวัดแพร่

Abstract

The study of physical properties of Sang Pa bamboo and Sang Mon bamboo were studied. The study was conducted through a laboratory material test defined in the ISO 22157-1 standard and compared with other studies, where the physical and mechanical properties were studied.

Physically there are similar averages but some properties have different densities of bamboo. The average moisture content of Sang Mon bamboo in the segment was high. The joints had a high mean shrinkage. It's not suitable for use in areas with high humidity. Density and specific gravity are similar averages, while the mechanical properties of Sang Mon Bamboo be strong and resist force better than wild bamboo and the joint part is stronger than the joint part Industrial plants and most people prefer to use the section more because of the convenient use. And bring the joints to burn charcoal as fuel for household use. Both types of bamboo have similar flexibility. Therefore, Sang Pa bamboo is suitable for use that does not require strength and Sang Mon bamboo is suitable for use in heavy work.

Keywords: Strength, Sang Mon Bamboo, Sang Pa Bamboo, Bamboo in Phrae

บทนำ

ไผ่ เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีลำต้นสูงและมักอยู่รวมกันเป็นกอขนาดใหญ่ ไผ่อยู่ในพืชตระกูลหญ้าและถือได้ว่าเป็นต้นหญ้าขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ทั่วโลกมีไผ่มากกว่า 1,000 ชนิด ในประเทศไทยพบไผ่มากกว่า 60 ชนิด ในปัจจุบันไผ่เป็นทรัพยากรป่าไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนของต้น ตั้งแต่หน่อ ลำต้น ใบ ดอก และผล (เมล็ด) (มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, 2562)

ไผ่เป็นพืชที่เหมาะสมในระบบเศรษฐกิจพอเพียง เพราะเป็นการพึ่งพาตนเองทั้งอาหาร ที่อยู่อาศัย รวมถึงยาและเครื่องนุ่งห่ม เป็นพืชที่ช่วยให้เกิดภูมิคุ้มกันทางด้านเศรษฐกิจ ก่อให้เกิดป่าช่วยอนุรักษ์ดิน น้ำเป็นห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติ และไผ่สามารถพัฒนาเป็นอาชีพจากระดับพอมีพอกินให้เป็นระดับอยู่ดีมีสุขในรูปแบบอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี (สุภิญญาลักษณ์, 2557)

ปัจจุบันจังหวัดแพร่และน่านมีความต้องการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่เป็นจำนวนมาก ไม้ไผ่ส่วนมากที่นำมาใช้ได้มาจากป่าชุมชนที่ชาวบ้านในพื้นที่นั้น ๆ ร่วมกันอนุรักษ์ ช่วยกันดูแล ทำข้อตกลงในการเข้าไปใช้ประโยชน์ในป่าชุมชน และมีการปลูกไม้ไผ่เป็นอาชีพของชาวบ้าน จำหน่ายทั้งหน่อและลำไม้ไผ่ เพื่อนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตตะเกียบ ไม้เสียบอาหาร ไม้จิ้ม และชาวบ้านนำไปใช้ในการจมน้ำไปสร้าง ที่อยู่อาศัย วัสดุการทำเกษตร การใช้ประโยชน์ไม้ไผ่เลือกใช้ไม้ที่มีความแข็งแรงและความทนทานให้ตรงกับลักษณะงานที่ใช้ เพื่อให้เหมาะกับงาน และอายุของงาน ไม้ไผ่แต่ละชนิดมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นที่แตกต่างกัน (ประเสริฐ, 2558)

สมบัติทางกายภาพของไม้ หมายถึง คุณลักษณะ และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่าง ๆ เช่น การยืดหดตัว ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน การนำไฟฟ้า ความทนทาน การทดสอบทางกายภาพของไม้เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกชนิดไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะที่แตกต่างกันจะทำการทดสอบค่าการหดตัว ปริมาณ ความชื้น ความแน่น หรือน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร และความถ่วงจำเพาะ

กลสมบัติไม้ หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัสดุใด ๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก ที่มากระทำ ความสามารถในการต่อต้านหรือรับแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่า ความแข็งแรง ความยากง่ายในการเสีรูปร่าง เรียกว่า ความตื้อ ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใด ๆ เรียกว่า ความเหนียว และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไช เรียกว่า ความแข็ง การทดสอบกลสมบัติของไม้ไผ่เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกชนิดไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะที่แตกต่างกัน (สุรพงษ์, 2562) โดยได้ทำการศึกษาในไผ่ 2 ชนิด คือ ไผ่ไผ่ขางป่า และไผ่ไผ่ขางหม่น

1. ไผ่ไผ่ขางป่า (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Dendrocalamus membranaceus* Munro) เป็นไผ่ที่มีขนาดลำใกล้เคียงกับไผ่ขางหม่น พบทั่วไปในป่าภาคเหนือ หน่อไม้ใช้บริโภคได้ดี เนื้อไม้ใช้ประโยชน์ ใช้สอยแทนทุกชนิด ไผ่ไผ่ขางป่าใช้ได้ดีที่สุด เนื่องจากหาได้มาก เนื้อไม้มีความหนาพอเหมาะสามารถใช้ได้ตั้งแต่โคนจรดปลาย การขนส่งไม้ไผ่ขางป่าเข้าโรงงานอุตสาหกรรมสามารถหั่นเป็นท่อน เพื่อความสะดวกในการขนส่งหรือตั้งเครื่องตอกไม้เส้นในหมู่บ้านที่เป็นแหล่งผลิต ซึ่งตลาดชอบเนื้อไม้มีความแกร่ง เมื่อเข้าแท่นตอกแล้วไม้หักง่าย เนื้อ

ไม่มีความแน่น น้ำหนักดี การขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ดหรือกล้าจากขุยมั้ย และใช้การขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ เช่น การชำเหง้า หรือการชำปล้อง



Figure 1. Sang Pa Bamboo (*Dendrocalamus membranaceus* Munro)

2. ไม้ไผ่ขางหม่น (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Dendrocalamus sericeus* Munro) ลำไม้ไผ่ขางหม่น มีคุณสมบัติเหมาะสมกับอุตสาหกรรมหลายชนิด ส่วนโคนเนื้อหนาเหมาะกับการทำเฟอร์นิเจอร์ไม้ปาร์เก้หรือไม้โครงสร้างหรือไม้ค้ำยัน ส่วนกลางลำถึงส่วนปลายสามารถใช้ในอุตสาหกรรมไม้ตะเกียบ ไม้เสียบอาหาร ไม้จิ้มฟัน หรือศิลปะประดิษฐ์ การขยายพันธุ์สามารถทำได้ง่าย โดยการตอนกิ่งแขนง จึงมีศักยภาพที่จะปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ปลูกผสมกับพืชสวนหรือไม้ป่าอื่น ๆ



Figure 2. Sang Mon Bamboo (*Dendrocalamus sericeus* Munro)

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

ทำการสุ่มไม้ไผ่ตัวอย่างจากจังหวัดแพร่และน่าน โดยทำการตัดไม้ไผ่ขางป่า และไม้ไผ่ขางหม่นช่วงอายุระหว่าง 3-5 ปี โดยแยกเป็นชิ้นตัวอย่างบริเวณส่วนปล้องและส่วนข้อปล้อง จำนวนส่วนละ 10 ตัวอย่าง รวม 40 ตัวอย่าง และทำการทดสอบตาม ISO 22157-1 (Bamboo- Determination of physical and mechanical properties) จำนวน 6 การทดสอบ จากนั้นทำการปรับสภาพ ให้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 15 %

2. จากนั้นทำการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล ดังนี้

2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

โดยใช้ค่าความชื้น (Moisture Content), ความหนาแน่น (Mass by Volume), ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity), การหดตัว (Shrinkage)

2.2 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกล

โดยใช้ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression perpendicular to grain), ความต้านทานแรงดัด (Modulus of rupture), โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity), ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (Shearing stress parallel to grain), ความเค้นดึงขนานเสี้ยน (Tensile stress parallel to grain)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย

4. สรุปผลการทดสอบ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

1. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1.1 ปริมาตรความชื้น

1.2 ทดสอบความหนาแน่น

1.3 ทดสอบความถ่วงเพาะ



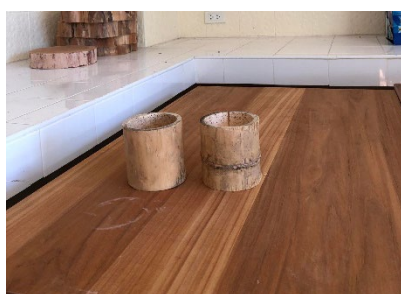
(A)



(B)

Figure 3. The simple of (A) Sang Pa Bamboo. (B) Sang Mon Bamboo, MC, density and SG test.

1.4 การทดสอบการหดตัว



(A)



(B)

Figure 4. The simple of (A) Sang Pa Bamboo. (B) Sang Mon Bamboo, Shrinkage test.

2.2 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกล

2.2.1 การทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเส้น



(A)



(B)

Figure 5. The simple of (A) Sang Pa Bamboo. (B) Sang Mon Bamboo, Compressive Stress Perpendicular to Grain test.

2.2.2 การทดสอบกำลังต้านแรงดัด

2.2.3 การทดสอบมอดูลัสยืดหยุ่น



(A)



(B)

Figure 6. The simple of (A) Sang Pa Bamboo. (B) Sang Mon Bamboo, Modulus of rupture and Modulus of elasticity test.

2.2.4 การทดสอบความเค้นเฉือนขนาดเส้น

2.2.5 การทดสอบความเค้นแรงดึงขนาดเส้น



(A)



(B)

Figure 7. The simple of (A) Sang Pa Bamboo. (B) Sang Mon Bamboo, Tensile stress parallel to grain test.

ผลและอภิปรายผล

จากการทำการสุ่มไม้ไผ่ซางป่าและไม้ไผ่ซางหม่น จากพื้นที่จังหวัดแพร่ และน่าน อายุ 3 - 5 ปี ทำการตัดไม้โดยแยกเป็นส่วนปล้องและข้อปล้อง ทำการปรับสภาพอะตามมาตรฐาน ISO 22157-1 จากนั้นทำการทดสอบตามมาตรฐาน ได้ผลการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

1. Testing the physical properties of Sang Pa bamboo and Sang Mon bamboo.

Table 1. Average of Bamboo's density from Sang Pa Bamboo and Sang Mon Bamboo.

Bamboo's types	humidity (%)		density (g/cm ³)		Specific gravity		Shrinkage (%)	
	internode	node	internode	node	internode	node	internode	node
Sang Pa	14.68	15.30	0.46	0.45	0.43	0.41	4.89	4.36
Sang Mon	16.71	15.30	0.55	0.54	0.53	0.52	6.09	4.48

จาก Table 1 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ค่าเฉลี่ยความชื้นของไม้ไผ่ซางป่าและไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีความชื้นที่แตกต่างกันมาก 14.68 % และ 16.71 % ตามลำดับ เนื่องจากความหนาของลำไม้แต่ละชนิด จากการศึกษพบว่า ไม้ไผ่ซางป่ามีความหนาของลำไม้เฉลี่ย 2.33 เซนติเมตร ไม้ไผ่ซางหม่นมีความหนาเฉลี่ย 2.43 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3 ต่างกับส่วนข้อปล้องทั้งสองชนิด มีค่าเฉลี่ยความชื้นเท่ากัน คือ 15.30 % ความหนาแน่นของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 0.46 g/cm³ ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 0.45 g/cm³ ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 0.55 g/cm³ ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 0.54 g/cm³ ความถ่วงจำเพาะของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องและส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 0.43 และ 0.41 ตามลำดับ ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 0.54 ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 0.53 และการหดตัวของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 4.89 % ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 4.36 % ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 6.09 % ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 4.48 % ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบไม้ไผ่อายุ 3-6 ปี วิจัยเรื่องการวิเคราะห์ความปลอดภัยสำหรับไม้ไผ่ในงานก่อสร้างตามมาตรฐาน BNBC และ INBC ของ สรพวงษ์ (2562) 664 kg/m³ ทดสอบการใช้ไม้ไผ่ซางป่าพบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.36 % - 4.89 % ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบไม้ไผ่ที่อายุใกล้เคียงกันกับวิจัยเรื่องคุณสมบัติและลักษณะโครงสร้างไม้ไผ่บางชนิด ตามมาตรฐาน ISO 22157 -2 ของบุญสูง และคณะ (2556) 14.9 % - 15.2 % อาจเกิดจากความหนาของไม้ไผ่ที่นำมาทดสอบแตกต่างกัน ดังแสดงใน Figure 4

2. Testing of mechanical properties of Sang Pa Bamboo and Sang Mon Bamboo

Table 2.1 Mean values of test results for mechanical properties of Compression Perpendicular to Grain., Modulus of rupture and Modulus of elasticity.

Bamboo's types	Compression Perpendicular to Grain. (MPa)		Modulus of rupture (MPa)		Modulus of elasticity (MPa)	
	internode	node	internode	node	internode	node
	Sang Pa	49.04	63.22	16.20	17.90	236.02
Sang Mon	55.22	87.09	15.48	18.23	297.97	377.31

จาก Table 2.1 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน แรงต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น ผลทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 49.04 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 63.22 MPa ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 87.09 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 87.09 MPa ดังแสดงในภาพที่ 5 ผลทดสอบความต้านทานแรงดัด ของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 16.20 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 17.90 MPa ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ย 15.48 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 18.23 MPa ผลทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 236.02 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 297.51 MPa ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 297.97 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 377.31 MPa ดังแสดงใน Figure 6

Table 2.2 Mean values of test results for mechanical properties, Shearing Parallel to Grain, Tensile Stress Parallel to Grain.

Bamboo's types	Shearing Parallel to Grain (MPa)		Tensile Stress Parallel to Grain (MPa)	
	internode	node	internode	node
Sang Pa	48.01	61.15	245.03	251.59
Sang Mon	53.18	85.14	252	285.83

Table 2.2 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลความเค้นแรงเฉือนขนาดเสี้ยน และความเค้นแรงดัด ผลทดสอบความเค้นแรงเฉือนของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 48.01 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 61.15 MPa ไม้ไผ่ซางหม่นของปล้องมีค่าเฉลี่ย 53.18 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 85.14 MPa ดังแสดงในภาพที่ 7 ผลทดสอบความเค้นดึงขนาดเสี้ยนของไม้ไผ่ซางป่าส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ย 245.03 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 251.59 MPa ไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องมีค่า 252 MPa ส่วนข้อปล้องมีค่าเฉลี่ย 285.83 MPa ซึ่งน้อยกว่าทดสอบไม้ไผ่อายุ 3 – 6 ปี เรื่องการวิเคราะห์ความปลอดภัยสำหรับไม้ไผ่ในงานก่อสร้างตามมาตรฐาน BNBC และ INBC ของ สรพงษ์ (2562) ซึ่งอาจเกิดจากไม้ไผ่ที่ทดสอบมีอายุต่างกัน และความหนาของเนื้อไม้ คุณสมบัติเชิงกลไม้ไผ่ซางหม่นส่วนปล้องและส่วนข้อปล้อง มีค่าเฉลี่ยน้อย

กว่าเมื่อเทียบกับวิจัยเรื่องคุณสมบัติและลักษณะโครงสร้างไม้ไผ่บางชนิดของ บัญส่ง และคณะ (2556) ที่อายุและมาตรฐานที่ใกล้เคียงกัน อาจเกิดจากความชื้นและวิธีการทดสอบ ดังแสดงใน Figure 7

สรุป

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่บางป่าและบางหม่น ทดสอบความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ และการหดตัว คุณสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่แต่ละชนิดมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน แต่มีคุณสมบัติบางประการมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน เช่น การหดตัวของไม้ไผ่บางหม่นส่วนปล้องและข้อปล้องมีการหดตัวที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1 ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่บางป่าและไม้ไผ่บางหม่น ผลทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน ความต้านทานแรงดัด โมดูลัสยืดหยุ่น ความเค้นเฉือนขนาดเสี้ยน และความเค้นดึงขนาดเสี้ยน ไม้ไผ่บางป่าและไม้ไผ่บางหม่นส่วนปล้องมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าส่วนข้อปล้องของไม้ไผ่ทั้งสองชนิด ดัง Table 2.1 และ Table 2.2

ดังนั้น การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลเห็นได้ว่าไม้ไผ่บางหม่น มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรง และต้านทานแรงได้ดีกว่าไม้ไผ่บางป่า และส่วนข้อปล้องมีความแข็งแรงมากกว่าส่วนปล้อง โรงงานอุตสาหกรรมและคนส่วนใหญ่นิยมใช้ประโยชน์จากส่วนปล้องมากกว่าเนื่องจากการใช้งานที่สะดวกกว่า นำส่วนข้อปล้องไปเผาถ่านเป็นเชื้อเพลิงใช้ในครัวเรือน

จากการทดสอบตามคุณสมบัติเชิงกลไม้ไผ่บางหม่นมีความเหนียว ความยืดหยุ่น รับได้ดีกว่าไม้ไผ่บางป่าจึงเหมาะนำไปใช้ประโยชน์กับงานรับแรง เช่น ไม้ค้ำยัน เฟอร์นิเจอร์ ส่วนไม้ไผ่บางป่า มีความเหนียว เหมาะกับงานจักรสาน ตะเกียบ ไม้เสียบลูกชิ้น และไม้จิ้มฟัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ ดอยลอม. (2558). *ไม้พืชความหวังใหม่ของคนน่าน*.

<http://www.nan.doae.go.th/km2557/km.20.2558.pdf>

บุญส่ง สมเพาะ, อนงคณี เรือนทิพย์, บางรักษ์ เชษฐสิงห์, เขาวลิตร วงศ์ศรีแก้ว, ภัทร์สินี วงศ์ศรีแก้ว,

เทพประสิทธิ์ เทียวประสงค์ และวรศิลป์ แอ้วสกุลทอง. (ม.ป.ป.). *คุณสมบัติและลักษณะโครงสร้างไม้ไผ่บางชนิด*. <http://forprod.forest.go.th/forprod/forprod2017>.

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร. (2562). *สังคมป่าไผ่*. <https://www.seub.or.th/blogging>.

สุภิญญาลักษณ์ จันทรวงศ์. (2557). *การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้ตงเพื่อสร้างค่ามาตรฐานกลางของวัสดุและการประยุกต์ใช้ในงานโครงสร้างสำหรับอาคารสาธารณะ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท].

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.



สุรพงษ์ ดาราม. (2562). การวิเคราะห์ความปลอดภัยสำหรับไม้ไผ่ในงานก่อสร้าง. ปราชญ์บุรี:

คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขตปราชญ์บุรี.

International Standardization and Organization (ISO). (2004). *Bamboo-Determination of physical and mechanical properties*. ISO 22157-1.

การศึกษาผลของการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ต่อคุณสมบัติของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็ง ที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่ง

A Study on the Effect of Carbon Nanotube Addition on Properties of Rigid Polyurethane Foam Synthesized from Castor Oil Base Polyol

ณัฐภาส นิธิโสธรานนท์^{1*} ปานจันทร์ ศรีจรูญ¹ และ จินดารัตน์ พิมพ์สมาน¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

*Corresponding author E-mail address: nutthapart.nith@mail.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่มีต่อโฟมคุณสมบัติพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่งพอลิออล โดยทำการปรับปรุงน้ำมันละหุ่งให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการขึ้นรูปโฟมชนิดแข็งด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันกับไตรเอทานอลเอมีน ก่อนนำไปทำปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันกับพอลิเมอริกเมทิลีนไดฟีนิลไดไอโซไซยาเนต (PMDI) และศึกษาผลของคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่มีต่อคุณสมบัติของโฟม จากการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณท่อนาโนคาร์บอนจาก 0.1 เป็น 0.4 %wt จะทำให้ขนาดเซลล์เฉลี่ยของโฟมเล็กลง และมีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น นอกจากนี้โฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ยังมีค่าความต้านทานต่อแรงอัดที่เพิ่มขึ้นโดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.5113 MPa ในขณะที่ค่าการนำความร้อนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.040-0.041 W/m•K อย่างไรก็ตามการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ลงในโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่งพอลิออล ส่งผลให้ความสามารถในการย่อยสลายของโฟมด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมีค่าลดลง

คำสำคัญ: ความสามารถในการย่อยสลาย คาร์บอนนาโนทิวบ์ น้ำมันละหุ่ง โฟมพอลิยูรีเทน

Abstract

This research aimed to study the synthesis of rigid polyurethane foam from modified castor oil with carbon nanotube addition. Castor oil were modified to achieve properties required for rigid polyurethane foam synthesis by transesterification with triethanolamine before polymerization with polymeric methylene diphenyl diisocyanate (PMDI). This research also study the result of carbon nanotube on polyurethane foam. It found that the increasing of carbon nanotube from 0.1 to 0.4 %wt resulted in the smaller foam as well as increased foam density. In addition, increasing carbon nanotube led to an increase in compressive strength, with the higher value of 0.5113 MPa while it had no significant effect on thermal conductivity of polyurethane foam which had the value in the range of 0.040 to 0.041 W/m•K. However, added of carbon nanotube on polyurethane foam from castor oil resulting in decreasing of hydrolytic degradation.

Keywords: Biodegradability, Carbon nanotube, Castor oil, Rigid polyurethane

บทนำ

ในปัจจุบันโฟมพอลิยูรีเทนเป็นพอลิเมอร์ที่ถูกใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม เช่น การใช้ทำผนังห้องเก็บความเย็น ใช้ทำพื้นรองเท้า ใช้เติมช่องว่างระหว่างคอนกรีต เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติที่โดดเด่นในหลายด้าน เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นต่ำเนื่องจากโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นรูพรุน แต่ยังคงไว้ซึ่งความแข็งแรง มีความทนต่อสารเคมี และการนำไปประยุกต์งานได้หลายรูปแบบ เช่น แบบแข็ง หรือ แบบยืดหยุ่น และยังสามารถขึ้นรูปในแบบและขนาดที่ต้องการได้ รวมถึงการฉีดพ่นบนพื้นผิวต่างๆ เช่น ใต้หลังคา หรือตามผนังต่างๆ ซึ่งโฟมพอลิยูรีเทนนั้นสามารถสังเคราะห์ได้จากการทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่นระหว่างพอลิออลและไอโซไซยาเนต รวมไปถึงการเติมตัวเร่งปฏิกิริยา สารลดแรงตึงผิว และสารทำให้เกิดฟอง เพื่อควบคุมคุณสมบัติของโฟมที่สังเคราะห์ (Randall and Lee, 2002) พอลิออลที่ใช้สังเคราะห์โฟมพอลิยูรีเทนส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมจะเป็นพอลิออลที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถหามาทดแทนได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหาในการกำจัดขยะโฟมพอลิยูรีเทนที่สังเคราะห์จากพอลิออลที่ได้จากปิโตรเลียมเนื่องจากความสามารถในการย่อยสลายที่ต่ำต้องใช้เวลาอันยาวนาน ดังนั้นนักวิจัยจึงได้หาวัตถุดิบที่สามารถย่อยสลายได้เร็วกว่า ทดแทนได้และมีราคาถูกกว่ามาใช้ ซึ่งก็คือพอลิออลที่ได้จากน้ำมันพืช ทั้งจากน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันละหุ่ง น้ำมันปาล์ม และอื่นๆ (Chuayjuljit *et al.*, 2007; Ji *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2015; นันทวัฒน์ และคณะ, 2559) โฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากพอลิ-ออลของน้ำมันพืชนั้นมีคุณสมบัติทางกล ทางกายภาพ และความเป็นฉนวนความร้อน ที่สามารถทดแทนโฟมพอลิยูรีเทนที่สังเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ของปิโตรเลียมได้ค่อนข้างดี นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาผลของการเติมสารเติม

แต่งเข้าไปยังโพลีเมอร์เทนชนิดแข็ง เช่น เซลลูโลสโนโคริสตัล, พอลิแลคติกแอซิด, นาโน-เคลย์, คาร์บอนนาโนไฟเบอร์ และคาร์บอนนาโนทิวบ์ (carbon nanotubes: CNT) (Caglayan *et al.*, 2018; Saha *et al.*, 2008; Septevani *et al.*, 2017; วุฒิชัย, 2554) ซึ่งช่วยคุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อน และคุณสมบัติทางกลของโพลีเมอร์ คาร์บอนนาโนทิวบ์นั้นเหมาะสำหรับการใช้งานกับพอลิ-เมอร์ ทั้งยังมีสมบัติเชิงกลที่ดี และมีพื้นผิวที่เป็นเอกลักษณ์ซึ่งเอื้อต่อการใช้งานด้านเทคนิคในการดัดแปลงพื้นผิวของพอลิเมอร์ (Caglayan *et al.*, 2018)

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าโพลีเมอร์ที่สังเคราะห์จากพอลิออลของน้ำมันละหุ่งนั้นมีคุณสมบัติทางกลยังดีกว่าเมื่อเทียบกับพอลิออลจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และจากงานวิจัยของ Yan *et al.* (2012) พบว่าการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์สามารถเพิ่มคุณสมบัติทางกลที่ดีต่อโพลีเมอร์ชนิดแข็งที่สังเคราะห์ด้วยพอลิออลจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทดลองนำคาร์บอนนาโนทิวบ์มาเติมในโพลีเมอร์ชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่งเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกล และยังคงคุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนและความสามารถในการย่อยสลายที่ดีไว้

ระเบียบวิธีวิจัย

การสังเคราะห์น้ำมันละหุ่งพอลิออล

เนื่องจากน้ำมันละหุ่งเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ที่ยังไม่มีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลที่เหมาะสมในการสังเคราะห์โพลีเมอร์ชนิดแข็ง จึงต้องทำการดัดแปรน้ำมันละหุ่งเพื่อให้มีหมู่ไฮดรอกซิลในปริมาณที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปโพลีเมอร์ชนิดแข็ง โดยการนำไตรเอทานอลเอมีนมาทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิชั่นกับน้ำมันละหุ่งเพื่อได้น้ำมันละหุ่งพอลิออล โดยใช้น้ำมันละหุ่งกับไตรเอทานอลเอมีนในอัตราส่วน 1 : 3 และเติมตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ Ca(OH)_2 2% โดยน้ำหนักของสารตั้งต้น ลงในขวดก้นกลม 4 คอ ซึ่งต่อกับเทอร์โมมิเตอร์ ท่อนำแก๊สไนโตรเจน และเครื่องควบคุม ทำการกวนด้วยความเร็ว 500 รอบต่อนาที ภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจน พร้อมทั้งให้ความร้อนโดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่ให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องแล้วจึงจัดเก็บใส่ขวดสีชาน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้ไปวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชันด้วย FTIR และหาค่าไฮดรอกซิล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมต่อการนำไปสังเคราะห์โพลีเมอร์ชนิดแข็ง รวมทั้งนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณไอโซไซยานาต (PMDI) ที่ต้องใช้ในการสังเคราะห์โพลีเมอร์ชนิดแข็ง ในงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ในการทดสอบหาค่าไฮ-ดรอกซิลจากบริษัท สยามเคมีคอลอินดัสตรี จำกัด

การขึ้นรูปโฟมพอลิยูรีเทน

นำคาร์บอนนาโนทิวบ์ไปผสมกับน้ำมันละหุ่งพอลิออล โดยวิธี Ultrasonication ด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ที่ความถี่ 40 kHz เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นผสมน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (TEDA) สารลดแรงตึงผิว (Silicone oil) และน้ำ ในสัดส่วนต่างๆตาม Table 1 ให้เข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องกวนความเร็วสูง ที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เทพอลิออลพรีมิกซ์ลงในภาชนะที่มี PMDI และทำการกวนสารผสมด้วยความเร็ว 2,500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 วินาที จึงนำใบกวนออก แล้วเทสารผสมลงในแม่แบบที่เป็นภาชนะเปิดขนาด 32 ออนซ์ ปล่อยให้สารขึ้นรูปเป็นโฟมและเก็บโฟมพอลิยูรีเทนที่สังเคราะห์ได้ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาตัดเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบคุณสมบัติดังนี้

1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)
2. ทดสอบหาค่าความหนาแน่นตามมาตรฐาน ASTM D1622
3. ทดสอบหาค่าความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐาน ASTM D1621
4. ทดสอบหาค่าการนำความร้อนด้วยเครื่อง Thermal conductivity analyzer (TCA)
5. ความสามารถในการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยแช่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.1 M pH 7.4 เป็นเวลา 7 วัน

Table 1. Chemical content used in the synthesis of rigid PU foam.

Formula	Castor oil polyol (php)	Isocyanate index	Carbon nanotube (%wt)	Silicone oil (php)	Water (php)	TEDA (php)
PUCNT1	100	120	0.1	2.5	3	1
PUCNT2	100	120	0.2	2.5	3	1
PUCNT3	100	120	0.3	2.5	3	1
PUCNT4	100	120	0.4	2.5	3	1

ผลและอภิปรายผล

1. สมบัติของน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้

1.1 การตรวจวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันละหุ่งพอลิออลด้วย FTIR

เมื่อทำการเปรียบเทียบสเปกตรัมของน้ำมันละหุ่งกับน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้ ดังแสดงใน Figure 1 พบว่าสเปกตรัมของน้ำมันละหุ่งและน้ำมันละหุ่งพอลิออลมีความแตกต่างกัน โดยน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้จะแสดงค่าพีคที่ตำแหน่ง 3318.36 cm^{-1} (-OH alcohol), 1169.80 cm^{-1} (-OH tertiary alcohol), 1115.55 cm^{-1} (-OH secondary alcohol) และ 1067.72 cm^{-1} (-OH primary alcohol) ซึ่งเป็นค่าพีคที่เป็นลักษณะเฉพาะของสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิล แต่น้ำมันละหุ่งจะมีค่าพีคของสเปกตรัมที่แสดงถึงหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 1162.15 cm^{-1} (-OH tertiary alcohol) จึงสามารถสรุป

ได้ว่าน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้จากการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันระหว่างน้ำมันละหุ่งกับไตรเอทานอลเอมีนมีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารประกอบไตรกลีเซอไรด์จะเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบไดกลีเซอไรด์และโมนอกลิเซอไรด์แทน

1.2 การตรวจหาค่าไฮดรอกซิลของน้ำมันละหุ่งที่สังเคราะห์ได้

น้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน (transesterification) ระหว่างน้ำมันละหุ่งกับไตรเอทานอลเอมีน (triethanolamine) นำไปทดสอบหาค่าไฮดรอกซิล ผลการทดสอบพบว่าน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่สังเคราะห์ได้มีค่าไฮดรอกซิลเท่ากับ 478.42 mg KOH/g ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำมันละหุ่งที่มีค่าไฮดรอกซิลเท่ากับ 162.13 mg KOH/g และมีค่าอยู่ในช่วง 250-1000 mg KOH/g ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมในการสังเคราะห์โฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็ง (Szycher PhD, 2012)

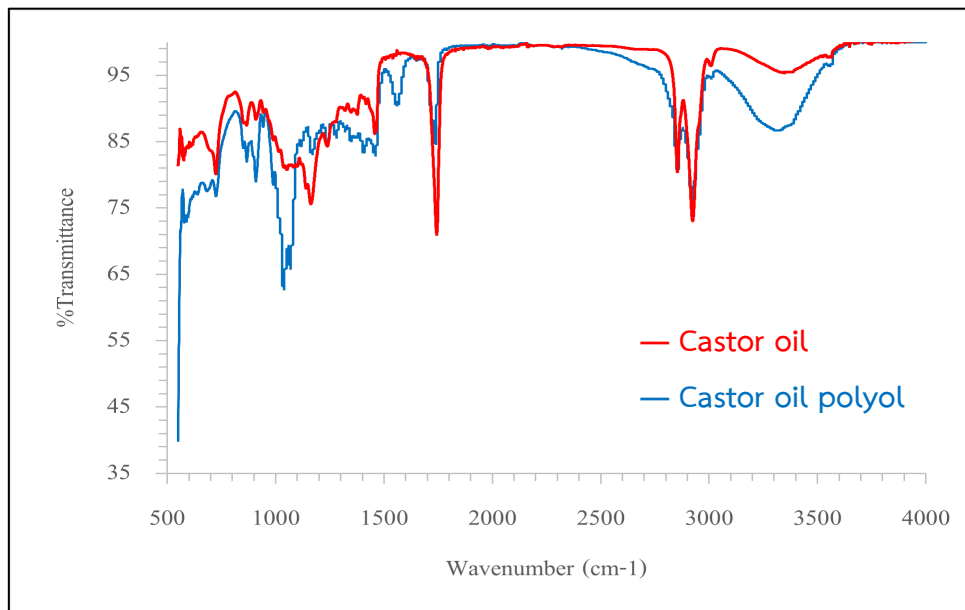


Figure 1. FTIR spectrum of castor oil and castor oil polyol.

2. การทดสอบคุณสมบัติของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันละหุ่งพอลิออลที่มีการเติมท่อนานาโนคาร์บอน

2.1 การตรวจสอบโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของโฟม

SEM micrograph แสดงโครงสร้างเซลล์ของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์ได้ดังแสดงใน Figure 2 โดยพบว่าเมื่อเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.1 เป็น 0.4 %wt ขนาดเซลล์ของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์ได้มีขนาดลดลงจาก 1.12 เป็น 0.84 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดลดลงเมื่อเทียบกับ โฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่ไม่ได้เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่มีขนาดเท่ากับ 1.57 มิลลิเมตร โดยการที่ขนาดเซลล์ของโฟมมีขนาดเล็กลงเมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนนาโนทิวบ์ เนื่องจากคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่เติมลงไปสามารถจับตัวกับพอลิเมอร์เมทริกซ์ของพอลิยูรีเทนได้ดี ส่งผลให้โฟมมีความหนืดมากขึ้นและคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่เรียงตัวอยู่ในพอลิเมอร์เมทริกซ์ ทำให้เซลล์ของโฟมสามารถขยายตัวได้ยากขึ้น (Zhai *et al.*, 2012) ส่งผลให้ขนาดเซลล์ของโฟมมีขนาดเล็กลงเมื่อเปรียบเทียบกับโฟมที่ไม่ได้เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์

2.2 ค่าความหนาแน่นของโฟม

จากค่าความหนาแน่นของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ดังแสดงใน Figure 3 พบว่าเมื่อเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.1 เป็น 0.4 %wt โฟมพอลิยูรีเทนที่สังเคราะห์ได้จะมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 70.14 เป็น 81.15 kg/m³ เมื่อเทียบกับโฟมพอลิยูรีเทนที่ไม่ได้เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ซึ่งมีความหนาแน่นอยู่ที่ 69.33 kg/m³ และพบว่าการเพิ่มปริมาณคาร์บอนนาโนทิวบ์ส่งผลให้ความหนาแน่นเฉลี่ยของโฟมเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับขนาดเซลล์ของโฟมที่มีขนาดเล็กลง ทำให้สัดส่วนพอลิ-เมอร์เมตริกซ์มีมากขึ้นส่งผลให้โฟมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์กับโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งในทางการค้าพบว่าโฟมทุกสูตรที่สังเคราะห์ได้มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงกว่า ซึ่งโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งในทางการค้ามีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 42.35 kg/m³ (นันทวัฒน์ และคณะ, 2559)

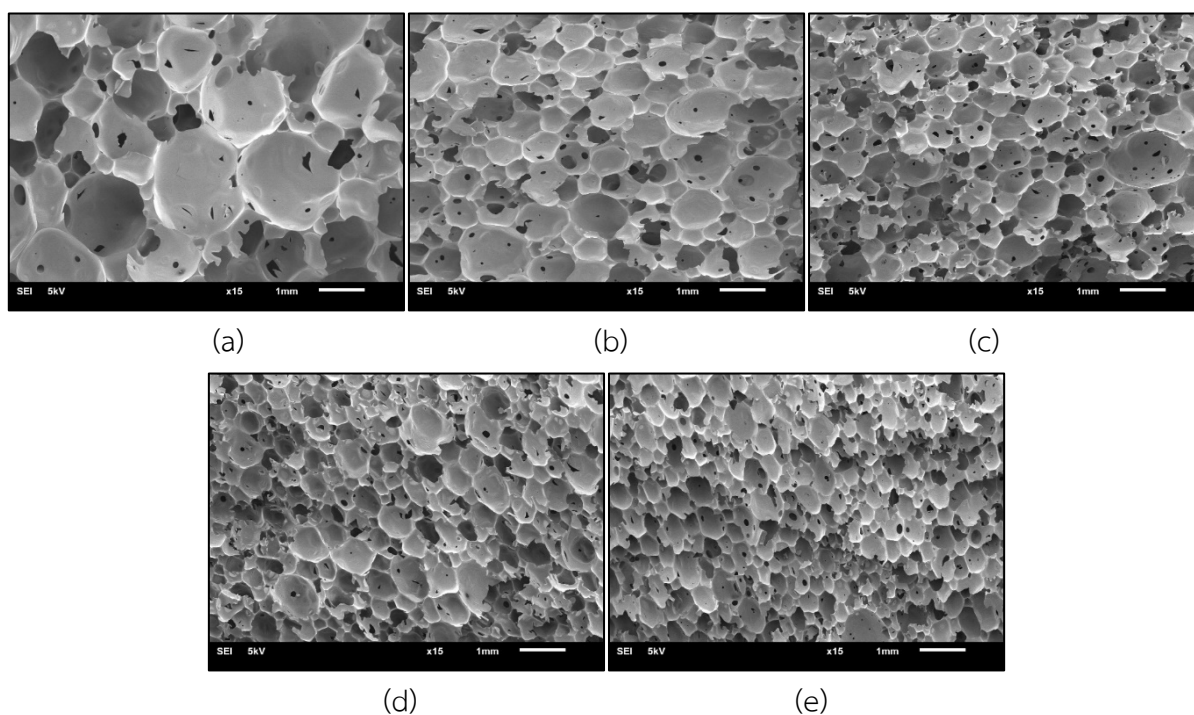


Figure 2. SEM micrograph of PU foam from castor oil polyol with CNT addition (a) 0 (b) 0.1 (c) 0.2 (d) 0.3 and (e) 0.4 %wt.

2.3 ค่าความต้านทานต่อแรงอัดของโฟม

ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันละหุ่งพอลิออลดังแสดงใน Figure 3 พบว่าโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันละหุ่งที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์เพิ่มขึ้นจาก 0.1 เป็น 0.4 %wt มีค่าความต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้นจาก 0.3701 เป็น 0.5113 MPa เมื่อเปรียบเทียบกับโฟมที่ไม่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงอัดเท่ากับ 0.3435 MPa พบว่ามีค่าสูงกว่า เนื่องจากโฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์จะมีโครงสร้างที่แข็งแรงขึ้นจากคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่เรียงตัวแทรกอยู่ในพอลิ

เมอร์เมตริกซ์ของโฟม ช่วยป้องกันไม่ให้เซลล์โฟมแตกในระหว่างที่เซลล์กำลังขยายและแข็งตัว (Zhai *et al.*, 2012) ซึ่งคาร์บอนนาโนทิวบ์เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงและความยืดหยุ่นสูง จึงส่งผลให้โฟมมีความต้านทานต่อแรงอัดเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้จากการทดลองพบว่าค่าความต้านทานแรงอัดที่ได้มีความสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นของโฟม โดยเมื่อความหนาแน่นของโฟมเพิ่มสูงขึ้นสัดส่วนพอลิเมอร์เมตริกซ์ที่มีคาร์บอนนาโนทิวบ์แทรกอยู่ก็มากขึ้นทำให้โฟมมีความแข็งแรงมากขึ้น

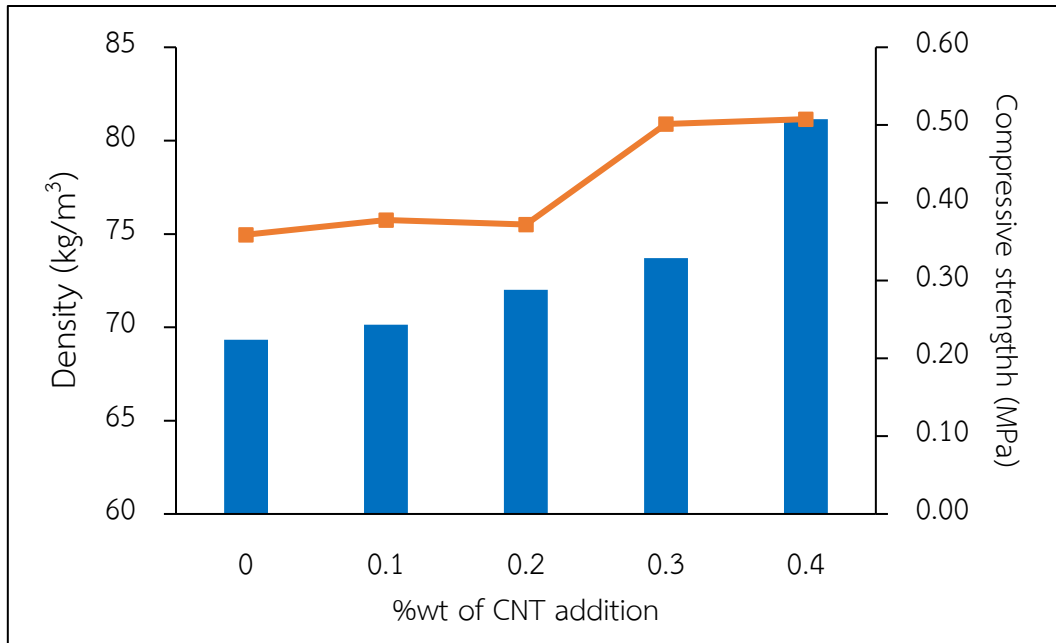


Figure 3. Compressive strength (line graph) and density (bar graph) of PU foam from castor oil polyol with difference amount of CNT addition.

2.4 ค่าการนำความร้อนของโฟม

ผลการทดสอบค่าการนำความร้อนของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์ได้ พบว่าค่าการนำความร้อนของโฟมมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 0.040-0.041 W/m•K ซึ่งแสดงว่าการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ในปริมาณ 0.1-0.4 %wt ไม่ส่งผลที่มีนัยยะสำคัญต่อค่าการนำความร้อนของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์ได้ ซึ่งโฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์โดยปกติจะมีค่าการนำความร้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากคาร์บอนนาโนทิวบ์เป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง โดยมีค่าการนำความร้อนประมาณ 2000-6000 W/m•K (Dave and Patel, 2017) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติค่าการนำความร้อนของคาร์บอนนาโนทิวบ์ในความเป็นจริงจะอยู่ที่ประมาณ 20 W/m•K (Dave and Patel, 2017) เนื่องจากโครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสังเคราะห์ (Espadas-Escalante *et al.*, 2017) การเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ในปริมาณ 0.1-0.4 %wt จึงควรทำให้ค่าการนำความร้อนของโฟมเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ขนาดเซลล์ของโฟมยังเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อค่าการนำความร้อน เซลล์โฟมที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่า (Yan *et al.*, 2012) จากปัจจัยทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งส่งผลต่อค่าการนำความร้อนในทางตรงกันข้าม ทำให้โฟมที่สังเคราะห์ได้มีค่าการนำความร้อนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากโฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ในปริมาณ

เพิ่มขึ้นมีขนาดเซลล์ที่เล็กลง อย่างไรก็ตามโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่งที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์มีความนำความร้อนสูงกว่าโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งมาตรฐาน ISO 4898 ที่มีความนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.024-0.029 W/m•K (International Organization for Standardization, 1984) ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนที่ต่ำกว่าเล็กน้อย

2.5 ความสามารถในการย่อยสลายของโฟม

โฟมพอลิยูรีเทนที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่สังเคราะห์ได้ถูกนำไปทดสอบหาความสามารถในการย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้เกิดการแตกหักของพันธะเอสเทอร์และพันธะยูรีเทนในสายโซ่พอลิเมอร์ โดยแช่โฟมในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เป็นเวลาทั้งหมด 168 ชั่วโมง และบันทึกค่าน้ำหนักที่หายไปทุกๆ 24 ชั่วโมง น้ำหนักที่หายไปของโฟมแสดงดัง Figure 4 พบว่าโฟมพอลิยูรีเทนที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.1 เป็น 0.4 %wt มีปริมาณ %weight loss ลดลงจาก 1.6387 % เป็น 1.1949 % เมื่อสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับพันธะยูรีเทน ได้เป็นพอลิแอลกอฮอล์และโฟมพอลิยูรีเทนที่มีสายโซ่ที่สั้นลง โดยผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะหลุดออกไปอยู่ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ทำให้น้ำหนักของโฟมมีค่าลดลง ในขณะที่โฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันละหุ่งพอลิแอลที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์มีความสามารถย่อยสลายในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ได้น้อยลงเมื่อเทียบกับโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่ไม่ได้เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ซึ่งมี %weight loss เท่ากับ 3.1312 % เนื่องจากโฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์จะมีขนาดเซลล์ของโฟมที่เล็กลงทำให้มีปริมาณพอลิเมอร์เมตริกซ์มากขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาตร ทำให้โฟมสลายตัวได้ช้าลง นอกจากนี้คาร์บอนนาโนทิวบ์ที่แทรกอยู่ในพอลิเมอร์เมตริกซ์ของโฟมไม่สลายตัวในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์และขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

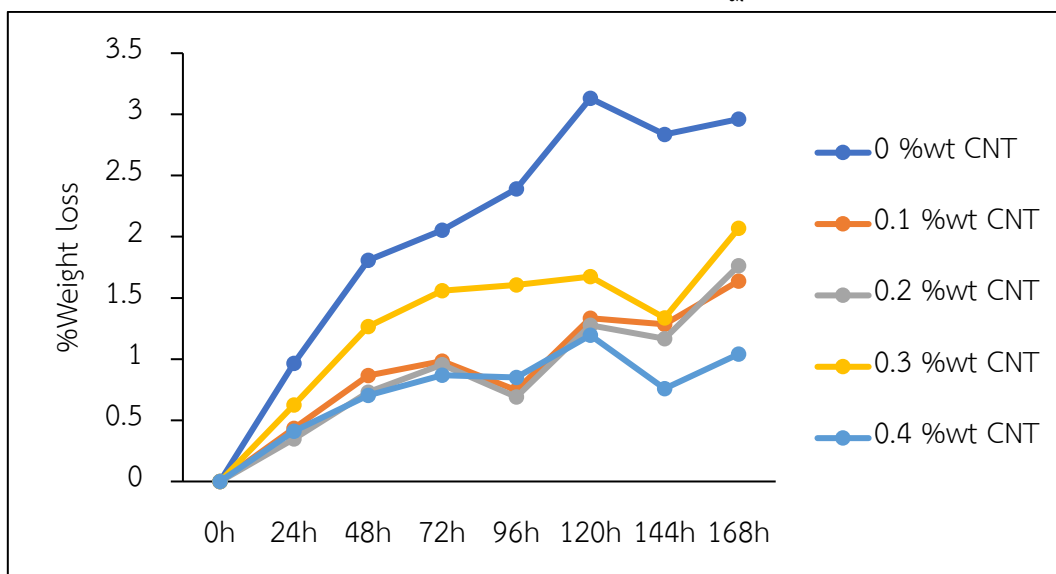


Figure 4. %Weight loss of PU of foam in hydrolysis reaction.

สรุป

จากการศึกษาคุณสมบัติของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันละหุ่งที่เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ พบว่าโฟมที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นเซลล์ปิด เมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนนาโนทิวบ์พบว่าโฟมมีขนาดเซลล์ลดลงโดยมีขนาดเซลล์เฉลี่ยเล็กสุดเท่ากับ 0.84 mm ซึ่งยังคงมีขนาดใหญ่กว่าโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่งโดยทั่วไป และโฟมที่เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนนาโนทิวบ์ นอกจากนี้โฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ยังมีความต้านทานต่อแรงอัดที่เพิ่มขึ้นซึ่งบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยโฟมที่เติมคาร์บอนนาโนทิวบ์มีความต้านทานแรงอัดสูงสุดที่ 0.5113 MPa นอกจากนี้ค่าการนำความร้อนของโฟมที่มีการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 0.040 – 0.041 W/m•K แสดงว่าการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ไม่ได้ทำให้คุณสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนของโฟมลดลง อย่างไรก็ตามการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ลงในโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งที่สังเคราะห์จากน้ำมันละหุ่งส่งผลให้ความสามารถในการย่อยสลายของโฟมด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท สยามเคมีคอลอินดัสตรี จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์โฟม รวมทั้งการตรวจหาค่าไฮดรอกซิลของพอลิออล

เอกสารอ้างอิง

- วุฒิชัย ตันติกุล. (2554). การสังเคราะห์โฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันปาล์มที่ผสมพอลิ (แอล-แลคไทด์) และแป้งชนิดต่างๆ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นันทวัฒน์ ศรีสุภินานนท์, ศักย์ศรณ กิตติสารนันท์ และ ศิริรัตน์ สันติขวลิต. (2559). การศึกษาการย่อยสลายของโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งจากน้ำมันละหุ่งที่มีการเติมพอลิแลคติกแอซิดเป็นส่วนประกอบ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Caglayan, C., Gurkan, I., Gungor, S., and Cebeci, H. (2018). The effect of CNT-reinforced polyurethane foam cores to flexural properties of sandwich composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 115, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2018.09.019>
- Chuayjuljit, S., Sangpakdee, T., and Saravari, O. (2007). Processing and Properties of Palm Oil-Based Rigid Polyurethane Foam. In *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 17(1).
- Dave, V. J., and Patel, H. S. (2017). Synthesis and characterization of interpenetrating polymer networks from transesterified castor oil based polyurethane and polystyrene. *Journal of Saudi Chemical Society*, 21(1), 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2013.08.001>

- Espadas-Escalante, J., Avilés, F., Gonzalez-Chi, P., and Oliva, A. (2017). Thermal conductivity and flammability of multiwall carbon nanotube/polyurethane foam composites. *Journal of Cellular Plastics*, 53(2), 215–230.
<https://doi.org/10.1177/0021955X16644893>
- International Organization for Standardization. (1984). *Cellular Plastics Specification for Rigid Cellular Materials Used in the Thermal Insulation of Buildings. (ISO Standard No. 4898:1984)*. <https://www.iso.org/standard/10911.html>
- Ji, D., Fang, Z., He, W., Luo, Z., Jiang, X., Wang, T., and Guo, K. (2015). Polyurethane rigid foams formed from different soy-based polyols by the ring opening of epoxidised soybean oil with methanol, phenol, and cyclohexanol. *Industrial Crops and Products*, 74, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.041>
- Li, Y., Luo, X., and Hu, S. (2015). *Bio-based Polyols and Polyurethanes*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21539-6>
- Randall, D., and Lee, S. (2002). *The polyurethanes book*.
- Saha, M. C., Kabir, Md. E., and Jeelani, S. (2008). Enhancement in thermal and mechanical properties of polyurethane foam infused with nanoparticles. *Materials Science and Engineering: A*, 479(1–2), 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.06.060>
- Septevani, A. A., Evans, D. A. C., Annamalai, P. K., and Martin, D. J. (2017). The use of cellulose nanocrystals to enhance the thermal insulation properties and sustainability of rigid polyurethane foam. *Industrial Crops and Products*, 107, 114–121.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.039>
- Szycher PhD, M. (Ed.). (2012). *Szycher's Handbook of Polyurethanes*. CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/b12343>
- Yan, D., Xu, L., Chen, C., Tang, J., Ji, X., and Li, Z. (2012). Enhanced mechanical and thermal properties of rigid polyurethane foam composites containing graphene nanosheets and carbon nanotubes. *Polymer International*, 61(7), 1107–1114.
<https://doi.org/10.1002/pi.4188>
- Zhai, W., Wang, J., Chen, N., Naguib, H. E., and Park, C. B. (2012). The orientation of carbon nanotubes in poly(ethylene-co-octene) microcellular foaming and its suppression effect on cell coalescence. *Polymer Engineering & Science*, 52(10), 2078–2089.
<https://doi.org/10.1002/pen.23157>

การเตรียมแผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากเปลือกไข่และตอซังข้าว Preparation of Biocomposite from Eggshell and Rice Stubble

เกียรติ์ณัฐพล จิ่งเจริญพูน^{1*} ชิตภากร บรรลิ่งเดช¹ ณัฐธิดา ทองคำ¹ พัศตราพรรณ มณฑาทองศ์¹ และ
ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธ์¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

*Corresponding author. E-mail address: kiattinatapon.juen@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเตรียมแผ่นคอมโพสิตชีวภาพด้วยเปลือกไข่และตอซังข้าว โดยใช้แป้งมันสำปะหลังและไคโตซานเป็นพอลิเมอร์เชื่อมประสาน ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาผลของการเติมพอลิเมอร์เชื่อมประสานในการสร้างแผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากตอซังข้าว และส่วนที่สองเป็นการศึกษาผลของปริมาณเปลือกไข่ต่อประสิทธิภาพของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ พบว่าแผ่นคอมโพสิตที่มีอัตราส่วนตอซังข้าวต่อพอลิเมอร์เชื่อมประสานร้อยละ 50:50 โดยน้ำหนัก มีคุณสมบัติเชิงกลดีที่สุดและการใช้พอลิเมอร์เชื่อมประสานมากขึ้นส่งผลให้การดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิตสูงขึ้น อีกทั้งส่งผลให้ร้อยละการย่อยสลายสูงขึ้นด้วย สำหรับการศึกษาค้นคว้าของปริมาณเปลือกไข่ต่อประสิทธิภาพของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพพบว่าแผ่นคอมโพสิตที่มีส่วนผสมของเปลือกไข่มีความสามารถทนต่อแรงดึงและแรงดัดงอได้มากขึ้นตามการเพิ่มปริมาณเปลือกไข่

คำสำคัญ: ไคโตซาน ตอซังข้าว เปลือกไข่ แผ่นคอมโพสิตชีวภาพ

Abstract

This research aimed to study the preparation of biocomposite by utilizing eggshell and rice stubble. Chitosan and cassava starch were used as binders. The procedure was separated into 2 parts, the first part was to study the effects of binder in the construction of biocomposites from rice stubble and the second part was to study the effect of eggshell on the efficiency of biocomposite. The results revealed that the biocomposite with rice stubble to polymer binder ratio of 50:50 % wt. had the best mechanical properties and more binder increased the water absorption and. These results in a higher degradation percentage. The second part found that the tendency of tensile and bending strength increased in accordance with increasing the amount of eggshell.

Keywords: Chitosan, Rice stubble, Eggshell, Biocomposite

บทนำ

ในยุคปัจจุบันประเทศไทยมีขยะพลาสติกประมาณร้อยละ 12 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด หรือประมาณปีละ 2 ล้านตัน โดยขยะพลาสติกส่วนใหญ่มาจากบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งพลาสติกเหล่านี้ยากแก่การย่อยสลายและกลายเป็นขยะตกค้างในสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) มักถูกทำลายโดยการเผาหรือการฝังกลบ ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (สุจิน และ ชีรเวท, 2553) ดังนั้นจึงมีการนำวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้สนใจเปลือกไข่และต่อซังข้าวมาทำเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้

เปลือกไข่เป็นวัสดุเหลือใช้โดยประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) มากถึงร้อยละ 96 โดยน้ำหนักของเปลือกไข่ (สุนันท์, 2564) อีกทั้งเปลือกไข่ยังสามารถมาใช้เป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงคุณภาพดิน อาหารสัตว์ และใช้กำจัดตมและแมลงในครัวเรือน โดยเปลือกไข่มีระยะเวลาย่อยสลาย 5-10 ปี เมื่อบดผงและฝังดินที่อุดมด้วยจุลินทรีย์และเป็นกรด (Kirton, 2022) ส่วนต่อซังข้าวเป็นวัสดุเหลือใช้จากการทำนาสามารถย่อยสลายได้ง่าย มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งต่อซังข้าวสามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในระยะเวลา 40-60 วัน (เดลินิวส์, 2556) ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ และมีปริมาณต่อซังข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปีซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่มากและมักจะถูกทำลายโดยการเผาหรือการฝังกลบลงในดิน (มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อมประเทศไทย, 2561) ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันและฝุ่นละออง ปัญหาด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดิน และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน งานวิจัยนี้ได้ใช้เปลือกไข่และต่อซังข้าวเป็นวัสดุในการขึ้นรูปแผ่นคอมโพสิตชีวภาพและเปลือกไข่แป้งและโคโตซานเป็นพอลิเมอร์เชื่อมประสาน

โดยแบ่งเป็นหนึ่งในพอลิเมอร์ที่พบได้มากที่สุดในธรรมชาติ และมีราคาถูก เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด เป็นต้น สามารถย่อยสลายได้ทางธรรมชาติ (กล้าณรงค์ และ เกื้อกุล, 2550) ส่วนไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของไคตินที่ได้จากการทำปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลของไคติน มีคุณสมบัติที่อ่อนตัวสามารถขึ้นรูปในแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น เจล เม็ด เส้นใย คอลลอยด์ ฟิล์มบาง รวมถึงวัสดุคอมโพสิตสามารถย่อยสลายได้ทางธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (เอกพิสิษฐ์, 2557) จากงานวิจัยของ Xu *et al.* (2005) ได้สร้างแผ่นคอมโพสิตจากไคโตซานและแป้งมันสำปะหลัง พบว่าหมู่อะมิโน (NH_2) ในไคโตซานสามารถแตกตัวเป็นประจุบวก NH_3^+ และสร้างพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงกับหมู่ OH^- ของแป้งซึ่งจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นให้แผ่นคอมโพสิต (Xu *et al.*, 2005) และได้มีการเติมพลาสติกไซเซอร์ลงในแผ่นคอมโพสิตเพื่อลดความเปราะของแผ่นคอมโพสิต ซึ่งจะเข้าไปแทรกระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้พันธะไฮโดรเจนลดลงจึงช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของแผ่นคอมโพสิต (Liu *et al.*, 2009)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษารเตรียมแผ่นคอมโพสิตชีวภาพด้วยเปลือกไข่และต่อซังข้าวและใช้กาวแป้งเปียกและไคโตซานเป็นพอลิเมอร์เชื่อมประสาน สำหรับใช้เป็นแนวทางการพัฒนาวัสดุคอมโพสิตชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้ต่อไป ซึ่งถือเป็นอีกทางหนึ่งซึ่งช่วยลดปริมาณขยะ ลดปัญหาภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างนวัตกรรมจากวัสดุเหลือใช้ให้กลายเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ เพื่อตอบโจทย์การจัดการของเสียให้เป็นศูนย์

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมพอลิเมอร์เชื่อมประสาน

ละลายไคโตซาน 2 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ผสมโดยการคนให้เข้ากันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ละลายแป้งมันสำปะหลัง 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายแป้งเข้าไมโครเวฟที่กำลังไฟ 700 วัตต์เป็นเวลา 1 นาที จนเป็นกาวแป้งเปียก

2. การเตรียมต่อซังข้าวและเปลือกไข่

ล้างต่อซังข้าวด้วยน้ำให้สะอาด ตัดต่อซังข้าวให้เป็นชิ้นยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักต่อซังข้าว 9 กรัม แช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 5 โดยมวล ปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้วนำไปสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 700 วัตต์ เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนเป็นกลางโดยการใช้กระดาษลิตมัส อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำเปลือกไข่มาแยกเยื่อออกโดยการกวนผสมด้วยสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที แล้วนำเปลือกไข่ไปล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน 3 ครั้ง อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดเปลือกไข่ให้ละเอียดด้วยเครื่องบดและทำการร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดรูตะแกรง 0.4 มิลลิเมตร

3. การเตรียมแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ

ผสมพอลิเมอร์เชื่อมประสานกับเส้นใยตอชังข้าวในสัดส่วนร้อยละ 0:100 10:90 20:80 30:70 40:60 และ 50:50 แล้วเติมกลีเซอรอลร้อยละ 30 โดยมวล ของน้ำหนักรวมพอลิเมอร์เชื่อมประสานแล้วกวนให้เข้ากัน จากนั้นขึ้นรูปแผ่นคอมโพสิตโดยใช้ถาดอะคริลิกขนาด 20 x 20 เซนติเมตร ด้วยวิธีการอบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และเก็บแผ่นคอมโพสิตไว้ในโถดูดความชื้น สำหรับการศึกษาผลของเปลือกไข่ดำเนินการโดยผสมผงเปลือกไข่ร้อยละ 5 และ 10 ของน้ำหนักรวมตอชังข้าวและพอลิเมอร์เชื่อมประสาน แล้วกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นขึ้นรูปเป็นแผ่นคอมโพสิตชีวภาพดังวิธีข้างต้น

4. การทดสอบคุณสมบัติเฉพาะของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ

4.1 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน

นำตัวอย่างแผ่นคอมโพสิตชีวภาพมาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR) ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 500-4,000 cm^{-1} จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของจุดยอดของกราฟในแต่ละช่วงความยาวคลื่น

4.2 ทดสอบลักษณะพื้นฐานวิทยาของแผ่นคอมโพสิต

โดยนำแผ่นคอมโพสิตแช่ในไนโตรเจนเหลวเป็นเวลา 2 นาที แล้วหักชิ้นงานเพื่อดูภาพตัดขวางของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ จากนั้นทำการเคลือบชิ้นงานทดสอบด้วยทอง ทำการทดสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ภายใต้ความต่างศักย์ 15 กิโลโวลต์

4.3 ทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดึง

นำชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 x 50 มิลลิเมตร ตัวอย่างละ 3 ชิ้น มาทดสอบการต้านทานต่อแรงดึง โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงที่มี Load cell ขนาด 5 กิโลนิวตัน ด้วยอัตราเร็วในการดึง 5 มิลลิเมตรต่อวินาที และหยุดการทดสอบเมื่อตัวอย่างแตกหรือขาดออกจากกัน บันทึกค่าความต้านทานแรงดึง และค่าการยืดตัว ณ จุดขาด

4.4 ทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำ

เตรียมชิ้นงานขนาด 2 x 2 เซนติเมตร ตัวอย่างละ 3 ชิ้น นำไปอบแห้งเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักหลังอบ จากนั้นนำชิ้นงานแช่น้ำและนำแผ่นคอมโพสิตมาซับน้ำบริเวณผิวหน้า พร้อมชั่งน้ำหนักทุก 15 นาที จนครบ 1 ชั่วโมงครึ่ง จากนั้นแช่น้ำต่อจนครบ 24 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นมาซับน้ำบริเวณผิวหน้า ชั่งน้ำหนักหลังแช่น้ำ และบันทึกผล คำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพโดยใช้สมการที่ 1

$$\% \text{ การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นคอมโพสิตหลังแช่น้ำ (กรัม)} - \text{น้ำหนักแผ่นคอมโพสิตก่อนแช่น้ำ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแผ่นคอมโพสิตก่อนแช่น้ำ (กรัม)}} \times 100\% \quad (1)$$

4.5 ทดสอบการย่อยสลายของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ

ทดสอบโดยการนำแผ่นคอมโพสิตขนาด 2 x 3 เซนติเมตร มาชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น จากนั้นฝังแผ่นคอมโพสิตชีวภาพสุตรละ 3 แผ่น ไว้ในดินที่มีการเตรียมที่ระดับความลึก 3 เซนติเมตร การทดสอบจะแบ่งเป็น 3 สภาวะ ได้แก่ สภาวะแห้ง สภาวะรดน้ำทุก 7 วัน และสภาวะรดน้ำทุกวัน จากนั้นหาค่า น้ำหนักของแผ่นคอมโพสิตที่หายไป ซึ่งจะนำแผ่นคอมโพสิตขึ้นมาจากดินแล้วทำการล้างด้วยน้ำปราศจาก ไอออนและอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วบันทึกน้ำหนัก จากนั้นคำนวณ การย่อยสลาย (Decomposition) ของแผ่นคอมโพสิตจากสมการที่ 2 (Thongjoo *et al.*, 2005)

$$\text{ร้อยละการย่อยสลาย} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนฝังดิน (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังฝังดิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนฝังดิน (กรัม)}} \times 100\% \quad (2)$$

ผลและอภิปรายผล

การศึกษาผลของอัตราส่วนเปลือกไข่ ตอซังข้าว และพอลิเมอร์เชื่อมประสานสำหรับการขึ้นรูปเป็น แผ่นคอมโพสิตชีวภาพ ดำเนินงานส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาผลของปริมาณพอลิเมอร์เชื่อมประสานในการสร้าง แผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากตอซังข้าว และส่วนที่สองเป็นการศึกษาผลของปริมาณเปลือกไข่ต่อประสิทธิภาพ ของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ โดยผลการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาลักษณะเฉพาะของวัสดุคอมโพสิตผ่านการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน

การศึกษาผลของปริมาณพอลิเมอร์เชื่อมประสานในการสร้างแผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากตอซังข้าว โดยใช้อัตราส่วนของตอซังข้าวต่อพอลิเมอร์เชื่อมประสานเป็นร้อยละ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 โดยน้ำหนัก พบว่าอัตราส่วนของตอซังข้าวต่อพอลิเมอร์เชื่อมประสานที่ร้อยละ 90:10 โดยน้ำหนัก ไม่สามารถ ขึ้นรูปเป็นแผ่นคอมโพสิตได้ เนื่องจากมีสัดส่วนของของแข็งมากกว่าสารละลายจึงทำให้เส้นใยจับตัวเป็นก้อนไม่ เป็นเนื้อเดียวกันแสดงดัง Figure 1.a

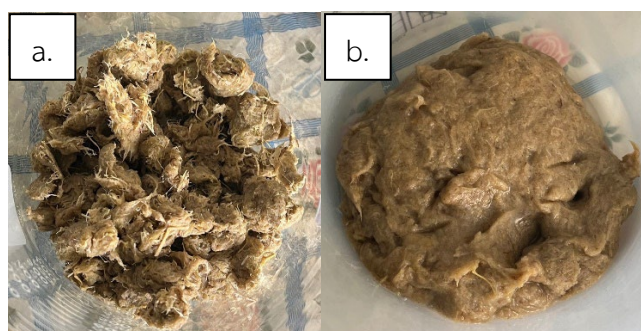


Figure 1. Rice stubble mixed with polymer binder at (a) 90:10% wt. (b) 80:20%

สำหรับผลการศึกษาลักษณะเฉพาะผ่านการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของวัสดุคอมโพสิตชีวภาพแสดงดัง Figure 2 พบว่าปรากฏพีคที่ตำแหน่ง 3332, 2918-2850, 1417 และ 1019 cm^{-1} แสดงถึงการสั่นของพันธะ O-H stretching, C-H stretching, CH_2 scissoring และ C-O stretching ตามลำดับ ที่สามารถพบใน โครงสร้างเซลลูโลสและกลีเซอรอล ส่วนพีคที่ตำแหน่ง 1654 และ 897 cm^{-1} แสดงถึงการสั่นของพันธะ C=C stretching และ C-H (Aromatic rings) ในโครงสร้างของลิกนินที่ยังคงเหลืออยู่เล็กน้อยหลังจากการบำบัด

ด้วยต่าง (Kongjao *et al.*, 2010) และที่ช่วงเลขคลื่น 3330, 1560 และ 1019 cm^{-1} แสดงถึงการสั่นของหมู่ NH_2 stretching และ Symmetric deformation of NH_3^+ และ C-O stretching ตามลำดับ ซึ่งพบในโครงสร้างของไคโตซาน และพีคที่ตำแหน่ง 897, และ 1019 cm^{-1} เป็นพีคที่แสดงตำแหน่งที่สอดคล้องกับโครงสร้างแซคคาไรด์ในกาวแปงเปียกซึ่งเป็นพอลิเมอร์เชื่อมประสาน (Pearson *et al.*, 1960) และจากกราฟเส้นสีส้มแสดงผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพที่ผสมเปลือกไข่ พบว่าปรากฏพีคเช่นเดียวกับกราฟสีน้ำเงิน โดยพีคที่ 1390, 880 และ 570 cm^{-1} แสดงถึง CO_3^{2-} molecules (Awogbemi *et al.*, 2020) ซึ่งความแตกต่างได้ไม่ชัดเจนเนื่องจากเกิดพีคซ้อนทับกันหลายตำแหน่ง จึงต้องใช้เครื่องมือชนิดอื่นในการวิเคราะห์ผลต่อไป

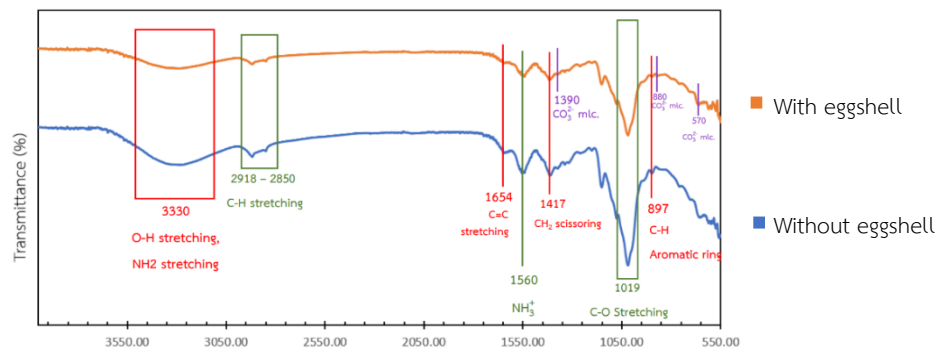


Figure 2. FT-IR Spectra of the biocomposite from eggshell and rice stubble

2. การทดสอบลักษณะพื้นฐานวิทยาของแผ่นคอมโพสิต

การศึกษาลักษณะภาคตัดขวางของแผ่นคอมโพสิตจากตอซังข้าวที่มีไคโตซานและกาวแปงเปียกเป็นพอลิเมอร์เชื่อมประสาน พบว่าอัตราส่วนระหว่างตอซังข้าวกับพอลิเมอร์เชื่อมประสานร้อยละ 80:20 โดยน้ำหนัก มีลักษณะภาคตัดขวางคล้ายคลึงกับเส้นใยบริสุทธิ์ ดัง Figure 3.a เนื่องจากการเติมเส้นใยในปริมาณมากเกินไป ส่งผลให้เกิดการเกาะกลุ่มกันของเส้นใยแต่ไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างเส้นใยกับพอลิเมอร์เชื่อมประสาน (Lguchi *et al.*, 2000) เมื่อพิจารณาแผ่นคอมโพสิตชีวภาพที่มีอัตราส่วนระหว่างตอซังข้าวกับพอลิเมอร์เชื่อมประสานร้อยละ 50:50 โดยน้ำหนัก (Figure 3.b) พบว่ามีแผ่นฟิล์มของไคโตซานกับกาวแปงเปียกปกคลุมและแทรกตามชั้นเส้นใย ซึ่งแสดงการยึดเกาะกันที่ดีระหว่างเส้นใยตอซังข้าวกับพอลิเมอร์เชื่อมประสาน เนื่องจากเซลลูโลสมีโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายคลึงกับพอลิเมอร์เชื่อมประสาน จึงทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงระหว่างเส้นใยกับพอลิเมอร์เชื่อมประสาน (Soykeabkaew *et al.*, 2012) สำหรับแผ่นคอมโพสิตที่มีเปลือกไข่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก (Figure 3.c และ 3.d) สังเกตเห็นอนุภาคเปลือกไข่กระจายตัวเกาะติดกับฟิล์มไคโตซานและกาวแปงเปียก ส่งผลให้อนุภาคเปลือกไข่เข้าไปลดความเป็นรูพรุน และเพิ่มความหนาแน่นให้โครงสร้างแผ่นคอมโพสิต (Kowalczyk *et al.*, 2021) และแผ่นที่มีเปลือกไข่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก สังเกตเห็นอนุภาคเปลือกไข่กระจายตัวหนาแน่นมากขึ้น แต่บางอนุภาคอาจมีการรวมตัวกันและการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ

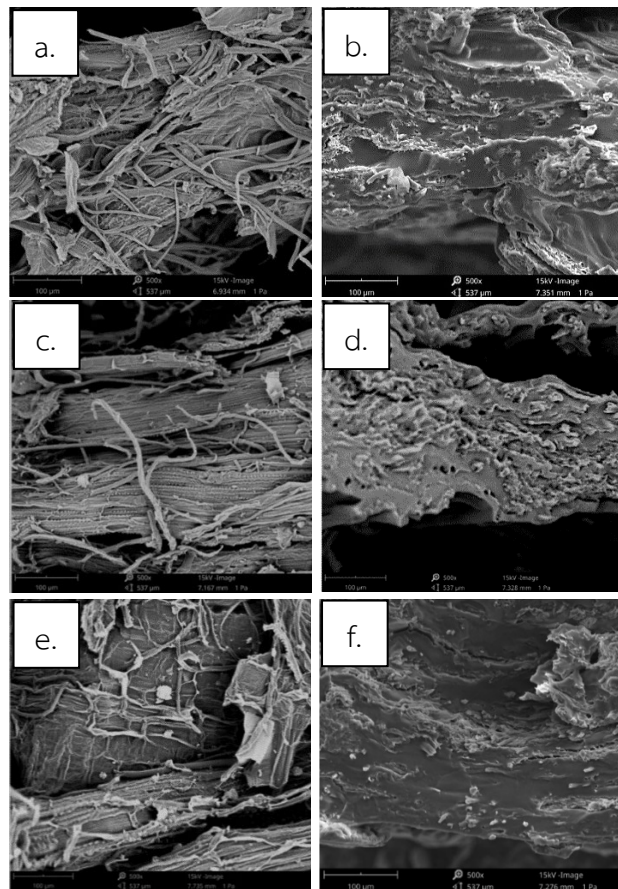


Figure 3. Morphology of the biocomposite at the ratio of rice stubble to eggshell to polymer: (a) 80:0:20, (b) 50:0:50, (c) 76:5:19, (d) 47.5:5:47.5, (e) 72:10:18, and (f) 45:10:45 %wt.

3. คุณสมบัติการทนต่อแรงดึงของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ

การศึกษาคุณสมบัติการทนต่อแรงดึงของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพแสดงผลดัง Figure 4 พบว่าอัตราส่วนระหว่างต่อซังข้าวต่อพอลิเมอร์เชื่อมประสานร้อยละ 80:20 โดยน้ำหนัก มีค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นถึง 21.9 เท่าเมื่อเทียบกับแผ่นคอมโพสิตจากเส้นใยต่อซังข้าวบริสุทธิ์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเติมพอลิเมอร์เชื่อมประสานมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณของสารเชื่อมประสานที่เข้าไปแทรกตัวและยึดเกาะระหว่างเส้นใยเซลลูโลสในต่อซังข้าวมากขึ้น โดยที่หมู่ NH_2 ของโคโตซานเปลี่ยนเป็น NH_3^+ ในสารละลายกรดอะซิติก พร้อมทั้งจะสร้างพันธะไฮโดรเจนกับ OH^- ของกาวแปงเปียกกับเซลลูโลสในต่อซังข้าว (Xu *et al.*, 2005) ถ้าเส้นใยกับพอลิเมอร์เชื่อมประสานมีการยึดเกาะกันที่ดี เมื่อได้รับแรงดึงยืด แรงเค้นจะถูกส่งจากพอลิเมอร์เชื่อมประสานสู่เส้นใยได้ดีขึ้น และการมีปริมาณต่อซังข้าวที่มากเกินไปส่งผลให้เส้นใยเซลลูโลสในต่อซังข้าวมีแรงดึงดูระหว่างเส้นใยเองเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการเกาะกลุ่มกันเองของเส้นใย นำไปสู่การเกิดบริเวณที่มีความเค้นสูง เมื่อแผ่นคอมโพสิตได้รับแรงเค้น การถ่ายเทแรงเค้นจากพอลิเมอร์เชื่อมประสานสู่เส้นใยเกิดได้ไม่ดี (Fang *et al.*, 2020; Ma *et al.*, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการศึกษาด้วยภาพทางสัณฐานวิทยา ที่เห็นการเกาะกลุ่มกันของเส้นใยต่อซังข้าว สำหรับแผ่นคอมโพสิตชีวภาพที่ผสมเปลือกไข่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก มีแนวโน้มค่าความ

ต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นประมาณ 1.2 เท่าของทุกสูตรที่ไม่มีส่วนผสมของเปลือกไข่ และแผ่นคอมโพสิตชีวภาพที่มีส่วนผสมของผงเปลือกไข่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่า เนื่องจากอนุภาคของเปลือกไข่เกิดการกระจายตัวไปทั่วแผ่นคอมโพสิต เพิ่มประสิทธิภาพการเกิดแรงดึงดูระหว่าง CaCO_3 ของเปลือกไข่กับแผ่นคอมโพสิต ทั้งยังลดการเคลื่อนไหวยของสายโซ่โพลิเมอร์ทำให้แผ่นคอมโพสิตมีความแข็งแรงขึ้น และมีความสามารถในการต้านทานแรงดึงเพิ่มมากขึ้น (Sun *et al.*, 2014)

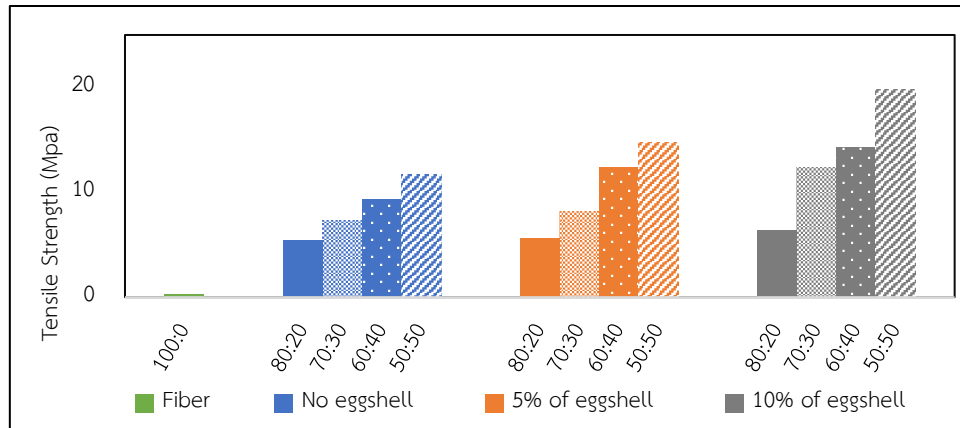


Figure 4. Tensile strength of the biocomposite from eggshell and rice stubble

พิจารณาค่าการยืดตัว ณ จุดขาด (Elongation at break) ของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพใน Figure 5 พบว่าค่าการยืดตัว ณ จุดขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการลดปริมาณต่อซังข้าวและเพิ่มปริมาณพอลิเมอร์เชื่อมประสาน เนื่องจากต่อซังข้าวมีเซลลูโลสที่มีความแข็งแรง ทำให้ลดความยืดหยุ่นของสายโซ่โพลิเมอร์ ส่งผลให้แผ่นคอมโพสิตมีความเปราะ และเส้นใยเซลลูโลสในต่อซังข้าวจะไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของสายโซ่โพลิเมอร์ เมื่อได้รับแรงดึงแผ่นคอมโพสิตจึงขาดได้ง่ายขึ้น (Wan *et al.*, 2009) และการเพิ่มปริมาณพอลิเมอร์เชื่อมประสานซึ่งมีการเติมพลาสติกไซเซออร์ หรือกลีเซอรอลจะเข้าไปลดความเปราะของแผ่นคอมโพสิต โดยเข้าไปแทรกระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้พันธะไฮโดรเจนลดลงจึงช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของแผ่นคอมโพสิต (Liu *et al.*, 2009) จากการเติมเปลือกไข่พบว่าแผ่นคอมโพสิตที่มีเปลือกไข่ผสมอยู่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจะมีค่าการยืดตัว ณ จุดขาดเพิ่มขึ้นจากแผ่นคอมโพสิตชีวภาพที่ไม่มีส่วนผสมของเปลือกไข่อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อผสมผงเปลือกไข่เพิ่มเป็นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปรากฏว่ามีค่าการยืดตัว ณ จุดขาดลดลง เนื่องจาก CaCO_3 ในเปลือกไข่ เข้าไปลดการเคลื่อนไหวยของสายโซ่โพลิเมอร์ทำให้วัสดุมีความแข็งแรงแต่เปราะมากขึ้น และแม้ว่าเปลือกไข่จะกระจายตัวไปทั่วแผ่นคอมโพสิต แต่เริ่มเกิดการรวมตัวกันของเปลือกไข่ (Jiang *et al.*, 2018)

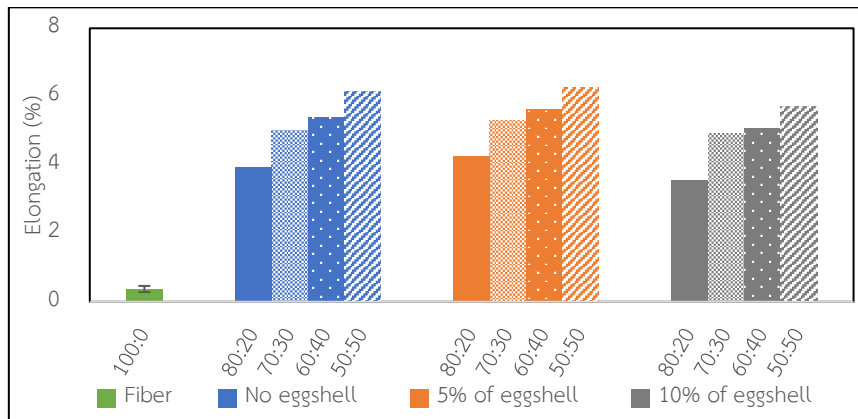


Figure 5. Elongation of biocomposite from eggshell and rice stubble

4. การทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิต

การทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพแสดงผลอัตราการดูดซึมน้ำ 120 นาทีแรก และการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง ดัง Figure 6 พบว่าลักษณะการดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิตมีอัตราการดูดซึมน้ำสูงมากในช่วง 15 นาทีแรก เนื่องจากวัสดุหลักที่ใช้คือ ตอซังข้าว ไคโตซานและกาวแป้งเปียกมีความชอบน้ำ โดยมีหมู่ฟังก์ชันของไฮดรอกซิลเป็นส่วนประกอบหลักของสายโซ่โมเลกุล (เอกพิสิษฐ์, 2557) จากนั้นอัตราการดูดซึมน้ำค่อย ๆ ลดลงจนเข้าสู่สมดุลที่เวลา 90 นาที วัสดุคอมโพสิตที่ผสมเปลือกไข่มีอัตราการบวมน้ำที่เหมือนกัน แต่ที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 โดยน้ำหนักยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น

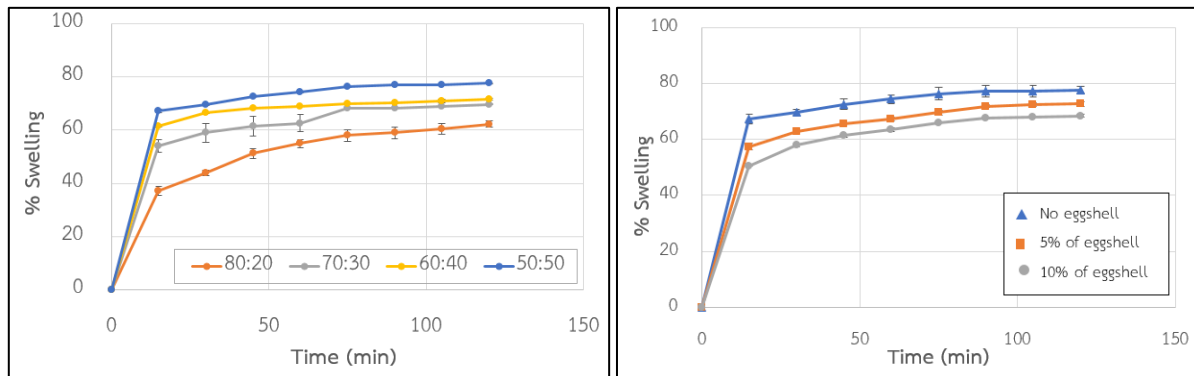


Figure 6. Water absorption rate of biocomposite from eggshell and rice stubble

พิจารณาอัตราส่วนตอซังข้าวต่อพอลิเมอร์เชื่อมประสานที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิตเมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมง แสดงดัง Figure 7 พบว่าการใช้พอลิเมอร์เชื่อมประสานมากขึ้น ส่งผลให้การดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิตสูงขึ้น เนื่องจากมีส่วนผสมของไคโตซานและกาวแป้งเปียกที่มีความชอบน้ำสูง โดยมีลักษณะเป็นโมเลกุลสายยาวที่ประกอบไปด้วยหมู่ฟังก์ชันที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ โดยแป้งมีหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ เช่นเดียวกับไคโตซานที่มีหมู่เอมีนและไฮดรอกซิล 2 หมู่ ส่งผลให้เกิดการดูดซึมน้ำได้สูง (Shen *et al.*, 2010) ที่อัตราส่วนร้อยละ 80:20 มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด เนื่องจากเซลล์ลิวสของตอซังข้าวมีความชอบน้ำต่ำกว่าพอลิเมอร์เชื่อมประสานและมีความเป็นผลึกสูง ทำให้เข้าถึงโมเลกุลของน้ำได้ยาก (Cazón *et al.*, 2018; Kaushik *et al.*, 2010) สำหรับการผสมเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้นทำให้การดูดซึมน้ำลดลง เนื่องจาก

เปลือกไข่มีความเป็น Hydrophobic (Jiang *et al.*, 2018) นอกจากนี้คุณสมบัติของเปลือกไข่ยังเข้าไปเกาะและกระจายตัวบนฟิล์มของไคโตซานและกาวยางอย่างสม่ำเสมอ และเพิ่มความหนาแน่นให้กับแผ่นคอมโพสิต (Bootklad and Kaewtatip, 2013)

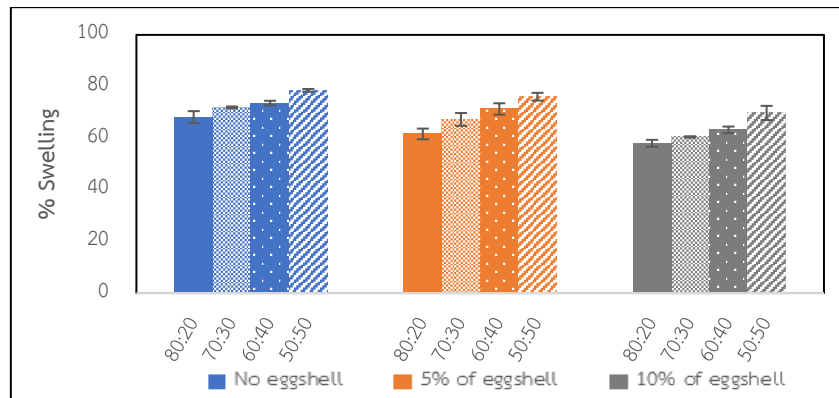


Figure 7. Water absorption of biocomposite from eggshell and rice stubble

5. การทดสอบการย่อยสลายของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ

การทดสอบการย่อยสลายของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพเป็นเวลา 21 วัน ที่สภาวะแห้ง รดน้ำทุกวันและทุก 7 วัน แสดงผลดัง Figure 8 พบว่าการใช้พอลิเมอร์เชื่อมประสานที่อัตราส่วนมากขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูงขึ้น เนื่องจากพอลิเมอร์เชื่อมประสานมีส่วนที่เป็นผลึก (Crystalline) น้อยกว่าต่อซังข้าว ซึ่งส่วนที่เป็นผลึกจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้ยากกว่าส่วนอสัณฐาน (Amorphous) (Jayaramudu *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2015) นอกจากนี้ความสามารถในการดูดซึมน้ำยังส่งผลต่อการย่อยสลายด้วย เนื่องจากพอลิเมอร์เป็นแหล่งอาหารให้จุลินทรีย์ โดยการดูดซึมน้ำเพื่อส่งเสริมให้จุลินทรีย์เติบโตบนฟิล์ม ส่งผลให้สายโซ่พอลิเมอร์เชื่อมประสานอ่อนแอลง (Li *et al.*, 2014) และจากกราฟพบว่าสภาวะรดน้ำทุกวันและทุก 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูงกว่าสภาวะแห้ง แต่ที่สภาวะรดน้ำทุกวันเกิดการย่อยสลายช้ากว่ารดน้ำทุก 7 วัน เนื่องจากแผ่นคอมโพสิตชีวภาพทำจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งสามารถกักเก็บความชื้นได้สูง ซึ่งการรดน้ำทุกวันอาจทำให้แผ่นคอมโพสิตชีวภาพมีความชื้นมากเกินไป ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจน โดยจะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน นอกจากนี้น้ำจะพัดพาสารอาหารที่ละลายน้ำออกไปรวมทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สารอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อ Activity และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ จึงทำให้กระบวนการย่อยสลายจะช้าลง (Hansen and Ribbons, 2019) และเมื่อพิจารณาผลของปริมาณเปลือกไข่พบว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายลดลงตามปริมาณเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเปลือกไข่เข้าไปขัดขวางการซึมผ่านของจุลินทรีย์และน้ำ (Jiang *et al.*, 2018) และด้วยเหตุผลเดียวกับการดูดซึมน้ำก่อนหน้านี้ จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายต่ำ

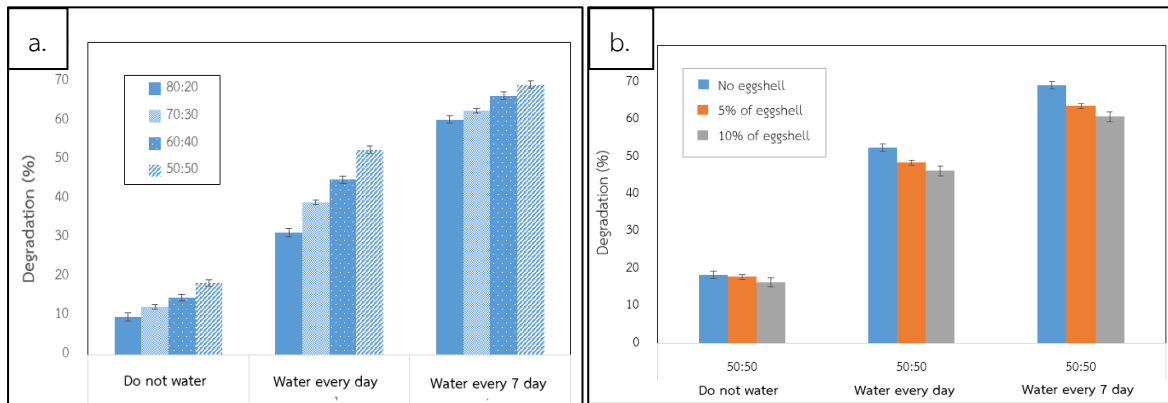


Figure 8. Degradation of biocomposite: (a) without eggshell, (b) with eggshell

สรุป

การศึกษาผลของปริมาณพอลิเมอร์เชื่อมประสานในการสร้างแผ่นคอมโพสิตชีวภาพจากตอซังข้าว พบว่าแผ่นคอมโพสิตที่มีอัตราส่วนตอซังข้าวต่อพอลิเมอร์เชื่อมประสาน 50:50% โดยน้ำหนัก มีคุณสมบัติความต้านทานแรงดึงและค่าการยืดตัว ณ จุดขาดดีที่สุด การใช้พอลิเมอร์เชื่อมประสานมากขึ้นส่งผลให้การดูดซึมน้ำของแผ่นคอมโพสิต และส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูงขึ้นด้วย สำหรับการศึกษาค้นคว้าของปริมาณเปลือกไข่ต่อประสิทธิภาพของแผ่นคอมโพสิตชีวภาพ พบว่าแผ่นคอมโพสิตที่มีส่วนผสมของเปลือกไข่มีคุณสมบัติเชิงกลดีขึ้นตามการเพิ่มปริมาณเปลือกไข่ อย่างไรก็ตามร้อยละการดูดซึมน้ำจะลดลง และร้อยละการย่อยสลายลดลงตามปริมาณเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งอนุภาคของเปลือกไข่ยังเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นคอมโพสิตอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2564). ข้อมูลขยะมูลฝอยชุมชน . <https://www.onep.go.th>.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). เทคโนโลยีของแป้ง (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เดลินิวส์. (2556). จุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังแทนการเผา – เกษตรทั่วไทย. <https://d.dailynews.co.th/agriculture/122785/>
- มูลนิธิเกษตรรักษาสิ่งแวดล้อม (ประเทศไทย). (2561). การผลิตข้าวในประเทศไทย. <http://www.aecth.org>.
- สุจิน สุณี และ ชีรเวท จิตติกุล. (2553). เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว. <https://dric.nrct.go.th/index.php?/search/searchdetail/256818>.
- สุนันท์ เจือคำ. (2564). การพัฒนากระบวนการผลิตเคลือบออกไซด์จากเปลือกไข่เหลือทิ้งอุตสาหกรรมด้วยเตาเผาแบบหมุน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เอกพิสิษฐ์ โชคอุทัยกุล. (2557). แผ่นผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับไคโตซานที่เสริมแรงด้วย

เส้นใยแบคทีเรียเซลลูโลส โดยมีน้ำมันหอมระเหยเป็นสารต้านเชื้อแบคทีเรีย. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- Awogbemi, O., Inambao, F., and Onuh, E. I. (2020). Modification and characterization of chicken eggshell for possible catalytic applications. *Heliyon*, 6(10), e05283. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05283>
- Bootklad, M., and Kaewtatip, K. (2013). Biodegradation of thermoplastic starch/eggshell powder composites. *Carbohydrate Polymers*, 97(2), 315–320. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.05.030>
- Cazón, P., Vázquez, M., and Velazquez, G. (2018). Composite films of regenerate cellulose with chitosan and polyvinyl alcohol: Evaluation of water adsorption, mechanical and optical properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117, 235–246. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.05.148>
- Fang, Y., Fu, J., Tao, C., Liu, P., and Cui, B. (2020). Mechanical properties and antibacterial activities of novel starch-based composite films incorporated with salicylic acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 155, 1350–1358. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.110>
- Hansen K., and Ribbons R. (2019). Soil leaching. In *Climex handbook*.
- Lguchi, M., Yamanaka, S., and Budhiono, A. (2000). Bacterial cellulose—a masterpiece of nature's arts. *Journal of Materials Science*, 35(2), 261–270. <https://doi.org/10.1023/A:1004775229149>
- Jayaramudu, J., Reddy, G. S. M., Varaprasad, K., Sadiku, E. R., Sinha Ray, S., and Varada Rajulu, A. (2013). Preparation and properties of biodegradable films from *Sterculia urens* short fiber/cellulose green composites. *Carbohydrate Polymers*, 93(2), 622–627. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.032>
- Jiang, B., Li, S., Wu, Y., Song, J., Chen, S., Li, X., and Sun, H. (2018). Preparation and characterization of natural corn starch-based composite films reinforced by eggshell powder. *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 1045–1054. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1527783>
- Kaushik, A., Singh, M., and Verma, G. (2010). Green nanocomposites based on thermoplastic starch and steam exploded cellulose nanofibrils from wheat straw. *Carbohydrate Polymers*, 82(2), 337–345. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.04.063>
- Kirton, J. (2022). How Long Does It Take Eggshells to Decompose. <https://www.microfarmguide.com/eggshells-decompose/>

- Kongjao, S., Damronglerd, S., and Hunsom, M. (2010). Purification of crude glycerol derived from waste used-oil methyl ester plant. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 27(3), 944–949. <https://doi.org/10.1007/s11814-010-0148-0>
- Kowalczyk, D., Szymanowska, U., Skrzypek, T., Basiura-Cembala, M., Materska, M., and Łupina, K. (2021). Corn starch and methylcellulose edible films incorporated with fireweed (*Chamaenerion angustifolium* L.) extract: Comparison of physicochemical and antioxidant properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 190, 969–977. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.09.079>
- Li, Q., Ng, W. T., and Wu, J. C. (2014). Isolation, characterization and application of a cellulose-degrading strain *Neurospora crassa* S1 from oil palm empty fruit bunch. *Microbial Cell Factories*, 13(1), 157. <https://doi.org/10.1186/s12934-014-0157-5>
- Liu, F., Qin, B., He, L., and Song, R. (2009). Novel starch/chitosan blending membrane: Antibacterial, permeable and mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*, 78(1), 146–150. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.03.021>
- Ma, X., Chang, P. R., and Yu, J. (2008). Properties of biodegradable thermoplastic pea starch/carboxymethyl cellulose and pea starch/microcrystalline cellulose composites. *Carbohydrate Polymers*, 72(3), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.09.002>
- Pearson, F. G., Marchessault, R. H., and Liang, C. Y. (1960). Infrared spectra of crystalline polysaccharides. V. Chitin. *Journal of Polymer Science*, 43(141), 101–116. <https://doi.org/10.1002/pol.1960.1204314109>
- Shen, X. L., Wu, J. M., Chen, Y., and Zhao, G. (2010). Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch films incorporated with potassium sorbate or chitosan. *Food Hydrocolloids*, 24(4), 285–290. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.10.003>
- Soykeabkaew, N., Laosat, N., Ngaokla, A., Yodsuwan, N., and Tunkasiri, T. (2012). Reinforcing potential of micro- and nano-sized fibers in the starch-based biocomposites. *Composites Science and Technology*, 72(7), 845–852. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2012.02.015>
- Sun, Q., Xi, T., Li, Y., and Xiong, L. (2014). Characterization of Corn Starch Films Reinforced with CaCO₃ Nanoparticles. *PLoS ONE*, 9(9), e106727. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106727>



- Thongjoo, C., Miyagawa, S., and Kawakubo, N. (2005). Effects of Soil Moisture and Temperature on Decomposition Rates of Some Waste Materials from Agriculture and Agro-industry. *Plant Production Science*, 8(4), 475–481.
<https://doi.org/10.1626/pps.8.475>
- Wan, Y. Z., Luo, H., He, F., Liang, H., Huang, Y., and Li, X. L. (2009). Mechanical, moisture absorption, and biodegradation behaviours of bacterial cellulose fibre-reinforced starch biocomposites. *Composites Science and Technology*, 69(7–8), 1212–1217.
<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2009.02.024>
- Wang, H., Wei, D., Zheng, A., and Xiao, H. (2015). Soil burial biodegradation of antimicrobial biodegradable PBAT films. *Polymer Degradation and Stability*, 116, 14–22.
<https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2015.03.007>
- Xu, Y. X., Kim, K. M., Hanna, M. A., and Nag, D. (2005). Chitosan–starch composite film: preparation and characterization. *Industrial Crops and Products*, 21(2), 185–192.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.03.002>

การเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่สามารถย่อยสลายได้จากเส้นใยผักตบชวา

Preparation of Degradable Composite Material from Water Hyacinth Fiber

วาริษฐา จันทพร^{1*} ชณันภัทร์ วรพัฒนะลักษณ์¹ พิธัชชัย อริญวงศ์¹ ภูเบศ มโนภิรมย์¹
และ เกียรติ์นัฐพล จิ่งเจริญพูน¹¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

*Corresponding author. E-mail address: waritha.jan@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

เส้นใยผักตบชวาสามารถประยุกต์ใช้ในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นนั้นสามารถย่อยสลายได้และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวา ด้วยวิธีการอบแห้งร่วมกับการขึ้นรูปด้วยการอัดร้อน โดยอาศัยไคโตซานและอัลคิลเคทีนไดเมอ์ (AKD) เป็นสารเพิ่มความแข็งแรงและสารกันซึม นอกจากนี้ได้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานการดูดซึมน้ำมัน การดูดซึมน้ำ มุมสัมผัสน้ำ และความสามารถในการย่อยสลาย โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างไคโตซาน AKD และเส้นใยผักตบชวา พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ AKD ร้อยละ 2 ส่งผลให้แผ่นคอมโพสิตมีประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำสูงขึ้นร้อยละ 60 ส่วนการเพิ่มไคโตซานร้อยละ 1 จะช่วยเพิ่มความต้านทานแรงดึงได้สูงถึง 5 เท่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณไคโตซาน และ AKD ร้อยละ 1 ทำให้การต้านทานการดูดซึมน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และ 50 ตามลำดับ นอกจากนี้การใส่ AKD และไคโตซานจะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายช้าลง

คำสำคัญ: ไคโตซาน สารกันซึม เส้นใยผักตบชวา อัลคิลเคทีนไดเมอ์

Abstract

Water hyacinth fiber can be applied in various packaging products which is biodegradable and environmentally friendly. The purpose of this study was to develop composite material from water hyacinth fibers by drying method combined with hot press molding. Chitosan and Alkyl Ketene Dimer (AKD) were used as adhesive and sizing substance. In addition, the physical properties were analyzed including tensile strength, oil absorption resistance, swelling ratio, water contact angle, and degradability. The ratio between chitosan, AKD, and water hyacinth fiber was also studied. The increase in the amount of 2% AKD resulted in a 60% improvement in water resistance. The addition of 1% chitosan increased the tensile strength by up to 5 times. The increase in the amounts of 1% AKD and chitosan tended to increase the oil absorption resistance by 20% and 50%, respectively. In addition, adding AKD and chitosan resulted in a slower degradation rate.

Keywords: Alkyl ketene dimer, Chitosan, Sizing substance, Water hyacinth fiber

บทนำ

บรรจุภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่ผลิตมาจากพลาสติกเนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งาน และง่ายต่อการขนส่ง ซึ่งปัจจุบันพลาสติกกว่า 280 ล้านตันต่อปีกลายเป็นขยะ (Geyer *et al.*, 2017) นำไปสู่การสะสมของไมโครพลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุชีวภาพจึงได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ เซลลูโลสจึงเป็นวัสดุทางเลือกที่ใช้แทนพลาสติกที่สามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก (Varshney and Naithani, 2011)

ผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำที่สามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเนื่องจากขัดขวางการส่งผ่านของแสงและอากาศ ในประเทศไทยมีการนำเส้นใยเซลลูโลสจากผักตบชวามาใช้ทำเครื่องจักสาน เช่น ตะกร้า กระเป๋า (Taweecheep *et al.*, 2016) ซึ่งผักตบชวาใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายประมาณ 1-2 เดือน (วศการ, 2023) นอกจากนี้ใบของผักตบชวาก็สามารถนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารด้วยวิธีการอัดขึ้นรูป แต่ยังคงมีข้อจำกัดในด้านความทนทาน และการกั้นน้ำและน้ำมันต่ำ (Masni-Azian *et al.*, 2012; ณัฐชัย, 2562) จึงได้มีการใช้เส้นใยเซลลูโลสร่วมกับการเติมโพลิเมอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ทางเลือกเนื่องจากเป็นโพลิเมอร์ชีวภาพที่มีต้นทุนต่ำ มีจำหน่ายทั่วไปและไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย นอกจากนี้ ไคโตซานยังใช้เป็นสารต้านแบคทีเรียอย่างแพร่หลาย (Li *et al.*, 2021; Li and Zhuang, 2020) บรรจุภัณฑ์อาหารต้องมีคุณสมบัติกั้นน้ำและน้ำมัน อีกทั้งต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีการเติมอัลคิลคีทีนไดเมออร์ (AKD) ซึ่งเป็นสารกันซึมและไม่เป็นอันตรายต่อ

ร่างกาย และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์จากกระดาษ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการกั้นน้ำและน้ำมันของบรรจุภัณฑ์อาหาร (Fedorov *et al.*, 2020)

งานวิจัยนี้จึงศึกษาอัตราส่วนของเซลลูโลส ไคโตซาน และ AKD ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความสามารถในการย่อยสลายของวัสดุคอมโพสิต ซึ่งเป็นวัสดุทางเลือกที่ใช้แทนบรรจุภัณฑ์พลาสติก นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผักตบชวา ลดมลพิษจากขยะที่เกิดจากการฝังกลบหรือเผาสู่การพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมเส้นใยผักตบชวา

นำลำต้นผักตบชวามาตัดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร และความยาว 1 เซนติเมตร นำผักตบชวามาชั่งน้ำหนักปริมาณ 7 กรัมและนำมาต้มใน 280 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร ด้วยไมโครเวฟที่มีกำลัง 800 วัตต์ เป็นเวลา 40 นาที แล้วนำเส้นใยผักตบชวาไปล้างให้สะอาดเพื่อกำจัดสารเคมีที่ตกค้าง จากนั้นไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. การเตรียมสารละลายไคโตซานและสารละลาย AKD

ละลายไคโตซาน 2.0 กรัมในกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร ด้วยการกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การเตรียมอิมัลชัน AKD ทำโดยการละลาย AKD 10 กรัม ด้วยความร้อน 55 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมสารละลายแป้งประจุบวกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาณ 75 มิลลิลิตร ที่ได้จากการต้มที่อุณหภูมิ 93 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที แล้วใช้โฮโมจีไนเซอร์ที่ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที สำหรับทำเกิดอิมัลชัน (ÇİÇEKLER, 2022)

3. การเตรียมวัสดุคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวา

ผสมเส้นใยผักตบชวา สารละลายไคโตซาน และสารละลาย AKD ในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดงใน Table 1 ด้วยเครื่องกวนเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปเกลี่ยลงบนแผ่นอะคริลิกแล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และบีบอัดด้วยเครื่องอัดร้อนภายใต้แรงดัน 150 บาร์เป็นเวลา 2 นาทีที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส (Tengrang *et al.*, 2017)

Table 1. Composition of water hyacinth composite material

Adhesive code	AKD (%w/w)	Chitosan (%w/w)	Fiber (%w/w)
AKDC 0-0	0	0	100
AKDC 1-0	1	0	99
AKDC 0-1	0	1	99
AKDC 1-1	1	1	98
AKDC 1-2	1	2	97
AKDC 1-4	1	4	95
AKDC 2-1	2	1	97
AKDC 2-2	2	2	96
AKDC 2-4	2	4	94
AKDC 4-1	4	1	95
AKDC 4-2	4	2	94
AKDC 4-4	4	4	92

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวา

4.1. ทดสอบสัมฐานวิทยาของแผ่นคอมโพสิต

นำตัวอย่างทั้งหมดเคลือบผิวด้วยทองก่อนที่จะส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อศึกษาลักษณะทางสัมฐานวิทยาโดยใช้กำลังขยาย 200 เท่า และ 2000 เท่า

4.2. ทดสอบมุมสัมผัสน้ำ

ความสามารถในการชอบน้ำสามารถศึกษาผ่านการทดสอบมุมสัมผัสน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยการหยดน้ำปริมาตร 5 ไมโครลิตร ลงบนพื้นผิววัสดุคอมโพสิต (Bachmann *et al.*, 2006) จากนั้นถ่ายภาพหยดน้ำเพื่อดูมุมสัมผัสระหว่างผิวหยดน้ำกับพื้นผิวชิ้นงาน

4.3. ทดสอบความต้านทานแรงดึง

ตัดตัวอย่างเป็นรูปดัมเบลขนาดความยาว 15 มิลลิเมตร กว้าง 3 มิลลิเมตร และหนา 60 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงด้วยอัตราเร็วในการดึง 50 มิลลิเมตรต่อนาที แสดงดัง Figure 1 และหยุดการทดสอบเมื่อตัวอย่างแตกหรือขาดออกจากกันจากนั้นบันทึกค่า Tensile strength



Figure 1. Tensile Strength tester

4.4. ทดสอบการดูดซึมน้ำ

นำตัวอย่างแห้งขนาด 20 × 20 มิลลิเมตร หนา 60 ไมโครเมตร จุ่มลงในน้ำปราศจากไอออนที่และนำออกมาซับด้วยกระดาษ จากนั้นชั่งน้ำหนักในช่วงเวลาต่าง ๆ สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการดูดซับน้ำด้วยสมการที่ 1 [43]

$$\% \text{Swelling} = ((M_s - M_d) / M_d) \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ M_s และ M_d คือน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งของวัสดุคอมโพสิตในหน่วยกรัม

4.5. ทดสอบความต้านทานการดูดซึมน้ำมัน

ทำการทดสอบความต้านทานการดูดซึมน้ำมันโดยหยดน้ำมันถั่วเหลืองที่มีอุณหภูมิห้องปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ลงบนวัสดุคอมโพสิตขนาด 20 × 20 มิลลิเมตร หนา 60 ไมโครเมตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นซับน้ำมันส่วนเกินออกแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สำหรับการทดสอบที่อุณหภูมิสูงดำเนินการตามวิธีข้างต้น โดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองที่มีอุณหภูมิ 83 องศาเซลเซียส [10] สามารถคำนวณร้อยละความต้านทานน้ำมันโดยใช้สมการที่ 2

$$\% \text{ Oil absorption} = ((m_2 - m_1) / \text{Oil mass}) \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ m_1 และ m_2 คือมวลของตัวอย่างก่อนและหลังดูดซึมน้ำมันในหน่วยกรัม และ Oil mass คือปริมาณของน้ำมันในหน่วยกรัมที่ใช้หยดบนพื้นผิว

4.6 การย่อยสลายของวัสดุคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวา

นำวัสดุคอมโพสิตแต่ละอัตราส่วนที่มีขนาด 2x2 เซนติเมตร มาฝังกลบในดินลึก 3 เซนติเมตร โดยรดน้ำวันละ 10 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน และนำวัสดุคอมโพสิตขึ้นมาชั่งน้ำหนักทุก 5 วัน พร้อมทั้งจะทำความสะอาดด้วยแปรง แล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างเพื่อคำนวณการสลายตัวของวัสดุคอมโพสิตด้วยสมการที่ 3 (Lewkittayakorn *et al.*, 2020)

$$\text{ร้อยละการสลายตัว} = \left(\frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของแผ่นคอมโพสิต} - \text{น้ำหนักของแผ่นคอมโพสิตหลังการฝังดิน}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของแผ่นคอมโพสิต}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

ผลและอภิปรายผล

การพัฒนาวัสดุคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวามีวิธีการอบแห้งร่วมกับการขึ้นรูปด้วยการอัดร้อน โดยอาศัยโคโตซาน และ AKD เป็นสารเพิ่มความแข็งแรงและสารกันซึม นอกจากนี้ได้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานการดูดซึมน้ำมัน การการดูดซึมน้ำ มุมสัมผัสน้ำ และความสามารถในการย่อยสลาย โดยแสดงผลดังนี้

1. ผลของความต้านทานแรงดึงของวัสดุคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวา

วัสดุคอมโพสิตจากการขึ้นรูปด้วยการอบลมร้อนร่วมกับการอัดร้อน โดยใช้อัตราส่วนของสารที่ต่างกัน เมื่อนำมาทดสอบความต้านทานแรงดึงได้ผลดัง Figure 2.a พบว่าการผสมโคโตซานปริมาณร้อยละ 1 จะช่วยเพิ่มความต้านทานแรงดึงได้สูงถึง 5 เท่า เมื่อเทียบกับแผ่นเส้นใยผักตบชวาเปล่า ส่วนการผสม AKD มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความต้านทานแรงดึงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$ แสดงดัง Table 2) สำหรับการศึกษาผลของปริมาณโคโตซานต่อความต้านทานแรงดึงโดยใช้ AKD คงที่ ได้ผลดัง Figure 2.b พบว่าเมื่อใช้ปริมาณโคโตซานมากขึ้น ส่งผลให้ความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของโคโตซานและเส้นใยผักตบชวาคด้วยหมู่ฟังก์ชัน NH_2 และ OH (Celebi and Kurt, 2015) การเชื่อมขวางระหว่างสายโซ่ส่งผลให้เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลที่สม่ำเสมอ ก่อให้เกิดความความทนทานต่อแรงดึงมากขึ้น (Alam and Christopher, 2018; Wegrzynowska-Drzymalska *et al.*, 2022) จาก Figure 2.c พบว่าการเพิ่มปริมาณ AKD ไม่ส่งผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงของวัสดุคอมโพสิต เนื่องจากวงแหวนแลคโตนของ AKD สามารถเกิดพันธะเบต้า-คีโตเอสเทอร์กับหมู่ฟังก์ชัน OH ของเส้นใยผักตบชวาได้ (Varshoei *et al.*, 2013) ส่งผลให้การเชื่อมขวางระหว่างเส้นใยลดน้อยลง โดยพันธะเบต้า-คีโตเอสเทอร์มีความแข็งแรงน้อยกว่าพันธะไฮโดรเจนทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงลดลง (Aghjeh and Razavi, 2022; Lusiana *et al.*, 2018)

Table 2. The p value of the ANOVA analysis of each composite ratio

	p-value
0,0 / 0,1	9.47×10^{-5}
0,0 / 1,0	0.0961
4,1 / 4,2 / 4,4	1.03×10^{-6}
1,4 / 2,4 / 4,4	0.3785

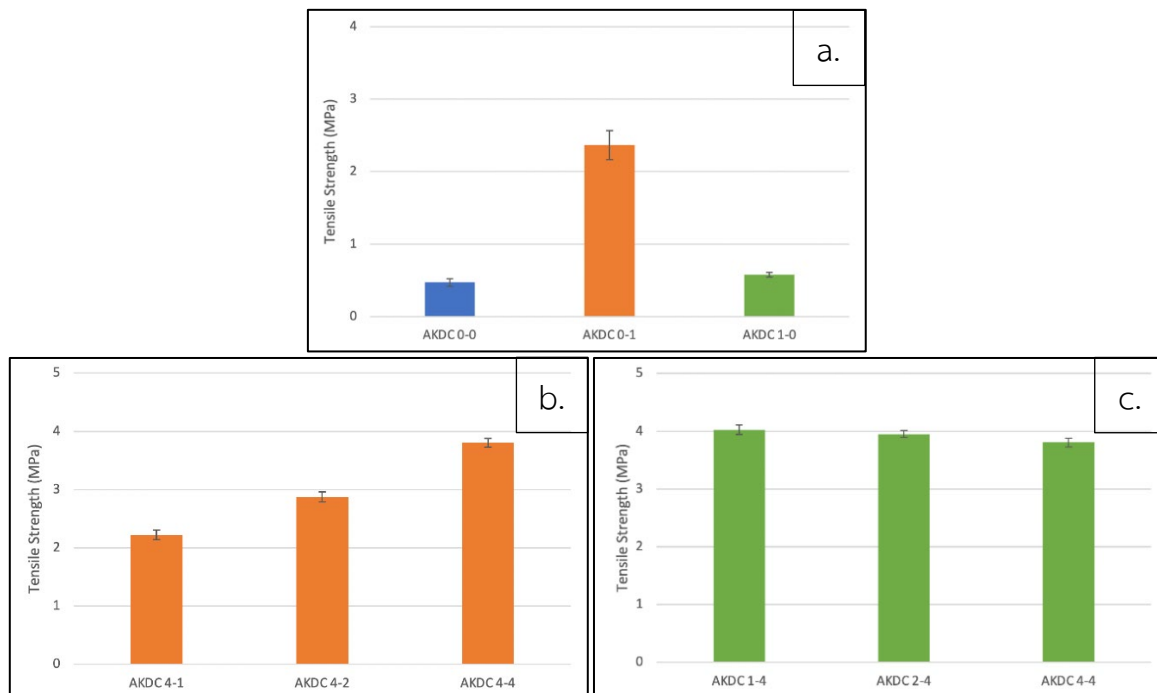


Figure 2. Tensile strength of water hyacinth fiber and modified composite material

2. ผลของปริมาณ AKD ต่อคุณสมบัติสน้ำและการดูดซึมน้ำ

การทดสอบคุณสมบัติสน้ำของวัสดุคอมโพสิต พบว่าการเพิ่มปริมาณของไคโตซานและ AKD ส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตไม่ชอบน้ำเพิ่มขึ้นและการดูดซึมน้ำลดลง โดยสังเกตได้จากคุณสมบัติสน้ำดัง Figure 3.a ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไคโตซานมีส่วนช่วยในป้องกันการดูดซึมน้ำของวัสดุคอมโพสิตได้น้อยกว่า AKD สำหรับปริมาณ AKD ที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณสมบัติสน้ำมากขึ้นดัง Figure 3.b ซึ่งความสามารถในการไม่ชอบน้ำนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ AKD ในการปรับปรุงคุณสมบัติบนพื้นผิวของวัสดุคอมโพสิต (Zhai *et al.*, 2016) เนื่องจากโมเลกุลของ AKD จะสามารถเกิดพันธะเบต้า-คีโตเอสเทอร์กับหมู่ OH ของเส้นใยผักตบชวาทำให้มีหมู่ฟังก์ชันที่ขั้วปลายน้อยลง ซึ่งบ่งชี้ถึงความต้านทานน้ำของพื้นผิววัสดุคอมโพสิต (Li *et al.*, 2022) ส่วนการเพิ่มปริมาณไคโตซานไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติสน้ำดัง Figure 3.c เนื่องจากแผ่นคอมโพสิตที่ใช้สำหรับศึกษาการเพิ่มปริมาณไคโตซานนั้นได้มีการเพิ่มปริมาณ AKD ร้อยละ 4 จึงทำให้คุณสมบัติความไม่ชอบน้ำของ AKD แสดงผลมากกว่าไคโตซาน

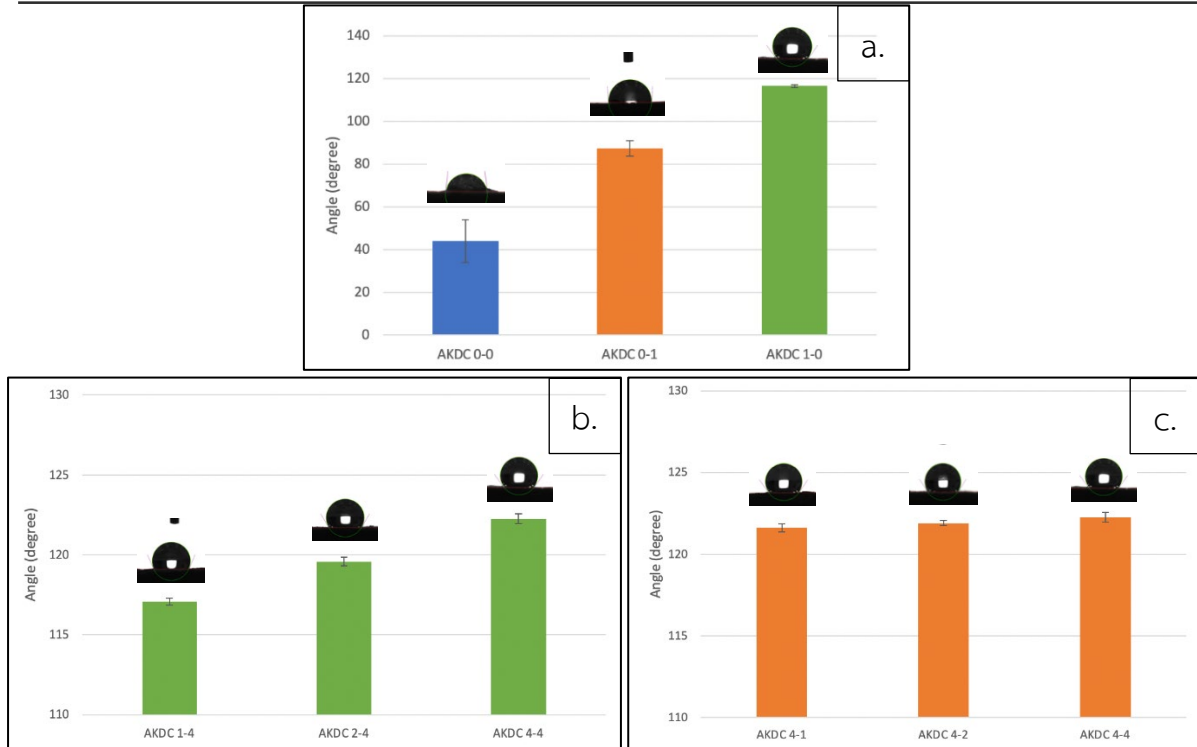


Figure 3. Contact angle of water hyacinth fiber and modified composite material

การดูดซึมน้ำของวัสดุคอมโพสิตหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง แสดงดัง Figure 4 พบว่าการเพิ่มปริมาณ AKD ส่งผลให้การดูดซึมน้ำของวัสดุมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อใส่ AKD เพียงร้อยละ 1 และ 2 การดูดซึมน้ำเริ่มคงที่เมื่อใส่ปริมาณของ AKD ที่มากกว่าร้อยละ 2 สิ่งนี้ชี้ให้เห็นถึงการมีอยู่ของ AKD ในวัสดุที่ทำให้เกิดการก่อตัวของชั้นฟิล์มที่ไม่ชอบน้ำบนพื้นผิว ซึ่งฟิล์มนี้ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันการดูดซึมน้ำ ส่วนการเติมโคโตนนั้นไม่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของวัสดุคอมโพสิต ($p < 0.05$)

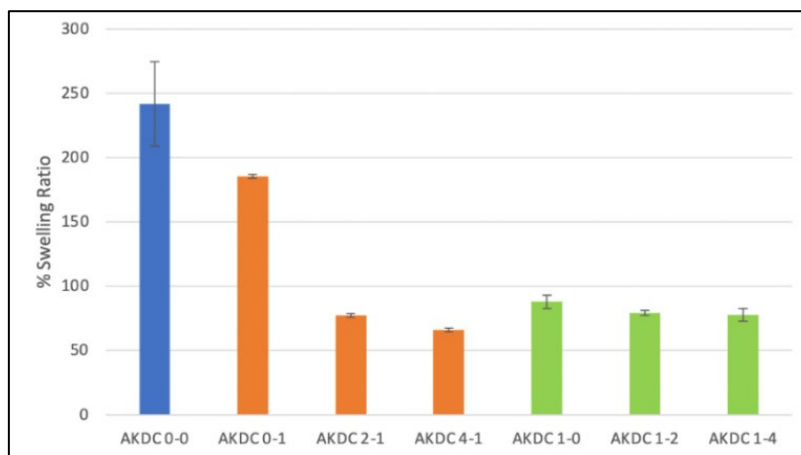


Figure 4. The swelling ratio of various sizing content in composite material

3 การดูดซึมน้ำมัน

การเปรียบเทียบคุณสมบัติการดูดซับน้ำมันที่อุณหภูมิห้องและน้ำมันที่อุณหภูมิสูง เมื่อสัมผัสน้ำมันเป็นเวลา 15 วินาที พบว่าวัสดุคอมโพสิตที่ผสมด้วย AKD สามารถต้านทานต่อการดูดซับน้ำมันได้ดีกว่าวัสดุที่ผสมโคโตซานแสดงดัง Figure 5.a ความสามารถในการดูดซับน้ำมันมีความสัมพันธ์กับพื้นผิวที่ไม่ชอบน้ำ เนื่องจาก AKD ที่ใส่เข้าไปจะเชื่อมกับเส้นใยทำให้รูพรุนมีขนาดเล็กลง ส่วนการเพิ่มขึ้นของปริมาณโคโตซานส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตสามารถต้านทานต่อการดูดซับน้ำมันได้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดัง Figure 5.b เนื่องจากประจุบวกจำนวนมากในสายโซ่ของโคโตซานช่วยขัดขวางการซึมผ่านของน้ำมันได้ (Kaewsaneha *et al.*, 2022) ส่วนการเพิ่มขึ้นของ AKD ทำให้ความต้านทานต่อการดูดซับน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งกับน้ำมันที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิสูง ดังแสดงใน Figure 5.c นอกจากนี้ผลการทดสอบการดูดซับน้ำมันที่มีอุณหภูมิต่างกัน พบว่าอุณหภูมิของน้ำมันที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการดูดซับน้ำมันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

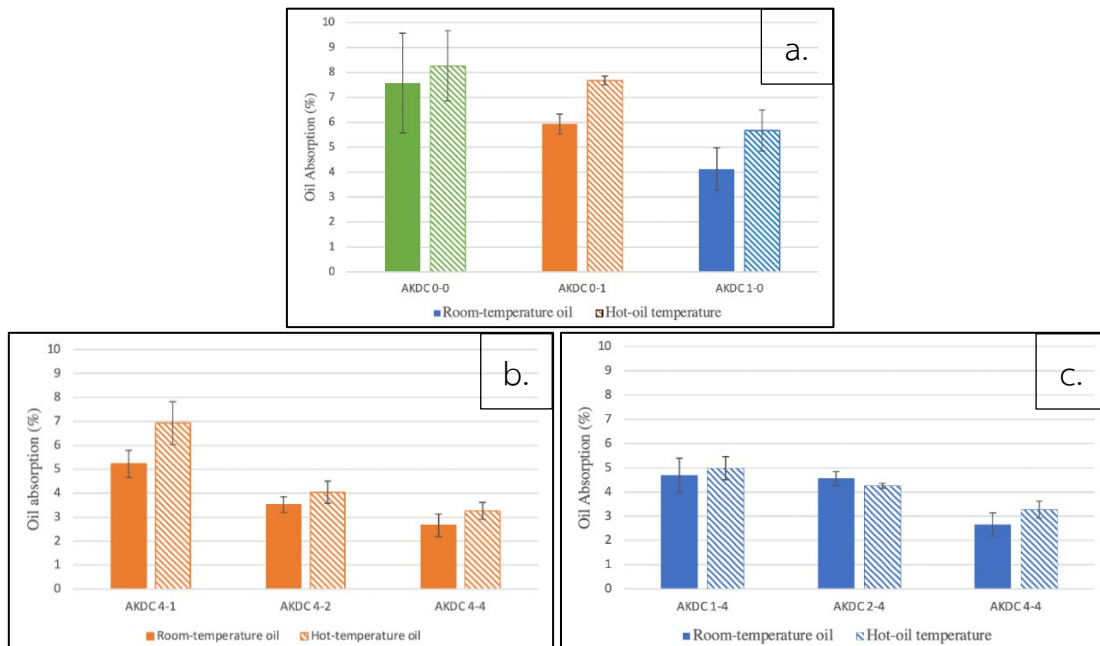


Figure 5. Oil absorption of water hyacinth fiber and modified composite material at different oil temperature

4. ผลการทดสอบทางสัณฐานวิทยา

ภาพตัดขวางที่ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ Figure 6.a แสดงถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใยผักตบชวา (Chonsakorn *et al.*, 2018) เมื่อเทียบกับ Figure 6.c สามารถยืนยันได้ว่าเส้นใยผักตบชวาที่มีการผสมด้วยโคโตซานและ AKD มีการเรียงตัวที่เป็นระเบียบและมีฟิล์มพอลิเมอร์เชื่อมระหว่างเส้นใยส่งผลให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรงมากขึ้น นอกจากนี้ภาพถ่ายพื้นผิวของวัสดุคอมโพสิตแสดงให้เห็นถึงการปกคลุมพื้นผิวและรูพรุนด้วยโคโตซานและ AKD แสดงดัง Figure 6.b และ 6.d ซึ่งส่งผลให้มีความสามารถในการต้านทานต่อการดูดซับน้ำและน้ำมันได้ดีขึ้น

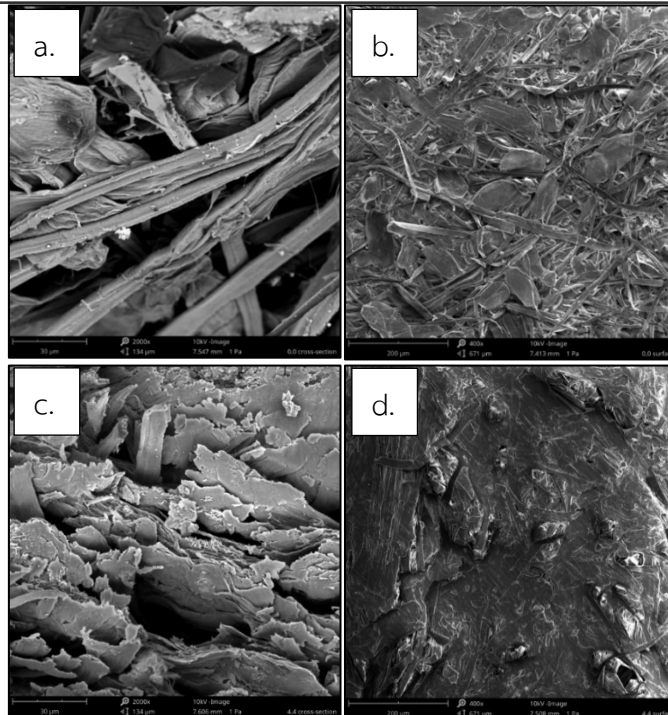


Figure 6. Morphology of water hyacinth fiber and modified composite material;
(a) cross-section of fiber (b) surface of fiber (c) cross-section of composite material
(d) surface of composite material

5. ความสามารถในการย่อยสลายของวัสดุคอมโพสิต

การย่อยสลายแสดงถึงการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุคอมโพสิตที่หายไปหลังจากฝังกลบในดินเป็นเวลา 25 วัน โดยรดน้ำทุกวัน แสดงผลดัง Figure 7 พบว่าการเติมไคโตซาน และ AKD ส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตย่อยสลายได้ช้าลง เนื่องจากความไม่ชอบน้ำของสาร AKD จะต้านทานน้ำและจุลินทรีย์ในดินที่ใช้ใช้ในการเจริญเติบโตและปล่อยเอนไซม์ไฮโดรไลติกเพื่อสลายโพลีเมอร์ชีวภาพ (Ahmad Shahrin *et al.*, 2022) นอกจากนี้การผสมไคโตซานพบว่าไคโตซานจะช่วยยึดเกาะเส้นใยผักตบชวาให้แน่นขึ้นทำให้มีโครงสร้างที่เป็นระเบียบและทนทานแรงดึง ส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตเกิดการย่อยสลายที่ช้าลง (Lewkittayakorn *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2022)

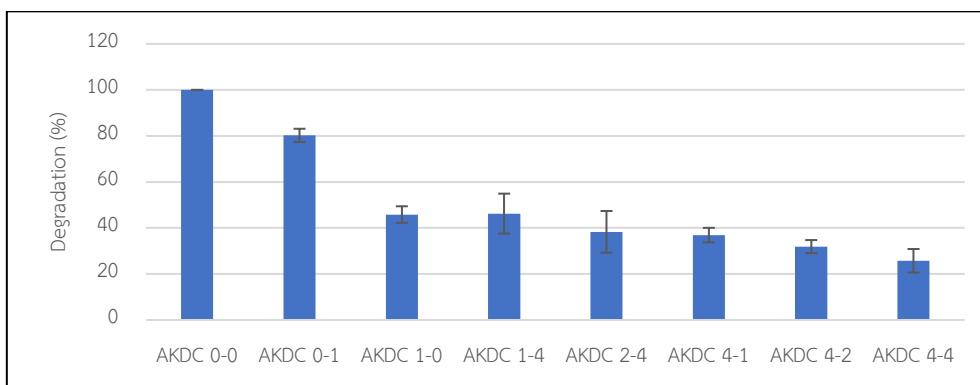


Figure 7. Degradation of water hyacinth fiber and modified composite material

สรุป

การเตรียมแผ่นคอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวาผสมกับไคโตซานและ AKD ด้วยวิธีการอบแห้งร่วมกับการอัดร้อน พบว่าการเติม AKD ช่วยเพิ่มความต้านทานการดูดซึมน้ำและน้ำมัน และสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ส่วนไคโตซานช่วยให้วัสดุคอมโพสิตมีความแข็งแรงมากขึ้น อีกทั้งเพิ่มความต้านทานการดูดซึมน้ำมัน สามารถย่อยสลายได้เร็วกว่าการผสม AKD เมื่อพิจารณาหลักฐานวิทยาศาสตร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าแผ่นคอมโพสิตที่ผ่านการปรับปรุงมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบและมีการปกคลุมพื้นผิวรูพรุนของเส้นใยด้วยไคโตซานและ AKD อย่างสม่ำเสมอ จึงสามารถนำวัสดุคอมโพสิตที่พัฒนาขึ้นมาต่อยอดผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารได้เนื่องจากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น และมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

ณัฐชัย วินัยณอม, กัญญา โคมอญ และ สุภัคพงษ์ ตรีโกศา (2562). *เปลี่ยนขยะเป็นประโยชน์*.

ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอภาชี, กระทรวงศึกษาธิการ.

วศการ ทพิศาศตร์. (2023) ผลกระทบที่กันกระแทกย่อยสลายนานเท่าไร.

https://tobchawa.com/?taxonomy=nav_menu&term=home

Aghjeh, M. K. R., and Razavi, M. J. (2022). Effect of interfibre bonding on mechanical behaviour of electrospun fibrous mats. In *Mechanics of Fibrous Networks* (pp. 317–354). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822207-2.00007-6>

Ahmad Shahrim, N., Sarifuddin, N., Ahmad Azhar, A. Z., and Mohd Zaki, H. H. (2022).

BIODEGRADATION OF MANGO SEED STARCH FILMS IN SOIL. *IJUM Engineering Journal*, 23(1), 258–267. <https://doi.org/10.31436/ijumej.v23i1.1620>

- Alam, M. N., and Christopher, L. P. (2018). Natural Cellulose-Chitosan Cross-Linked Superabsorbent Hydrogels with Superior Swelling Properties. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(7), 8736–8742.
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b01062>
- Bachmann, J., Arye, G., Deurer, M., Woche, S. K., Horton, R., Hartge, K., and Chen, Y. (2006). Universality of a surface tension-contact-angle relation for hydrophobic soils of different texture. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169(6), 745–753.
<https://doi.org/10.1002/jpln.200622022>
- Celebi, H., and Kurt, A. (2015). Effects of processing on the properties of chitosan/cellulose nanocrystal films. *Carbohydrate Polymers*, 133, 284–293.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.07.007>
- Chonsakorn, S., Srivorradatpaisan, S., and Mongkholrattanasit, R. (2018). Effects of different extraction methods on some properties of water hyacinth fiber. *Journal of Natural Fibers*. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1448316>
- ÇİÇEKLER, M. (2022). *Effects of Different Ratios of Starch-Containing AKD On Paper Properties In Internal Sizing of Various Pulp Types*. Kahramanmaraş Sütçü İmam University.
- Fedorov, P. P., Luginina, A. A., Kuznetsov, S. V., Voronov, V. V., Yapryntsev, A. D., Lyapin, A. A., Pynenkov, A. A., Nishchev, K. N., Chernova, E. V., Petukhov, D. I., Kuryakov, V. N., Gainutdinov, R. V., and Ivanov, V. K. (2020). Hydrophobic up-conversion carboxylated nanocellulose/fluoride phosphor composite films modified with alkyl ketene dimer. *Carbohydrate Polymers*, 250, 116866. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116866>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., and Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Lewkittayakorn, J., Khunthongkaew, P., Wongnoipla, Y., Kaewtatip, K., Suybangdum, P., and Sopajarn, A. (2020). Biodegradable plates made of pineapple leaf pulp with biocoatings to improve water resistance. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 5056–5066. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.03.023>
- Kaewsaneha, C., Roern, B., Apiboon, C., Opaprakasit, M., Sreearunothai, P., and Opaprakasit, P. (2022). Preparation of Water-Based Alkyl Ketene Dimer (AKD) Nanoparticles and Their Use in Superhydrophobic Treatments of Value-Added Teakwood Products. *ACS Omega*, 7(31), 27400–27409. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02420>

- Li, J., Tian, X., Hua, T., Fu, J., Koo, M., Chan, W., and Poon, T. (2021). Chitosan Natural Polymer Material for Improving Antibacterial Properties of Textiles. *ACS Applied Bio Materials*, 4(5), 4014–4038. <https://doi.org/10.1021/acsabm.1c00078>
- Li, J., and Zhuang, S. (2020). Antibacterial activity of chitosan and its derivatives and their interaction mechanism with bacteria: Current state and perspectives. *European Polymer Journal*, 138, 109984. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.109984>
- Li, Y., Liu, X., Wang, H., Song, Z., Tan, C., Li, G., Li, S., Yu, D., and Liu, W. (2022). AKD emulsions stabilized by guar gel: a highly efficient agent to improve cellulose paper hydrophobicity.
- Lusiana, R. A., Siswanta, D., and Mudasir, M. (2018). Preparation of Citric Acid Crosslinked Chitosan/Poly(Vinyl Alcohol) Blend Membranes for Creatinine Transport. *Indonesian Journal of Chemistry*, 16(2), 144. <https://doi.org/10.22146/ijc.21157>
- Masni-Azian, A., Choudhury, I. A., Sihombing, H., and Yuhazri, M. Y. (2012). Tensile Properties Evaluation of Paper Pulp Packaging at Different Sections and Orientations on the Egg Tray. *Advanced Materials Research*, 626, 542–546. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.626.542>
- Singh, G. P., Bangar, S. P., Yang, T., Trif, M., Kumar, V., and Kumar, D. (2022). Effect on the Properties of Edible Starch-Based Films by the Incorporation of Additives: A Review. *Polymers*, 14(10), 1987. <https://doi.org/10.3390/polym14101987>
- Taweecheep, N., Surinya, T., and Phoomchan, P. (2016). Development of water hyacinth handicrafts vocational training program for senior citizens. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 37(3), 279–290. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/kjss/article/view/243048>
- Tengrang, S., Leabwan, N., Wattanawichit, W., Loylerd, K., Vichitcholchai, T., and Sukhasem, S. (2017). Research and development of bio-plates from durian husk. *Acta Horticulturae*, 1186, 157–164. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1186.24>
- Varshney, V. K., and Naithani, S. (2011). Chemical Functionalization of Cellulose Derived from Nonconventional Sources. In *Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites* (pp. 43–60). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17370-7_2
- Varshoei, A., Javid, E., Rahmaninia, M., and Rahmany, F. (2013). The performance of alkylketene dimer (AKD) for the internal sizing of recycled OCC pulp. *Lignocellulose Journal*, 2(1), 316–326.



- Wegrzynowska-Drzymalska, K., Mlynarczyk, D. T., Chelminiak-Dudkiewicz, D., Kaczmarek, H., Goslinski, T., and Ziegler-Borowska, M. (2022). Chitosan-Gelatin Films Cross-Linked with Dialdehyde Cellulose Nanocrystals as Potential Materials for Wound Dressings. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(17), 9700.
<https://doi.org/10.3390/ijms23179700>
- Zhai, T., Zheng, Q., Cai, Z., Xia, H., and Gong, S. (2016). Synthesis of polyvinyl alcohol/cellulose nanofibril hybrid aerogel microspheres and their use as oil/solvent superabsorbents. *Carbohydrate Polymers*, 148, 300–308.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.065>

การประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า ในเขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่

Application of Satellite Image Data for Evaluation of Forest Area Change in Mae Yom National Park, Phrae Province

กัลยกร แป้นทอง¹ ญาณิกา แซ่มซ้อย² กันตพงศ์ เครือมา² และ ต่อกาภ คำไธ^{1*}

¹ สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 54140

² สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 54140

*Corresponding author. E-mail address: Yanika.official246@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้ได้ลดลงอย่างต่อเนื่องจากจำนวนประชากรในประเทศที่เพิ่มขึ้น การขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้ประชาชนใช้ประโยชน์จากป่าไม้มากขึ้น และจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ การประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จะสามารถติดตามพื้นที่ป่าได้อย่างต่อเนื่อง ในการศึกษาได้ใช้ดัชนีพืชพรรณของข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท ติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ ในระหว่างปี พ.ศ.2558 - พ.ศ.2565 พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่ป่าในปี พ.ศ.2558 NDVI ของพื้นที่ป่าไม้ผลัดใบปี จะอยู่ระหว่าง 0.026 – 0.515 พื้นที่ป่าผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.043-0.474 พื้นที่เกษตรกรรม NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.079-0.491 พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.117-0.397 พื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.028-0.462 และค่าดัชนีพืชพรรณปี พ.ศ.2565 พื้นที่ป่าไม้ผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.024-0.527 พื้นที่ป่าผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.040-0.526 พื้นที่เกษตรกรรม NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.076-0.460 พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.127-0.415 พื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.115-0.472 และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม ในระหว่างปี พ.ศ.2558 - พ.ศ.2565 พื้นที่ป่าไม้ลดลง 17,052.10 ไร่ พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น 6,907.05 ไร่ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้น 5,903.81 ไร่ และพื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้น 4,237.22 ไร่ ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องของข้อมูลควรมีการลงสำรวจพื้นที่จริงที่ใช้ในการศึกษา และใช้อัตราช่วงคลื่นของดัชนีให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการจำแนกมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ค่าดัชนีพืชพรรณ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

Abstract

Currently, forest resources have been consistently decreasing due to the increasing population in the country. Economic expansion and infrastructure development have led to a higher utilization of forests allowing the people to benefit more from them. To monitor forest areas continuously, satellite imagery data has been applied. In this study, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) derived from Landsat satellite imagery data was used to track the changes in the forest areas in Mae Yom National Park, Phrae Province, between 2015 and 2022. The study revealed that in 2015, the NDVI values for the non-deciduous forest areas ranged from 0.026 to 0.515; while the deciduous forest areas had the NDVI values ranging from 0.043 to 0.474. The agricultural areas had the NDVI values ranging from 0.079 to 0.491. The built-up areas had the NDVI values ranging from 0.117 to 0.397, and the water bodies had the NDVI values ranging from -0.028 to 0.462. In 2022, the NDVI values for the non-deciduous forest areas ranged from 0.024 to 0.527; while the deciduous forest areas had the NDVI values ranging from 0.040 to 0.526. The agricultural areas had the NDVI values ranging from -0.076 to 0.460. The built-up areas had the NDVI values ranging from 0.127 to 0.415, and the water bodies had the NDVI values ranging from -0.115 to 0.472. Furthermore, the study observed the changes in land uses in Mae Yom National Park between 2015 and 2022. The forest areas decreased by 17,052.10 rai, agricultural areas increased by 6,907.05 rai. The built-up areas increased by 5,903.81 rai, and the water bodies increased by 4,237.22 rai. To ensure data accuracy, it is recommended to conduct on-site surveys for precise area measurements and use appropriate NDVI wavelength ranges to improve classification accuracy.

Keywords: Forest area change, Vegetation index, Land use

บทนำ

จากนโยบายป่าไม้แห่งชาติกำหนดให้พื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศอย่างน้อยใน อัตราร้อยละ 40 ของพื้นที่ แบ่งเป็นป่านุรักษ์ และป่าเศรษฐกิจ (กรมป่าไม้, 2565) เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ให้กับประเทศไทย ซึ่งป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากป่าไม้เป็นแหล่งกำเนิดของปัจจัยที่ตลอดจนเป็นแหล่งนันทนาการ และอำนวยความสะดวกในแง่ของการอนุรักษ์ดินและน้ำ (วิภพ, 2561) ในปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้ได้ลดลงอย่างต่อเนื่องจากจำนวนประชากรในประเทศที่เพิ่มขึ้น และการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้ประชาชนใช้ประโยชน์จากป่าไม้มากขึ้น การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ ได้แก่ การสร้างเขื่อน การตัดถนน และการเดินสายไฟ ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการนำเทคโนโลยีทางอวกาศและภูมิสารสนเทศมาใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม เนื่องจากสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ตามขนาดที่ต้องการ สะดวก และช่วยวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว (ตวงรัตน์, 2557) นอกจากนี้การรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้เพื่อการสำรวจอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถสำรวจได้พื้นที่กว้างและช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ในงานป่าไม้ ได้แก่ การจำแนกชนิดป่า และการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (วิภพ, 2561) การประยุกต์ใช้ดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) ซึ่งเป็นการคำนวณโดยนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนกัน เพื่อเป็นการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชปกคลุม กับบริเวณที่ไม่ใช่พืชพรรณเป็นประโยชน์ในการติดตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาได้ อีกทั้งสามารถศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปกคลุมของพืชพรรณ (ตวงรัตน์, 2557)

ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ยมมีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งจากประชาชนทั้งในและนอกพื้นที่อุทยาน เช่นการใช้ประโยชน์จากป่าในพื้นที่อุทยานที่ทางอุทยานได้ทำการแบ่งแนวเขตไว้ รวมไปถึงความเสี่ยงจากไฟที่เกิดจากการเผาไรในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ยม จึงได้ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อมุ่งเน้นถึงการใช้ดัชนีพืชพรรณจากดาวเทียมแลนดแซท 8 กรณีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยได้เลือกพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ยมเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากมีลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นเทือกเขาสูงเป็นต้นกำเนิดที่สำคัญของแม่น้ำและลำห้วยต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำยม ลักษณะทางพืชพรรณที่มีสภาพป่าสมบูรณ์ พบชนิดไม้ที่สำคัญ ได้แก่ สัก มะค่าโมง แดง ประดู่ ตะแบก ตะเคียนทอง กระบาก มะหาด สนสามใบ ก่อเดือย ก่อตาหนู เป็นต้น ทั้งนี้ยังสำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 39 ชนิด นก 135 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 28 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 14 ชนิด นอกจากนี้พบสัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ 1 ชนิด คือ เสือปลา และยังมีสัตว์ป่าสงวนซึ่งมีสภาพใกล้สูญพันธุ์ตามสมุดปกแดงของ IUCN คือ เสือผา (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2565)

ระเบียบวิธีวิจัย

1) การเตรียมข้อมูลภาพ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 ระบบ OLI (Operational Land Imager) ประเภท level-1 data product ซึ่งได้รับการปรับแก้ความผิดพลาดของข้อมูลทั้งในเชิงรังสี (radiometric) และเชิงเรขาคณิต (geometric) แล้วที่รายละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 30x30 เมตร ดาวนโหลดเฉพาะภาพที่ครอบคลุมระวาง path 130 row 47 เว็บไซต์ <https://earthexplorer.usgs.gov> ใช้ข้อมูลภาพของวันใดวันหนึ่งที่มีเมฆปกคลุมน้อยที่สุด

1) ข้อมูลการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 วันที่ 27 เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2558

2) ข้อมูลการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 วันที่ 30 เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2565

2) การใช้ดัชนีพืชพรรณ (vegetation index)

ดัชนีพืชพรรณเป็นการคำนวณโดยนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกันแล้วให้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชพรรณปกคลุมกับบริเวณที่ไม่ใช่พืชพรรณ เป็นประโยชน์ในการติดตามการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของพืชพรรณและสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา ช่วงคลื่นเกี่ยวกับพืชพรรณได้แก่ ช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง มีคุณสมบัติในการวัดค่าการสะท้อนจากส่วนที่มีการดูดกลืนพลังงานในใบพืชหรือส่วนที่มีคลอโรฟิลล์และช่วงอินฟราเรดใกล้มีคุณสมบัติในการแยกแยะพืชพรรณและวัดปริมาณมวลชีวภาพ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) ดัชนีพืชพรรณมีวิธีการคำนวณหลายวิธีด้วยกันแต่ในที่นี้ได้ใช้การคำนวณดังนี้

ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มัลไลซ์ (normalized difference vegetation index : NDVI) เป็นการนำสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น 2 ช่วงคลื่น ที่ปรับให้มีลักษณะเป็นการกระจายปกติ คือนำช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ลบด้วยช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง (Kriegler *et al.*, 1969) การคำนวณดัชนีพืชพรรณโดยปกติให้ค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ดังสมการต่อไปนี้

$$NDVI = NIR-RED / NIR+RED$$

เมื่อ NIIR = ช่วงคลื่นอินฟราเรด

RED = ช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง

ผลและอภิปรายผล

การศึกษากการเปลี่ยนแปลงการพื้นที่ป่า ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ โดยใช้การวิเคราะห์จากดัชนีพืชพรรณ ด้วยข้อมูลดาวเทียม แลนด์แซท 8 จากการรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้เพื่อการสำรวจอย่างแพร่หลายเนื่องจากสามารถสำรวจได้พื้นที่กว้างและช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ในงานป่าไม้ ได้แก่ การจำแนกชนิดป่า และการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยจากผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ของทั้งสองปีมีค่า NDVI ของพื้นที่ป่าไม้ผลัดใบปี พ.ศ.2558 จะอยู่ระหว่าง 0.026 – 0.515 พื้นที่ป่าผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.043-0.474 พื้นที่เกษตรกรรม NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.079-0.491 พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง NDVI จะอยู่ระหว่าง

0.117-0.397 พื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.028-0.462 ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ของปี พ.ศ.2565 พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.024-0.527 พื้นที่ป่าผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.040-0.526 พื้นที่เกษตรกรรม NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.076-0.460 พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.127-0.415 พื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.115-0.472 (Table 1) โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการพื้นที่ป่า ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ ระหว่างปี พ.ศ.2558-พ.ศ.2565 ทำให้ทราบว่าพื้นที่ป่าไม่มีแนวโน้มลดลง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เพ็ญญา และ ประสิทธิ์, (2558) การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลหลายช่วงเวลา กรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก-เพชรบูรณ์.พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่ป่ามีค่า 0.3-0.6 พื้นที่เกษตรกรรมและหมู่บ้านหรือเขตชุมชน 0.0-0.3 และพื้นที่แหล่งน้ำ -0.5-0 และผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงระหว่างปี 2546 ปี 2552 และปี 2557 พื้นที่ป่าไม่ลดลง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้น

1. ผลการศึกษาจากดัชนีพืชพรรณ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการพื้นที่ป่า ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ โดยใช้การวิเคราะห์จากดัชนีพืชพรรณ ด้วยข้อมูลดาวเทียม แลนด์แซท 8 จากการรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) ระหว่างปี พ.ศ.2558-พ.ศ.2565 พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ของทั้งสองปีมีค่า NDVI ของพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบปี พ.ศ.2558 จะอยู่ระหว่าง 0.026 – 0.515 พื้นที่ป่าผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.043-0.474 พื้นที่เกษตรกรรม NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.079-0.491 พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.117-0.397 พื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.028-0.462

ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ของปี พ.ศ.2565 พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.024-0.527 พื้นที่ป่าผลัดใบ NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.040-0.526 พื้นที่เกษตรกรรม NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.076-0.460 พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง NDVI จะอยู่ระหว่าง 0.127-0.415 พื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะอยู่ระหว่าง -0.115-0.472 ดัง Table 1

Table 1. Vegetation Index (NDVI) from the analysis

satellite	evergreen	deciduous	agriculture	building	water source
LANSAT 8	forest	forest			
2015	0.026-0.515	0.043-0.474	0.079-0.491	0.117-0.397	-0.028-0.462
2022	0.024-0.527	0.040-0.526	-0.076-0.460	0.127-0.415	-0.115-0.472

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการพื้นที่ป่า ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ โดยใช้การวิเคราะห์จากดัชนีพืชพรรณ ด้วยข้อมูลดาวเทียม แลนด์แซท 8 จากการรับรู้จากระยะไกล (remotesensing) ระหว่างปี พ.ศ.2558-พ.ศ.2565 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2558, 219249.50 ไร่ พ.ศ.2565, 202197.40 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มลดลง พื้นที่เกษตรกรรม ปี พ.ศ.2558,22921.38 ไร่ พ.ศ.2565, 29828.43 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น พื้นที่สิ่งปลูกสร้างปี พ.ศ.2558, 9321.07 ไร่ พ.ศ.2565, 15224.88 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และพื้นที่แหล่งน้ำปี พ.ศ.2558, 2277.87 ไร่ พ.ศ.2565, 6515.09 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ ระหว่างปี พ.ศ.2558-พ.ศ.2565 ทำให้ทราบว่าพื้นที่ป่าไม่มีแนวโน้มลดลง และมีพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่แหล่งน้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เพ็ญภา และ ประสิทธิ์, (2558) การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลหลายช่วงเวลา กรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก-เพชรบูรณ์.พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่ป่ามีค่า 0.3-0.6 พื้นที่เกษตรกรรมและหมู่บ้านหรือเขตชุมชน 0.0-0.3 และพื้นที่แหล่งน้ำ -0.5-0 และผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงระหว่างปี 2546 ปี 2552 และปี 2557 ที่มีพื้นที่ป่าไม้ลดลง และมีพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำที่เพิ่มขึ้น

Table 2. changes in land uses in between 2015 and 2022.

Land Use	2015	2022	changes
forest areas	219249.50	202197.40	decrease
Agricultural areas	22921.38	29828.43	increase
Built-up areas	9321.07	15224.88	increase
Water bodies	2277.87	6515.09	increase

3.ผลจากการวิเคราะห์หาค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ปี พ.ศ. 2558

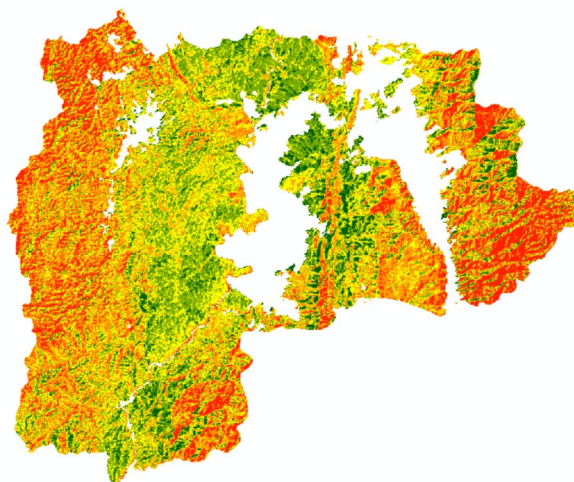


Figure 1. ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI พ.ศ. 2558

4.ผลจากการวิเคราะห์หาค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ปี พ.ศ. 2565

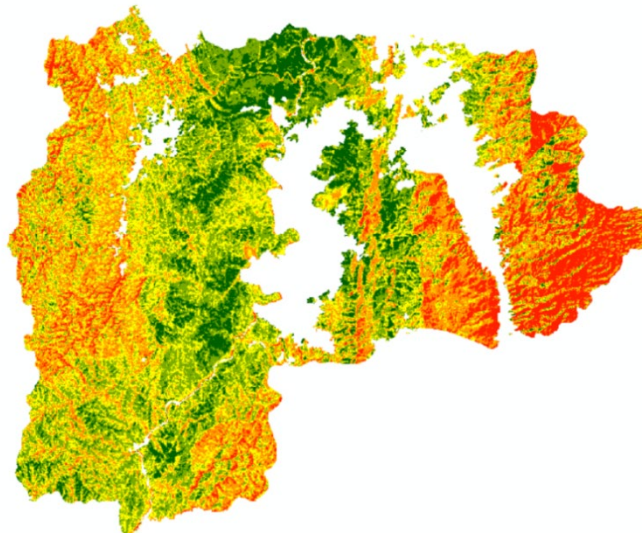


Figure 2. ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI พ.ศ. 2565

5.ผลจากการวิเคราะห์หาค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ของพื้นที่ป่าผลัดใบ

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าผลัดใบ พ.ศ. 2558 จะอยู่ระหว่าง 0.043-0.474 และดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าผลัดใบ พ.ศ. 2565 จะอยู่ระหว่าง 0.040-0.526 ซึ่งกระจายตัวอยู่บริเวณตอนเหนือและตะวันออกของบริเวณอุทยาน

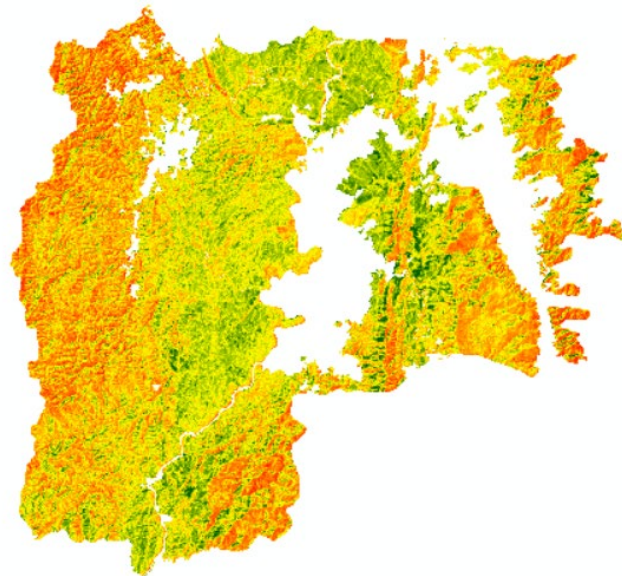


Figure 3. ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าผลัดใบ พ.ศ. 2558

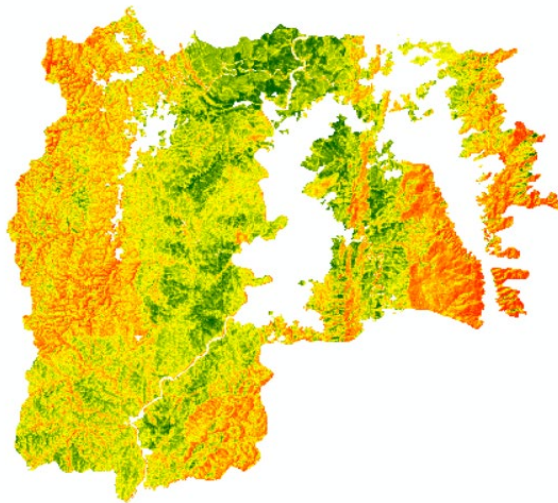


Figure 4. ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าผลัดใบ พ.ศ. 2565

6.ผลจากการวิเคราะห์หาค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ของพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ พ.ศ. 2558 อยู่ระหว่าง 0.026 – 0.515 และ ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ พ.ศ. 2565 อยู่ระหว่าง 0.024-0.527 ซึ่งอยู่บริเวณยอดเขาทางทิศตะวันออก

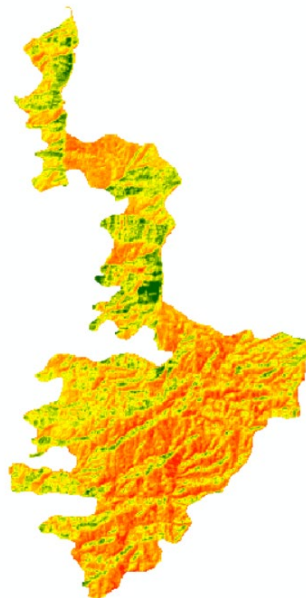


Figure 5 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ พ.ศ. 2558

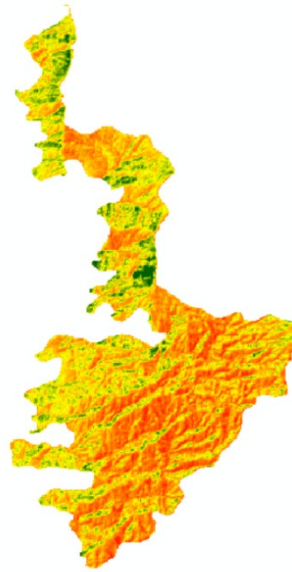


Figure 6 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ป่าแม่แฝดใบ พ.ศ. 2565

7.ผลจากการวิเคราะห์ค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ของพื้นที่เกษตรกรรม

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2558 อยู่ระหว่าง 0.079-0.491 และ ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2565 อยู่ระหว่าง -0.076-0.460 บริเวณตำบลสะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่

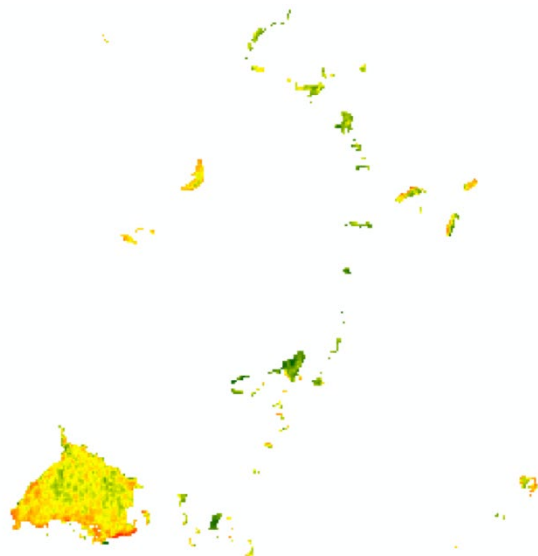


Figure 7 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2558

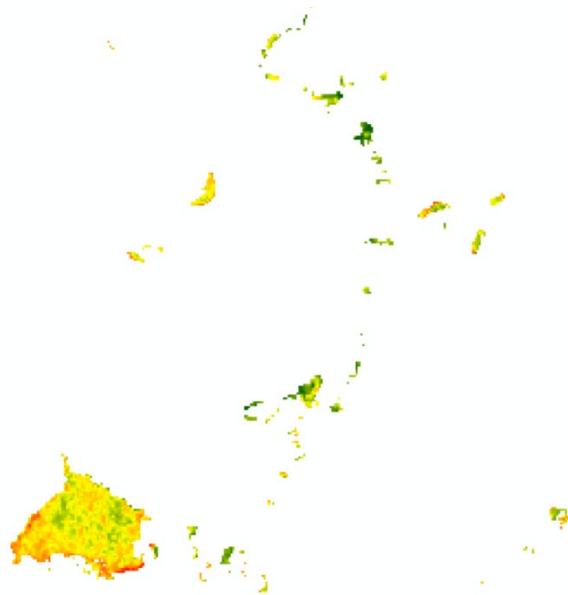


Figure 8 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2565

8.ผลจากการวิเคราะห์หาค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ของพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2558 อยู่ระหว่าง 0.117-0.397 และ ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2565 อยู่ระหว่าง 0.127-0.415

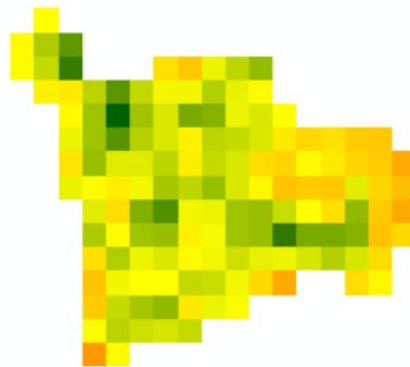


Figure 9 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2558

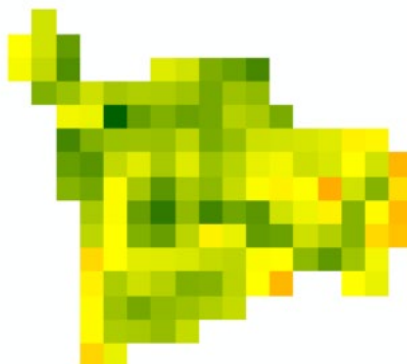


Figure 10 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ลิ่งปลูกร้าง พ.ศ. 2565

9.ผลจากการวิเคราะห์หาค่าแบบ NDVI (ดัชนีผลต่างพืชพรรณ) ของพื้นที่แหล่งน้ำ

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่แหล่งน้ำ พ.ศ. 2558 อยู่ระหว่าง -0.028-0.462 และ ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่แหล่ง พ.ศ. 2565 อยู่ระหว่าง -0.115-0.472 ซึ่งไหลผ่านตอนกลางของพื้นที่บริเวณที่ราบซึ่งมีความลาดเอียงจากแนวทิศเหนือไปทิศใต้

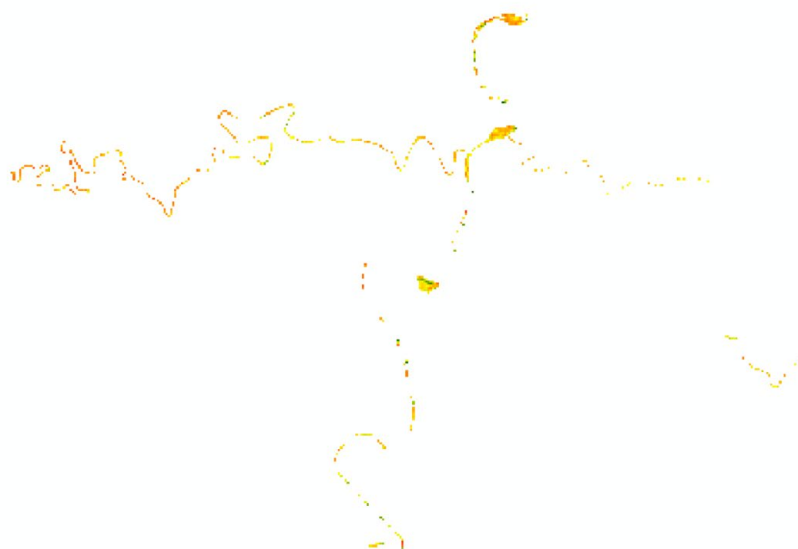


Figure 11 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่แหล่งน้ำ พ.ศ. 2558

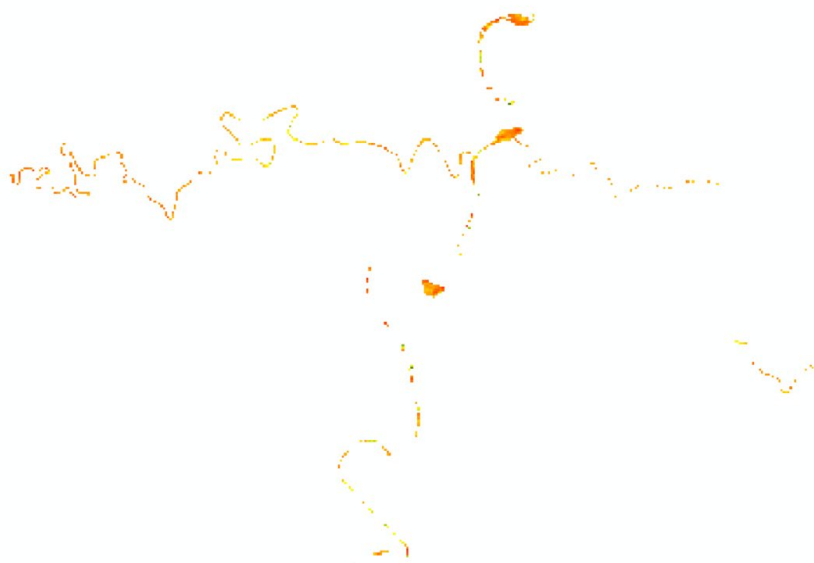


Figure 12 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่แหล่ง พ.ศ. 2565

สรุป

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ของอุทยานแห่งชาติแม่ยม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 ในระหว่างปี พ.ศ.2558 - พ.ศ.2565 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2558, 219249.50 ไร่ พ.ศ. 2565, 202197.40 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มลดลง พื้นที่เกษตรกรรม ปี พ.ศ.2558,22921.38 ไร่ พ.ศ.2565, 29828.43 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น พื้นที่สิ่งปลูกสร้างปี พ.ศ.2558, 9321.07 ไร่ พ.ศ.2565, 15224.88 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และพื้นที่แหล่งน้ำปี พ.ศ.2558, 2277.87 ไร่ พ.ศ.2565, 6515.09 ไร่ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาเป็นแนวทางในการช่วยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ยม เป็นการวิเคราะห์เบื้องต้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการและตรวจสอบทางกฎหมายว่าพื้นที่ดังกล่าว มีการบุกรุกพื้นที่ป่าจริงหรือไม่ และให้หน่วยงานที่รับผิดชอบได้ดำเนินการตามกฎหมายต่อไป ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในปัจจุบัน ชาวบ้านบางหมู่บ้านทำกินอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติ และมีปัญหาพิพาทว่าตนเคยอาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวโดยชอบ ก่อนที่จะประกาศว่าเขตนั้นเป็นเขตป่าสงวน ซึ่งในกรณีนี้ปัญหาที่จะต้องนำพิสูจน์ ว่าเป็นความจริง อาจเป็นเพราะข้อบกพร่องในช่วงการสำรวจ ได้ครบทุกพื้นที่ได้ จึงประกาศเขตอุทยานแห่งชาติทับที่ของราษฎร ซึ่งหากแก้ก็จะต้องเพิกถอนเขตดังกล่าวออกจากเขตอุทยานแห่งชาติ

กิตติกรรมประกาศ

การประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม กรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า ในเขตอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ ดร. ต๋อลากคำโย อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ คำชี้แนะ วิธีการ และข้อคิดต่างๆตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ให้ความช่วยเหลือทางด้านข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัยทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดีผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาเกษตรป่าไม้ที่ให้คำปรึกษา แนะนำเทคนิควิธีการ ข้อคิดเห็น ชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่อง ในการดำเนินงานวิจัยจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์

ที่สำคัญต้องกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และผู้เกี่ยวข้อง ของผู้จัดทำวิจัยที่ให้ความสนใจเป็นแรงผลักดันในทุกๆด้าน พร้อมทั้งสนับสนุนในทุกด้าน จนทำให้วิจัยสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือและสามารถให้คำปรึกษากันในเบื้องต้นได้รวมถึงช่วยเหลือเทคนิควิธีการต่างๆ ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. (2559). นโยบายป่าไม้แห่งชาติ. <https://www.forest.go.th/>
- ดวงรัตน์ คล้ายเดช. (2557). การใช้ดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลดาวเทียมไทยโชต สำหรับการจำแนกชนิดป่าในอุทยานแห่งชาติดอยหลวง จังหวัดเชียงราย. <https://www.tci-thaijo.org/>
- เพ็ญญา เมธิณี และ ประสิทธิ์. (2558). การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลหลายช่วงเวลา กรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก-เพชรบูรณ์. <https://www.tci-thaijo.org/>
- วิภพ แพงวังทอง. (2561). การจำแนกป่าผลัดใบโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซทหลายช่วงเวลากับเทคนิคอัตราส่วนช่วงคลื่น. <https://www.tci-thaijo.org/>
- สำนักอุทยานแห่งชาติ. (2565). อุทยานแห่งชาติแม่ยม. <http://portal.dnp.go.th/p/nationalpark>

กลุ่ม 3

บริหารธุรกิจ
และสังคมศาสตร์

การศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีในการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ในพื้นที่ จังหวัดอุตรดิตถ์

A Study on Accountants' Competency Affecting the Administration of Finance Division, Local Administrative Organizations, Uttaradit Province

ผกามาศ พุกอินทร์¹ และ เขมิสร่า พุกอินทร์^{2*}

¹หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการบัญชี วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุตรดิตถ์

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3 อุตรดิตถ์ 53000

²โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย เชียงใหม่ 50000

*Corresponding author. E-mail address: adun999@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งมีกลุ่มประชากรที่ใช้ในโครงการนี้ คือ ผู้ปฏิบัติงานด้านการบัญชีขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 201 ราย โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการเปรียบเทียบด้วยวิธีสถิติ ANOVA ทดสอบสมมติฐาน 2 สมมติฐาน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากการศึกษา พบว่า สมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีการสถิติ ANOVA พบว่า สมมติฐานที่ 1 คือ กลุ่มช่วงอายุของนักบัญชีไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี และสมมติฐานที่ 2 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 การวิจัยนี้จึงเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัย

คำสำคัญ: ทักษะทางวิชาชีพบัญชี สมรรถนะของนักบัญชี สถิติ ANOVA องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น

Abstract

This study aimed to study accountants' competency affecting the administration of Finance Division, Local Administrative Organizations, Uttaradit Province. The population of this study consisted of 201 accountants working in the Local Administrative Organizations in Uttaradit Province. A questionnaire was used as a research instrument for data collection. The collected data were then analyzed using statistics including percentage, mean, and ANOVA with a significance level of 0.05.

The findings revealed that overall accountants' competency affecting the administration of Finance Division, Local Administrative Organizations, Uttaradit Province was at a high level. When considering each aspect, morality in work had the highest mean, followed by interaction aspect. The analysis by ANOVA statistical method revealed that the first hypothesis was that the age group of accountants did not affect the accounting performance, and the second hypothesis showed that the average of the performance scores in each aspect was different at least 1 pair or more with a statistical significance of 0.05. Therefore, the result of the research was matched the research objectives.

Keywords: Accounting professional skill, Accountants' competency, ANOVA, Local administrative organization

บทนำ

สมรรถนะทางด้านบัญชีมีความสำคัญกับวิชาชีพบัญชี คำว่า สมรรถนะ หมายถึง ชีตความสามารถที่แสดงถึงการทำหน้าที่ หรืองานที่เกี่ยวข้อง ให้ได้ระดับตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ ในขณะที่ชิตความสามารถ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่ทำให้มีศักยภาพที่จะปฏิบัติงาน สมรรถนะเป็นการแสดงถึงผลการปฏิบัติงานจริง สมรรถนะอาจวัดได้หลายวิธีซึ่งรวมไปถึงการปฏิบัติงานจริงในสถานที่ทำงาน การจำลองการปฏิบัติงาน การทดสอบโดยเขียนตอบอัตโนมัติหรือทดสอบโดยการสัมภาษณ์ และการวัดผลด้วยตนเอง สภาวิชาชีพบัญชี (2560) และ อาทิตย์ (2562) ได้ให้ความหมายของคำว่า สมรรถนะ ไว้ว่า สมรรถนะ เป็นความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นของบุคคลในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ มีผลงาน ได้ตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดหรือสูงกว่า (วิภาพร, 2558)

สำนักราชบัณฑิตยสภา (2566) ได้ให้ความหมายของคำว่า สมรรถนะ ไว้ว่า สมรรถนะเป็นความสามารถที่แสดงออกทางพฤติกรรม และการกระทำในการปฏิบัติตนและปฏิบัติงานให้สำเร็จ โดยประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ตนมีให้เหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของสังคมและวัฒนธรรมในสถานการณ์ที่หลากหลาย สมรรถนะ จึงเป็นเป้าประสงค์ของการวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการ

บริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ซึ่งการจัดระเบียบบริหารราชการของประเทศไทย มีอยู่ 3 หลักการที่สำคัญคือ หลักการรวมอำนาจการปกครอง หลักการแบ่งอำนาจการปกครอง และหลักการกระจายอำนาจการปกครอง ซึ่งประเทศไทยได้มีการประยุกต์ใช้ หลักทั่วไปในการจัดระเบียบบริหารราชการ ที่ประกอบด้วยหลักการรวมอำนาจการปกครอง หลักการแบ่งอำนาจการปกครอง และหลักการกระจายอำนาจการปกครอง ในการจัดระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน โดยใช้หลักการรวมอำนาจการปกครอง ในการจัดระเบียบบริหารราชการส่วนกลาง หลักการแบ่งอำนาจการปกครอง ในการจัดระเบียบบริหารราชการส่วนภูมิภาค และหลักการกระจายอำนาจการปกครอง ในการจัดระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน ซึ่งในปัจจุบันคือ พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2545 แบ่งการบริหารราชการแผ่นดินของประเทศไทยออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ (สุระศักดิ์, 2559)

การบริหารราชการในส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และส่วนท้องถิ่น คือ การบริหารราชการส่วนกลาง แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ สำนักนายกรัฐมนตรี กระทรวง หรือทบวงซึ่งมีฐานะเทียบเท่ากระทรวง ทบวง ซึ่งสังกัดสำนักนายกรัฐมนตรีหรือกระทรวงและกรม หรือส่วนราชการ ที่เรียกชื่ออย่างอื่นและมีฐานะเป็นกรม ซึ่งสังกัดหรือไม่สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี กระทรวงหรือทบวง การบริหารราชการส่วนภูมิภาค แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ จังหวัด และอำเภอ สำหรับตำบล และหมู่บ้าน ไม่ได้เป็นการบริหารราชการส่วนภูมิภาค หากแต่เป็นองค์การปกครองตามกฎหมายว่าด้วยลักษณะปกครองท้องที่ และการบริหารราชการส่วนท้องถิ่น แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล และองค์การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น รูปแบบพิเศษ มี 2 หน่วยงาน คือ กรุงเทพมหานครและเมืองพัทยา (สุระศักดิ์, 2559)

ซึ่งจังหวัดอุดรดิตถ์เป็นจังหวัดหนึ่งในประเทศไทย มีการบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลเมือง 1 แห่ง เทศบาลตำบล 25 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 35 แห่ง (สำนักงานจังหวัดอุดรดิตถ์, 2566) สำหรับการบริหารงานของภาครัฐที่มีคุณภาพนั้น จำเป็นต้องมีนักบัญชีเข้าไปเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นบทบาทที่สำคัญอย่างมากในปัจจุบัน โดยนักบัญชีจะต้องมีความรู้ความเข้าใจต่อหน้าที่งานและมีสมรรถนะที่เพียงพอ เพื่อที่จะช่วยยกระดับประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการดำเนินงาน ทำให้หน่วยงานหรือองค์กรได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้และเกิดประโยชน์สูงสุด อาทิพย์ (2562)

จากความสำคัญดังกล่าว กลุ่มผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาสมรรถนะของนักบัญชี ที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) ศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอเมืองจังหวัดอุดรดิตถ์ และ 2) เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับวิธีการสถิติ ANOVA ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาสมรรถนะของนักบัญชี กับกลุ่มนักบัญชีในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ผู้ที่กำลังศึกษาและผู้ที่เข้าศึกษาในสาขาการบัญชี และเพื่อเปรียบเทียบสมมติฐานของช่วงอายุของนักบัญชีที่มีผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี และค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การดำเนินการศึกษาสมรรถนะของนักบัญชี ที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ด้านผู้ปฏิบัติงานบัญชีส่วนกองคลัง และศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถนะ

1.2 ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่จะใช้เก็บข้อมูลในการดำเนินโครงการ และตรวจสอบเครื่องมือพร้อมหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่นำส่งไปยังส่วนกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์แบบเจาะจง จำนวน 67 แห่ง (201ราย) คิดเป็นร้อยละ 60 เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ กลุ่มผู้วิจัยได้นำสูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) โดยแสดงสูตรดังนี้ (Montgomery, 2018; ปารเมศ, 2545)

1.5 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

การหาค่า CM (corrected of Mean) คำนวณได้โดย

$$CM = \frac{(\sum_{j=1}^i \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk})^2}{abn} \dots\dots\dots(1)$$

การหาค่า SST แทนความแปรปรวนรวม คำนวณได้โดย

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - CT \dots\dots\dots(2)$$

การหาค่า SSA แทนความแปรปรวนระหว่างทรีทเมนต์ในแต่ละคอลัมน์ คำนวณได้โดย

$$SSA = \frac{\sum_{i=1}^a y_{1\dots}^2}{bn} - CT \dots\dots\dots(3)$$

การหาค่า SSB แทนความแปรปรวนระหว่างบล็อกในแต่ละแถว คำนวณได้โดย

$$SSB = \frac{\sum_{j=1}^b y_{\cdot j}^2}{an} - CT \dots\dots\dots(4)$$

SSE แทนความผันแปรภายในอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ คำนวณได้โดย

$$SSE = SST - SSA - SSB \dots\dots\dots(5)$$

1.6 การออกแบบสมมติฐานการวิจัย การวิจัยได้ออกแบบสมมติฐานที่ 1 คือ H_0 : ช่วงอายุของนักบัญชีไม่มีผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี และ H_1 : ช่วงอายุของนักบัญชีมีผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี และสมมติฐานที่ 2 คือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน และ H_1 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน โดยมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1) ตัวแบบสถิติ การทดสอบนี้มี 2 ปัจจัย เป็นปัจจัยแบบกำหนดการออกแบบการทดลองแบบ
กลุ่มสมบูรณ์ตัวแบบสถิติ คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, 4$ $j = 1, 2, 3, 4$ $k = 1, 2, 3, 4, 5$

เมื่อ y_{ijk} คือ ช่องของกลุ่มอายุที่ i กับค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะ j ในหน่วยงานที่ k
 M คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของระดับคะแนนแต่ละสมรรถนะ
 α_i คือ อิทธิพลของอายุนักบัญชี
 β_j คือ อิทธิพลของอายุนักบัญชี 4 กลุ่ม
 $(\alpha\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลรวมของอายุของผู้ทำบัญชี i คะแนนสมรรถนะ j
 e_{ijk} คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่มของการทดสอบ

2) สมมติฐานของสถิติ โดยการวิจัยต้องการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ดังต่อไปนี้

สมมติฐานที่ 1 ช่วงอายุของนักบัญชีมีผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานหรือไม่

H_0 : ช่วงอายุของนักบัญชีไม่มีผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี

H_1 : ช่วงอายุของนักบัญชีมีผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี หรือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ (อย่างน้อย 1 คู่)

สมมติฐานที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านแตกต่างกันหรือไม่

H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน หรือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$ (อย่างน้อย 1 คู่)

โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 หรือเท่ากับระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3) ค่าสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ อัตราส่วนความแปรปรวน

4) การแจกแจงของสถิติทดสอบ เมื่อ H_0 เป็นจริง และเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของตัวแบบ

สถิติ ทำให้สถิติทดสอบมีการแจกแจงแบบ F

5) กฎในการตัดสินใจ ถ้าค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ F ซึ่งเปิดได้จากตารางจะปฏิเสธ H_0 ค่าวิกฤติ F เปิดได้จากตารางการแจกแจงแบบ F

6) การคำนวณค่าทางสถิติทดสอบ คำนวณได้โดย

$$6.1) \text{ หาค่า Corrected of Mean : } CM = \frac{(\sum_{j=1}^i \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^k y_{ijk})^2}{abn}$$

$$= \frac{(491.63)^2}{24} \quad CM = 10,070.83$$

$$6.2) \text{ ค่าความแปรปรวนรวม คำนวณได้โดย } SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - CT$$

$$= (18.23^2 + 19.32^2 + \dots + 22.10^2) - 10,070.83 \quad SST = 40.43$$

6.3) ค่าความแปรปรวนระหว่างทรีทเมนต์ในแต่ละคอลัมน์ คำนวณได้โดย

$$SSA = \frac{\sum_{i=1}^a y_{i...}^2}{bn} - CT$$

$$SSA = \frac{78.39^2 + 80.01^2 + 81.34^2 \dots + 83.43^2}{4} - 10,070.83 \quad SSA = 8.28$$

6.4) ความแปรปรวนระหว่างบล็อกในแต่ละแถว คำนวณได้โดย

$$SSB = \frac{\sum_{j=1}^b y_{.j}^2}{an} - CT$$

$$SSB = \frac{118.62^2 + 118.67^2 + 127.53^2 + 132.14^2}{6} - 10,070.83 \quad SSB = 22.95$$

$$6.5) SSE = SST - SSA - SSB \quad \text{คำนวณได้โดย}$$

$$= 40.43 - 8.28 - 22.95 \quad SSE = 9.19$$

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาทิตย์ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สมรรถนะของนักบัญชีที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการบริหารระบบการเงินและบัญชีของกองทัพบก พบว่า ความคิดเห็นเกี่ยวกับสมรรถนะของนักบัญชี ในการบริหารระบบการเงินและบัญชีของกองทัพบก โดยภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับ จากค่าเฉลี่ย 3 ลำดับ พบว่า ด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านทัศนคติในวิชาชีพบัญชี และด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ตามลำดับ

พิมพ์ผกา และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สมรรถนะของนักวิชาชีพบัญชีต่อการปฏิบัติงานในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า สมรรถนะของนักวิชาชีพบัญชีในการปฏิบัติงานทางด้านบัญชีที่เป็นที่ต้องการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เขตอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ภาพรวมรายด้าน อยู่ในระดับมาก คือ สมรรถนะด้านภาษาและการสื่อสาร สมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ สมรรถนะด้านค่านิยมจรรยาบรรณและทัศนคติทางวิชาชีพ ตามลำดับ

ผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถาม จากการรวบรวมแบบสอบถามทั้งสิ้น จำนวน 201 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในช่วงอายุ 40-49 ปี ระดับการศึกษาผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ คือระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และมีประสบการณ์ในการทำงานด้านการบัญชี มากกว่า 10 ปี

ผลการศึกษาข้อมูลด้านการปฏิบัติงานด้านการบัญชีและค่าตอบแทน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับข้องกับการบัญชี 3 ลำดับแรก คือ บัญชีรายได้/รายจ่าย บัญชีการเงิน และบัญชีสินทรัพย์ ตามลำดับ และด้านค่าตอบแทนที่ได้จากการปฏิบัติงานด้านการบัญชี พบว่า ของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีค่าตอบแทนรายเดือน ต่ำกว่า 10,000 บาท และมีค่าตอบแทนจากการปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ ต่ำกว่า 5,000 บาท ซึ่งสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ แสดงดังนี้

1. ผลการศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ จำแนกรายด้าน พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.57 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.51 รองลงมา คือ ด้านทัศนคติในวิชาชีพ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และด้านที่อยู่ในระดับมาก คือ ด้านการใช้เทคโนโลยี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ด้านทักษะทางวิชาชีพบัญชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และด้านความรู้ความสามารถ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบด้วยวิธีการสถิติ ANOVA ในการศึกษาสมรรถนะของนักบัญชี กับกลุ่มนักบัญชีในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์

การวิจัยได้นำข้อมูลแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อระบุระดับคะแนนของสมรรถนะของนักบัญชี กับกลุ่มนักบัญชีในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ แสดง Table 1 ดังนี้

Table 1. Comparison of Competency Mean Score of Different Ages of Accountants in the Administration of Finance Division, Local Administrative Organizations, Uttaradit Province

Factor B : Competency Mean Score							
Factor A : Ages	Cognitive	Accounting Professional Skills	Interpersonal Interaction	Morality in Work	Attitude	Technology	Total
20-29 Yrs	18.23	17.33	20.12	20.52	20.34	19.87	116.41
30-39 Yrs	19.32	20.21	18.78	20.21	20.1	20.05	118.67
40-49 Yrs	19.67	20.82	21.32	22.12	19.78	21.41	125.12
50 Yrs or Older	21.17	21.65	21.12	22.75	22.64	22.1	131.43
Total	78.39	80.01	81.34	85.60	82.86	83.43	491.63

จาก Table 1 การเปรียบเทียบอายุและค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะของผู้ปฏิบัติงานด้านการบัญชี กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่มีมากที่สุด คือ สมรรถนะด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 85.60 และคะแนนเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ สมรรถนะด้านความรู้ความสามารถ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 78.39 สาเหตุที่น้อยเนื่องจากสาเหตุของนักมีการเรียนรู้ที่มาก แต่เมื่อทำงานจะรับผิดชอบงานในสาขาใดด้านหนึ่งเท่านั้น สาเหตุดังกล่าวจึงนำมาหาความแตกต่างว่าช่วงอายุส่งผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานหรือไม่ และค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านแตกต่างกันหรือไม่ โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีเงื่อนไขในการตัดสินใจจากค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้จากค่า F ถ้ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤตเปิดตาราง F จะปฏิเสธ H_0 และการยอมรับ H_1 ของสมมติฐานที่ 1 และ 2 นำแบบสอบถามมาสรุปช่วงอายุ และค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะ ซึ่งได้ผลแสดง Table 2 ดังนี้

Table 2. ANOVA Analysis on Accountants' Competency Affecting the Administration of Finance Division, Local Administrative Organizations, Uttaradit Province

Source of variation	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Value
Treatments	5	8.28	1.65	2.70
Blocks	3	22.95	7.65	12.47
Error	15	9.19	0.61	
Total	23	40.43		

จาก Table 2 แสดงผลจากการคำนวณตามสูตร ซึ่งการแจกแจงแบบ F ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ได้ค่า F เปิดตาราง $F_{0.05,5,15} = 2.90$ และ $F_{0.05,3,15} = 3.29$ โดยสรุปผลได้ดังนี้

(1) สมมติฐานที่ 1 ได้ค่า F เปิดตาราง $F_{0.05,5,15} = 2.90$ ได้ค่า F จากการคำนวณ 2.70 จึงอยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ คือ กลุ่มช่วงอายุของนักบัญชีไม่ส่งผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี แสดง Figure 1 ดังนี้

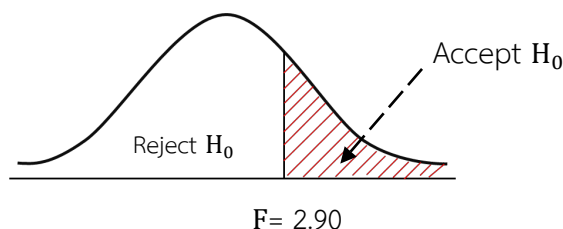


Figure 1. Results of Testing Hypothesis 1

(2) สมมติฐานที่ 2 ได้ค่า F เปิดตาราง $F_{0.05,3,15} = 3.29$ ได้ค่า F จากการคำนวณ 12.47 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 คือ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดง Figure 2 ดังนี้

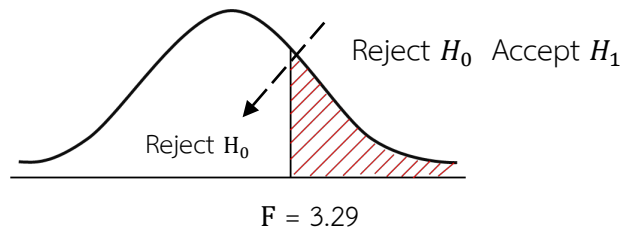


Figure 2. Results of Testing Hypothesis 2

จากการศึกษาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์สถิติ ANOVA แบบ 2 ทาง กับกลุ่มประชากรของผู้ปฏิบัติงานด้านการบัญชีขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ การทดสอบสมมติฐานที่ 1 ได้ค่าจากการคำนวณค่า F เท่ากับ 2.70 ได้ค่าวิกฤตเปิดตารางเท่ากับ 2.90 จึงบอกได้ว่าจากการคำนวณค่า $F = 2.70$ อยู่ในบริเวณยอมรับ H_0 ซึ่งหมายถึง กลุ่มช่วงอายุของนักบัญชีไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 การทดสอบสมมติฐานที่ 2 ได้ค่าจากการคำนวณค่า F เท่ากับ 12.47 ได้ค่าวิกฤตเปิดตารางเท่ากับ 3.29 จึงบอกได้ว่าจากการคำนวณค่า $F = 12.47$ อยู่ในบริเวณปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 ซึ่งหมายถึง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน จากคะแนนสมรรถนะทั้ง 6 ด้าน

อภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ได้แก่ ด้านความรู้ความสามารถ ด้านทักษะทางวิชาชีพบัญชี ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงาน ด้านทัศนคติในวิชาชีพ และด้านการใช้เทคโนโลยี ซึ่งด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และรองลงมา คือ ด้านทัศนคติในวิชาชีพ จากข้อมูลการวิเคราะห์ พบว่า จริยธรรมในการปฏิบัติงานมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีองค์ประกอบ คือ ความมีวินัยในการเคารพกฎระเบียบ ข้อบังคับ และการมีทัศนคติที่ดีต่อจรรยาบรรณของวิชาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา และแนวคิดของ อาทิตย์ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง สมรรถนะของนักบัญชีที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการบริหารระบบการเงินและบัญชีของกองทัพบก และพิมพ์ผกา และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สมรรถนะของนักวิชาชีพบัญชีต่อการปฏิบัติงานในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอเมืองจังหวัดกำแพงเพชร โดยได้กล่าวว่า สมรรถนะเป็นความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นของบุคลากรในการทำงาน เพื่อใช้ในการตัดสินใจซึ่งมีอิทธิพลทางบวกต่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน

สรุป

จากการศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ และ 2) เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบด้วยวิธีการสถิติ ANOVA โดยประชากรที่ใช้ในโครงการนี้ คือ ผู้ปฏิบัติงานด้านการบัญชีในส่วนการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 201 คน โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการเปรียบเทียบด้วยวิธีการสถิติ ANOVA ทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนสองทางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านจริยธรรมในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.41 รองลงมา คือ ด้านทัศนคติในวิชาชีพ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และด้านที่อยู่ในระดับมาก คือ ด้านการใช้เทคโนโลยี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ด้านทักษะทางวิชาชีพบัญชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และด้านความรู้ความสามารถ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 ตามลำดับ และการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยวิธีการสถิติ ANOVA แบบ 2 ทาง พบว่า กลุ่มช่วงอายุของนักบัญชีไม่ส่งผลต่อสมรรถนะในการปฏิบัติงานด้านบัญชี และสมมติฐานที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน จากคะแนนสมรรถนะทั้ง 6 ด้านจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินี้ ได้นำผลการวิจัยนี้เสนอแนะข้อมูลสมรรถนะของนักบัญชีที่มีผลต่อการบริหารงานกองคลังขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่น กับหน่วยงานในพื้นที่จังหวัด การเผยแพร่ให้กับนักศึกษาที่จะเข้าศึกษาในแผนกบัญชีของพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ และเป็นแนวทางในการปรับหลักสูตรการเรียนการสอน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากการสนับสนุนทุนวิจัยจากหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการบัญชี วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ และโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยอำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ผล อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการในการดำเนินการวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

ปารเมศ ชูติมา. (2545). *การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
พิมพ์ผกา วงศ์ทองแก้ว, รุ่งนภา สีดา, มัทนา ฤทธิแก้ว, เกศณี โอนสา, และนิตยา ทิยานัน. (2562). *สมรรถนะของนักวิชาชีพบัญชีต่อการปฏิบัติงานในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร*. ใน กองบรรณาธิการ, *งานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน*, การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 (น. 236-245). สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.



- วิภาพร ทิมบำรุง. (2558) *สมรรถนะทางวิชาชีพของนักบัญชีที่คาดหวังของผู้บริหารในสายงานบัญชี และการเงินในบริษัทมหาชน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธุรกิจ บัณฑิตย.
- สภาวิชาชีพบัญชี. (2560). *มาตรฐานการศึกษาระหว่างประเทศสำหรับผู้ประกอบวิชาชีพบัญชี ฉบับที่ 8*. สภาวิชาชีพบัญชี ในพระบรมราชูปถัมภ์. <https://www.tfac.or.th/Article/Detail/66980>
- สุระศักดิ์ ชะมารัมย์. (2559). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการบริหารราชการไทย*. บทความทาง วิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด: แหล่งความรู้ตลอดชีวิต. <https://articles.reru.ac.th/article.php?id=150>
- สำนักราชบัณฑิตยสภา. (2566). *สมรรถนะ หัวใจของความฉลาดรู้*. สำนักราชบัณฑิตยสภา. <https://www.orst.go.th/FILEROOM/CABROYINWEB/DRAWER04/GENERAL/>
- สำนักงานจังหวัดอุดรธานี. (2566). *หน่วยงานราชการในจังหวัดอุดรธานี*. จังหวัดอุดรธานี. http://www.uttaradit.go.th/Government_uttaradit/
- อาทิตย์ อธิคม. (2562). *สมรรถนะของนักบัญชีที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการบริหารระบบการเงินและ งบประมาณ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- Montgomery D. C. (2018). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons. New York.

การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่
จังหวัดอุดรดิตถ์ของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด

A Study of Cassava Starch Production Costs from Raw Materials in the Area
and Outside Uttaradit of Dragon Green Energy Company, Limited

อดุลย์ พุกอินทร์^{1*} เขมิสร่า พุกอินทร์² ชนัญชิตา ทรงคุณ² ชนัญญภัค แสงสาย² และ ผกามาศ พุกอินทร์³

¹หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อุดรดิตถ์ 53000

²โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย เชียงใหม่ 50000

³หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการบัญชี วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรดิตถ์

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3 อุดรดิตถ์ 53000

*Corresponding author. E-mail address: adun999@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด เลือกใช้ประชากรแบบเจาะจง โดยการสัมภาษณ์ ผู้บริหารบริษัท กรรมการผู้จัดการ พนักงานบัญชี และพนักงานฝ่ายบุคคล การนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตมาจาก 2 แหล่ง ได้แก่ วัตถุดิบในพื้นที่ และวัตถุดิบนอกพื้นที่จังหวัด การผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 22,477,076 บาท กำไรขั้นต้น 3,937,924 บาท อัตรากำไรขั้นต้นร้อยละ 14.90 และการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 19,011,265 บาท กำไรขั้นต้น 3,188,735 บาท อัตรากำไรขั้นต้นร้อยละ 14.36 จะเห็นว่าอัตรากำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่มีอัตรากำไรขั้นต้นสูงกว่า 0.54 การผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่มีต้นทุนการผลิตต่อตัน เท่ากับ 12,763.81 บาท ประกอบด้วยวัตถุดิบทางตรงร้อยละ 71.29 ค่าแรงงานทางตรงร้อยละ 3.14 และค่าใช้จ่ายในการผลิตร้อยละ 25.57 และการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตต่อตัน เท่ากับ 12,845.44 บาท ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรงร้อยละ 70.84 ค่าแรงงานทางตรงร้อยละ 2.80 และค่าใช้จ่ายในการผลิตร้อยละ 26.36 ซึ่งต้นทุนการผลิตของการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ ต่ำกว่า 81.63 บาทต่อตัน

คำสำคัญ: ต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง วัตถุดิบนอกพื้นที่ วัตถุดิบในพื้นที่

Abstract

This research objective was to study and compare the cost of producing cassava starch from raw materials in the area and outside Uttaradit of Dragon Green Energy, company, limited. The population was selected by purposive sampling that consisted of the company administrators, the managing director, accountants, and employees of the personnel department. The raw materials used in the production process were from 2 sources: raw materials in the province and raw materials outside the province. The study of cassava starch production in the province revealed that the production cost of raw materials in the province was 22,477,076 baht, gross profit was 3,937,924 baht, gross profit ratio was 14.90%, and the production cost of raw materials outside the province was 19,011,265 baht, gross profit was 3,188,735 baht, gross profit ratio was 14.36%. It showed that gross profit of cassava starch production in the province was higher than outside the province 0.54%. The cost of cassava starch production in the province was 12,763.81 baht a ton, and it consisted of direct raw material costs of 71.29%, direct labor costs of 3.14%, and the production cost of 25.57%. Meanwhile, the cost of cassava starch production outside the province was 12,845.44 baht a ton, and it consisted of direct raw material costs of 70.84%, direct labor costs of 2.80%, and the production cost of 26.36%. The production cost of cassava raw materials in the province was lower than raw materials outside the province 81.63 baht a ton.

Keywords: Cassava starch production cost, Off-season raw materials, In-season raw materials

บทนำ

ประเทศไทยมีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อได้ยังไม่สามารถระบุได้ แต่สันนิษฐานว่าน่าจะเข้ามาในระยะเดียวกันกับการเข้าสู่ประเทศศรีลังกา และฟิลิปปินส์ คือ ประมาณ ปี พ.ศ. 2329-2383 และคาดว่ามี การนำมันสำปะหลังจากมาลาเยมาปลูกในภาคใต้ของประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2329 มันสำปะหลังมีชื่อเดิม เรียกว่า มันสำโรง หรือมันไม้ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า มันต้นเตี้ย ทางภาคใต้เรียกว่า มันเทศ คำว่า สำปะหลัง คล้ายกับคำในภาษาชวาตะวันตกที่เรียกมันสำปะหลังว่า สัมเปอ (Sampou) ซึ่งมีความหมาย แปลว่า พืชที่มีรากขยายใหญ่ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2566) การปลูกมัน สำปะหลังเป็นการค้า เพื่อใช้ทำแป้งและสาकुในภาคใต้ ซึ่งปลูกระหว่างแถวของต้นยางพารากันมากกว่า 70 ปี โดยเฉพาะที่จังหวัดสงขลามีอุตสาหกรรมทำแป้งและสาकुจำหน่ายไปยังป็นัง และประเทศสิงคโปร์ ต่อมา มีการ ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออก คือ จังหวัดชลบุรี ระยอง และขยายไปจังหวัดใกล้เคียง และจังหวัดอื่น ๆ ในภาคเหนือ ภาคอีสาน เนื่องจากความต้องการของตลาดในด้านผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เพื่อใช้ในการเลี้ยง

สัตว์ และอุตสาหกรรมแป้งมัน (Shuai, et al, 2021) ที่เพิ่มมากขึ้น (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

มันสำปะหลังถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เกษตรกรนิยมปลูกมันสำปะหลังเป็นอย่างมาก เพราะทนต่อสภาพแล้ง ปลูกง่าย ศัตรูพืชน้อย ทนต่อสภาวะฝนทิ้งช่วง และทนต่อสภาวะหนาวเมื่อฝนตกติดต่อกันเป็นระยะเวลาสั้น แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ อุบลราชธานี สระแก้ว เลย อุดรธานี กาญจนบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย แพร่ และอุดรดิตถ์ มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ มันสำปะหลังชนิดหวาน และมันสำปะหลังชนิดขม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ทั้งบริโภคเป็นอาหารโดยตรง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ได้แก่ มันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งการผลิตแป้งจากมันสำปะหลังจะได้แป้งเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 5.8 และ 1.79 ต่อหัวมันสำปะหลัง 100 กรัม (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2566)

ปัจจุบันในจังหวัดอุดรดิตถ์มีการปลูกมันสำปะหลังเป็นช่วงฤดูกาล เกษตรกรนิยมทำพืชผสมผสาน ไม่ได้ปลูกมันสำปะหลังตลอดทั้งปี ซึ่งมีระยะเวลาการปลูกเพียง 6 เดือน จังหวัดอุดรดิตถ์ มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในอำเภอทองแสนขัน อำเภอตรอน มีปริมาณการจำหน่าย 268.95 ล้านบาท มีผลผลิต 128,604 ตัน ใช้ทำแป้งมันในพื้นที่ปริมาณร้อยละ 23 ของการผลิตในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) จึงทำให้ บริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด ซึ่งเป็นกิจการแปรรูป มันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์แป้งมัน มียอดจำหน่ายต่อปีมากกว่า 48 ล้านบาท โดยมีการซื้อวัตถุดิบต่อรอบฤดูกาล มาจากในและนอกพื้นที่จังหวัด เช่น จังหวัดสุโขทัย จังหวัดแพร่ เป็นต้น ซึ่งมีราคาที่แตกต่างกันวัตถุดิบมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์สามารถนำเข้าสู่กระบวนการผลิตได้เพียง 3 เดือนแรกของฤดูกาล ส่วนในอีก 3 เดือนหลังของฤดูกาล ต้องนำวัตถุดิบจากนอกพื้นที่เข้าสู่กระบวนการผลิต เพื่อให้ทันต่อปริมาณการผลิตในแต่ละรอบการผลิต

จากความสำคัญดังกล่าวกลุ่มผู้วิจัย จึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาต้นทุนวัตถุดิบการผลิตแป้งมันสำปะหลังของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด ที่มีการใช้วัตถุดิบในพื้นที่จังหวัด และวัตถุดิบนอกพื้นที่จังหวัด โดยใช้วิธีการบัญชีต้นทุน เพื่อสืบทราบต้นทุนการผลิตที่แตกต่างกัน (Jani S.P, et al. 2021) ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและตัดสินใจของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด

ระเบียบวิธีวิจัย

โครงการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัดมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ของบริษัท ดรากอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด กลุ่มผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการ ในการเลือกประชากร จำนวน 5 คน แบบเจาะจง โดยการสัมภาษณ์ ได้แก่ ผู้บริหาร จำนวน 2 คน กรรมการผู้จัดการ จำนวน 1 คน พนักงานบัญชี จำนวน 1 คน และพนักงานฝ่ายบุคคล จำนวน 1 คน

1. การออกแบบเครื่องมือวิจัย

1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลต้นทุนการผลิตแปะมันสำปะหลัง โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในบริษัท ทรายคอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด แบ่งเป็นการซื้อวัตถุดิบที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัด และการซื้อวัตถุดิบนอกพื้นที่จังหวัด ตลอดจนค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิตที่เกิดขึ้นทั้ง 2 ลักษณะ โดยนำข้อมูลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและเปรียบเทียบ

2) ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการทบทวนวรรณกรรมจากแหล่งข้อมูลหนังสือ ฐานข้อมูลทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ วารสารวิชาการ และงานวิจัย

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

- 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จำนวน 1 ชุด
- 2) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา และโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ผล

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การเก็บข้อมูล กลุ่มผู้วิจัยลงพื้นที่เก็บข้อมูลต้นทุนการผลิตแปะมันสำปะหลังของบริษัท ทรายคอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 37 หมู่ 6 ตำบลน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี โดยเริ่มตั้งแต่ 3 เดือนแรกของฤดูกาล ซึ่งเป็นช่วงที่จัดหาวัตถุดิบแปะมันสำปะหลังในพื้นที่ และช่วง 3 เดือนหลังของฤดูกาล ซึ่งเป็นช่วงที่บริษัทจัดหาวัตถุดิบนอกพื้นที่จังหวัดอุดรธานี และนำข้อมูลในการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งฤดูกาลการผลิต จำนวน 6 เดือน มาคำนวณโดยใช้วิธีการบัญชีต้นทุน แสดงดัง Figure 1



Figure 1. Collecting data in production to calculate production costs using the cost accounting method.

3. สูตรในการศึกษาต้นทุนการผลิตแปะมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรธานีของบริษัท ทรายคอน กรีน เอ็นเนอจี จำกัด

กลุ่มผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต ดังนี้

S = ฤดูกาลในการคำนวณต้นทุนการผลิตแปะมันสำปะหลัง

i = การผลิตแปะมันสำปะหลังในพื้นที่แทนด้วย i หรือ 1, 2, 3,..... n

3.1 สูตรที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิต (Total Costs) ของการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่
แทนด้วย i แสดงดังสูตรที่ 1

$$TC_{Si} = DM_{Si} + DL_{Si} + OH_{Si} \quad (1)$$

โดยที่

TC_{Si} = ต้นทุนของการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ i

DM_{Si} = วัตถุดิบที่ใช้ไปในการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ i

DL_{Si} = ค่าแรงทางตรงที่ใช้ในการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ i

OH_{Si} = ค่าใช้จ่ายในการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ i

3.2 การคำนวณหากำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ แสดงดังสูตรที่ 2

$$GP_{Si} = TR_{Si} - TC_{Si} \quad (2)$$

โดยที่

GP_{Si} = กำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่

TR_{Si} = ยอดการจำหน่ายแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่

3.3 การคำนวณหาอัตรากำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ แสดงดังสูตรที่ 3

$$GPP_{Si} = \frac{TR_{Si} - TC_{Si}}{TR_{Si}} \times 100 \quad (3)$$

โดยที่

GPP_{Si} = อัตรากำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชานนท์ (2559) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งและลดต้นทุนการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัท AA อีคอมเมิร์ซ พบปัญหาการจัดส่งสินค้าที่ล่าช้าของพนักงานจัดส่ง ขาดประสิทธิภาพ ในการจัดส่งที่ไม่เป็นมาตรฐาน ทำให้เกิดความล่าช้า การศึกษาใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการทางโลจิสติกส์ มาช่วยในการลดขั้นตอน และกระบวนการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งให้สูงขึ้นและต้นทุนทางการขนส่งที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

ชัยสิทธิ์ (2561) การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนฐานกิจกรรม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก มีวัตถุประสงค์เพื่อ นำเอาวิธีคิดต้นทุนฐานกิจกรรมมาประยุกต์ใช้ในธุรกิจบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีผล ทำให้สามารถกำหนดราคาขายให้ได้กำไรที่ถูกต้อง แม่นยำ ผลการวิจัยพบว่า มีการคิดต้นทุนแบบเดิมคือการปันส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ตามจำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรงที่เกิดขึ้นเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่

สามารถสะท้อนต้นทุน ที่แท้จริงจากการผลิตได้ ทำให้เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปกำหนดราคาขายอาจทำให้ไม่ได้กำไรตามที่ตั้งไว้ ร้อยละ 40 จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพื่อให้ได้ต้นทุนที่แท้จริง

ผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง มีจำนวนพนักงานในบริษัท เพศชาย 29 คน และเพศหญิง 6 คน บริษัทมีการวางแผนในการผลิตสินค้าให้ตรงกับฤดูกาลเก็บผลผลิตมันสำปะหลังของพื้นที่จังหวัด และนอกพื้นที่จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดแพร่ มาแปรรูปเพื่อผลิตแป้งมันสำปะหลัง บริษัทมีการจำหน่ายสินค้าไปยังโรงงานที่ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว โรงงานลูกชิ้นทั้งใน และนอกจังหวัดอุดรดิตถ์

1. ผลการศึกษาข้อมูลต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ กลุ่มผู้วิจัยใช้หลักการบัญชีต้นทุนในการสรุปข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ แบบมีโครงสร้างที่พัฒนาขึ้น และดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ การสัมภาษณ์นำข้อมูลมาวิเคราะห์ในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อกำหนดต้นทุนการผลิต (Total Costs) คำนวณหากำไรขั้นต้น และคำนวณหาอัตรากำไรขั้นต้น ของการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ แสดงดัง Table 1

Table 1. Details of Cassava Starch Production Costs from Raw Materials in the Area and Outside Uttaradit

Cost Details	Raw Materials in Uttaradit			Raw Materials Outside Uttaradit		
	(3 Months)			(3 Months)		
Raw Materials (Tons)	1,580	1,934	1,757	1,836	1,167	878
Cost/Ton (Baht)	3,040.00	3,040.00	3,040.00	3,470.00	3,470.00	3,470.00
1 Direct Material (Cassava) (Baht)	4,803,200.00	5,879,360.00	5,341,280.00	6,370,920.00	4,049,490.00	3,046,660.00
2 Direct Labor (Baht)	25,196.00	233,360.00	247,286.00	232,967.00	149,626.00	149,626.00
- Production Staff Wages						
- Packaging Staff Wages						
3 Manufacturing	541,703.00	662,765.00	602,234.00	718,166.00	456,548.00	343,694.00
Overhead (Baht)	829,600.00	992,655.00	911,127.00	1,067,273.00	714,909.00	562,909.00
- Utilities Expenses						
- Fuel Oil Expenses	62,642.00	62,642.00	95,026.00	93,293.00	75,655.00	72,529.00
- Chemical Expenses	250,000.00	240,000.00	230,000.00	250,000.00	200,000.00	190,000.00
- Repair & Maintenance	9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00
- Depreciation on Plant & Machinery	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00
- Salaries of Production Staff						

Cost Details	Raw Materials in Uttaradit (3 Months)			Raw Materials Outside Uttaradit (3 Months)		
	Total Production Cost (Baht)	6,801,341.00	8,159,782.00	7,515,953.00	8,821,619.00	5,735,228.00
Total Output (Tons)	528	646	587	700	445	335
Price per Ton (Baht)	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
Sales	7,920,000.00	9,690,000.00	8,805,000.00	10,500,000.00	6,675,000.00	5,025,000.00
Cost of Sales	6,801,341.00	8,159,782.00	7,515,953.00	8,821,619.00	5,735,228.00	4,454,418.00
Gross Profit	1,118,659.00	1,530,218.00	1,289,047.00	1,678,381.00	939,772.00	570,582.00
Gross Profit Margin	14.12	15.79	14.64	15.98	14.08	11.35

2. ผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ แสดงรายละเอียดต้นทุนการผลิต ดัง Table 2

Table 2. Cost Comparison of Cassava Starch Production using Raw Materials in the Area and Outside Uttaradit

Variable	Raw Materials in Uttaradit (3 Months)		Raw Materials Outside Uttaradit (3 Months)			difference	
	Direct Material (5,271 Tons)	16,023,840		Direct Material (3,881 Tons)	13,467,070		
Cost	Direct Labor	705,842	Direct Labor	532,219			
	- Production Staff Wages		- Production Staff Wages				
	- Packaging Staff Wages		- Packaging Staff Wages				
Manufacturing Overhead	5,480,394	22,210,076	Manufacturing Overhead	4,744,976	18,744,265	3,465,811	
	- Utilities Expenses		- Utilities Expenses				
	- Fuel Oil Expenses		- Fuel Oil Expenses				
	- Chemical Expenses		- Chemical Expenses				
	- Repair & Maintenance		- Repair & Maintenance				
Fixed	Manufacturing Overhead	267,000	267,000	Manufacturing Overhead	267,000	267,000	-
Cost	- Depreciation on Plant & Machinery			- Depreciation on Plant & Machinery			
	- Salaries of Production Staff			- Salaries of Production Staff			
Total Production Cost		22,477,076	Total Production Cost	19,011,265		3,465,811	
Sales		26,415,000	Sales	22,200,000		4,215,000	
Gross Profit		3,937,924	Gross Profit	3,188,735		749,189	
Gross Profit Margin		14.90	Gross Profit Margin	14.36		0.54	
Production Cost per Ton (1,761 Tons)		12,763.81	Production Cost per Ton (1,480 Tons)	12,845.44		81.63	

การผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 22,477,076 บาท มียอดขาย 26,415,000 บาท กำไรขั้นต้น 3,937,924 บาท อัตรากำไรขั้นต้นร้อยละ 14.90 ต้นทุนการผลิตต่อตัน 12,763.81 บาท และการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 19,011,265

บาท มียอดขาย 22,200,000 บาท กำไรขั้นต้น 3,188,735 บาท อัตรากำไรขั้นต้นร้อยละ 14.36 ต้นทุนการผลิตต่อตัน 12,845.44 บาท จะเห็นได้ว่าอัตรากำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่มีอัตรากำไรขั้นต้นสูงกว่า 0.54 และมีต้นทุนการผลิตต่อตันต่ำกว่า 81.63 บาท โดยรายละเอียดของข้อมูลเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ และนอกพื้นที่ แสดงดัง Figure 2

Cost of Cassava Starch Production Using Raw Materials in the Area and Outside Uttaradit (Baht)

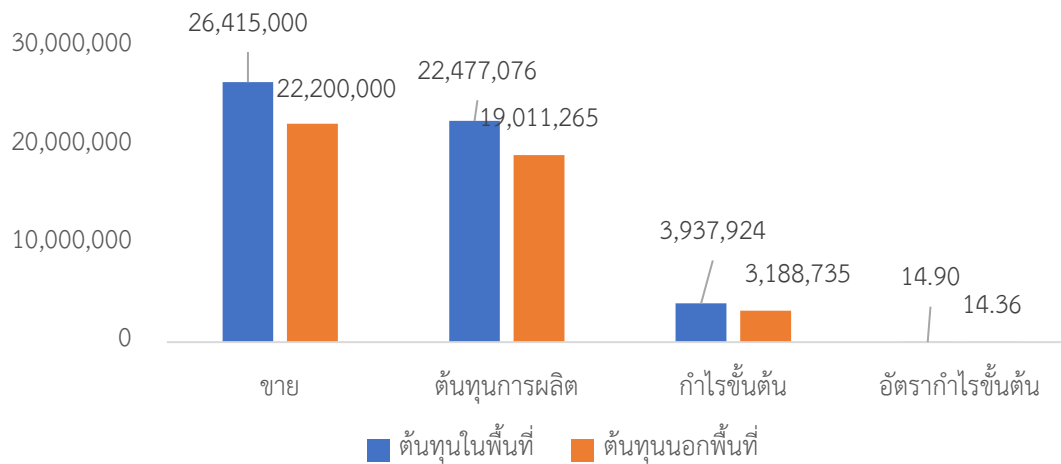


Figure 2. Cost Comparison of Cassava Starch Production using Raw Materials in the Area and Outside Uttaradit

ซึ่งต้นทุนการผลิตต่อตัน ในการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่ และนอกพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ประกอบด้วยวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต แสดงดัง Table 3

Table 3. Details of Production Cost per Unit of Cassava Starch Production using Raw Materials in the Area and Outside Uttaradit

Production Cost Per Unit (Ton)	Raw Materials in Uttaradit		Raw Materials outside Uttaradit	
	Cost (Baht)	%	Cost (Baht)	%
Direct Material	9,099.28	71.29	9,099.37	70.84
Direct Labor	400.82	3.14	359.61	2.80
Manufacturing Overhead	3,263.71	25.57	3,386.47	26.36
Total Production Cost	12,763.81		12,845.44	

จาก Table 3 การผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตต่อตัน เท่ากับ 12,763.81 บาท ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรงร้อยละ 71.29 ค่าแรงงานทางตรงร้อยละ 3.14 และค่าใช้จ่ายในการผลิตร้อยละ 25.57 และการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตต่อตัน เท่ากับ

12,845.44 บาท ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรงร้อยละ 70.84 ค่าแรงงานทางตรงร้อยละ 2.80 และค่าใช้จ่ายในการผลิตร้อยละ 26.36 โดยแสดงรายละเอียดต้นทุนการผลิตต่อตัน ในการผลิตแป้งมันสำปะหลังในพื้นที่และนอกพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ดัง Figure 3

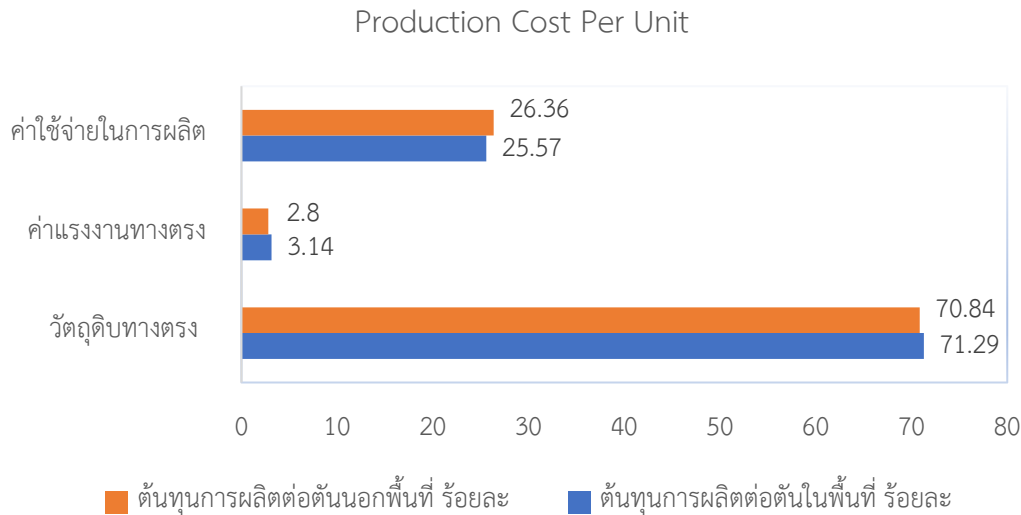


Figure 3. Details of Production Cost per Unit of Cassava Starch Production using Raw Materials in the Area and Outside Uttaradit

สรุป

กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ ผู้บริหารบริษัท กรรมการผู้จัดการ พนักงานบัญชี และพนักงานฝ่ายบุคคล แบบเจาะจง ซึ่งการวิจัยพบว่า วัตถุดิบมันสำปะหลังที่ใช้ผลิตแป้งมันมีการใช้วัตถุดิบ 2 แบบ คือ มันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ และมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ การผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 22,477,076 บาท มียอดขาย 26,415,000 บาท กำไรขั้นต้น 3,937,924 บาท อัตรากำไรขั้นต้นร้อยละ 14.90 และการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 19,011,265 บาท มียอดขาย 22,200,000 บาท กำไรขั้นต้น 3,188,735 บาท อัตรากำไรขั้นต้นร้อยละ 14.36 จะเห็นได้ว่าอัตรากำไรขั้นต้นของการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่มีอัตรากำไรขั้นต้นสูงกว่า 0.54 การผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่มีต้นทุนการผลิตต่อตัน เท่ากับ 12,763.81 บาท ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรงร้อยละ 71.29 ค่าแรงงานทางตรง ร้อยละ 3.14 และค่าใช้จ่ายในการผลิตร้อยละ 25.57 และการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบนอกพื้นที่ มีต้นทุนการผลิตต่อตัน เท่ากับ 12,845.44 บาท ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรงร้อยละ 70.84 ค่าแรงงานทางตรงร้อยละ 2.80 และค่าใช้จ่ายในการผลิตร้อยละ 26.36 ซึ่งต้นทุนการผลิตของการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากวัตถุดิบในพื้นที่ ต่ำกว่า 81.63 บาทต่อตัน จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบทางตรง และค่าแรงงานทางตรง จะเป็นไปในทิศทางกับปริมาณการผลิตเนื่องจากเป็นต้นทุนผันแปร แต่ในส่วนของค่าใช้จ่ายในการผลิตจะสูงขึ้นเนื่องจากเป็นต้นทุนผสมระหว่างต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ เมื่อปริมาณการผลิตจะมากหรือน้อยก็การยังคงต้องยัง

จ่ายต้นทุนคงที่ จากการวิจัยได้นำเสนอแก่ผู้บริหารบริษัท ใช้เป็นแนวทางในการวางแผน ควบคุม และตัดสินใจ
ในการดำเนินธุรกิจ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากการสนับสนุนทุนวิจัยจากหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ และโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่ โดยอำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ผล อุปกรณ์ และ
ห้องปฏิบัติการในการดำเนินการวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชานนท์ หวังดี. (2559). *เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งและลดต้นทุนการขนส่ง กรณีศึกษาบริษัท AA
อีคอมเมิร์ซ* [การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
<https://searchlib.utcc.ac.th/library/onlinethesis/300557.pdf>
- ชัยสิทธิ์ แซ่ลิ้ม, (2561). *การวิเคราะห์ต้นทุนฐานกิจกรรม : กรณีศึกษาโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก*.
[การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสยาม.
<http://dric.nrct.go.th./fulltext.pdf>
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2566). *มันสำปะหลัง พันธุ์ซีเอสซี 65*.
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : <https://www3.rdi.ku.ac.th>
- สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *มันสำปะหลังและ
ผลิตภัณฑ์*. ฐานข้อมูลและยกระดับสินค้า OTOP: [http://www.sptn.dss.go.th/
otopinfo/index.php/en/contactus](http://www.sptn.dss.go.th/otopinfo/index.php/en/contactus)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). *ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร*. สำนักงานเศรษฐกิจ
การเกษตร: <https://mis-app.oae.go.th>
- Shuai X., Shujie X., Xiaoli G., Liping T. and Tongjun L. (2021). Low-cost and highly efficient
production of bacterial cellulose from sweet potato residues: Optimization,
characterization, and application. *International Journal of Biological Macromolecules*.
196, 172-179.
- Jani, S.P., Senthil, K. A., Adam K. M. and Sujin J. A. (2021) Design and optimization of unit
production cost for AWJ process on machining hybrid natural fibre composite
material. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 4(4), 491-
497.

การตัดสินใจละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมภายใต้ภาษีและเงินเฟ้อ: การใช้แบบจำลองแบบเชิง
กำหนดโดยอิงจากอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในไทย

Optimal Scrapping Decisions under Taxation and Inflation: towards a
Deterministic Model Based on the Thai Logistics Industry

ณัฐวุฒิ คุ้มฉนวนเชียรชัย^{1*}

¹คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

*Corresponding author. E-mail address: fbunwk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแบบจำลองการละทิ้งสินทรัพย์เชิงกำหนดภายใต้ภาษีและเงินเฟ้อ และตรวจสอบคุณสมบัติของแบบจำลองด้วยการจำลองสถานการณ์โดยอ้างอิงข้อมูลทางธุรกิจของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มขึ้นของอัตราภาษีหรืออัตราเงินเฟ้อจะช่วยให้ผู้ใช้หวั่นวิตกทุกสิ่งทุกอย่างในหมู่ยานพาหนะของตนเองช้าลงถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ถูกเคลมค่าเสื่อมหมดก่อนถูกโยกทิ้ง แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ถูกเคลมค่าเสื่อมไม่หมดก่อนถูกโยกทิ้ง การเพิ่มขึ้นของปัจจัยแวดล้อมทั้งสองจะช่วยให้ผู้ใช้หวั่นวิตกทุกสิ่งทุกอย่างเร็วขึ้น การวิเคราะห์ความอ่อนไหวยังบ่งชี้ว่าอรรถิพลของอัตราภาษีมีขนาดสูงกว่าอรรถิพลของอัตราเงินเฟ้อ และสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่องค์กรธุรกิจเผชิญอยู่มีผลต่อพลังของอรรถิพลทางภาษีและเงินเฟ้อที่มีต่อนโยบายการละทิ้งสินทรัพย์ องค์ความรู้ที่ผลิตโดยงานวิจัยฉบับนี้เติมเต็มเรื่องราวของกลยุทธ์การบริหารสินทรัพย์ให้สมบูรณ์ เนื่องจากแบบจำลองที่ถูกใช้เป็นต้นแบบศึกษาเฉพาะนโยบายการแทนที่สินทรัพย์ ยังขาดการละทิ้งสินทรัพย์ซึ่งเป็นคนละกลยุทธ์กัน

คำสำคัญ: การละทิ้งสินทรัพย์ เงินเฟ้อ โลจิสติกส์ ภาษี ประเทศไทย รถบรรทุก

Abstract

This research aimed to 1) propose a deterministic asset scrapping model under taxation and inflation and 2) employ simulation to examine properties of the proposed model by using business data from the logistics industry in Thailand. The results showed that a higher tax rate or a higher inflation rate would incentivize trucking operators to delay or hasten scrapping their fleets for equipment that was completely or partially depreciated upon termination. Sensitivity analysis further indicated that the power of tax influence was stronger than that of inflation influence. Also, economic context surrounding operating firms mattered for the influential power of taxes and inflation in affecting the scrapping policy. The prototype model used to develop the current model only analyzes replacement policies, but lacks the investigation on scrapping strategies. This research fills the gap in asset management strategies.

Keywords: Asset scrapping, Inflation, Logistics, Taxation, Thailand, truck

บทนำ

แบบจำลองการแทนที่สินทรัพย์ (asset replacement model) ของ Koowattananianchai & Charles (2015) ถึงแม้จะค่อนข้างครอบคลุมตัวแปรแวดล้อมการตัดสินใจ ทั้งภาษี เงินเฟ้อ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี แต่ผู้สร้างแบบจำลองดังกล่าวยังไม่ได้อธิบายเรื่องราวที่สมบูรณ์ โดยพิจารณาแค่กรณีที่ต้องการแทนที่สินทรัพย์เพียงอย่างเดียว แต่ยังขาดกรณีของการละทิ้งสินทรัพย์ (asset abandonment) ที่เกิดขึ้นได้เช่นกันในการดำเนินธุรกิจ เช่น เมื่อไม่มีโอกาสการลงทุนที่ดีหลังการละทิ้งสินทรัพย์เดิม หรือคาดหวังว่าแผนธุรกิจที่ต้องใช้สินทรัพย์เดิมจะเจอการแข่งขันที่รุนแรงในอนาคต (Howe & McCabe, 1983) งานวิจัยฉบับนี้จึงต้องการนำเสนอแบบจำลองการละทิ้งสินทรัพย์โดยพัฒนาต่อเติมจากงานต้นแบบเพื่อเป็นการเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้งานสินทรัพย์ให้ครบถ้วน ในวรรณกรรมด้านระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้งานสินทรัพย์ การแทนที่สินทรัพย์และการละทิ้งสินทรัพย์มักถูกใช้ด้วยกันเพื่อหมายถึงการกำจัดสินทรัพย์เดิมเพื่อรองรับสินทรัพย์ใหม่ที่ดีกว่าเดิม (Billings & Glazunov, 2004) แต่จริงๆ แล้วการแทนที่สินทรัพย์และการละทิ้งสินทรัพย์ควรถูกแยกเป็นการตัดสินใจคนละประเภท และใช้กลยุทธ์ที่ต่างกันในการทำธุรกรรม น่าเสียดายที่แบบจำลองในการแทนที่ได้รับความนิยมมากกว่าในวรรณกรรม ส่วนแบบจำลองในการละทิ้งมักถูกพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ (special case) ของโครงสร้างแบบจำลองการแทนที่ที่กว้างกว่า สาเหตุที่วรรณกรรมด้านการละทิ้งสินทรัพย์มีอุปทานที่ค่อนข้างจำกัดก็เนื่องจากสมมติฐานที่ว่าองค์กรธุรกิจเป็นหน่วยงานที่ดำเนินงานต่อเนื่อง (going concern) ดังนั้นสินทรัพย์ทางธุรกิจจึงจะถูกแทนที่ด้วยสินทรัพย์ใหม่เรื่อยๆ งานวิจัยชิ้นนี้จึงต้องการเติมเต็มช่องว่างในวรรณกรรมด้านแบบจำลองการละทิ้งด้วยแบบจำลองใหม่ที่มีความครอบคลุมต่อปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจละทิ้งสินทรัพย์ และใช้งานได้

ในทางปฏิบัติ ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการนำเสนอนโยบายการละทิ้งที่เหมาะสมเมื่อสถานะแวดล้อมทางเศรษฐศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป

ที่ผู้วิจัยเลือกแบบจำลองการแทนที่ของ Koowattantianchai & Charles (2015) เป็นต้นแบบในการสร้างแบบจำลองการละทิ้งสินทรัพย์ เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างครอบคลุมต่อปัจจัยแวดล้อมทางธุรกิจที่กระทบต่อการตัดสินใจละทิ้ง โดยแบบจำลองดังกล่าวพิจารณาทั้งปัจจัยด้านภาษี เงินเพื่อ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และเป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากเป็นแบบจำลองเชิงกำหนด (deterministic) ส่วนแบบจำลองการแทนที่อีกประเภทเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นแบบสุ่มหรือมีความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้อง (stochastic process) เช่น แบบจำลองของ Zambujal-Oliveira & Duque (2011) และ Zarean et al. (2021) ทำให้ใช้ยากในทางปฏิบัติ เพราะมักไม่มีรูปแบบสมการหรือสูตรที่แน่นอน (closed form solution) การจะพัฒนารูปแบบสมการที่ชัดเจนในแบบจำลองการแทนที่สินทรัพย์แบบสุ่มจำเป็นจะต้องตั้งสมมติฐานให้การเคลื่อนไหวของพารามิเตอร์บางตัว เช่น ต้นทุนสินทรัพย์ เป็นกระบวนการแบบเกาส์ (Gaussian process) ซึ่งเป็นกระบวนการแบบสุ่มที่สามารถหา closed form solution ได้ แต่นักเศรษฐศาสตร์มากมาย เช่น Abidin & Jaffar (2014) Marathe & Ryan (2005) และ Reddy & Clinton (2016) คำนวณกระบวนการแบบเกาส์มีข้อเสียในการใช้งานจริงมากมาย และไม่เหมาะสมในการจำลองการเคลื่อนไหวของตัวแปรทางการเงิน

ในการพัฒนาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการละทิ้งสินทรัพย์จากแบบจำลองต้นแบบ ผู้วิจัยจะตัดทิ้งมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดจากสินทรัพย์ใหม่ และจะพิจารณาแค่มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดจากการใช้สินทรัพย์เดิมเท่านั้น ดังนั้นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เป็นปัจจัยที่กระทบการตัดสินใจแทนที่ในแบบจำลองต้นแบบ จึงกลายเป็นปัจจัยที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจละทิ้งสินทรัพย์ในแบบจำลองที่ถูกนำเสนอครั้งนี้ หลังจากนั้นผู้วิจัยจะใช้การจำลองสถานการณ์ (simulation) แบบเดียวกับงานของ Koowattantianchai et al. (2012) ในการระบุนโยบายการละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมเมื่ออัตราภาษีเงินได้หรืออัตราเงินเพื่อเปลี่ยนแปลงไป และจะเปรียบเทียบกับนโยบายการแทนที่ที่ถูกวิเคราะห์จากงานวิจัยต้นแบบ เพื่อดูความสอดคล้องหรือความขัดแย้ง อันจะทำให้การตัดสินใจทางธุรกิจด้านการใช้งานสินทรัพย์มีความสมบูรณ์ขึ้นกว่าเดิม โดยค่าพารามิเตอร์ที่ถูกใช้ในการจำลองสถานการณ์จะอ้างอิงมาจากข้อมูลทางธุรกิจของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีระยะเวลาในการลงทุนในอุปกรณ์ค่อนข้างสั้น เช่น หักรถบรรทุกของธุรกิจขนาดใหญ่จะถูกละทิ้งภายในเวลา 5 ปี ทั้งนี้เพื่อความพร้อมในการใช้งาน ความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ระยะเวลาการเคลมค่าเสื่อมหักรถบรรทุกของบริษัทขนส่งขนาดใหญ่จึงไม่เกิน 5 ปี และผู้ใช้รถบรรทุกจะละทิ้งอุปกรณ์โดยเร็วที่สุดเมื่อการเคลมค่าเสื่อมเพื่อลดหย่อนภาษีเสร็จสิ้น ส่วนองค์กรธุรกิจขนาดเล็กในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยมักจะต่อเวลาการใช้อุปกรณ์ให้นานกว่าระยะเวลาทางภาษี เนื่องจากไม่มีเงินทุนเพียงพอที่จะซื้ออุปกรณ์ใหม่ ดังนั้นอุปกรณ์ในหมุ่ยานพาหนะของบริษัทขนส่งขนาดเล็กจึงประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีอายุเยอะกว่าช่วงชีวิตทางภาษี

ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัยของการศึกษาครั้งนี้จะเริ่มที่การอภิปรายที่มาที่ไปของแบบจำลองก่อนที่จะอธิบายวิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของแบบจำลองด้วยการจำลองสถานการณ์ในหัวข้อถัดไป

แบบจำลอง

แบบจำลองการละทิ้งสินทรัพย์ครั้งนี้ถูกพัฒนามาจากแบบจำลองต้นแบบของ Koowattanatianchai & Charles (2015) การปรับให้เป็นแบบจำลองแบบละทิ้งทำได้ด้วยการตัดมูลค่าปัจจุบันทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากสินทรัพย์ใหม่ในแบบจำลองเดิมทิ้งไป เนื่องจากตัวแปรในแบบจำลองเดิมเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง (continuous) ตัวแปรในแบบจำลองใหม่จึงอยู่ภายใต้ระบบการต่อเนื่องของเวลา (continuous time setting) ซึ่งจะไม่สอดคล้องกับตัวแปรในทางปฏิบัติซึ่งอยู่ในระบบเวลาแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete time) การนำแบบจำลองไปใช้ในความเป็นจริงจึงต้องใช้รูปแบบของแบบจำลองในระบบเวลาไม่ต่อเนื่อง ซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนของการจำลองสถานการณ์

สัญลักษณ์ต่อไปนี้จะใช้อธิบายตัวแปรในแบบจำลองการละทิ้งครั้งนี้

- $Q(t_a, t_d)$ = มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดทั้งหมดที่ถูกสร้างจากสินทรัพย์ 1 หน่วยที่มีอายุ t_a และจะถูกละทิ้งเมื่ออายุ t_d
- T = อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลหน่วยสุดท้าย
- t = เวลา
- $\rho = \ln(1 + r)$ = อัตราดอกเบี้ยที่เมื่อถูกทบต้นแบบต่อเนื่องแล้วจะเท่ากับอัตราดอกเบี้ยต่อปี r โดยที่ $e^{\rho t} = (1 + r)^t$
- f = อัตราเงินเฟ้อ
- $\pi(t)$ = กระแสเงินสดจากกำไรสุทธิของสินทรัพย์ (เท่ากับรายได้ลบรายจ่าย) ที่อายุ t
- $D(t)$ = ค่าเสื่อมของสินทรัพย์ที่อายุ t
- $M(t)$ = ราคาตลาดของสินทรัพย์ที่อายุ t (ราคาตลาด ณ เวลาที่สินทรัพย์ถูกละทิ้ง จะกลายเป็นราคาซาก หรือ salvage value ของตัวสินทรัพย์)

มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดทั้งหมดที่ถูกสร้างจากสินทรัพย์ 1 หน่วยโดยนับช่วงเวลาตั้งแต่อายุปัจจุบันของตัวสินทรัพย์ t_a ถึงอายุที่สินทรัพย์จะถูกละทิ้ง t_d สามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้

$$Q(t_a, t_d) = (1 - T) \int_{t_a}^{t_d} \pi(t) e^{-\rho(t-t_a)} dt + M(t_d) e^{-\rho(t_d-t_a)} + T \int_{t_a}^{t_d} D(t) e^{-(\rho+f)(t-t_a)} dt - T \left[\int_{t_0}^{t_d} D(t) dt + e^{f(t_d-t_a)} M(t_d) - M(t_0) \right] e^{-(\rho+f)(t_d-t_a)} \quad (1)$$

ตัวแปรทั้งหมดใน (1) ถูกกำหนดให้คงมูลค่าแท้จริง (real value) เอาไว้ โดยพารามิเตอร์เงินเพื่อ f จะผูกติดกับจำนวนค่าเสื่อมของสินทรัพย์ในแต่ละปีและค่าภาษีจากการชดใช้เงินเมื่อสินทรัพย์ถูกละทิ้ง (balance charge adjustment) เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้มักจะถูกคำนวณในทางปฏิบัติจากต้นทุนในอดีต (historical cost) ถ้า f มีค่าเป็นบวกและมีผลกระทบไม่เท่ากันต่อกระแสเงินสดและการคิดลด ตัวแปรที่ถูกคำนวณจากต้นทุนในอดีตจะต้องถูกคิดลดเพิ่มด้วยอัตราเงินเพื่อ และราคาซากของตัวสินทรัพย์จะต้องถูกทบทวนด้วยอัตราเงินเพื่อมาด้วยเมื่อถึงเวลาต้องคิดภาษีจากการชดใช้เงิน

การประเมินว่าต้องละทิ้งสินทรัพย์ที่อายุเท่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ต้องคำนวณหา t_d ที่ทำให้ $Q(t_a, t_d)$ มีค่าสูงสุด ซึ่งทำได้ด้วยการหาค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชัน $Q(t_a, t_d)$ เทียบกับ t_d หรือ First Order Condition (FOC) ของฟังก์ชัน $Q(t_a, t_d)$ ของตัวแปร t_d ซึ่งเมื่อจัดสมการแล้ว FOC ดังกล่าวจะอยู่ในรูปแบบต่อไปนี้

$$(1 - T)(\pi(t_d) + M'(t_d)) = (1 - T)\rho M(t_d) - (\rho + f)T \left(\int_{t_0}^{t_d} D(t)dt - M(t_0) \right) e^{-f(t_d - t_a)}, \quad (2a)$$

ถ้าหารทั้งสองข้างของสมการ (2a) ด้วย $(1 - T)$ ก็จะได้เงื่อนไขในการละทิ้งใหม่ดังนี้

$$(\pi(t_d) + M'(t_d)) = \rho M(t_d) - (\rho + f) \frac{T}{1 - T} \left(\int_{t_0}^{t_d} D(t)dt - M(t_0) \right) e^{-f(t_d - t_a)}, \quad (2b)$$

ข้างซ้ายของ (2a) วัดผลประโยชน์หน่วยสุดท้ายหลังภาษีของการเก็บสินทรัพย์ไว้ ณ อายุที่ละทิ้ง โดยจะประกอบด้วยค่าเปลี่ยนแปลงของมูลค่าสินทรัพย์และกำไรสุทธิหลังภาษีของตัวสินทรัพย์ ณ เวลา t_d ส่วนข้างขวาของ (2a) เป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสหน่วยสุดท้ายของการเก็บสินทรัพย์ไว้ ณ เวลา t_d ซึ่งประกอบด้วยพจน์ทางคณิตศาสตร์ 2 พจน์ ได้แก่ $(1 - T)\rho M(t_d)$ ซึ่งเป็นดอกเบี้ยหลังภาษีที่บริษัทจะได้รับจากการขายทิ้งสินทรัพย์ ณ เวลา t_d ส่วนพจน์ยาวที่สองเป็นผลประโยชน์ด้านดอกเบี้ยที่จะเกิดขึ้นจากการหลีกเลี่ยงภาระผูกพันทางภาษีถ้าบริษัทละทิ้งสินทรัพย์แล้วต้องจ่ายภาษีจากการชดใช้เงิน (balance charge) โดยสรุปแล้ว (2a) ระบุว่าสินทรัพย์ควรจะถูกละทิ้งเมื่อผลประโยชน์หน่วยสุดท้ายหลังภาษีเท่ากับต้นทุนค่าเสียโอกาสหน่วยสุดท้ายหลังภาษีจากการเก็บสินทรัพย์ไว้

ส่วน (2b) สามารถใช้ตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมทางภาษีและเงินเพื่อจะมีอิทธิพลอย่างไรต่อการตัดสินใจละทิ้งสินทรัพย์ของธุรกิจ โดยข้างซ้ายของ (2b) มักจะแปรผกผันต่อการเปลี่ยนแปลงของ t_d เนื่องจากส่วนใหญ่แล้วสินทรัพย์จะเสื่อมสมรรถภาพลงตามกาลเวลา ส่วนข้างขวาของสมการจะแปรตามการเปลี่ยนแปลงของ t_d เนื่องด้วยเหตุผลเดียวกัน และถ้าสถานการณ์ทั้งสองเกิดขึ้นแรงจูงใจในการละทิ้งสินทรัพย์ของธุรกิจก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามกาลเวลา เนื่องจากข้างซ้ายของ (2b) ไม่มีภาษีและเงินเพื่อเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นการวิเคราะห์ว่าระยะเวลาการละทิ้งของธุรกิจควรจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไป ดูได้จากการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าข้างขวาของ (2b) ถ้าต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการเก็บสินทรัพย์ไว้เพิ่มขึ้น ผู้ใช้สินทรัพย์จะมีแรงจูงใจในการละทิ้งเร็วขึ้น และจะชะลอการละทิ้งถ้าต้นทุนค่าเสียโอกาสลดลง

การจำลองสถานการณ์

เงื่อนไขที่เหมาะสมในการละทิ้งสินทรัพย์ที่ถูกแสดงด้วย (2b) บ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราภาษีและอัตราเงินเฟ้อจะกระทบต่อต้นทุนค่าเสียโอกาสหน่วยสุดท้ายจากการเก็บสินทรัพย์เอาไว้หรือมูลค่าข้างขวาของสมการดังกล่าวเท่านั้น การจำลองสถานการณ์จึงจะใช้เฉพาะข้างขวาของสมการ (2b) เพื่อตรวจสอบนโยบายการละทิ้งที่เหมาะสมเมื่อปัจจัยแวดล้อมเปลี่ยนแปลง ก่อนอื่นจะต้องแปลงต้นทุนค่าเสียโอกาสจากฟังก์ชันแบบต่อเนื่องให้เป็นฟังก์ชันแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ว่าข้อมูลทางธุรกิจมักจะถูกเก็บบันทึกแบบเวลาไม่ต่อเนื่อง โดยระบบแบบไม่ต่อเนื่องของข้างขวาของ (2b) ได้แก่

$$rM(t_d) - (r + f) \frac{T}{1-T} \left(\sum_{t=t_0}^{t_d} D(t) - M(t_0) \right) (1 + f)^{-(t_d-t_0)}. \quad (3)$$

เพื่อให้ครอบคลุมถึงผลกระทบทางอ้อมที่อัตราภาษีและอัตราเงินเฟ้อมีต่อต้นทุนค่าเสียโอกาสของการเก็บสินทรัพย์ผ่านการเปลี่ยนแปลงของอัตราคิดลด และเพื่อให้สอดคล้องกับการที่กระแสเงินสดใน (1) ที่ถูกกำหนดให้คงมูลค่าที่แท้จริงเอาไว้และถูกคิดลดด้วยอัตราที่แท้จริงหลังภาษี ผู้วิจัยจึงต้องกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างอัตราคิดลดที่แท้จริงหลังภาษี (real after-tax discount rate) และอัตราคิดลดทางตัวเลขหลังภาษี (nominal after-tax discount rate) ขึ้น โดยอ้างอิงจากงานของ Bartholomew (1980) ดังนี้

$$r = \frac{i(1-T)-f}{1+f} \quad (4)$$

โดยที่ r เท่ากับอัตราคิดลดที่แท้จริงหลังภาษี และ i เท่ากับอัตราคิดลดทางตัวเลขก่อนภาษี

การตรวจสอบนโยบายการละทิ้งที่เหมาะสมทำได้ด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นของตัวแปรทั้งหมดใน (3) ก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่สนใจแล้วดูว่ามูลค่าของ (3) เปลี่ยนไปอย่างไร ถ้ามูลค่าเพิ่มขึ้นก็แสดงว่าผู้ใช้สินทรัพย์มีแรงจูงใจที่จะเร่งเวลาในการละทิ้งสินทรัพย์ และจะชะลอเวลาละทิ้งถ้ามูลค่าลดลง โดยพารามิเตอร์เบื้องต้นจะอ้างอิงมาจากข้อมูลทางธุรกิจของผู้ใช้ห้วงเวลาในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยดังนี้

- T เท่ากับร้อยละ 20 ซึ่งเป็นอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลในปัจจุบัน
- i เท่ากับร้อยละ 5.98 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ขั้นต่ำ (minimum loan rate) ในประเทศไทยในช่วงเวลา 5 ปี (ระหว่างปี 2016-2020) จากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย
- f เท่ากับร้อยละ 0.56 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราเงินเฟ้อในประเทศไทยในช่วงเวลา 5 ปี (ระหว่างปี 2016-2020) จากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย โดยอัตราเงินเฟ้อใช้ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน (core consumer price index) ในประเทศไทยเป็นตัวชี้วัด
- ระยะเวลาที่เหลือก่อนที่จะละทิ้งสินทรัพย์ในสถานการณ์เบื้องต้นหรือ $(t_d - t_a)$ เท่ากับ 1, 3, 5, 7, และ 10 ปี ซึ่งสอดคล้องกับอายุของห้วงบรรทุกในหมู่บ้านพาหนะของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย

- $M(t_0)$ เท่ากับ 3.1 ล้านบาท ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของราคาตลาดของหัวรถลากใหม่จากผู้ผลิต 9 รายที่ให้ข้อมูล
- เนื่องจากอุปกรณ์จะมีการเสื่อมลงตามกาลเวลา มูลค่าตลาดของสินทรัพย์จะลดลงในอัตรา α เมื่อสินทรัพย์ถูกทิ้ง ถ้ากำหนดให้ $M(t_d) = (1 - \alpha/100)M(t_0)$ ค่า α ในสถานการณ์เบื้องต้นจะเท่ากับร้อยละ 80 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รับจากผู้ใช้หัวรถบรรทุกหลายรายในประเทศไทย ว่าราคาซากของหัวรถบรรทุกในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยจะเหลือประมาณร้อยละ 20 ของราคาในอดีต
- บริษัทขนส่งในประเทศไทยถูกตั้งสมมติฐานให้เคลมค่าเสื่อมหัวรถบรรทุกด้วยวิธีเส้นตรงในอัตราร้อยละ 20 ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับจากผู้ใช้หัวรถบรรทุกหลายราย ที่ระบุว่าบริษัทขนส่งมักจะกำหนดอายุทางภาษีของหัวรถบรรทุกให้เท่ากับ 5 ปี

ต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการเก็บหัวรถบรรทุกไว้ตาม (3) จะถูกคำนวณด้วยการใช้ค่าพารามิเตอร์ในสถานการณ์เบื้องต้น หลังจากนั้นจะคำนวณมูลค่าของ (3) อีกครั้งโดยจะเพิ่ม/ลดอัตราเงินเพื่อ และคงค่าพารามิเตอร์ดั้งเดิมตัวอื่นเอาไว้ การวิเคราะห์หัวระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้สินทรัพย์จะเปลี่ยนไปอย่างไรเมื่ออัตรากาสิโนเงินได้นิติบุคคลเปลี่ยนไปจากเดิมสามารถทำได้ด้วยวิธีการคล้ายกัน ได้แก่การเพิ่ม/ลดอัตรากาสิโนเงินได้นิติบุคคลดั้งเดิมตัวอื่นเอาไว้ แล้วคำนวณมูลค่าของ (3) ใหม่ ดังนั้นการตรวจสอบประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมทางภาษีและเงินเพื่อต่อนโยบายการละทิ้งสินทรัพย์จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กรณีได้แก่

- กรณี 1: อัตราเงินเพื่อลดลงจากค่าเบื้องต้นร้อยละ 0.56 เป็นร้อยละ 0.29 ซึ่งเป็นอัตราต่ำสุดในรอบ 15 ปีย้อนหลัง
- กรณี 2: อัตราเงินเพื่อเพิ่มขึ้นจากค่าเบื้องต้นร้อยละ 0.56 เป็นร้อยละ 2.40 ซึ่งเป็นอัตราสูงสุดในรอบ 15 ปีย้อนหลัง
- กรณี 3: อัตรากาสิโนเงินได้นิติบุคคลลดลงจากค่าเบื้องต้นร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 15 ซึ่งเป็นอัตราที่รัฐบาลไทยเคยพิจารณาว่าจะบังคับใช้ในปี 2013
- กรณี 4: อัตรากาสิโนเงินได้นิติบุคคลเพิ่มขึ้นจากค่าเบื้องต้นร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 30 ซึ่งเคยเป็นอัตราที่ถูกบังคับใช้ในประเทศไทยจนถึงปี 2012

นอกจากนี้ เราจะตรวจสอบความอ่อนไหวของการเปลี่ยนแปลงของมูลค่า (3) จากภาษีและเงินเพื่อเมื่อค่าพารามิเตอร์อื่นๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม ดังนี้

- คำนวณมูลค่าของ (3) ในกรณี 1 และกรณี 2 เมื่อ i เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม 3 จุดเปอร์เซ็นต์ T เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 หรือลดลงเป็นร้อยละ 15 และ α เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 90 หรือลดลงเป็นร้อยละ 50

- คำนวณมูลค่าของ (3) ในกรณี 3 และกรณี 4 เมื่อ i เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม 3 จุดเปอร์เซ็นต์ f เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม 0.05 จุดเปอร์เซ็นต์ และ α เพิ่มเป็นร้อยละ 90 หรือลดลงเป็นร้อยละ 50

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity analysis) จะทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภาษีและเงินเพื่อต่อการตัดสินใจจะทิ้งสินทรัพย์ในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยจะมีพลังมากขึ้นหรือน้อยลง ภายใต้ปัจจัยแวดล้อมทางเศรษฐกิจอื่นๆ ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

ผลและอภิปรายผล

การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนค่าเสียโอกาสหน่วยสุดท้ายตามกรณี 1-2 ถูกแสดงใน ตาราง 1 และกรณี 3-4 ถูกแสดงใน ตาราง 2 ซึ่งผู้วิจัยสามารถสังเกตนโยบายการละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมของบริษัทขนส่งในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยได้ดังนี้

ถ้าเป็นหวัลดบรรทุกที่ถูกเคลมค่าเสื่อมหมดยกก่อนถูกละทิ้ง การเปลี่ยนแปลงของเงินเพื่อส่งผลกระทบต่อทิศทางตรงกันข้ามต่อต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการเก็บสินทรัพย์เอาไว้ หรืออีกนัยหนึ่งคือการเพิ่มขึ้น (ลดลง) ของเงินเพื่อจะจูงใจให้บริษัทขนส่งชะลอ (เร่ง) การละทิ้งอุปกรณ์ เมื่อดูตัวเลขร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนค่าเสียโอกาสในกรณี 1-2 ผู้วิจัยพบว่า การตัดสินใจจะทิ้งสินทรัพย์อายุสั้นได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราเงินเฟ้อค่อนข้างน้อย และอิทธิพลของเงินเฟ้อในกรณีสินทรัพย์ที่อายุการใช้งานน้อยกว่าอายุทางภาษีจะไม่อ่อนไหวต่ออัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล ราคาซากของอุปกรณ์ และอัตราคิดลดตามตัวเลขก่อนภาษี ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รับจากผู้ให้หวัลดบรรทุกหลายรายที่ระบุว่าบริษัทขนส่งมักไม่สนใจการเปลี่ยนแปลงของอัตราเงินเฟ้อในการกำหนดนโยบายการละทิ้งอุปกรณ์

ในกรณีของหวัลดบรรทุกที่มีอายุการใช้งานทางเศรษฐศาสตร์น้อยกว่าอายุทางภาษี อิทธิพลของเงินเพื่อจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการเก็บสินทรัพย์เอาไว้ หรืออีกนัยหนึ่งคือมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระยะเวลาการละทิ้ง นอกจากนี้ อิทธิพลของเงินเพื่อต่อสินทรัพย์ที่เคลมค่าเสื่อมไม่หมดยกก่อนถูกละทิ้งจะสูงกว่ากรณีก่อนหน้า ส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่าอิทธิพลของเงินเพื่อต่อนโยบายการละทิ้งจะมีพลังมากขึ้นถ้าเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอัตราภาษีสูง มูลค่าซากต่ำ และอัตราคิดลดต่ำ

อิทธิพลของอัตราภาษีต่อระยะเวลาการใช้งานสินทรัพย์ที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในไทยมีลักษณะคล้ายกับอิทธิพลของเงินเพื่อ ยกเว้นเรื่องพลังที่อิทธิพลของภาษีมีสูงกว่าของเงินเพื่อค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบดังกล่าวอาจไม่ยุติธรรมนัก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราเงินเฟ้อที่กำหนดในกรณี 1-2 และการเปลี่ยนแปลงของอัตราภาษีที่กำหนดในกรณี 3-4 ไม่ได้เป็นส่วนที่เทียบเท่ากัน การวิเคราะห์ความอ่อนไหวยังสะท้อนว่าอิทธิพลของภาษีต่อนโยบายการละทิ้งหวัลดบรรทุกที่มีอายุทางเศรษฐศาสตร์ยาวกว่าอายุภาษีจะไม่อ่อนไหวต่ออัตราเงินเฟ้อ มูลค่าซากของสินทรัพย์ และอัตราคิดลด ส่วนอิทธิพลของภาษีต่อระยะเวลาการใช้งานหวัลดบรรทุกที่เคลมค่าเสื่อมไม่หมดยกก่อนถูกละทิ้งจะมีพลังเพิ่มขึ้นในสิ่งแวดล้อมที่อัตราเงินเฟ้อสูง มูลค่าซากสินทรัพย์ต่ำ และอัตราคิดลดต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ใน

ประเทศไทย ณ เวลาปัจจุบัน ที่อัตราเงินเฟ้อกลับมาเป็นขาขึ้นหลังปี 2021 เนื่องจากแรงกดดันจากราคาพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของอัตราคิดลดที่แท้จริงหลังภาษี ผู้วิจัยยังมองว่ายังคงอยู่ในระดับต่ำต่อไปอีก ระยะ เนื่องจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ขึ้นต่ำในไทย ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นตัวแทนอัตราคิดลดตามตัวเลขก่อนภาษี ยังคงต่ำอยู่ ถึงแม้ว่าจะกลับมาเป็นขาขึ้นแล้วก็ตาม เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวเป็นขาลงต่อเนื่องมาจนถึงปี 2020 และจากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย ตัวแปรนี้ยังคงมีค่าไม่เกินร้อยละ 6 หลังสิ้นสุดปีสุดท้ายที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล (ปี 2020) สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนว่าอัตราคิดลดที่แท้จริงหลังภาษีที่บริษัทขนส่งในไทยต้องเผชิญ จะยังคงอยู่ในระดับต่ำต่อไป ส่วนมูลค่าซากของหวัรถบรรทุกในไทย ซึ่งจากข้อมูลของบริษัทขนส่งหลายรายที่ผู้วิจัยสำรวจมา ส่วนใหญ่ระบุว่าไม่เกินร้อยละ 20 ของราคาในอดีต ดังนั้นสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจของประเทศไทยจึงเอื้อต่อการลดอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลเพื่อจูงใจให้ผู้ใช้หวัรถบรรทุกเร่งระยะเวลาการละทิ้งอุปกรณ์ในหมุ่ยานพาหนะของตนเอง อันจะทำให้การลงทุนทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมในอนาคต

เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบายการแทนที่สินทรัพย์ที่ถูกระบุโดยแบบจำลองของ Koowattanatianchai & Charles (2015) ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบจำลองการละทิ้งในงานวิจัยชิ้นนี้ จะพบความแตกต่างอยู่บางประเด็น โดยเฉพาะในด้านอิทธิพลทางภาษีที่มีต่ออายุการใช้งานที่เหมาะสมของสินทรัพย์ ซึ่งถ้าเป็นกรณีที่สินทรัพย์ใหม่มีบทบาทต่อนโยบายการใช้งานสินทรัพย์ในปัจจุบัน Koowattanatianchai & Charles (2015) พบว่าอิทธิพลด้านภาษีและเงินเฟ้อในภาพรวมต่อการตัดสินใจด้านอายุที่เหมาะสมของสินทรัพย์ไม่สามารถหาข้อสรุปได้ ในขณะที่งานวิจัยชิ้นนี้บ่งชี้ว่าการลดลงของภาษีหรือเงินเฟ้อจะจูงใจให้องค์กรธุรกิจชะลอเวลาการละทิ้งถ้าเป็นสินทรัพย์ที่เคลมค่าเสื่อมไม่หมดก่อนถูกไล่ แต่ถ้าเป็นสินทรัพย์ที่เคลมค่าเสื่อมหมดแล้ว การลดลงของภาษีจะจูงใจให้ผู้ใช้สินทรัพย์ไล่อุปกรณ์เร็วขึ้น

งานวิจัยฉบับปัจจุบันยังเติมเต็มเรื่องราวที่ยังขาดอยู่จากงานวิจัยด้านอายุสินทรัพย์ที่เหมาะสมของ Koowattanatianchai & Charles (2015) ได้แก่ความสำคัญของปัจจัยแวดล้อมทางเศรษฐกิจต่อพลังของอิทธิพลทางภาษีและเงินเฟ้อ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ระบุว่ามีความสำคัญในกรณีของสินทรัพย์ที่อายุใช้งานน้อยกว่าอายุทางภาษี และจะไม่มีผลถ้าเป็นสินทรัพย์ที่ถูกเคลมค่าเสื่อมหมดก่อนถูกไล่ทิ้ง

สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอแบบจำลองการละทิ้งสินทรัพย์เชิงกำหนดภายใต้ภาษีและเงินเฟ้อ โดยพัฒนาแบบจำลองมาจากงานของ Koowattanatianchai & Charles (2015) ด้วยการเพิ่มเงื่อนไขการละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมเพิ่มเติม การจำลองสถานการณ์ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของแบบจำลอง โดยใช้ตัวเลขทางธุรกิจของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทยแทนค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของอัตราภาษีและอัตราเงินเฟ้อจะจูงใจให้ผู้ใช้หวัรถบรรทุกละทิ้งอุปกรณ์ในในหมุ่ยานพาหนะของตนเองช้าลงถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ถูกเคลมค่าเสื่อมหมดก่อนถูกไล่ทิ้ง แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ยังเคลมค่าเสื่อมไม่หมด การเพิ่มขึ้นของปัจจัยแวดล้อมทั้งสองจะจูงใจให้ผู้ใช้หวัรถบรรทุกไล่ทิ้งอุปกรณ์เร็วขึ้น การวิเคราะห์ความอ่อนไหวยังบ่งชี้ว่าอิทธิพลของอัตราภาษีมีพลังสูงกว่าอิทธิพลของอัตราเงินเฟ้อ โดยที่พลังของตัวแปรทั้งสองที่ส่งอิทธิพลต่ออายุที่เหมาะสมของสินทรัพย์ที่ถูกเคลมค่าเสื่อมไม่หมดก่อนถูกไล่ทิ้งในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์

ไทยจะทำงานได้ดีขึ้นในสิ่งแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม เช่น พลังของเงินเพื่อจะเพิ่มขึ้นถ้าอัตราภาษีราคาซากอุปกรณ์ และอัตราคิดลด ที่องค์กรธุรกิจเผชิญอยู่ในระดับที่สูง ต่ำ และต่ำตามลำดับ ส่วนพลังของภาษีจะเพิ่มขึ้นในสิ่งแวดล้อมที่มีอัตราเงินเฟ้อสูง ราคาซากอุปกรณ์ต่ำ และอัตราคิดลดต่ำ ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวบ่งชี้ว่าการลดอัตราภาษีจะจูงใจให้เกิดการลงทุนทางเทคโนโลยีที่สูงขึ้นในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยในสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน

งานวิจัยฉบับนี้มีข้อจำกัดบางประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดให้ตัวแปรในแบบจำลองทุกตัวเป็นตัวแปรเชิงกำหนด การศึกษาในอนาคตควรจะถอดสมมติฐานข้อนี้ออก แล้วกำหนดให้ตัวแปรบางตัว เช่น กระแสเงินสด ราคาซากอุปกรณ์ หรือตัวแปรที่สำคัญอื่นๆ เปลี่ยนแปลงในรูปแบบสุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์จริง งานวิจัยฉบับนี้ยังใช้ข้อมูลอุตสาหกรรมแค่แหล่งเดียวในการวิเคราะห์คุณสมบัติของแบบจำลอง ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษาไม่ครอบคลุมต่ออุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ และสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่แตกต่างออกไป การศึกษาในอนาคตจึงอาจใช้ตัวเลขทางธุรกิจของอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีลักษณะจำเพาะที่แตกต่างจากอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในไทย เพื่อระบุนโยบายการละทิ้งสินทรัพย์ที่เหมาะสมให้รอบด้านยิ่งกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- Abidin, S., & Jaffar, M. (2014). Forecasting share prices of small size companies in bursa Malaysia using geometric Brownian motion. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 8(1), 107–112.
- Bartholomew, R. B. (1980). Inflation and farm tractor replacement in the US: Comment. *American Journal of Agricultural Economics*, 62(4), 830–831.
- Billings, B. A., & Glazunov, S. N. (2004). The effects of taxes on the retirement of machinery and equipment. *Public Finance Review*, 32(3), 235–268.
- Howe, K. M., & McCabe, G. M. (1983). On optimal asset abandonment and replacement. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 18(3), 295–305.
- Koowattanianchai, N., & Charles, M. B. (2015). An extended asset replacement model: Impacts of taxation, inflation and technological advancement on optimal asset duration. *INFOR*, 53(4), 178–193.
- Koowattanianchai, N., Wang, J., & Charles, M. B. (2012). The merits of accelerated depreciation for promoting investment in clean technologies: A simulation study in the Australian rail freight industry. *Transportation Research Part D: Transport & Environment*, 17(8), 578–584.
- Marathe, R., & Ryan, S. (2005). On the validity of the geometric Brownian motion assumption. *Engineering Economist*, 50(2), 159–192.



- Reddy, K., & Clinton, V. (2016). Simulating stock prices using geometric Brownian motion: Evidence from Australian companies. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 10(3), 23–47.
- Zambujal-Oliveira, J., & Duque, J. (2011). Operational asset replacement strategy: A real life options approach. *European Journal of Operational Research*, 210(2), 318–325.
- Zarean, M., Sayadi, A. R., & Mousavi, A. A. (2021). Case study of an equivalent annual cost model for economic lifetime for construction vehicles under cost uncertainty. *Engineering Economist*, 67(1), 75–93.

Table 1. ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราเงินเฟ้อที่มีต่อนโยบายการคลังที่สินทรัพย์

Optimal lives		Low inflation case			High inflation case			Low inflation case			High inflation case			Low inflation case			High inflation case		
$t_d - t_a$	t_d	Low T	Base T	High T	Low T	Base T	High T	Low M_d	Base M_{t_d}	High M_{t_d}	Low M_{t_d}	Base M_{t_d}	High M_{t_d}	Low i	Base i	High i	Low i	Base i	High i
1	1	-3.22%	-4.24%	-6.22%	3.19%	4.20%	6.16%	-5.71%	-4.24%	-2.27%	5.65%	4.20%	2.25%	-8.73%	-4.24%	-2.63%	8.65%	4.20%	2.61%
1	3	-1.88%	-2.72%	-4.51%	1.87%	2.69%	4.47%	-4.24%	-2.72%	-1.14%	4.20%	2.69%	1.13%	-5.87%	-2.72%	-1.61%	5.82%	2.69%	1.60%
1	5	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
1	7	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
1	10	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
3	3	-1.61%	-2.37%	-4.04%	1.55%	2.29%	3.91%	-3.73%	-2.37%	-0.96%	3.61%	2.29%	0.92%	-5.51%	-2.37%	-1.27%	5.34%	2.29%	1.22%
3	5	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
3	7	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
3	10	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
5	5	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
5	7	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
5	10	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
7	7	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
7	10	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%
10	10	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%	0.50%	0.50%	0.50%	-0.49%	-0.49%	-0.49%

หมายเหตุ: ตัวเลขในตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของมูลค่า (3) เมื่ออัตราเงินเฟ้อลดลงเหลือร้อยละ 0.29 (Low inflation case) และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2.4 (High inflation case) จากสถานการณ์เบื้องต้น ทั้ง 2 กรณีศึกษาซึ่งถูกตรวจสอบระดับความอ่อนไหวเมื่ออัตราภาษี ราคาซาก และอัตราคิดลดตามตัวเลขก่อนภาษีเปลี่ยนแปลง โดย Low T เป็นความอ่อนไหวเมื่อ T = 15% High T เมื่อ T = 30% Low M_d เมื่อ $\alpha = 10\%$ High M_d เมื่อ $\alpha = 50\%$ Low i เมื่อ i = 2.98% High i เมื่อ i = 8.98%

Table 2. ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลที่มีต่อนโยบายการละทิ้งสินทรัพย์

Optimal lives		Low tax case			High tax case			Low tax case			High tax case			Low tax case			High tax case		
$t_d - t_a$	t_d	Low f	Base f	High f	Low f	Base f	High f	Low M_{t_d}	Base M_{t_d}	High M_{t_d}	Low M_{t_d}	Base M_{t_d}	High M_{t_d}	Low i	Base i	High i	Low i	Base i	High i
1	1	-9.50%	-10.44%	-11.31%	19.07%	21.59%	23.88%	-15.62%	-10.44%	-3.51%	32.16%	21.59%	7.43%	-11.45%	-10.44%	-10.09%	24.22%	21.59%	20.65%
1	3	-4.27%	-5.08%	-5.84%	8.59%	10.63%	12.55%	-10.44%	-5.08%	0.48%	21.59%	10.63%	-0.72%	-5.97%	-5.08%	-4.77%	12.85%	10.63%	9.86%
1	5	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
1	7	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
1	10	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
3	3	-4.26%	-5.00%	-5.68%	8.57%	10.47%	12.22%	-10.36%	-5.00%	0.53%	21.41%	10.47%	-0.83%	-5.88%	-5.00%	-4.69%	12.68%	10.47%	9.70%
3	5	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
3	7	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
3	10	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
5	5	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
5	7	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
5	10	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
7	7	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
7	10	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%
10	10	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%	6.25%	6.25%	6.25%	-12.50%	-12.50%	-12.50%

หมายเหตุ: ตัวเลขในตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของมูลค่า (3) เมื่ออัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลลดลงเหลือร้อยละ 15 (Low tax case) และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 (High tax case) จากสถานการณ์เบื้องต้น ทั้ง 2 กรณีศึกษาจะถูกตรวจสอบระดับความอ่อนไหวเมื่ออัตราเงินเฟ้อ ราคาซาก และอัตราคิดลดตามตัวเลขก่อนภาษีเปลี่ยนแปลง โดย Low f เป็นความอ่อนไหวเมื่อ $f = 0.06\%$ High f เมื่อ $f = 1.06\%$ Low M_d เมื่อ $\alpha = 10\%$ High M_d เมื่อ $\alpha = 50\%$ Low i เมื่อ $i = 2.98\%$ High i เมื่อ $i = 8.9$

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์
ของผู้บริโภคเจนเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง

Online Marketing Mix Factors Affecting Online Shopping Decisions Making of
Digital Era Generation Y Consumers in Lampang Province

ณัฐยานัน น้อยเปียง¹ กฤษณา วงศ์ไชยพรม¹ และ วรวัธน์ สวนเสริมผล^{2*}

¹สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ลำปาง 52100

²สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ เชียงใหม่ 50300

*Corresponding author. E-mail address: memorize-milk@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้เพื่อศึกษา 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ และ 2) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ทดสอบ t-test การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ คือ ประชาชนที่มีอายุระหว่าง 25-40 ปี ในจังหวัดลำปาง จำนวน 400 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย ผลการวิจัย พบว่า เพศ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่แตกต่างกันส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ และปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปางครั้งนี้ ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้น ผู้ประกอบธุรกิจควรทำกลยุทธ์ทางการตลาดในการหาช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลายเพื่อสามารถเข้าถึงความต้องการของผู้บริโภคและครอบคลุมกลุ่มผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างทั่วถึงให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ต้องการความรวดเร็วและสามารถตอบสนองความต้องการได้ตลอดเวลา

คำสำคัญ: เจนเนอเรชั่นวาย ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ ยุคดิจิทัล

Abstract

The objective of this research is to study decision-making behavior and online marketing mix factors affecting consumer decisions to buy products through online channels in the digital era in Lamphang. Descriptive and inferential statistics were used by t-test, analysis of variance (ANOVA), and multiple regression analysis. Samples in this study were 400 people aged between 25 and 40 years old in Lamphang Province, using convenient random sampling. The questionnaire was used as a research tool. The results showed that differences in gender, occupation, education level, and monthly income affected the decision to buy products through online channels. Online marketing mix factors affected the online purchasing decisions of generation Y consumers in the digital age in Lamphang province. The distribution channel factor had the greatest effect on consumer decisions to purchase products through online channels. Therefore, business operators should develop marketing strategies to find a variety of distribution channels to meet consumer needs and cover the increasing number of consumers. In addition, they should respond to consumer behaviors that require readiness and needs at all times.

Keywords: Generation Y, Online marketing mix, Digital era

บทนำ

โลกมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุคดิจิทัลทำให้พฤติกรรมของมนุษย์มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ง่าย รวมถึงเรื่องของเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างทางเลือกที่ตอบโจทย์การใช้ชีวิตได้ดีที่สุด โดยเฉพาะเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เช่น การให้บริการข้อมูลข่าวสารในรูปแบบต่าง ๆ ที่รวดเร็วและทันเหตุการณ์ การซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ การทำธุรกรรมทางการเงินผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ทำให้ธุรกิจออนไลน์เติบโตอย่างรวดเร็วมากที่สุด เพราะเกิดจากการมีต้นทุนที่ถูกลงเกิดความเท่าเทียมในการแข่งขัน จึงเกิดธุรกิจใหม่ ๆ ขึ้นมาและมีโอกาสแข่งขันกับธุรกิจขนาดใหญ่มากยิ่งขึ้น

โดยพื้นฐานของคนกลุ่มเจนเอชวายยุคดิจิทัลนั้นเป็นผู้ที่ชอบสินค้าใหม่ นอกจากนี้คนเจนเอชวายยังเติบโตในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจ จึงทำให้บทบาทและลักษณะผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไป เช่น การที่ผู้หญิงมีความเสมอภาคกับผู้ชาย และบทบาทในการตัดสินใจของผู้หญิงจึงมีเพิ่มขึ้น การที่คนเจนเอชวายนิยมใช้ช่องทางอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารนั้น ทำให้เกิดเครือข่ายสังคมออนไลน์เพิ่มขึ้น เกิดสื่อรูปแบบใหม่ต่าง ๆ มากมาย จนกลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการรวมกลุ่มและเข้าสังคม ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าคนกลุ่มนี้อาศัยอยู่ในโลกแห่งดิจิทัล (Yarrow & O'Donnell, 2009) และมีความต้องการเชิงลึกในการ

เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา (Solomon, 2009) ทำให้คนกลุ่มนี้มีการบริโภคข้อมูลผ่านสื่ออินเทอร์เน็ตและสื่อสังคมออนไลน์มากกว่าสื่อออฟไลน์ (Reisenwitz & Lyer, 2009)

การตลาดออนไลน์ (Online Marketing Mix) คือ การตลาดแบบใหม่ที่ประกอบไปด้วย 6P's คือ ผลิตภัณฑ์ ราคา การจำหน่าย และการส่งเสริมการตลาด การให้บริการเจาะจง การรักษาความเป็นส่วนตัว (รวีภา, 2563) เป็นการทำการตลาดสมัยใหม่บนโลกออนไลน์ที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ของการตลาดแบบพาณิชย์ จะต้องทำความเข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถจัดกิจกรรมทางการตลาดให้เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งนี้การตัดสินใจซื้อสินค้า เป็นกระบวนการในการเลือกที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากทางเลือกต่าง ๆ ที่มีอยู่ซึ่งผู้บริโภคมักจะต้องตัดสินใจในทางเลือกต่าง ๆ ของสินค้าและบริการอยู่เสมอโดยที่จะเลือกสินค้าหรือบริการตามข้อมูลและข้อกำหนดของสถานการณ์ การตัดสินใจจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญและอยู่ในจิตใจของผู้บริโภค กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภคแม้ผู้บริโภคจะมี ความแตกต่างกัน แต่ผู้บริโภคจะมีรูปแบบการตัดสินใจซื้อที่คล้ายคลึงกัน โดยมีกระบวนการตัดสินใจซื้อ ดังนี้ การตระหนักถึงปัญหาหรือความต้องการ การเสาะแสวงหาข้อมูล การประเมินทางเลือก การตัดสินใจซื้อ และพฤติกรรมหลังการซื้อ (ศิริวัฒน์, 2560)

ทั้งนี้ สำหรับเศรษฐกิจจังหวัดลำปางได้ประเมินภาวะเศรษฐกิจจังหวัด ปี 2566 คาดว่าจะขยายตัว โดยเป็นผลมาจากการขยายตัวของทุกภาคการผลิต เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่คาดว่าจะปรับตัวดีขึ้น และมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจของภาครัฐที่มีอย่างต่อเนื่อง ด้านอุปทานมีแนวโน้มขยายตัวตามภาคการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ การผลิตภาคอุตสาหกรรม การผลิตภาคการเกษตร การผลิตภาคบริการ จากเศรษฐกิจที่ทยอยฟื้นตัวและมาตรการภาครัฐช่วยกระตุ้นกำลังซื้อของประชาชนที่ปรับตัวดีขึ้นโดยการกระตุ้นเศรษฐกิจผ่านโครงการต่าง ๆ ทั้งการช่วยเหลือผู้ประกอบการและภาคประชาชน ส่งผลให้ผู้ศึกษามีความสนใจศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภค เจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาใช้ประโยชน์ต่อภาคธุรกิจในจังหวัดลำปาง โดยเฉพาะการวางแผนพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดออนไลน์ให้สามารถแข่งขันทางธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการได้เปรียบทางการแข่งขัน สร้างสิ่งแปลกใหม่ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ได้รับประโยชน์มากที่สุด และตรงตามความต้องการของผู้บริโภคต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาลักษณะประชากรศาสตร์มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง และ 2. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภค เจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง

สมมุติฐานการวิจัย ได้แก่ 1. ลักษณะประชากรศาสตร์ที่ต่างกันส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปางที่ต่างกัน และ 2. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ทำการศึกษาวิจัย คือ ผู้กลุ่มผู้บริโภคเจเนอเรชันวายโดยเกิดระหว่างปี พ.ศ.2521 ถึง 2540 เมื่อเทียบกับปีปัจจุบันคือกลุ่มประชากรที่มีอายุ 25-40 ปี (Yooprot, 2013) ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดลำปาง จำนวน 196,355 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ ประชาชนที่มีอายุระหว่าง 25-40 ปี ในพื้นที่จังหวัดลำปาง ซึ่งทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน จึงได้คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรคำนวณของ Yamane (1970, p. 580-581) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก (Convenience Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ใช้แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม คำถามในส่วนนี้ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้ จำนวน 5 ข้อ

ส่วนที่ 2 : พฤติกรรมในการเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ได้แก่ ช่องทางในการเลือกซื้อสินค้า จำนวนครั้งในการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ และงบประมาณที่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์

ส่วนที่ 3 : ส่วนประสมการตลาดออนไลน์ มี 6 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการรักษาความเป็นส่วนตัว และด้านการให้บริการส่วนบุคคล รวมทั้งการตัดสินใจซื้อสินค้ามี 5 ขั้นตอน ได้แก่ การตระหนักถึงปัญหาหรือความต้องการ การเสาะแสวงหาข้อมูล การประเมินทางเลือก การตัดสินใจซื้อ และพฤติกรรมหลังการซื้อ ลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ส่วนที่ 4 : ข้อเสนอแนะ คำถามในส่วนนี้ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสังเคราะห์และนำมาสร้างเป็นแบบสอบถาม และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือแบบสอบถาม ตรวจสอบความถูกต้องของกลุ่มตัวอย่างในการตอบข้อคำถามตามเครื่องมือแต่ละชุดให้สมบูรณ์ แล้วนำผลการตอบไปจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาประมวลผลด้วยเครื่องมือคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถกำหนดการวิเคราะห์ดังนี้

1. การรายงานผลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean)

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม จะแสดงข้อมูลเป็นค่าร้อยละ (Percentage)

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลส่วนประสมการตลาดออนไลน์ จะแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean)

2. การรายงานผลด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์สมมติฐาน โดยมีการใช้สถิติดังนี้

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้ เครื่องมือทางสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบ t-test การวิเคราะห์ ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผล

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถแบ่งออกเป็น เพศหญิง ร้อยละ 64.00 เพศชาย ร้อยละ 36.00 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง คือ ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 69.80 อาชีพส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง คือ ทำงานบริษัทเอกชน/รับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 59.80 และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คือ 10,001 – 20,000 บาท คิดเป็น ร้อยละ 49.80

ช่องทางในการเลือกซื้อสินค้าส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง คือ Shopee โดย ซื้อสินค้า 1 – 2 ครั้ง ต่อเดือน และซื้อสินค้าน้อยกว่า 1,000 บาท ต่อครั้ง

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ พบว่า ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นสูงสุดคือ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (ค่าเฉลี่ย 4.17 : เห็นด้วยมาก) รองลงมาคือ ด้านการส่งเสริมการตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.14 : เห็นด้วยมาก) ด้านการรักษาความเป็นส่วนตัว (ค่าเฉลี่ย 4.10 : เห็นด้วยมาก) ด้านราคา (ค่าเฉลี่ย 4.09 : เห็นด้วยมาก) ด้านผลิตภัณฑ์ และด้านการให้บริการส่วนบุคคล (ค่าเฉลี่ย 4.08 : เห็นด้วยมาก) ตามลำดับ

การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1 ลักษณะประชากรศาสตร์ที่ต่างกันส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปางที่ต่างกัน

จากการวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติ Independent Sample t-test ในการทดสอบสมมติฐาน ลักษณะประชากรศาสตร์ เพศ และใช้ค่าสถิติ One way ANOVA ในการทดสอบสมมติฐานประชากรศาสตร์ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่า เพศ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปางที่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

Table 1. Results of the analysis of consumer purchasing decisions via online channels. Generation Y in the digital era in Lamphang male and female with T-Test statistical.

Gender	n	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
Male	144	4.127	0.498	0.971	0.001
Female	256	4.125	0.637		

*p < .05

จาก Table 1 ผลการวิเคราะห์ การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ไม่ขึ้นอยู่กับเพศของผู้บริโภคเจนเอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ ผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง เจนเอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง มีการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ที่แตกต่างกัน

Table 2. Results of analysis of variance to compare the difference in purchasing decisions through online channels and the occupations of consumers. Generation Y in the digital era in Lamphang Province with One-way ANOVA statistical.

variability	df	SS	MS	F	Sig.
between groups	4.000	3.785	0.946	2.765	0.027
within the group	395.000	135.19	0.342		
Total	399.000	138.977			

* p < .05

จาก Table 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ กับ อาชีพของผู้บริโภค เจนเอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง พบว่า อาชีพที่ต่างกันมีความคิดเห็นกับการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ที่แตกต่างกัน

Table 3. Results of analysis of variance to compare the differences in online shopping decisions with the level of education of consumers Digital Generation Y in Lamphang Province with One-way ANOVA statistical.

variability	df	SS	MS	F	Sig.
between groups	2.000	8.275	4.137	12.567	.000
within the group	397.000	130.703	.329		
Total	399.000	138.977			

* p < .05

จาก Table 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ กับ ระดับการศึกษาของผู้บริโภค เจเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง พบว่า ระดับการศึกษาที่ต่างกันมีความคิดเห็นกับการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ที่แตกต่างกัน

Table 4. Results of analysis of variance to compare the differences in online shopping decisions with consumer income Generation Y in the digital era in Lampang Province with One-way ANOVA statistical.

variability	df	SS	MS	F	Sig.
between groups	3.00	2.747	.916	2.662	.048
within the group	396.00	136.230	.344		
Total	399.00	138.977			

* p < .05

จาก Table 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ กับ รายได้ของผู้บริโภค เจเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง พบว่า ระดับการศึกษาที่ต่างกันมีความคิดเห็นกับการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภค เจเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง

Table 5. Results of multiple regression analysis

online marketing mix (6p's)	B	SE	BETA	Sig.	result
1.Product	.011	.073	.014	.879	inconsistent
2.Price	.146	.086	.276	.040	consistency
3.Place or Distribution	.474	.100	.580	.000	consistency
4.Promotion	.036	.087	.045	.678	inconsistent
5.Privacy	.115	.072	.148	.110	inconsistent
6.Personalization	.436	.068	.527	.000	consistency
R= 0. 738		SEE= 0.401	F= .959		

* p < .05

จาก Table 5 ผลการวิเคราะห์สถิติถดถอยพหุคูณ พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 6 ตัวร่วมกันอธิบายความผันแปรของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ ได้ร้อยละ 73.8 โดยพบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจเนอเรชั่นวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง พิจารณาตัวแปรอิสระที่มีอำนาจในการทำนายปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์

ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจนเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปางได้ดีที่สุดคือ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านราคา และด้านการให้บริการส่วนบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุป

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ มีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปรายผลตามทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ จากผลการวิจัยพบว่า ค่าสถิติ (Multiple Regression Analysis) มีค่า Sig เท่ากับ 0.879 ซึ่งค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากลักษณะสินค้าไม่ว่าจะเป็นความสวยงาม คุณภาพ คุณสมบัติ จะซื้อที่ไหนก็ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิณีภา (2556) ที่พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าแบรนด์เนมเนื่องจากลักษณะสินค้าไม่ว่าจะเป็นความสวยงาม คุณภาพ คุณสมบัติ จะซื้อที่ไหนก็ไม่แตกต่างกัน

ปัจจัยด้านราคา จากผลการวิจัยพบว่า ค่าสถิติ (Multiple Regression Analysis) มีค่า Sig เท่ากับ 0.040 ซึ่งค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับราคาสินค้าบนช่องทางออนไลน์ มีราคาที่ดีกว่าช่องทางการซื้อสินค้าออฟไลน์ สินค้ามีราคาที่คุ้มค่างกับคุณสมบัติของสินค้า สามารถเปรียบเทียบราคากับการขายสินค้าทางช่องทางอื่นได้อย่างสะดวก และสามารถต่อรองราคาสินค้ากับเจ้าของร้านที่ขายสินค้าบนช่องทางออนไลน์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วริศรา และวราวุธ (2563) ที่พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อผู้บริโภคเจนเนอเรชันวาย ในการตัดสินใจเลือกซื้อเสื้อผ้าออนไลน์มากที่สุด คือ ปัจจัยด้านราคา

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย จากผลการวิจัยพบว่า ค่าสถิติ (Multiple Regression Analysis) มีค่า Sig เท่ากับ 0.000 ซึ่งค่าน้อยกว่าระดับ นัยสำคัญที่กำหนดไว้ คือ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับการซื้อสินค้าบนช่องทางออนไลน์ที่มีความสะดวก สินค้ามีความหลากหลายของช่องทางการจัดจำหน่าย และสามารถใช้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deelers and Rattanapongpun (2018) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มผู้บริโภคตลาดเฉพาะกลุ่ม กล่าวว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมตัดสินใจมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการจัดซื้อสินค้าได้รวดเร็วและตรงเวลามากที่สุด

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด จากผลการวิจัยพบว่า ค่าสถิติ (Multiple Regression Analysis) มีค่า Sig เท่ากับ 0.678 ซึ่งค่ามากกว่าระดับ นัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับ การประชาสัมพันธ์และโฆษณาข่าวสารโปรโมชั่นให้ทราบอย่างต่อเนื่องและหลากหลายช่องทาง เพื่อแจ้งผู้บริโภคให้ทราบกรณีที่มีโปรโมชั่นพิเศษต่าง ๆ ที่น่าสนใจรวมถึงการจัดอันดับสินค้ายอดนิยมของร้านค้าและการจัดกิจกรรมให้ลูกค้ามีส่วนร่วมอย่าง

ต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้บริโภคในปัจจุบันสามารถหาข้อมูลสินค้าเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจซื้อสินค้าได้ด้วยตัวเอง จึงอาจไม่ได้ให้ความสำคัญกับโปรโมชั่นต่าง ๆ ที่ทางร้านค้าออนไลน์ส่งให้ แม้จะส่งข้อมูลในหลากหลายช่องทางที่ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงได้ง่ายก็ตาม เพราะปัจจุบันข้อมูลข่าวสารออนไลน์ที่ผู้บริโภคได้มีจำนวนมาก ผู้บริโภคจึงอาจเลือกรับข่าวสารเฉพาะที่สำคัญหรือสนใจเท่านั้น นอกจากนี้ ส่วนของโปรโมชั่นต่าง ๆ ที่ร้านค้าแนะนำเสนออาจไม่แตกต่างมากพอที่จะดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคให้ซื้อสินค้าได้ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Thumaruksa and Kantabut (2017) พบว่าส่วนประสมการตลาดที่มีผลต่อผู้บริโภคเจนเนอเรชันวายต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเสื้อผ้าทางปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นออนไลน์มากที่สุด คือ ปัจจัยด้านราคาและปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับการใช้ CODE ลดราคาสำหรับการซื้อครั้งแรก จะยิ่งทำให้อยากซื้อสินค้ามากที่สุด

ปัจจัยด้านการรักษาความเป็นส่วนตัว จากผลการวิจัยพบว่า ค่าสถิติ (Multiple Regression Analysis) มีค่า Sig เท่ากับ 0.110 ซึ่งค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานสามารถอธิบายได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับช่องทางออนไลน์มีการให้ข้อมูลข่าวสารแก่ลูกค้าอย่างสม่ำเสมอ มีช่องทางการติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ได้ตลอด 24 ชั่วโมง เจ้าหน้าที่สามารถตอบกลับ และมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าในทันที และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุณิสสา (2559) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านช่องทางตลาดกลาง พาณิชยอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า การแก้ปัญหาลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว ช่องทางการติดต่อกับลูกค้าที่หลากหลาย ช่องทางติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ ได้ตลอด 24 ชั่วโมง และมีเจ้าหน้าที่สามารถตอบกลับ และมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าทันทีที่นี้ที่มีอิทธิพลอาจเป็นเพราะว่าเมื่อลูกค้ามีข้อสงสัยเพิ่มเติมหรือพบปัญหาสินค้าชำรุด ลูกค้าสามารถติดต่อกับผู้ขายสินค้าได้สะดวกและผู้ขายสินค้าตอบแก้ไขปัญหาให้ในทันที ทำให้ลูกค้าเกิดความประทับใจได้

ปัจจัยด้านการให้บริการส่วนบุคคล จากผลการวิจัยพบว่า ค่าสถิติ (Multiple Regression Analysis) มีค่า Sig เท่ากับ 0.000 ซึ่งค่าน้อยกว่าระดับ นัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับการซื้อสินค้าบนช่องทางออนไลน์มีการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลที่เป็นข้อมูลลับของลูกค้าได้อย่างปลอดภัย การซื้อสินค้าบนช่องทางออนไลน์มีการแจ้งนโยบายความเป็นส่วนตัวได้อย่างชัดเจน และการซื้อสินค้าบนช่องทางออนไลน์มีการเปิดเผย ข้อมูลความลับของลูกค้าเพื่อในการทำธุรกรรมทางการค้าให้สำเร็จเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญญนุช (2557) พบว่า การแสดงเครื่องหมายรับประกันความปลอดภัยจากการใช้งานที่น่าเชื่อถือ หรือมีการประกันการรักษาข้อมูลของลูกค้าให้เป็นความลับอย่างน่าเชื่อถือ รวมถึงการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าไม่ส่งผลต่อระดับการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าสตรีผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้หญิงวัยทำงาน

ข้อเสนอแนะ ได้แก่

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.1 ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภค เจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปางมากที่สุด ดังนั้น ผู้ประกอบการธุรกิจควรทำกลยุทธ์ทางการตลาดในการหาช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลายเพื่อสามารถเข้าถึงความต้องการของผู้บริโภคและครอบคลุมกลุ่มผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างทั่วถึงให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ต้องการความรวดเร็วและสามารถตอบสนองได้ตลอดเวลา ควรเพิ่มช่องทางการชำระสินค้าจากที่เป็นอยู่ เช่น การชำระผ่านบัตรเครดิตเดบิต การเก็บเงินปลายทาง นอกจากชำระการโอนเป็นเงินสดเพื่อให้ผู้บริโภคสะดวกต่อการเข้าถึงสินค้าได้ง่าย และทำข้อมูลการส่งเสริมการตลาดเพื่อสร้างให้เกิดแรงจูงใจ กระตุ้นการรับรู้ที่เกิดจาก การโฆษณา ประชาสัมพันธ์ เช่น มีการจัดกิจกรรม ลด แลก แจก แถม มีบริการจัดส่งสินค้าฟรี ซึ่งจะช่วยให้ตัดสินใจซื้อได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นในช่องทางการตลาดออนไลน์

1.2 จากผลการศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคเจเนอเรชันวายยุคดิจิทัลในจังหวัดลำปาง ผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลมาใช้กำหนดแนวทางในการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาด แผนพัฒนาธุรกิจ และพัฒนาส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ เพื่อสามารถเข้าถึงความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคและสร้างความพึงพอใจสูงสุด และเพื่อรองรับการแข่งขันระหว่างธุรกิจต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

2.1 ควรศึกษากลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น ๆ เช่น กลุ่ม เจเนอเรชันอื่น ๆ หรือเลือกศึกษาประชากรในจังหวัดอื่นๆ เพื่อที่จะได้เห็นถึงความแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร ซึ่งการกำหนดขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างให้ละเอียดจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าใจได้ถึงความต้องการของกลุ่มลูกค้าได้มากยิ่งขึ้น

2.2 ควรศึกษาถึงรายละเอียดของกลุ่มประชากรที่ไม่เคยซื้อสินค้าออนไลน์ โดยอาจจะใช้วิธีการสอบถามข้อมูลผ่านทาง การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลหรือแบบกลุ่ม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้กับธุรกิจออนไลน์ในครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- บุญญนุช บุญยะสุนานนท์. (2557). ปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อเสื้อผ้าสตรีผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้หญิงวัยทำงาน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- รวีภา สู้สกุลสิงห์. (2563). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าผ่านเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วรศรา สู้สกุลสิงห์ และวราวุธ ฤกษ์วารักษ์. (2563). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 12(1), 99 - 118.

- ศศิณีภา กุลวานิชไชยนันท์. (2556). ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ซื้อสินค้าแบรนด์เนมผ่านเว็บไซต์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศิริวัฒน์ เหมือนโพธิ์. (2560). กระบวนการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- สุนิสา ตรงจิตร. (2559). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านช่องทางตลาดกลางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Marketplace) [การค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารธุรกิจ ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Deelers, S. and Rattanapongpun, S. (2018). The factors that influence consumer with purchasing decisions process of e-commerce market niches. *Veridian E- Journal, Silpakorn University, 11(1), 2404-2424.*
- Michael R. Solomon. (2009). *Consumer Behavior: Buying, Having, and Being* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Reisenwitz, T. H., & Iyer, R. (2009). Differences in generation X and generation Y: Implications for the organization and marketers. *Marketing management journal, 19(2).*
- Solomon, M. (2009). *Consumer Behavior: Buying, Having, and Being*. New Jersey, Upper Saddle.
- Solomon, M. R. (2009). *Virtual social identity and consumer behavior*. ME Sharpe.
- Thumaruksa, S. and Kantabut, S. (2017). Marketing mix affecting generation Y consumers towards decision to purchase clothes via online. *CMU Journal of Business, 3(1), 179- 195.*
- Yamane, Taro. (1970). *Statistics: An Introductory Analysis*. New York: Harper and Row.
- Yarrow, K., & O'Donnell, J. (2009). Gen buy: How tweens, teens and twenty-somethings are revolutionizing retail. John Wiley and Sons.
- Yooprot, T. (2013). Effect of work values on organization citizenship behavior among the generations. *Journal of Business Administration, Thammasat Business Journal, 36 (138), 40-62.*

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลไทยชนะศึก จังหวัดสุโขทัย
Woven Fabric Development Process Based on Community Participation in
Thai Chana Suek Sub-district, Sukhothai Province

พรชัย ปานทุ่ง^{1*}¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000

*Corresponding author. E-mail address: pornchai.pa@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก อำเภอท่างกู๋ จังหวัดสุโขทัย 2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ การวิจัยเป็นแบบผสมผสานวิธี Mixed Methods โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอ ผู้นำชุมชน ประธานส่งเสริมการท่องเที่ยวอำเภอท่างกู๋ และผู้บริโภค จำนวน 100 คน รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม แบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองไทยชนะศึกแบบมีส่วนร่วมของชุมชน มีกระบวนการ 1) การจัดเวทีสนทนากลุ่ม (Focus Groups) 2) จัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ ประกอบด้วย 2.1) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากแหล่งการผลิตผ้าทอพื้นเมือง 2.2) การพัฒนาตลาดผ้าทอพื้นเมือง 2.3) การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผ้าทอพื้นเมือง 3) การส่งเสริมการตลาดออนไลน์ 4) ประเมินกิจกรรม ซึ่งรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วผู้บริโภคมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.19 (S.D. = 0.46)

คำสำคัญ: กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ตำบลไทยชนะศึก ผ้าทอพื้นเมือง

Abstract

This research aimed to 1) study the local woven fabric designs in Thai Chana Suek sub-district, Thung Saliam district, Sukhothai province; 2) develop local woven fabric based on community participation; and 3) evaluate consumer satisfaction toward the designs. Mixed methods were used. 100 samples were selected by purposive sampling, i.e., the woven fabric group, community leaders, the chairman of tourism promotion in Thung Saliam district, and the consumers. The questionnaire, the survey form, and the interview form were used for data collection. Statistics for data analysis included percentage, mean, and SD.

The results revealed that the developed local woven fabric in Thai Chana Suek sub-district based on community participation included the following process: 1) Focus groups; 2) knowledge transfer activities, i.e., 2.1) knowledge sharing from local woven fabric sources, 2.2) the development of local woven fabric patterns, and 2.3) local woven fabric processing; 3) online marketing promotion; and 4) activity evaluation. Consumers had high satisfaction toward the developed local woven fabric designs ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.46).

Keywords: Community participation, Thai Chana Suek sub-district, Traditional woven fabric

บทนำ

เศรษฐกิจฐานรากของชุมชนในท้องถิ่นที่สามารถพึ่งตนเองได้ เป็นระบบเศรษฐกิจที่เอื้อต่อพัฒนาในด้านสังคม ชุมชน วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติให้มีความเข้มแข็งและยั่งยืน ซึ่งแนวทางการพัฒนาและการจัดการโดยชุมชนท้องถิ่นแบบครบวงจรมากที่สุดคือ การสร้างทุน การผลิตพื้นฐาน การแปรรูป การบริการ การตลาด และความจำเป็นพื้นฐานต่าง ๆ สำหรับคนในพื้นที่อย่างพอเพียง และโดยพัฒนาเป็นวิสาหกิจเพื่อสังคม หรือเป็นธุรกิจของชุมชน (คณะอนุกรรมการยุทธศาสตร์เศรษฐกิจฐานราก, 2559) ซึ่งกระบวนการต้องให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินร่วมคิดความรู้และความชำนาญที่เหมาะสมร่วมพัฒนา ร่วมตัดสินใจในการแก้ปัญหาของตนเอง และสนับสนุนการติดตามผลปฏิบัติงานขององค์กรและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนที่แท้จริง เป็นการพัฒนาขีดความสามารถของคนในชุมชน ควบคุมการใช้ทรัพยากร และปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ในสังคม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีพ เศรษฐกิจและสังคมที่เป็นยอมรับร่วมกัน (จินตวีร์, 2554)

จากการลงพื้นที่ชุมชนตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย เมื่อวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2564 เพื่อศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองชุมชนในด้าน ลวดลาย กระบวนการผลิต การแปรรูป และประเด็นปัญหาความต้องการของชุมชน ซึ่งนายวรุฒิ อินคำมา ประธานกลุ่มศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นตำบลไทยชนะศึก ได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่า กระบวนการผลิตผ้าทอพื้นเมืองของชุมชนยังรูปแบบเดิม ที่สืบทอด

จากบรรพบุรุษ ลวดลายผ้าทอมี 2 รูปแบบ คือ ลายดอกแก้ว และลายขี้ด สีที่ใช้ย้อมเป็นสีสังเคราะห์ รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้แก่ ถุงย่าม ผ้านุ่ง เสื้อผ้า และจัดจำหน่ายภายในชุมชนและคนนอกพื้นที่ซึ่งผลิตเท่านั้น

จากประเด็นความต้องการของชุมชน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการส่งเสริมทักษะผู้ผลิตด้วยกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมือง การออกแบบลวดลายผ้าทอที่สื่อถึงอัตลักษณ์ของชุมชน ส่งเสริมการย้อมสีด้วยธรรมชาติจากวัตถุดิบในท้องถิ่น การแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบหลากหลายขึ้น และส่งเสริมการตลาดที่เข้าถึงผู้บริโภคได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองชุมชนตำบลไทยชนะศึก อำเภอกู่เหล็ก จังหวัดสุโขทัย 2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 3. เพื่อประเมินความพึงพอใจผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์

ระเบียบวิธีวิจัย

ในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลไทยชนะศึก อำเภอกู่เหล็ก จังหวัดสุโขทัย เป็นการวิจัยแบบผสมผสานด้วยวิธี Mixed Methods ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยที่ 1 ศึกษาแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก อำเภอกู่เหล็ก จังหวัดสุโขทัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยโดยการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก จำนวน 10 คน ผู้นำชุมชน จำนวน 1 คน และประธานส่งเสริมการท่องเที่ยวอำเภอกู่เหล็ก จำนวน 1 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสัมภาษณ์ (Interviews) โดยกำหนดประเด็นหัวข้อในการสัมภาษณ์ กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก ผู้นำชุมชน และประธานส่งเสริมการท่องเที่ยวอำเภอกู่เหล็ก เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการศึกษาบริบทชุมชนในด้าน 1) ประวัติและความเป็นมาของชุมชน 2) วัสดุและกระบวนการผลิตผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก 3) รูปแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ และ 4) ช่องทางการจัดจำหน่าย

การรวบรวมข้อมูล ด้วยการลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก ผู้นำชุมชน และประธานส่งเสริมการท่องเที่ยวอำเภอกู่เหล็ก จดบันทึกข้อมูล ถ่ายภาพประกอบการวิจัย ด้วยตนเอง โดยมีกระบวนการดำเนินการ 1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ประสานและจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จัดเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ในด้าน 1) บริบทชุมชน 2) วัสดุและกระบวนการผลิตผ้าทอพื้นเมืองของชุมชนตำบลไทยชนะศึก 3) รูปแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ และ 4) ช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยโดยการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ รูปแบบผ้าทอพื้นเมืองในด้าน วัสดุในการผลิตและลวดลาย รูปแบบผลิตภัณฑ์จากสิ่งทอ จำนวน 3 รูปแบบ กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะเลิศ จำนวน 10 คน และนักออกแบบ จำนวน 3 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้ 1) แบบสำรวจ โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นหัวข้อในการสำรวจแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในด้านลวดลายผ้าทอ และรูปแบบผลิตภัณฑ์ กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองตำบลไทยชนะเลิศ และ 2) แบบสอบถาม (Questionnaires) เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินความพึงพอใจผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยกำหนดข้อคำถามในด้านประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม และรูปทรงผลิตภัณฑ์

การรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการจดบันทึก ถ่ายภาพประกอบการวิจัยด้วยตนเอง โดยประสานและจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จัดเก็บข้อมูลกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะเลิศ ใช้กระบวนการ 1) การจัดเวทีสนทนากลุ่ม (Focus Groups) 2) จัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ 3) การส่งเสริมการตลาดออนไลน์ และ 4) ประเมินกิจกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย 1) วิเคราะห์กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองแบบมีส่วนร่วมของชุมชนจากแบบสำรวจรูปแบบลวดลาย และผลิตภัณฑ์สิ่งทอ 2) วิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองตำบลไทยชนะเลิศจากแบบสอบถาม ด้วยการนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยเกณฑ์การแปลความหมายระดับความพึงพอใจแบ่งออกเป็นช่วง 5 ระดับ

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยที่ 3 การประเมินความพึงพอใจผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยโดยเลือกจากกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเป็นนักท่องเที่ยวในเขตพื้นที่ทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย จำนวน 100 คน และรูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองที่พัฒนาในด้านลวดลายผ้าทอ และชุดเครื่องแต่งกาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถาม (Questionnaires) เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นข้อคำถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยโครงสร้างของแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ตอนที่ 2 ประเด็นความพึงพอใจ ในด้านประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม รูปทรงและรูปทรง และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

การรวบรวมข้อมูลการวิจัย ด้วยการแจกแบบสอบถามพร้อมรูปแบบผลิตภัณฑ์ ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม และรูปทรงผลิตภัณฑ์ โดยเป็นนักท่องเที่ยวในเขตพื้นที่ทุ่งเสลี่ยม แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ประกอบด้วยดังนี้ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 4 หมายถึง พึงพอใจมาก 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย และ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยการนำข้อมูลมาหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยเกณฑ์การแปลความหมายระดับความพึงพอใจแบ่งออกเป็นช่วง 5 ระดับ

ผลและอภิปรายผล

1. ศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย

1.1 บริบทชุมชน ผลจากการศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองชุมชนไทยชนะศึกจากการลงพื้นที่จัดเก็บข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าและใช้แบบสัมภาษณ์โดยจัดเวทีประชุม พบว่า แต่เดิมมีกลุ่มคนในเขตพื้นที่จังหวัดลำปางได้มาสำรวจแหล่งทำมาหากิน โดยพบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์ทั้งป่าไม้ และแหล่งน้ำเหมาะกับการประกอบอาชีพเกษตรและเลี้ยงสัตว์ ทำให้เกิดการย้ายถิ่นฐานเดิมประมาณ 300 คน เข้ามาในพื้นที่ จากการบอกเล่าของคนรุ่นต่อรุ่น พบว่าพื้นที่มีต้นสะเดาเป็นจำนวนมาก เลยตั้งชื่อหมู่บ้านว่า “ไต้สะเดียมหรือทุ่งเสลี่ยม” นอกจากนี้ยังข้อสันนิษฐานว่าชื่อหมู่บ้านอาจตั้งตามพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ โดยมีสันดินลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม อาชีพของประชากรส่วนใหญ่ที่สำคัญคือการปลูกข้าว ไร่อ้อย สวนลำไย เป็นต้น และอาชีพเสริมจะเลี้ยงสัตว์เพื่อนำมาใช้ในการบริโภคในครอบครัว สตรีในชุมชนมักจะทอผ้าไว้ใช้เอง มีประเพณี วัฒนธรรม พุทธศาสนาพื้นเมือง (คำเมือง) สอดคล้องกับ เอี่ยม-และคณะ (2560) ได้กล่าวว่า ทุ่งเสลี่ยม เป็นภาษาล้านนา หมายถึง ทุ่งต้นสะเดา ซึ่งเป็นพืชที่นิยมนำดอกและยอดใบอ่อนมาประกอบอาหาร จากจดหมายเหตุเมืองสวรรคโลก พ.ศ. 2428 ระบุว่า มีลาวลำปางชาวบ้านกลุ่มแรกจากเมืองเถินพาครอบครัวมาหาเสบียงที่บริเวณทุ่งเสลี่ยมซึ่งเป็นเขตปกครองของเมืองสวรรคโลก ชุมชนไทยล้านนาบ้านไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม เคยเป็นเส้นทางที่มีความสำคัญเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ระหว่างอาณาจักรสุโขทัย และอาณาจักรล้านนา ร่องรอยที่ถูกทำเป็นถนนสายหลักในการเดินทางไปยังอำเภอเถิน จังหวัดลำปางจนถึงปัจจุบัน ที่เรียกว่า ถนนพระร่วง สอดคล้องกับ องค์การบริหารส่วนตำบลไทยชนะศึก (2562) ยังได้กล่าวว่า ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีภูเขาบ้างบางส่วน มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการทำการเกษตร มีแม่น้ำลำคลองมีป่าไม้ ป่าชุมชนที่ยังอุดมสมบูรณ์ มีเส้นทางคมนาคมเชื่อมต่อกับอำเภอสวรรคโลก ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ พุทธศาสนิกชนร้อยละ 95 ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก และอาชีพเสริมในงานจักสาน และทอผ้าพื้นเมือง ประเพณีในท้องถิ่นที่ยังคงสืบทอด เช่น ประเพณีปี๋ใหม่เมือง หรือวันสงกรานต์ กินข้าวสลาก กินข้าวจี่ข้าวหลาม และลอยกระทง เป็นต้น



Figure 1. Community context learning exchange activity

1.2 รูปแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนตำบลไทยชนะศึก พบว่า สตรีในชุมชนมีทอผ้าไว้ใช้เองในครอบครัว ปัจจุบันได้มีการจัดตั้งกลุ่มผ้าทอพื้นเมืองโดยมีสมาชิกประมาณ 50 คน เพื่ออนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่กับชุมชนภายใต้ศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นตำบลไทยชนะศึก ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหน่วยภาครัฐ

และเอกชน เช่น องค์การบริการส่วนตำบลไทยชนะ พัฒนาชุมชนจังหวัดสุโขทัย และสำนักงานพื้นที่พิเศษ 4 สุโขทัย ที่มาช่วยในการยกระดับคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ได้แก่ ผ้าถุง ผ้าคลุมไหล่ และถุงย่าม ด้วยเทคนิคการทอแบบขัด และการทอแบบ 4 ตะกอ เรียกว่า ลายลูกแก้ว ซึ่งเป็นอัตลักษณ์ลวดลายผ้าทอพื้นเมืองของชุมชนตำบลไทยชนะศึกษามีสอดคล้องกับ บุญโรช (2559) กล่าวว่า ลายลูกแก้วในแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์มีวิธีการเย็บไม้เก็บตะกอที่ไม่เหมือนกัน กลุ่มชาติพันธุ์ส่วยและเยอทอด้านบนผืนผ้าเป็นลายเส้นยืน ด้านล่างเป็นลายเส้นพุ่ง แต่ในกลุ่มชาติพันธุ์เขมรและลาว ด้านบนจะเป็นลายเส้นพุ่ง ด้านล่างเป็นลายเส้นยืน กลุ่มชาติพันธุ์ลาวยังมีการทอแบบลายที่เกิดจากเส้นพุ่งทั้งด้านบนและด้านล่างด้วย

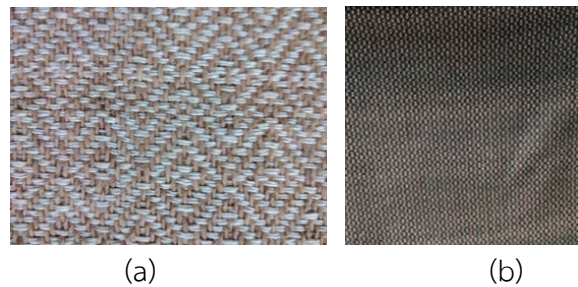


Figure 2. Woven fabric with Dok Keaw pattern (a) and Weave pattern (b)



Figure 3. Traditional woven fabric products

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเวทีสนทนากลุ่ม (Focus Groups) ในประเด็นปัญหาของรูปแบบผลิตภัณฑ์ และความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านลวดลายผ้า แปรรูปผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ โดยวิจัยวิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก (SWOT) ผลการศึกษาพบว่า 1) จุดแข็ง (Strengths) ได้แก่ 1.1) ผู้ผลิตมีทักษะในการผลิตผ้าทอพื้นเมือง 1.2) มีศูนย์จำหน่ายและสถานที่แหล่งเรียนรู้ชุมชน 1.3) มีการเชื่อมโยงเครือข่ายในชุมชน ได้แก่ กลุ่มโฮมสเตย์ และสถานที่ท่องเที่ยวในพื้นที่ เช่น วัด จุดชมทิวทัศน์ 1.4) ผลิตภัณฑ์ผ้าทอได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากการยอมรับของชาติ 2) จุดอ่อน (Weaknesses) ได้แก่ 2.1) ทักษะทางการตลาด 2.2) ทักษะการขายช่องทางออนไลน์ 2.3) ทักษะด้านการออกแบบลวดลายผ้าทอรูปแบบใหม่ ๆ และการแปรรูปแบบผลิตภัณฑ์ 2.4) ผู้ผลิตส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ 2.5) ไม่มีแหล่งวัตถุดิบในการผลิตในพื้นที่ 3) โอกาส (Opportunities) ได้แก่ 3.1) มีหน่วยงานภาครัฐและเอกชนให้การสนับสนุนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ และการตลาด 3.2) จังหวัดสุโขทัย เป็นเครือข่ายเมืองสร้างสรรค์ (Creative Cities Network) ประจำปี 2562 สาขาหัตถกรรมและศิลปะพื้นบ้าน

(Crafts and Folk Art) โดยองค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ ยูเนสโก (UNESCO) 3.3) ผู้บริโภคนิยมใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น 3.4) จังหวัดสุโขทัยได้กำหนดเป้าหมายพัฒนา พ.ศ. 2566-2570 ในด้าน Agri Creative Economy City ได้แก่ เมืองเศรษฐกิจสร้างสรรค์ เกษตรปลอดภัย/ เกษตรอินทรีย์ Smart Farm ยุกระดับอุตสาหกรรมและสินค้า/บริการ ทองเงินโบราณ สังคโลก ผ้าทอ โครงสร้างพื้นฐานและคมนาคม 4) อุปสรรค (Threats) ได้แก่ 4.1) สถานการณ์โรค Covid-19 4.2) การเปลี่ยนแปลงนโยบายทางการเมือง

ขั้นตอนที่ 2 จัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากแหล่งการผลิตผ้าทอพื้นเมือง โดยนำผู้ผลิตผ้าทอชุมชนไทยชนะศึก เข้าไปศึกษาดูงานยังแหล่งเรียนรู้ในเขตพื้นที่จังหวัดสกลนคร (Figure 4) ประกอบด้วย 1) กลุ่มผ้าย้อมคราม บ้านคำข่า 2) เฮือนนางคราม สกลนคร และ 3) Mann Craft โดยอบรมบรรยายเชิงปฏิบัติการในการก่อหม้อคราม กระบวนการย้อมสี การดูแลหม้อคราม และการย้อมสีจากวัสดุให้สีจากธรรมชาติจาก เปลือกไม้ เนื้อไม้ ดอกไม้ เป็นต้น ซึ่งเป็นกระบวนการย้อมสีด้วยเทคนิคย้อมเย็นและย้อมร้อน



Figure 4. Study of natural dyeing techniques for textile production in Kham, Sakon Nakhon Province

ผลการศึกษา พบว่า 1) องค์ความรู้กระบวนการย้อมสีด้วยเทคนิคย้อมเย็นจากคราม (Figure 5) ประกอบด้วย 1.1) กระบวนการการก่อหม้อคราม มี 2 รูปแบบ ประกอบด้วยรูปแบบที่ 1 การก่อหม้อครามแบบเย็น โดยมีอัตราส่วนผสมของเนื้อคราม 1 กิโลกรัมผสมกับน้ำต่างจากซีเถ้า 3 ลิตร น้ำมะขาม 1 ลิตร และเนื้อปูนแดง 20 กรัม กวนส่วนผสมให้เข้ากัน แล้วโจกน้ำครามทุกวัน สังเกตน้ำครามจากสีน้ำเงินจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนเหลือง และสีเหลือง ฟองสีน้ำเงิน แสดงว่าน้ำครามพร้อมย้อม ซึ่งระยะเวลาของกระบวนการมาน้ำครามพร้อมย้อมจะอยู่ประมาณ 7 – 10 วัน โดยมีปัจจัยอยู่กับอุณหภูมิจากสิ่งแวดล้อม เช่น บรรยากาศร้อนจะทำให้น้ำครามจะมาเร็วขึ้น ถ้าบรรยากาศเย็น จะใช้ระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น รูปแบบที่ 2 การก่อหม้อครามแบบร้อน ซึ่งเป็นกระบวนการลดระยะเวลาให้น้ำครามพร้อมย้อมที่เร็วขึ้น โดยมีอัตราส่วนผสมของเนื้อคราม 2 กิโลกรัม น้ำต่างจากซีเถ้า 3 ลิตร ปูนแดง 1 กิโลกรัม เทใส่ภาชนะก่อหม้อคราม กวนส่วนผสมให้เข้ากัน ต้มน้ำมะขามโดยซั้งมะขามแบบไม่มีเมล็ด 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 20 ลิตร ใช้เวลา 30 นาที แล้วกรองเศษมะขามออก นำน้ำมะขามที่ยังร้อนอยู่ไปเทในส่วนผสมแล้วกวนให้เข้ากัน โจกน้ำครามโดยสังเกตฟองน้ำครามจะเป็นสีน้ำเงิน พักทิ้งไว้ น้ำครามจะเริ่มเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีเขียวปนเหลือง และเป็นสีเหลือง ซึ่งระยะเวลาของน้ำครามพร้อมย้อมจะใช้เวลา 4 - 5 ชั่วโมง แต่ข้อควรระวังควรพักทิ้งน้ำครามให้เย็นก่อนนำเส้นด้ายไปลงย้อม 1.2) กระบวนการย้อม ก่อนย้อมแต่ละครั้งควรตักน้ำครามไว้บางส่วนเรียกว่า หัวเชื่อน้ำ

คราม เมื่อย้อมเสร็จค่อยเทน้ำครามลงในหม้อครามอีกครั้ง ซึ่งการย้อมจะนำเส้นด้ายฝ้ายประมาณประมาณ 200 กรัม มาแช่น้ำไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง บิดน้ำออกจากเส้นด้ายแล้วสไลด์ให้คลายตัว ผู้ผลิตบางกลุ่มอาจนำเส้นด้ายที่แช่น้ำออกมาทูก่อนนำลงไปน้อมคราม เมื่อนำเส้นด้ายลงในหม้อครามควรใช้มือขยำเส้นด้ายฝ้ายให้ทั่วภายใต้ผิวหน้าคราม หลังจากย้อมเสร็จบิดน้ำครามออกแล้วสไลด์เส้นด้ายให้ถูกอากาศ เมื่อถูกอากาศเส้นด้ายที่ย้อมจากสีเขียวจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินหรือสีคราม ความเข้มของสีครามในเส้นด้ายขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการย้อม 1.3) การดูแลหม้อคราม ในการย้อมแต่ละครั้งจะเป็นการนำเม็ดสีของครามออกไป ทำให้สีในหม้อครามลดน้อยลงการดูแลหม้อครามควรเติมเนื้อคราม น้ำต่าง น้ำมะขาม และปูนแดง โดยมีขั้นตอนและวิธีการเช่นเดียวกับการก่หม้อคราม แต่ปริมาณของส่วนผสมจะลดลง บ้างกลุ่มอาจเติมน้ำตาลทรายแดงหรือกล้วยน้ำว้าวางไปในหม้อ เพื่อไปเลี้ยงจุลินทรีย์ทำให้น้ำครามกลับมาพร้อมย้อมอีกครั้ง



Figure 5. Raw materials and Indigo dyeing process

2) องค์ความรู้กระบวนการย้อมสีด้วยเทคนิคย้อมร้อนจากเปลือกลำไย ซึ่งลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของชุมชน ผู้วิจัยได้นำเปลือกลำไยมาสกัดสีด้วยการต้มกับน้ำโดยใช้ระยะเวลา 2 – 3 ชั่วโมง สีที่ได้เป็นสีน้ำตาลออกแดง หลังจากนั้นให้ลดไฟ ทำให้น้ำสีอุ่นตัวลงก่อนนำเส้นด้ายฝ้ายที่แช่น้ำไว้ไปใส่ในภาชนะที่ต้มย้อมสี ในขณะที่ย้อมควรกลับเส้นด้ายอยู่เสมอ การรักษาอุณหภูมิในการย้อมให้คงที่จะทำให้ได้สีที่สม่ำเสมอ ดัง

Figure 6



Figure 6. Naturally dyeing with longan peel

ด้านที่ 2 การพัฒนาลวดลายผ้าทอพื้นเมือง จากการจัดสนทนากลุ่มระหว่างนักออกแบบและกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอมีความเห็นร่วมกันในการใช้รูปแบบลวดลายที่ได้แรงบันดาลใจจากดอกสะเดา หรือที่ชุมชนเรียกว่า ดอกสะเลียม มาใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบลวดลายผ้าทอยกดอก นอกจากนี้ทางกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอยังต้องการให้นำลวดลายที่ได้รับพระทาน คือ ลายขอนารี มาผสมผสานให้เกิดเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอตำบลไทยชนะศึก ดัง Figure 7 - 10



Figure 7. Thai chana suek Sub-district weaving group received the Royal pattern of Khon Naree

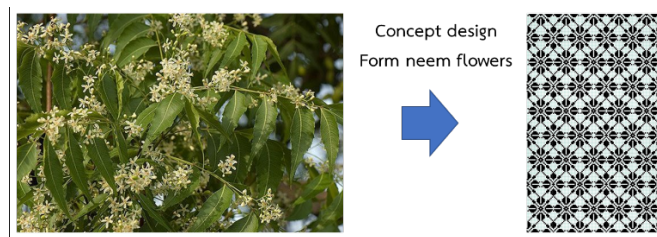


Figure 8. Inspiration for designing patterns from the neem flowers



Figure 9. Patterns that arise from the combination of Khon Naree and neem flowers



Figure 10. Prototype products of woven fabrics from Thai chana suek Sub-district.

ด้านที่ 3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผ้าทอพื้นเมือง กระบวนการแปรรูปผ้าทอพื้นเมืองของกลุ่มได้ดำเนินการฝึกอบรมตัดเสื้อผ้าและปักผ้า โดยการถ่ายทอดองค์ความรู้จากวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบแพทเทิร์นจากร้านห้องเสื้อขวัญ และการปักผ้าโดย ศักดิ์จิระ เวียงเก่า ซึ่งรูปแบบในการออกแบบได้รับโจทย์จากชุมชนต้องมีรูปแบบที่ง่ายต่อการตัดเย็บและมีความทันสมัย สรุปผลได้ดัง Figure 11 - 12



Figure 11. Transform clothing from local woven fabrics of Thaichanasuek Sub-district.



Figure 12. Transform local woven fabrics of Thaichanasuek Sub-district using embroidery.

กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ในด้านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากแหล่งการผลิตผ้าทอพื้นเมือง การพัฒนาตลาดผ้าทอพื้นเมือง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผ้าทอพื้นเมือง มีความสอดคล้องกับ กรรณรงค์ (2560) ที่นำกระบวนการจัดการความรู้สู่การอนุรักษ์ภูมิปัญญาเมียง ภูมิปัญญาเมียงเกิดจากองค์ความรู้ของชุมชนที่ได้รับการสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น ซึ่งเกิดจากการสร้างความรู้เกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ การสังเกต และตกผลึกเป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น สอดคล้องกับ อภิชาติ (2557) เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเกิดจากการสะสมความรู้ และประสบการณ์ในอดีตที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้สู่การถ่ายทอดและพัฒนาให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของตนเองหรือสังคม สอดคล้องกับพรชัย (2561) ในการหาแนวคิดในการสร้างสรรค์การออกแบบลวดลายผ้าทอ ซึ่งแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างสรรค์ลวดลายผ้าทอทำให้เกิดอัตลักษณ์เฉพาะท้องถิ่น เนื่องด้วยชุมชนบ้านภูทองมีประเพณี วัฒนธรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และทรัพยากรธรรมชาติ การกำหนดเป้าหมายร่วมกันในการออกแบบลวดลายผ้าทอ มีดังนี้ 1) การแสวงหาความรู้จากชุมชน 2) การสร้างองค์ความรู้ให้กับชุมชน และ 3) การออกแบบลวดลายผ้าทอ

ขั้นตอนที่ 3 การส่งเสริมการตลาดออนไลน์ ในการกระบวนการส่งเสริมทักษะการขายผลิตภัณฑ์ผ้าทอช่องทางออนไลน์ โดยถ่ายทอดองค์ความรู้จากวิทยากร ยุพา กุลประดิษฐ์ ที่มีประสบการณ์การขายทางเพจเฟซบุ๊ก เทคนิคการเขียนบรรยาย การเตรียมผลิตภัณฑ์ การจัดพื้นที่ และทักษะการพูด ซึ่งรูปแบบเป็นการบรรยายเชิงปฏิบัติการ ดัง Figure 13



Figure 13. Develop skills for promoting online sales.

กระบวนการส่งเสริมทักษะการขายผลิตภัณฑ์ผ้าทอช่องทางออนไลน์ สอดคล้องกับ กัลยรัตน์ (2565) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับกลยุทธ์การตลาดออนไลน์ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านการใช้พลังในธุรกิจ และด้านบรรจุภัณฑ์ มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของผู้ประกอบการ สอดคล้องกับ สุระเชษฐ์ และคณะ (2563) กล่าวว่า เพจเฟซบุ๊กของชุมชนสวยก่อตั้งเพื่อส่งเสริมการขายสินค้าชุมชนเป็นการสร้างรายได้แก่ชาวบ้านเน้นวิธีคิดและกระบวนการเรียนรู้เพื่อจะได้คิดและแก้ปัญหาของชุมชนได้ ทำให้พอกินพอใช้ก่อนแล้วพัฒนาไปเชิงธุรกิจ ซึ่งชุมชนสวยได้เล็งเห็นว่า ควรใช้ความสามารถของอินเทอร์เน็ตในการส่งเสริมการขาย

เพื่อส่งเสริมยอดการจัดจำหน่าย ซึ่งปัจจุบันการติดต่อสื่อสารมีความรวดเร็วในการสื่อสารกับผู้บริโภคจึงจัดทำเว็บไซต์เพื่อช่วยเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและบริการต่าง ๆ ให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินกิจกรรม องค์กรความรู้ที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากแหล่งการผลิตผ้าทอพื้นเมือง การพัฒนาตลาดผ้าทอพื้นเมือง การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผ้าทอพื้นเมืองและการส่งเสริมการตลาดออนไลน์ พบว่า ผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.54 (S.D.=0.28)

3. การประเมินความพึงพอใจผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์

ผลการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์จากผ้าทอพื้นเมือง จำนวน 100 คน โดยเป็นนักท่องเที่ยวในเขตอำเภอทุ่งเสลี่ยม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามผู้ที่ตอบแบบสอบถามมากที่สุดเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 63 อายุอยู่ในช่วง 20 – 29 ปี คิดเป็นร้อยละ 35 ระดับการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 37 ประกอบอาชีพบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 26 รายได้ต่อเดือน อยู่ในช่วง 20,001 – 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 36 มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์สิ่งทอและผลิตภัณฑ์จักสานจากใบตาล สรุปได้ดัง Table 1

Table 1. Consumer satisfaction evaluation results on the product design. (n = 100)

Satisfaction	average	S.D.	Level
1. Benefits of use			high
1.1 The product is designed to be suitable for use.	4.19	0.49	
1.2 The product is durable and easy to use.	4.17	0.47	high
1.3 The product clearly represents the local identity.	4.12	0.51	high
1.4 The product is environmentally friendly.	4.25	0.44	high
1.5 The product can add value to local materials appropriately.	4.23	0.43	high
2. Beauty			
2.1 The patterns are creatively blended with the original design, resulting in a fresh and unique appearance.	4.17	0.47	high
2.2 It has a distinctive local identity.	4.17	0.47	high
2.3 The arrangement of pattern elements is appropriate.	4.23	0.43	high
2.4 The product features beautiful colors and patterns.	4.18	0.49	high
2.5 The product is exquisitely crafted	4.04	0.49	high
3. Shape and Form			
3.1 It has a new and distinctive design compared to the original.	4.25	0.44	high
3.2 The design is non-repetitive and easy to produce.	4.23	0.43	high
3.3 It has a suitable size for production and use.	4.23	0.43	high

Satisfaction	average	S.D.	Level
3.4 It can be commercially produced.	4.23	0.45	high
3.5 The product design facilitates easy cleaning and maintenance.	4.13	0.53	high
Overall summary	4.19	0.46	high

จาก Table 1 พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.19 (S.D. = 0.46) เมื่อแยกออกเป็นรายประเด็นความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านรูปร่างและรูปทรง มีค่าเฉลี่ย 4.23 (S.D. = 0.45) ด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย 4.19 (S.D. = 0.47) และด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย 4.16 (S.D. = 0.47) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านรูปร่างและรูปทรงในรายประเด็นจะพบว่า มีความแปลกใหม่ต่างจากเดิม รูปแบบไม่ซ้ำซ้อน ง่ายต่อการผลิต มีขนาดที่เหมาะสมต่อการผลิตและใช้งาน สามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ รูปแบบผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด และดูแลรักษาได้ง่าย ด้านประโยชน์ใช้สอยในรายประเด็นจะพบว่าผลิตภัณฑ์มีการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ง่ายต่อการใช้งาน ผลิตภัณฑ์บอกถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่นได้อย่างชัดเจน ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถเพิ่มมูลค่าวัสดุในท้องถิ่นได้อย่างเหมาะสม ด้านความสวยงามในรายประเด็นจะ พบว่าลวดลายที่มีการผสมผสานกับรูปแบบลวดลายเดิมทำให้มีความแปลกใหม่ขึ้น มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น มีการจัดองค์ประกอบลวดลายที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบของสีสันทและลวดลายที่สวยงาม ผลิตภัณฑ์มีความประณีต ซึ่งสอดคล้องกับ จูรีวรรณ และคณะ (2559) กล่าวว่า ในการออกแบบเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากผ้าทอไทยทรงดำนั้น อันดับแรกผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบโดยทั่วไปที่สำคัญคือ ประโยชน์ใช้สอย อีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญที่นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงคือ การคงเอกลักษณ์และการสื่อความหมายของลวดลายและสีสันทต่าง ๆ ตามความเชื่อของชาวไทยทรงดำ เนื่องจากลายผ้าไทยทรงดำมีลายต่าง ๆ ไม่มาก และมีการใช้สีสันทที่จำกัด การออกแบบผลิตภัณฑ์จากผ้าทอไทยทรงดำจึงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะในเรื่องของการคงเอกลักษณ์ของชาวไทยทรงดำและความแตกต่างของวัฒนธรรมความเชื่อของแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ พนารัตน์ และคณะ (2565) ที่กล่าวว่า ประโยชน์สอยของผลิตภัณฑ์ต้องมีความเหมาะสมสะดวกสบายในการใช้สอยตามที่ต้องการ สามารถใช้งานได้จริงสอดคล้องกับลักษณะผลิตภัณฑ์ มีขนาดเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ตอบสนองความต้องการในการใช้งานของผู้บริโภค และมีความเหมาะสมกับความนิยมของผู้บริโภค และยังสอดคล้องกับ ชีระยุทธิ์ และพนาดร (2561) ที่กล่าวว่า ความสวยงามของลวดลายผ้าที่ออกแบบใหม่ ความสวยงามของการผสมผสานผ้าในการตัดเย็บ ความสวยงามของสีสันทผ้าที่ตัดเย็บ ความสวยงามของรูปแบบเอ และความสวยงามของการประยุกต์รูปแบบโดยรวม

สรุป

ประชากรเดิมของชุมชนตำบลไทยชนะศึก ได้มีการสำรวจพื้นที่และอพยพย้ายถิ่นฐานจากเขตอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง เพื่อมาอยู่อาศัยในเขตพื้นที่อำเภอทุ่งเสลี่ยม เพื่อมา มีประเพณี วัฒนธรรม ภาษาพูด (คำเมือง) แบบล้านนา อาชีพส่วนใหญ่จะทำการเกษตร และเลี้ยงสัตว์ เมื่อชุมชนรวมตัวมากจนเป็นหมู่บ้านและตำบลไทยชนะศึก ซึ่งเดิมเป็นเส้นทางผ่านระหว่างอาณาจักรสุโขทัยและอาณาจักรล้านนา สตรีในชุมชนนิยมทอผ้าไว้ใช้ในครอบครัว เช่น ผ้าถุง ผ้าห่ม ผ้าคลุมไหล่ และถุงย่าม ด้วยลวดลายดอกแก้ว ลายแซง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองโดยมีขั้นตอนที่ 1) การจัดเวทีสนทนากลุ่ม (Focus Groups) ขั้นตอนที่ 2) จัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ ในด้าน 2.1) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากแหล่งการผลิตผ้าทอพื้นเมือง โดยนำผู้ผลิตผ้าทอชุมชนไทยชนะศึก เข้าไปศึกษาดูงานยังแหล่งเรียนรู้ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร 2.2) การพัฒนาลวดลายผ้าทอพื้นเมือง 2.3) การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผ้าทอพื้นเมือง ขั้นตอนที่ 3 การส่งเสริมการตลาดออนไลน์ และ ขั้นตอนที่ 4 ประเมินกิจกรรม ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว ด้านรูปร่างและรูปทรง มีค่าเฉลี่ย 4.23 (S.D. = 0.45) ด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย 4.19 (S.D. = 0.47) และด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย 4.16 (S.D. = 0.47) ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สัญญารับทุนเลขที่ RDI-1-65-07 ขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารที่เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาพื้นที่ให้มีคุณภาพจากกระบวนการวิจัย ขอขอบพระคุณชุมชนไทยชนะศึกที่เข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี ตลอดจนพ่อแม่ และเพื่อนๆ ที่คอยเป็นกำลังใจจนสำเร็จเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กรณรงค์ บุญเรือง. (2560). การจัดการความรู้สู่การอนุรักษ์ภูมิปัญญาเมือง ตำบลสกาต อำเภอปัว จังหวัดน่าน. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัย*, 12(1), 79-87.
- กัลยรัตน์ หัสโรค์. (2565). กลยุทธ์การตลาดออนไลน์ที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของผู้ประกอบการที่ได้รับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ชุมชน จังหวัดอุดรธานี. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 41(6), 7-19.
- คณะอนุกรรมการยุทธศาสตร์เศรษฐกิจฐานราก. (2559). *คู่มือการส่งเสริมการพัฒนาระบบเศรษฐกิจฐานราก*. สถาบันองค์การชุมชน (องค์กรมหาชน) กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์.
https://web.codi.or.th/wp-content/uploads/2019/05/Guide_economic_280959.pdf
- จิวรรณ จันทลา, วลี สงสูงค์, เพ็ญสินี กิจคำ, และสุรรัตน์วงศ์สมิง. (2559). การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอไทยทรงดำเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มตามแนวทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(2), 82-98.
- จินตวิรี เกษมสุข. (2554). *การสื่อสารกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธีระยุทธ์ เฟ็งชัย และพนาดร ผลัดสุวรรณ. (2561). การออกแบบและพัฒนาชุดแต่งกายจากผ้าทอวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหนองสวรรค์ จังหวัดอุดรธานี. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 7(2), 163-177.
- บุญโรช ศรีละพันธ์. (2559). ภูมิปัญญาผ้าไหมลายลูกแก้วของกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 12(1), 285 -305.
- พนารัตน์ เดชกุลทอง เดือนเพ็ญพร ชัยภักดี และสามารถ สินทร. (2565). ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ของกลุ่มอาชีพสตรีทอผ้าไหมบ้านเสี้ยวน้อยอำเภอมืองจังหวัดชัยภูมิ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 10(1), 67-81.
- พรชัย ปานทุ่ง. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอแบบมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านภูทอง จังหวัดสุโขทัย. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่*, 11(4), 331-345.
- สุระเชษฐ์ สุทธิบุตร พระมหาหรรษา ธมฺมหาโส และพระปราโมทย์ วาทโกวิโท. (2563). การส่งเสริมการขายสินค้าชุมชนด้วยการตลาดออนไลน์โดยพุทธสันติวิธี. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 8(ฉบับเพิ่มเติม), 172-184.
- อภิชาติ ใจอารีย์. (2557). รูปแบบการจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นการแปรรูปหน่อไม้ของชุมชน บ้านพุดเตย จังหวัดกาญจนบุรี. *วารสารการเมืองการปกครอง*, 4(2), 158-241.
- องค์การบริหารส่วนตำบลไทยชนะศึก. (2562). *แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ.2561-2565)*. <https://www.thaichanasuek.go.th/projectRev2.php?hd=7>
- เอี่ยม ปัญญา, ต่อม คำแก้ว, และคณะ. (2559). *การบูรณาการสายสัมพันธ์ และมรดกวัฒนธรรมชุมชนไทยชนะศึกสู่การพัฒนาการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนและองค์การบริหารส่วนตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย*. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD

Factors Affecting Customers' Purchasing Decision on CBD Containing Serum Products

ธันยา ทิพบรรจง^{1*} วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย² และ เออวดี เปรมัชเชี๋ย²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: tanya.ti@ku.th

บทคัดย่อ

จากศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมการใช้เซรั่ม 2) ศึกษาทัศนคติ ความรู้ของผู้บริโภค และ 3) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ผู้ที่ไม่เคยและเคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ค่าความถี่ และวิเคราะห์ Logistic Regression ผลการศึกษาพบว่า 1) พฤติกรรมการใช้ของผู้บริโภคที่เคยใช้เซรั่มที่ผสมสาร CBD มักจะซื้อผลิตภัณฑ์จากห้างสรรพสินค้า โดยใช้จ่ายระหว่าง 400-1,000 บาท สำหรับผลิตภัณฑ์ 50 มล. 2) ทัศนคติโดยรวมต่อเซรั่มที่ผสมสาร CBD นั้นเป็นไปในเชิงบวก โดยทั้งผู้บริโภคที่เคยใช้และผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้ต่างก็ตระหนักถึงประโยชน์ของการดูแลผิวที่อาจเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้อาจมีความรู้และความลังเลจำกัดเนื่องจากความพร้อมใช้งานและความเข้าใจที่จำกัด และ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD ได้แก่ ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านความรู้และปัจจัยส่วนบุคคลด้านภูมิภานา อาชีพ และรายได้ ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การตัดสินใจซื้อ เซรั่ม CBD ปัจจัยทัศนคติ ส่วนผสมทางการตลาด

Abstract

The objectives of this study were 1) to examine customers' purchasing behavior of serum products, 2) to find out consumers' attitudes and knowledge, and 3) to examine factors affecting purchasing decision of CBD containing serum products. The sample consisted of 400 respondents comprising of samples who had never used CBD containing serum products and samples who had been using the products. Questionnaires were used as a tool for collecting data. Then, the data were analyzed using frequency, and logistic regression. The findings revealed that:

1) Consumers who had been using CBD containing serum products tended to purchase the products from retail stores with expense of 400-1,000 baht per a 50 ml product.

2) Overall, consumers had positive attitudes towards CBD containing serum products and realized the potential benefits of skincare. However, respondents who and never used CBD containing serum products exhibited limited knowledge and hesitation due to restricted availability and understanding.

3) Factors influencing consumers' purchasing decision on CBD containing serum products were place, promotion, knowledge, and demographic factors with statistical significance at a level of 0.05.

Keywords: Purchasing decision, CBD containing serum, Marketing mix

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและความงามมีมูลค่าตลาดกว่า 3 แสนล้านบาท การระบาดของใหญ่ของโควิด-19 ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้การใช้จ่ายของผู้บริโภคลดลงสำหรับสินค้าที่ไม่จำเป็น อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมด้านความงามและผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากผู้บริโภคมองว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้บริโภค ในปี 2564 ตลาดเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์เสริมความงามมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น 3% ส่งสัญญาณการฟื้นตัวของอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เสริมความงามเข้ามาในประเทศไทยทำให้ตลาดเติบโต โดยมีมูลค่าตลาด 6,000-7,000 ล้านบาท ประเทศไทยกลายเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ความงามรายใหญ่ไปยังประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป จีน และกลุ่มประเทศอาเซียน กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิว โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่นและกลุ่มวัยทำงานมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมยังได้ขยายตัว โดยทั้งสองกลุ่มมีมูลค่าตลาดสูงถึง 80,000 ล้านบาท และ 30,000 ล้านบาท ตามลำดับ อีกทั้งผู้บริโภคยังมองหาผลิตภัณฑ์ดูแลผิวใหม่ๆ อย่างจริงจัง แม้ในช่วงการระบาดของโควิด-19 และกำลังซื้อสินค้าออนไลน์เกิดขึ้น

มากเรื่อยๆ ทำให้มีการคาดการณ์การเติบโตของตลาดอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและความงามมีอัตราการเติบโตที่ 5% ในปี 2566

ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและความงาม ธุรกิจต่างให้ความสำคัญกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ยังนำไปสู่การค้นพบสาร Cannabidiol (CBD) ในพืชกัญชง ซึ่งปัจจุบันถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิว ซึ่งสารสกัด CBD มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อการดูแลผิวหลายประการ เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ป้องกันรังสี UV ลดการเกิดสิว และลดเลือนริ้วรอยและจุดด่างดำ CBD ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการสร้างเมลานินส่งผลให้ผิวกระจ่างใสขึ้น ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ CBD จึงกลายเป็นส่วนผสมยอดนิยมในหมู่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ความงามในประเทศไทย อนุญาตให้ใช้สาร CBD ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ความเข้มข้นสูงสุด 1.0% (กระทรวงสาธารณสุข, 2564)

ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีสาร CBD เป็นส่วนผสมมีจำหน่ายในตลาดต่างประเทศมาระยะหนึ่งแล้วในประเทศไทย ธุรกิจท้องถิ่นได้เริ่มนำเข้าและจำหน่ายผลิตภัณฑ์เหล่านี้ผ่านช่องทางออนไลน์เป็นหลักผู้ประกอบการไทยหลายรายตระหนักถึงประโยชน์ของสาร CBD ในการลดการอักเสบของผิวหนัง และได้นำสารสกัด CBD จากกัญชามาใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวของตน แปรนตร์ต่างๆ เช่น Canasol , Dr.Jel ได้ใช้สารสกัด CBD พืชกัญชงเป็นส่วนผสมหลักในเซรั่ม นอกจากนี้ บริษัทต่างๆ ยังได้จัดตั้งฟาร์มทดลองเพื่อเพาะปลูกกัญชงสายพันธุ์ที่ให้สาร CBD สูงเพื่อศึกษาและสกัดสาร CBD (Biotech, 2019)

ในขณะเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ดูแลผิวที่มีสาร CBD มีแนวโน้มการเติบโตที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในแง่ของการเข้าถึงการตลาดในประเทศไทย สินค้าเหล่านี้ค่อนข้างหายากในตลาดประเทศไทยและยังไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคในวงกว้าง จากข้อมูลข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD ซึ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวประเภทเซรั่มมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และผลิตภัณฑ์ประเภทเซรั่มเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก ลักษณะของเนื้อเซรั่มจะมีความบางเบา มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์สำคัญที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผิวประเภทครีม หรือโลชั่น โดยจะทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ของผู้บริโภค ศึกษาทัศนคติ ความรู้ของผู้บริโภค และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มผู้บริโภคที่เคยใช้เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD และไม่เคยใช้เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนและกลุ่มประชากรมีขนาดใหญ่ จึงใช้การคำนวณตามสูตรไม่ทราบจำนวนประชากรของ Cochran (1977) กำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมให้เกิดขึ้นได้เท่ากับร้อยละ 5 ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 385 คน เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน รวมทั้งสิ้น 400 คน โดยเลือกกลุ่มผู้บริโภคที่เคยใช้เซรั่มที่มี

ส่วนผสม CBD และกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยนี้ คือ แบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งมีลักษณะแบบสอบถามแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 คำถามผู้บริโภคเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD

ส่วนที่ 2 คำถามด้านส่วนผสมทางการตลาด (7P's)

ส่วนที่ 3 คำถามด้านทัศนคติ ความรู้ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD

ส่วนที่ 4 คำถามข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ประกอบด้วย เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ สถานภาพ และรายได้ต่อเดือน

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ส่วนผสมทางการตลาดโดยปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD มากน้อยเพียงใด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยการคำนวณหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ และการวิเคราะห์ Logistic Regression เพื่อพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่จะตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD และโอกาสที่ผู้บริโภคจะแนะนำให้บุคคลอื่นซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD โดยใช้วิธี Binary Logistics Regression คือตัวแปรตาม (Y) เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า และมีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว โดยเขียนสมการได้ดังนี้

$$y = f(7P's, \text{ความรู้}, \text{ทัศนคติ}, \text{ปัจจัยส่วนบุคคล})$$

โดยมี y_1 = ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD

y_2 = ปัจจัยที่มีผลต่อการแนะนำให้ซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD

p_1 คือ ด้านผลิตภัณฑ์

p_2 คือ ด้านราคา

p_3 คือ ด้านการส่งเสริมการตลาด

p_4 คือ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย

p_5 คือ ด้านบุคคล

p_6 คือ ด้านกายภาพ

p_7 คือ ด้านกระบวนการ

ปัจจัยทัศนคติ , ความรู้

ปัจจัยส่วนบุคคลประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพ การศึกษา จังหวัด รายได้

ผลและอภิปรายผล

1.จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถจำแนกผู้บริโภคที่ไม่เคยและเคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD มีผลสรุปดังนี้

ผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD ส่วนใหญ่พบว่าผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD จำนวน 211 คน คิดเป็นร้อยละ 52.8 และได้อธิบายเหตุผลที่ไม่ใช้ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่หาซื้อยาก จำนวน 116 คน คิดเป็นร้อยละ 54.9 รองลงมา ไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 16.5 และ ไม่เชื่อมั่นในคุณสมบัติ จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 14.2

ผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD ส่วนใหญ่พบว่าผู้บริโภคที่เคยใช้ 189 คน คิดเป็นร้อยละ 47.3 ที่ซื้อผลิตภัณฑ์จากห้างสรรพสินค้า จำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 66.6 โดยมีเหตุผลเพราะใช้ผลิตภัณฑ์เพราะบำรุงผิวหน้า จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 64.5 โดยเลือกช่องทางการรู้จักผลิตภัณฑ์จาก Instagram จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 52.3 เนื่องจากมีปัญหาหรือข้อกังวลเกี่ยวกับผิวหน้า เรื่องรูขุมขน จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 59.7 ส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 400-600 บาท และ 600-1,000 บาท จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 33.9 ซื้อผลิตภัณฑ์มากกว่า 2 ครั้ง/เดือน จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 34.9 และมักจะซื้อผลิตภัณฑ์ในขนาด 50 ml. จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 32.3

2.จากการศึกษาส่วนผสมทางการตลาด 7Ps สามารถจำแนกผู้บริโภคที่ไม่เคยและเคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD มีผลสรุปดังนี้

ผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้วพบว่า มีความมั่นใจในการใช้สินค้าเนื่องจากมีมาตรฐาน อย. อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 รองลงมา ผลิตภัณฑ์เสริมใช้แล้วเห็นผล อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และคุณสมบัติของเสริมตรงกับความต้องการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26

ปัจจัยด้านราคา โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า ราคาเหมาะสมเมื่อเทียบกับปริมาณและขนาดสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 รองลงมา ราคาเป็นส่วนหนึ่งในการเลือกซื้อสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 และราคาเหมาะสมเมื่อเทียบกับคุณภาพสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า มีช่องทางการชำระเงินสะดวก เช่น การโอน การชำระบัตรเครดิตการชำระเงินปลายทาง การชำระเงินสด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 รองลงมา มีช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลายหาซื้อได้ง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และสามารถสั่งซื้อออนไลน์ได้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า โฆษณาสินค้าตามสื่อต่าง ๆ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เสริมทั่วไปได้อย่างน่าสนใจ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 รองลงมา มีโปรโมชั่นน่าสนใจคุ้มค่าในการเลือกซื้อ เช่น 1 แถม 1,

ลด 50 %, Buy 2 Get 1 อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และมีสินค้าให้ทดลองใช้ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18

ปัจจัยด้านบุคคล โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่าพนักงานมีการแต่งกายที่เหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 รองลงมา พนักงานขายคอยให้คำแนะนำตลอดการขาย และ พนักงานขายมีความสุข อัยาศัยดีให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01

ปัจจัยด้านกายภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่ามีการจัดตกแต่งบรรยากาศภายในร้านค้าสวยงาม, สะอาด เรียบร้อย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 รองลงมา มีป้ายชื่อร้านที่มองเห็นได้ชัดเจน โดดเด่น อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และมีความรู้สึกปลอดภัยเมื่อเข้าใช้บริการเช่น มีกล้องวงจรปิด และมีเว็บไซต์ของร้านที่สวยงาม อ่านง่าย ใช้งานง่าย การตอบสนองของเว็บไซต์มีความรวดเร็ว อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11

ปัจจัยด้านกระบวนการ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า มีความสะดวกสบายในการสั่งซื้อสินค้า เช่น เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและมีการจัดส่งสินค้าที่รวดเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 รองลงมา มีช่องทางการติดต่อไว้อย่างชัดเจน เช่น เบอร์โทร, อีเมล Chatbot ที่ช่วยให้ลูกค้าสามารถสอบถามข้อมูลได้ตลอด 24 ชั่วโมง อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 และการรับชำระเงินสะดวกรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13

ผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า มีความมั่นใจในการใช้สินค้าเนื่องจากมีมาตรฐาน อย. อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 รองลงมา คุณสมบัติของเสริมตรงกับความต้องการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม ใช้งานสะดวกและทันสมัย และแจ้งส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต มีวันเดือนปีที่ผลิต และวันหมดอายุอย่างชัดเจน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26

ปัจจัยด้านราคา โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่าราคาเหมาะสมเมื่อเทียบกับปริมาณและขนาดสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 รองลงมา ราคาเป็นส่วนหนึ่งในการเลือกซื้อสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 และราคาเหมาะสมเมื่อเทียบกับคุณภาพสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า มีช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลายหาซื้อได้ง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 รองลงมา มีช่องทางการชำระเงินสะดวก เช่น การโอน การชำระบัตรเครดิตการชำระเงินปลายทาง การชำระเงินสด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และสามารถสั่งซื้อออนไลน์ได้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า โฆษณาสินค้าตามสื่อต่าง ๆ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เสริมทั่วไปได้อย่างน่าสนใจ อยู่ใน

ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 รองลงมา มีโปรโมชันน่าสนใจคุ้มค่าในการเลือกซื้อ เช่น 1 แกรม 1, ลด 50 %, Buy 2 Get 1 อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และมีสินค้าให้ทดลองใช้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

ปัจจัยด้านบุคคล โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า พนักงานมีการแต่งกายที่เหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 รองลงมา พนักงานขายคอยให้คำแนะนำตลอดการขาย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และพนักงานขายมีความสุภาพ อธิบายดีให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04

ปัจจัยด้านกายภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า มีการจัดตกแต่งบรรยากาศภายในร้านค้าสวยงาม, สะอาด เรียบร้อย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 รองลงมา มีความรู้สึกปลอดภัยเมื่อเข้าใช้บริการเช่น มีกล้องวงจรปิด อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 และขนาดของร้านสะดวกต่อการเลือกชมสินค้า และมีเว็บไซต์ของร้านที่สวยงาม อ่านง่าย ใช้งานง่าย การตอบสนองของเว็บไซต์มีความรวดเร็ว อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12

ปัจจัยด้านกระบวนการ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า มีความสะดวกสบายในการสั่งซื้อสินค้า เช่น เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและมีการจัดส่งสินค้าที่รวดเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 รองลงมา มีช่องทางการติดต่อไว้อย่างชัดเจน เช่น เบอร์โทร อีเมล Chatbot ที่ช่วยให้ลูกค้าสามารถสอบถามข้อมูลได้ตลอด 24 ชั่วโมง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และมีพนักงานคอยให้ความช่วยเหลือตลอดการเลือกซื้อสินค้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17

3.จากการศึกษาความรู้ที่มีผลต่อปัจจัยการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถจำแนกผู้บริโภคที่ไม่เคยและเคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD มีผลสรุปดังนี้

ผู้ที่บริโภคที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD ส่วนใหญ่มีความรู้สามลำดับแรกในเรื่องผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD มีความปลอดภัย รองลงผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ใช้แล้วไม่เกิดการระคายเคืองผิว และผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD เหมาะกับทุกสภาพผิว

ผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD ส่วนใหญ่มีความรู้สามลำดับแรกในเรื่องผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD มีความปลอดภัย รองลงผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ใช้แล้วไม่เกิดการระคายเคืองผิว และผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ, ชะลอวัย

4.จากการศึกษาทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถจำแนกผู้บริโภคที่ไม่เคยและเคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD มีผลสรุปดังนี้

ผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD มีความคิดเห็นเกี่ยวกับ ทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า คิดว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงผิวหน้าได้เหมือนเซรั่มทั่วไป อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36รองลงมา คิดว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD มีสารสกัดจากธรรมชาติปลอดภัยต่อผู้บริโภค อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 และคิดว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD เป็นสารสกัดที่มีประโยชน์ในการบำรุงผิวหน้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06

ผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD มีความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 เมื่อจำแนกเป็นรายข้อแล้ว พบว่า คิดว่าผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงผิวหน้าได้เหมือนครีมทั่วไป อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 รองลงมา คิดว่าผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD มีสารสกัดจากธรรมชาติปลอดภัยต่อผู้บริโภค และ คิดว่าผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD เป็นสารสกัดที่มีประโยชน์ในการบำรุงผิวหน้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 และคิดว่าผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ที่ดีกว่าครีมทั่วไปในตลาด อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05

5. จากศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสม CBD

พบว่า ปัจจัยด้านทัศนคติ และปัจจัยส่วนบุคคล มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเสริมที่มีส่วนผสมของ CBD และพบว่าปัจจัยส่วนผสมทางการตลาด (7P'S) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านความรู้ และปัจจัยส่วนบุคคล จังหวัด อาชีพ และรายได้ มีผลต่อการที่ผู้บริโภคจะแนะนำให้บุคคลอื่นซื้อผลิตภัณฑ์เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุป

จากผลการศึกษาผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้เสริมของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้เสริมที่มีส่วนผสมของ CBD อธิบายเหตุผลที่ไม่เคยใช้ เพราะผลิตภัณฑ์เสริมหาซื้อได้ยาก ช่องทางการจัดจำหน่ายค่อนข้างน้อย ยังไม่เชื่อมั่นในสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ และค่อนข้างมีราคาแพง และ ยังมีความกังวลในเรื่องอาจมีสารอันตรายต่อผิวหน้า เนื่องจากเครื่องสำอางที่ทำจาก CBD ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากพอ และคนยังไม่รู้จัก เท่าที่ควร แลพบว่าผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวส่วนใหญ่ซื้อจากห้างสรรพสินค้าเพื่อใช้บำรุงผิวหน้า พวกเขาค้นพบผลิตภัณฑ์บน Instagram ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจของผู้บริโภค โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมความงาม ผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์ดูแลผิวและได้รับอิทธิพลจาก Instagram มักจะแบ่งปันประสบการณ์ในเชิงบวกและผลลัพธ์ของเสริมที่มีส่วนผสมของ CBD ซึ่งกระตุ้นให้ผู้อื่นลองใช้ ส่วนผู้บริโภคที่มีความกังวลเรื่องผิว เช่น สิวหรือริ้วรอย มักจะมองหาตัวเลือกการดูแลผิวที่แตกต่างกัน เสริมที่ผสมสาร CBD วางการตลาดที่มีประสิทธิภาพสามารถดึงดูดผู้บริโภคที่กำลังมองหาผลิตภัณฑ์ดูแลผิวที่เป็นเป้าหมายได้ และผู้บริโภคมักซื้อผลิตภัณฑ์บ่อยครั้งในขนาด 50 มล. แสดงถึงการใช้งานเป็นประจำและต้องขนาดผลิตภัณฑ์ที่ใช้สะดวกสบาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรเมือง (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง พฤติกรรมทางเลือกซื้อเครื่องสำอางผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร พบว่า พฤติกรรมทางเลือกซื้อเครื่องสำอางผ่านสื่อสังคมออนไลน์ส่วนใหญ่เลือกซื้อเครื่องสำอางประเภท ครีมบำรุงหน้า สาเหตุที่เลือกซื้อเครื่องสำอางเพราะสะดวก ค่าใช้จ่ายที่ซื้อเครื่องสำอางต่อครั้งน้อยกว่า 1,000 บาท

2.จากการศึกษาทัศนคติ ความรู้ ของผู้บริโภคเกี่ยวกับเซรั่มที่มีส่วนผสมCBD สามารถสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษาทัศนคติ พบว่าผู้บริโภคที่ไม่เคยและผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD มีความคิดเห็นเกี่ยวกับ ทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD โดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกัน เนื่องจากคิดว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงผิวหน้าได้ เหมือนเซรั่มทั่วไป รองลงมาอาจมีสารสกัดจากธรรมชาติปลอดภัยต่อผู้บริโภค เป็นสารสกัดที่มีประโยชน์ในการ บำรุงผิวหน้า แต่แตกต่างกันที่ผู้บริโภคที่เคยใช้มีทัศนคติที่ว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD เป็น ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ที่ดีกว่าเซรั่มทั่วไปในตลาด เป็นเพราะทั้งผู้บริโภคที่ไม่เคยใช้เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD และผู้บริโภคที่เคยใช้มีทัศนคติเชิงบวกโดยทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคจึงเชื่อว่าเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD สามารถจัดการกับปัญหาการดูแลผิวและให้ประโยชน์ที่คล้ายคลึงกันกับเซรั่มทั่วไป ซึ่งเป็นทางเลือกที่ใหม่กว่า และดีกว่าเซรั่มทั่วไปในท้องตลาด อีกทั้งยังเชื่ออีกว่าเซรั่มเหล่านี้ประกอบด้วยสารสกัดจากธรรมชาติที่ ปลอดภัยซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์สำหรับการบำรุงผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณฑิตา (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของกัญชง ของกลุ่มผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า ปัจจัยทัศนคติด้านการรับรู้ความรู้สึก และปัจจัย ความเสี่ยงด้านการเงิน มีผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของกัญชง

จากการศึกษาความรู้ พบว่าผู้บริโภคที่ไม่เคยและผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสม CBD มีความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้คู่กันเช่นเดิมคือ ส่วนใหญ่มีความรู้สามลำดับแรกในเรื่อง ผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มี ส่วนผสมของ CBD มีความปลอดภัย รองลงผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ใช้แล้วไม่เกิดการระคาย เคืองผิว แต่แตกต่างกันที่ผู้บริโภคที่เคยใช้มีความรู้ว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD ช่วยต่อต้านอนุมูล อิสระ ชะลอวัย จึงตัดสินใจซื้อเซรั่มมาใช้ เป็นเพราะทั้งสองกลุ่มเชื่อว่าเซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD นั้น ปลอดภัยที่จะใช้ โดยทั่วไปมีความเข้าใจว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้ผ่านมาตรการควบคุมคุณภาพและเป็นไปตาม มาตรฐานความปลอดภัย จึงมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้เหมาะสำหรับการใช้บำรุงผิว และไม่อาจจะก่อให้เกิด การระคายเคืองต่อผิวหนังหรืออาการไม่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตาม การมีความรู้ที่แตกต่างกันระหว่างผู้บริโภค ที่เคยใช้เซรั่มที่ผสมสาร CBD กับผู้บริโภคที่ไม่ได้ใช้ โดยเฉพาะผู้บริโภคที่เคยใช้เซรั่มเหล่านี้มีความรู้เพิ่มเติม จะพบว่าผู้บริโภคที่ใช้ทราบว่าเซรั่มที่ผสม CBD มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของ CBD สามารถช่วยปกป้องผิว จากการทำลายของแสงแดด และลดเลือนริ้วรอยและช่วยให้ผิวอ่อนเยาว์ จึงทำให้ผู้บริโภคที่เคยใช้เซรั่ม เหล่านี้มีความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและต่อต้านริ้วรอย ซึ่งเป็นข้อมูลประกอบการ ตัดสินใจซื้อและใช้เพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรพินท์ (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มี ความสัมพันธ์กับระดับพฤติกรรมการใช้กัญชาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์พบว่า การรับรู้ข้อดีข้อเสียของ กัญชาทางการแพทย์มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมของประชาชนในการใช้กัญชาทางการแพทย์ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

3. จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มที่มีส่วนผสม CBD

พบว่าปัจจัยส่วนผสมทางการตลาดส่วนใหญ่แทบไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ แต่พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลด้าน อายุ อาชีพ และปัจจัยทัศนคติเชิงบวก มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ควรมุ่งเน้นไปที่การสร้างทัศนคติในแง่บวกเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เซรั่ม CBD ในกลุ่มเป้าหมายช่วงอายุ 31 – 40 ปี เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดการรับรู้และมีความเชื่อมั่นต่อผลิตภัณฑ์ทำให้แนวโน้มในการซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่ม CBD เพิ่มมากขึ้น

ทั้งนี้ยังพบว่าผู้บริโภค มีการแนะนำให้บุคคลอื่นซื้อ จากปัจจัยส่วนผสมทางการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาด ด้านทัศนคติ ความรู้ โดยเฉพาะเจาะจงไปที่ผู้บริโภคที่มีรายได้ 20,000 – 25,000 บาท อาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพฯ เพราะมีโอกาสที่จะแนะนำให้บุคคลอื่นซื้อ มากกว่าผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ต่างจังหวัด ควรเพิ่มการปรับปรุงการโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ พัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้ทั่วถึงและครอบคลุมเพื่อให้ผู้บริโภคเข้าถึงการซื้อได้ง่ายขึ้น สร้างทัศนคติ ให้ความรู้ว่าผลิตภัณฑ์เซรั่ม CBD แตกต่างจากเซรั่มทั่วไปในท้องตลาดอย่างไร เช่น มีพนักงานคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ มีสินค้าให้ทดลองใช้ การจัดโปรโมชั่น ลดราคา หรือ มีของแถมให้แก่ผู้บริโภค เพื่อกระตุ้นให้ผู้บริโภคเกิดการตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น และเข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัยของ Bintarti et al. (2022) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของคุณภาพสินค้า รูปแบบสินค้า และโปรโมชั่นที่มีต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องสำอางพบว่า ผลิตภัณฑ์ในเชิงบวกมีผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องสำอางว่า

ข้อเสนอแนะ ได้แก่

1. ควรมุ่งเน้นการใช้กลยุทธ์ส่วนผสมทางการตลาด ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ผู้ประกอบการควรทำการวิจัยด้านการตลาดอย่างละเอียดเพื่อทำความเข้าใจความชอบ ทัศนคติ และการรับรู้ของผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เซรั่มที่มีส่วนผสมของ CBD สืบหาข้อมูลประชากร และพฤติกรรมซื้อของกลุ่มเป้าหมายเพื่อเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความต้องการและความปรารถนาเฉพาะของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อเพิ่มยอดขายให้มากขึ้น

2. ควรออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดสายตาและให้ข้อมูลที่สื่อสารถึงคุณประโยชน์ ส่วนผสม และคำแนะนำในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ หรือพิจารณาการออกแบบ รูปแบบต่างๆ ที่ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค และตรวจสอบให้แน่ใจว่าบรรจุภัณฑ์สอดคล้องกับตำแหน่งของแบรนด์และโดนใจกลุ่มเป้าหมาย มุ่งเน้นไปที่การกำหนดผลิตภัณฑ์ที่ให้ประโยชน์ที่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาดทั่วไปและจัดการกับปัญหาการดูแลผิวที่เฉพาะเจาะจง สร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากคู่แข่งโดยเน้นจุดขายที่เป็นเอกลักษณ์ และมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้านความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เออวดี เปรมัชเชษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม สำหรับการวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จนสามารถทำให้เก็บข้อมูลและแบบสอบถามได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งเป็นกำลังใจที่สำคัญและคอยให้ความช่วยเหลือทุกๆด้าน จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรพินท์ ปานวิเชียร. (2563). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับพฤติกรรมการใช้กัญชาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสุพรรณบุรี*, 3(1), 31-42.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2564). *ตัวชี้วัด กระทรวงสาธารณสุข ประจำปีงบประมาณ 2564*. ศูนย์ข้อมูลข่าวสารด้านเวชภัณฑ์ กระทรวงสาธารณสุข. <https://dmsic.moph.go.th/index/detail/8406>
- ฉัตรเมือง เผ่ามานะเจริญ. (2562). พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*, 7(2), 17-31.
- มณฑิตา ปิยะธาราธิเบศร์. (2564). *ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของกัญชงของกลุ่มผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Biotech, Z. (2019). Biotechnology of specialized fermented product for elderly nutrition. *International Journal of Pharmaceutical Research (09752366)*, 11(1).
- Bintarti, S., Wicaksana, P. S. I., & Sari, R. (2022). The Effect Of Product Quality, Product Variation And Promotion Towards The Purchase Decision Of Viva Cosmetics. *Jurnal Ekonomi*, 11(01), 448-453.
- Cochran, W.G. (1977). *Sampling Techniques* (3rd Edition). John Wiley & Sons.

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มนมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน Consumption Behavior Study of Diabetic Patients for Plant-based Milk Products

พัชรินทร์ อภิรม¹ เออวดี เปรมัชเชียร^{2*} และ สุวรรณสา สายรวญาตี²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: fecoadu@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน และการแบ่งกลุ่มผู้บริโภคของผู้ป่วยเบาหวาน โดยการเก็บแบบสอบถามจากผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการรักษามากกว่า 1 ปีขึ้นไป จำนวน 126 ราย และได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) จากผลการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งกลุ่มผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่มโดยใช้ปัจจัยด้านพฤติกรรมการบริโภค ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด และใช้ปริมาณระดับน้ำตาลในเลือดเพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลแตกต่างกัน โดยผู้บริโภคจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามคุณลักษณะดังนี้ ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มคนรักสุขภาพเน้นความคุ้มค่าและคุณประโยชน์ครบถ้วน ผู้บริโภคกลุ่มนี้เป็นกลุ่มผู้มีรายได้สูงมีกำลังซื้อจึงนิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มั่นใจว่ามีคุณประโยชน์ครบถ้วนและมีความคุ้มค่าโดยที่ปัจจัยด้านราคาไม่มีผลต่อการตัดสินใจ ผู้บริโภคกลุ่มที่ 2 คนรักสุขภาพเน้นความหลากหลายรสชาติถูกใจให้ความคุ้มค่า ผู้บริโภคกลุ่มนี้จะมีรายได้ปานกลาง ปัจจัยด้านรสชาติและด้านการส่งเสริมทางการตลาดจะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกหากมีผลิตภัณฑ์รสชาติใหม่และมีโปรโมชั่นจะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ

คำสำคัญ: การแบ่งกลุ่ม เครื่องดื่มนมจากพืช ผู้ป่วยเบาหวาน

Abstract

The purpose of this research was to investigate consumption of Plant-Based milk product among diabetic patients and diabetic consumers segmentation. The questionnaire was used to collected data from 126 diabetic patients who had been treated for more than 1 year. Descriptive statistics and cluster analysis techniques were applied in this study. The resulted revealed that consumers could be divided into 2 groups according to the factors of consumption behavior, Marketing 4ps. The blood glucose level was used to compare different consumption behaviors of diabetic patients with different sugar levels. The consumers were divided into 2 groups that included Group 1: group of health lovers who emphasized on benefit and usefulness. This group had high incomes and a high purchasing power. Therefore, they preferred buying product that gave benefits without considering the price factor. Group 2 were those who loved health, emphasizing on variety, pleasing taste, value for money. This group of consumers had middle income. Factors in taste and marketing promotion affected their decision making in choosing and purchasing new flavor product with interesting promotion.

Keywords: Segmentation, Plant-based milk drinks, Diabetic patients

บทนำ

ปัจจุบันพบว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกในปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนมากถึง 537 ล้านคน โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ยตั้งแต่ 20 – 79 ปี และยังมีผู้ป่วยมากถึง 240 ล้านคนที่ไม่ได้เข้ารับการวินิจฉัยหรือการรักษา ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตจากโรคเบาหวานมากถึง 6.7 ล้านคน หรือ ทุกๆ 1 รายภายใน 5 วินาที ร้อยละ 81 ของผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่ได้รับการวินิจฉัยหรือเข้ารับการักษา เนื่องจากค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรักษาโรคเบาหวานนั้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังมีการคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2573 มีแนวโน้มที่จะมีผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 643 ล้านคน (สำนักข่าวพลังปวงชน, 2564)

สำหรับประเทศไทย ส่วนใหญ่มักพบผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มากที่สุด และส่วนใหญ่มักพบในผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี (มนรดา และคณะ, 2560) ผู้ป่วยโรคเบาหวานมักเป็นผู้ที่มีน้ำหนักตัวมาก เนื่องจากพฤติกรรมบริโภคและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ และยังพบว่าเกิดในผู้ป่วย วัยรุ่น วัยหนุ่มสาว เพิ่มมากขึ้น และมีข้อมูลชี้ชัดว่าอาการของโรคเบาหวานนั้นมีความรุนแรงมากกว่าผู้ป่วยวัยสูงอายุอีกด้วย เนื่องจากผู้ป่วยที่มีอายุน้อย มีความกระตือรือร้นต่อการเข้ารักษาน้อย ส่งผลให้อาจเกิดภาวะโรคแทรกซ้อนได้อย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่า ดังนั้นวิธีการรักษาผู้ป่วยเบาหวานนอกจากจะต้องกินยาเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลแล้ว สิ่งที่สำคัญที่ต้องปฏิบัติควบคู่กันในการรักษาคือการควบคุมอาหาร เพื่อให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงจนเกินไปซึ่งผู้ป่วย

เบาหวานส่วนใหญ่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้ อาจเกิดจากการรับประทานอาหารไม่ถูกวิธีจึงส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ป่วยเบาหวานควรรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ครบ 5 หมู่ รับประทานให้ได้วันละ 3 มื้อ คำนึงถึงปริมาณอาหารประเภทแป้ง รับประทานตรงเวลา ไม่งดมื้อใดมื้อหนึ่ง และควรบริโภคโปรตีนให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายเพื่อเสริมสร้างกล้ามเนื้อและฟื้นฟูระบบเผาผลาญ ดังนั้นในแต่ละวันผู้ป่วยควรบริโภคโปรตีนให้ได้ 0.8 - 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว ดังนั้นจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วยเบาหวานสำหรับการเพิ่มสารอาหารในแต่ละมื้อให้เพียงพอในแต่ละวัน ผู้ป่วยเบาหวานจึงจำเป็นต้องเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์นมที่ดื่มแล้วไม่ส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด ดังนั้นผลิตภัณฑ์นมจากพืชจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน อีกทั้งเหมาะสำหรับผู้ไม่ทานเนื้อสัตว์ หรือผู้ที่เสี่ยงต่อการแพ้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์นมจากพืชไม่มีแลคโตส

วัตถุประสงค์งานวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน และ 2. การแบ่งกลุ่มผู้บริโภคของผู้ป่วยเบาหวานที่เลือกบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืช และศึกษาถึงความแตกต่างกันของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษานี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ป่วยเบาหวานนั้นเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สามารถเข้าถึงได้ยากและมีความละเอียดอ่อนในการเลือกเก็บข้อมูลจะใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2 วิธี ได้แก่การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) และแบบอ้างอิงด้วยบุคคลและผู้เชี่ยวชาญ (Snowball Sampling) โดยอันดับแรกจะเลือกหากกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่ได้เข้ารับการรักษามาแล้วมากกว่า 1 ปีขึ้นไป โดยไม่จำกัดช่วงอายุและจำกัดชนิดของโรคเบาหวาน และเคยบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืช โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงนั้นผู้วิจัยได้ทำการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างไว้จำนวน 100 ราย หลังจากนั้นจะใช้วิธีการสอบถามข้อมูลจากเครือข่ายผู้ป่วยเบาหวานและบอกปากต่อปากและแนะนำกลุ่มตัวอย่างต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อการคัดเลือกผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นตัวแทนที่ดีในการศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้นเมื่อใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอ้างอิงด้วยบุคคลและผู้เชี่ยวชาญ (Snowball Sampling) แล้วทำให้มีการแนะนำและบอกต่อกันจึงทำให้ได้ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 126 ราย สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย ตัวแปรที่นำมาใช้ในการพิจารณาการแบ่งกลุ่มผู้บริโภคประกอบด้วย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชเพื่อบริโภค ดังนี้ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ ระยะเวลาที่ป่วย เป็นต้น ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม ได้แก่ การรับรู้ถึงคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์นมจากพืช ความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมจากพืช กลุ่มอ้างอิงที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช เป็นต้น ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจำหน่าย และด้านการส่งเสริมกิจกรรมทางการตลาด เป็นต้น และปัจจัยด้านพฤติกรรมการบริโภค เครื่องดื่มของผู้ป่วยเบาหวาน ได้แก่ ประเภทของนมที่นิยมบริโภค ยี่ห้อของนมที่นิยมบริโภค ความถี่ในการบริโภค เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช เป็นต้น

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะใช้การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งจะเก็บแบบสอบถามทั้งแบบออนไลน์และแบบสัมภาษณ์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่ป่วยมากกว่า 1 ปีขึ้นไป ทั้งเคยและไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืช โดยแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ป่วยเบาหวาน เช่น ระยะเวลาการป่วย ระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่ม

ส่วนที่ 3 ความรู้และการรับรู้เกี่ยวกับการบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืช (4P)

ส่วนที่ 4 ด้านจิตวิทยาเชิงสังคมที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมจากพืช

ส่วนที่ 5 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

หลังจากได้ข้อมูลจากการเก็บแบบสอบถามครบถ้วนแล้วจะนำมาประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคนมจากพืชของกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน และ การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันที่ส่งผลต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์นมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสถิติเชิงอนุมาน ด้วยการจำแนกตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis โดยการวิจัยครั้งนี้จะนำกลุ่มตัวแปรที่กำหนดไปแบ่งกลุ่มโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบ Hierarchical Cluster Analysis เพื่อจับกลุ่มตัวแปรที่มีระยะใกล้กันที่สุด โดยเลือกตัวแปรที่คาดว่าจะมีอิทธิพลที่ทำให้แต่ละกลุ่มแตกต่างกัน โดยตัวแปรนั้นจะทำให้สามารถจัดกลุ่มได้ชัดเจน เพื่อให้ได้ขนาดกลุ่มที่เหมาะสมกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงนำตัวแปรที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการแบ่งกลุ่มไปใช้แบ่งกลุ่มแบบ K mean Cluster Analysis โดยระบุกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

ผลและอภิปรายผล

จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามทั้งหมด 126 รายพบว่า สามารถแบ่งกลุ่มประชากรเพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละกลุ่มโดยใช้ ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพล ที่ส่งผลถึงพฤติกรรมที่แตกต่างของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม โดยการศึกษาครั้งนี้สามารถผู้บริโภคได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 มีจำนวน 58 ราย เป็นกลุ่มที่มีระดับน้ำตาลน้อยกว่า 140 mg/dL และกลุ่มที่ 2 มีจำนวน 68 รายเป็นกลุ่มที่มีระดับน้ำตาลในเลือด ระหว่าง 140 – 199 mg/dL เมื่อแบ่งกลุ่มแล้วจะทำการศึกษาความแตกต่างกันของพฤติกรรมการบริโภคของผู้ตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้

Table 1. Results of demographic factors

General information of respondents		A blood sugar level less than 140 mg/dL	A blood sugar level between 140 – 199 mg/dL	Total
Gender	Female	36	41	77
	(Percentage)	(62.1)	(60.3)	(61.1)
	Male	20	26	46
	(Percentage)	(34.5)	(38.2)	(36.5)
	Non-Binary gender	2	1	3
	(Percentage)	(3.4)	(1.5)	(.2.4)
Age	Average Age 19-39 years	7	23	30
	(Percentage)	(12.1)	(33.8)	(23.8)
	Average Age 40 -59 years	50	40	90
	(Percentage)	(86.2)	(58.8)	(71.4)
	Older than 60 years of age	1	5	6
	(Percentage)	(1.7)	(7.4)	(.4.8)
Education background	Elementary education	-	18	18
	(Percentage)		(26.5)	(14.3)
	High school education	1	13	14
	(Percentage)	(1.7)	(19.1)	(11.1)
	Bachelor's degree	29	34	63
	(Percentage)	(50.0)	(50.0)	(50.0)
	Higher than bachelor's degree	28	3	31
	(Percentage)	(48.3)	(4.4)	(24.6)
Income	Less than 15,000 Baht	1	40	41
	(Percentage)	(1.7)	(58.8)	(32.5)
	15,001 – 35,000 Baht	7	19	26
	(Percentage)	(12.1)	(27.9)	(20.6)
	35,001 – 55,000 Baht	17	8	25
	(Percentage)	(29.3)	(11.8)	(19.8)
	55,001 – 85,000 Baht	11	1	12
(Percentage)	(19.0)	(1.5)	(9.5)	
	85,001 – 150,000 Baht	10	-	10
	(Percentage)	(17.2)		(7.9)
	More than 150,000 Baht	12	-	12
	(Percentage)	(20.7)		(9.5)

Table 2. The results of the segmentation based on differences in blood sugar levels

Consumption behavior		A blood sugar level less than 140 mg/dL	A blood sugar level between 140 – 199 mg/dL	Total
Duration of illness	2-5 Years (Percentage)	46 (79.3)	30 (44.1)	76 (60.3)
	6-15 Years (Percentage)	9 (15.5)	21 (30.9)	30 (23.8)
	15-30 Years (Percentage)	3 (5.2)	17 (25.0)	20 (15.9)
sweetness level of the drink	Unsweetened 0% (Percentage)	19 (32.8)	6 (8.8)	25 (19.8)
	Very less Sweet 25% (Percentage)	19 (31.0)	28 (41.2)	46 (36.5)
	Less sweet 50% (Percentage)	13 (22.4)	20 (29.4)	33 (26.2)
	Normal 100% (Percentage)	8 (13.8)	13 (19.1)	21 (16.7)
	Add sweetness 120% (Percentage)	-	1 (1.5)	1 (0.05)
Type of milk to select drink	Not select drink cow's milk (Percentage)	10 (17.2)	11 (16.2)	21 (16.7)
	Skim Milk (Percentage)	29 (50.0)	26 (38.2)	55 (43.7)
	Low Fat Milk (Percentage)	13 (22.4)	18 (26.5)	31 (24.6)
	Flavored Milk (Percentage)	6 (10.3)	13 (19.1)	19 (15.4)
frequency of drinking plant milk	Every Day (Percentage)	3 (5.2)	17 (25.0)	20 (15.9)
	2-3 times/week (Percentage)	19 (32.8)	31 (45.6)	50 (39.7)
	2-3 times a month (Percentage)	19 (32.8)	12 (17.6)	31 (24.6)
	Occasionally (Percentage)	17 (29.3)	8 (11.8)	25 (19.8)

จากการเก็บข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม 126 รายเพื่อศึกษาถึงปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดทั้งหมด 4 ด้านผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็น ดังนี้

- 1. ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์** พบว่าภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึก **เห็นด้วย** ว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 โดยมีรายละเอียด ดังนี้
 - 1) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชที่วางขายตามท้องตลาดปัจจุบันมีความคุ้มค่าในด้านคุณภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.87
 - 2) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชที่วางขายในท้องตลาดปัจจุบันมีให้เลือกหลากหลายรสชาติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03
 - 3) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีสารอาหารครบถ้วนเพียงพอที่ร่างกายต้องการ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.77
 - 4) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีคุณประโยชน์มากกว่านมวัว โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.54
- 2. ปัจจัยด้านราคา** พบว่าภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึก **เห็นด้วย** ว่าปัจจัยด้านราคามีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.52 โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 1) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีราคาที่เหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.59
 - 2) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่คนส่วนใหญ่ไม่เลือกดื่มนมจากพืชเนื่องจากมีราคาสูงโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.49
 - 3) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชที่มีราคาสูงจะมีรสชาติอร่อยโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.21
 - 4) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีราคาที่คุ้มค่าต่อคุณภาพที่ได้รับ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.81
- 3. ปัจจัยช่องทางการจำหน่าย** พบว่าภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึก **เห็นด้วย** ว่าปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่ายมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.90 โดยมีรายละเอียดดังนี้ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชสามารถหาซื้อได้ง่ายมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.02
 - 1) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชที่วางขายแต่ละสถานที่ แต่ละช่องทางมีให้เลือกหลายหลายแบรนด์ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.09
 - 2) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** กับการซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชผ่านช่องทางออนไลน์มีความสะดวกและประหยัดมากกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.50
 - 3) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** หากต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช ท่านต้องการไปเลือกซื้อตามร้านค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต หรือร้านขายเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากกว่าช่องทางออนไลน์ เพราะมีผลิตภัณฑ์ให้เลือกหลากหลายกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00

4. **ปัจจัยด้านการส่งเสริมทางการตลาด** พบว่าภาพรวมของผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึก เห็นด้วย ว่าปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่ายมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืช โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 3.68 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ที่การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชผ่านช่องทางออนไลน์นั้นจะ ได้รับส่วนลด หรือของแถมมากกว่าซื้อตามห้างร้านทั่วไป โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66
- 2) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ที่ร้านสะดวกซื้อ/ซูเปอร์มาร์เก็ตมีการจัดโปรโมชั่น ลดราคา สินค้าและมีของแถมให้มากกว่าการซื้อผ่านช่องทางออนไลน์ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71
- 3) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ที่ผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ถึง คุณประโยชน์ของตัวผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคได้รับรู้ได้อย่างทั่วถึง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57
- 4) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่สามารถรับรู้ถึงคุณประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ นมจากพืชได้จาก ป้ายโฆษณาสินค้า และสื่อโฆษณาต่างๆ c
- 5) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ถ้าหากผลิตภัณฑ์นมจากพืช มีการจัดส่งจากผู้ขายโดยตรง จะ ส่งผลให้ท่านมีความต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชยี่ห้อนั้นมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.68

จากการเก็บแบบสอบถามจำนวน 126 ราย เพื่อศึกษาปัจจัยด้านจิตวิทยาเชิงสังคมที่มีอิทธิพลต่อการ เลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชของผู้ป่วยเบาหวาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับปัจจัย จิตวิทยาเชิงสังคม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.89 ซึ่งหมายความว่า เห็นด้วย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ว่าการเลือกดื่มนมจากพืชเป็นสิ่งที่เหมาะสม และไม่ส่งผลให้ ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.87
- 2) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ว่าการเลือกดื่มนมจากพืชเป็นสิ่งที่ท่านต้องการ เพราะรับรู้ถึง คุณประโยชน์ที่ได้รับจากนมจากการบริโภคนมจากพืช ว่ามีวิตามินสูง มีไขมันดีที่ช่วยลดระดับคอ เรสเทอรอลในเลือดได้ มีกากใยสูง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.95
- 3) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ว่าสบายใจเมื่อเลือกดื่มผลิตภัณฑ์นมจากพืช หรือนำผลิตภัณฑ์ นมจากพืชมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องดื่มที่ท่านชอบ เช่น ชา กาแฟ ฯ เนื่องจากนมจากพืชให้ แคลอรีน้อย ย่อยง่าย กากใยสูง และมีไขมันดีที่ช่วยลดระดับคอเรสเทอรอลในเลือดได้ และไม่ เสี่ยงต่อการแพ้ เพราะไม่มี แลคโตส โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.92
- 4) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย ว่านอกจากการรับประทานอาหารครบ 5 หมู่ และการ รับประทานยาครบตามที่หมอสั่งแล้ว การเลือกดื่มนมจากพืชทำให้รู้สึกว่ามีสุขภาพดี ได้รับ คุณประโยชน์ที่ดีและดื่มนมที่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงขึ้นได้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.91
- 5) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก เห็นด้วย การที่ผู้ป่วยเบาหวานต้องงด เครื่องดื่ม ชา กาแฟ หรือน้ำอัดลมหลายชนิด แต่ท่านสามารถเลือกดื่มนมจากพืชได้ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่ดีของ ผู้ป่วยเบาหวาน ทำให้รู้สึกว่าจะสามารถดื่มเครื่องดื่มที่ชอบได้ และยังดูแลสุขภาพได้อีกด้วย โดยมี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.92

- 6) ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึก **เห็นด้วย** ว่าถ้าหากผลิตภัณฑ์นมจากพืชมีการจ้างฟรีเซ็นเตอร์ เป็น Influencer ที่ใส่ใจสุขภาพ หรือแพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับโรคเบาหวาน จะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของท่านโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.76

สรุป

ผลการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) ได้ทำการแบ่งกลุ่ม ผู้บริโภคโดยใช้ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเพื่อโดยสามารถกลุ่มผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อศึกษาความแตกต่างของพฤติกรรมแต่ละกลุ่ม ซึ่งเมื่อทำการแบ่งกลุ่มแล้วสามารถแบ่งกลุ่มตามคุณลักษณะได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คนรักสุขภาพเน้นคุณค่า คุณประโยชน์ครบถ้วน กลุ่มที่ 2 คนรักสุขภาพเน้นความหลากหลายรสชาติถูกใจให้ความคุ้มค่า เมื่อแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อศึกษาความแตกต่างของกลุ่มผู้บริโภคแต่ละกลุ่มแล้วสามารถอธิบายความแตกต่างของผู้บริโภคได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คนรักสุขภาพเน้นคุณค่าคุณประโยชน์ครบถ้วน

ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วงวัยกลางคน หรือ อายุ 40 – 59 ปี ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงาน รัฐวิสาหกิจ หรือ พนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้สูง มีระดับการศึกษา ระดับปริญญาตรีเป็นส่วนใหญ่ โดยมีระยะเวลาป่วยอยู่ในช่วง 1 – 5 ปี นิยมเลือกบริโภคเครื่องดื่มที่มีระดับความหวานน้อยมาก มีความถี่ในการเลือกบริโภคนมจากพืชเพียงเดือนละ 2- 3 ครั้ง แต่เลือกมีพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชมากกว่าผู้บริโภคกลุ่มที่ 2 เนื่องจากผู้บริโภคกลุ่มนี้ จะเลือกผลิตภัณฑ์ครั้งละ 4 – 6 กล่อง และใช้จ่ายเงินสำหรับการซื้อในแต่ละครั้งอยู่ที่ 100 -300 บาท โดยปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้คือ ปัจจัยคุณภาพ ราคาและกิจกรรมการส่งเสริมทางการตลาดไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ

กลุ่มที่ 2 คนรักสุขภาพเน้นความหลากหลายรสชาติถูกใจให้ความคุ้มค่า

ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วงวัยหนุ่มสาว และวัยกลางคน หรือมีช่วงอายุอยู่ที่ 20 – 59 ปี ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง พ่อบ้าน/แม่บ้าน ลพพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 15,000 – 35,000 บาท ระดับการศึกษาส่วนใหญ่ของผู้บริโภคกลุ่มนี้คือ ระดับมัธยมศึกษา โดยผู้บริโภคกลุ่มนี้มีระยะเวลาการป่วยเป็นโรคเบาหวานประมาณ 6 – 15 ปี มีระดับน้ำตาลสูง นิยมเลือกบริโภคเครื่องดื่มที่มีความหวานน้อย (ความหวาน 50%) ผู้บริโภคกลุ่มนี้มีพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์นมจากพืชถี่มากกว่าผู้บริโภคกลุ่มที่ 1 คือ บริโภคสัปดาห์ละ 2 – 3 ครั้ง และนิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพืชปริมาณครั้งละ 1-2 กล่อง ค่าใช้จ่ายในการซื้อแต่ละครั้งคือ น้อยกว่า 100 บาท หรือกล่าวคือ จะเลือกซื้อเมื่อต้องการบริโภคในแต่ละครั้ง ไม่นิยมซื้อตุนไว้คราวละมากๆ ซึ่งปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้ คือ ปัจจัยด้านรสชาติ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่าย และปัจจัยด้านกิจกรรมการส่งเสริมทางการตลาด

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้คือ ควรสร้างกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อให้ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น เช่น ผู้บริโภค กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเบาหวานระยะเริ่มต้น ส่วนใหญ่ทำงานบริษัทเอกชนที่มีรายได้สูง มีกำลังซื้อ แต่ไม่มีเวลาในการดูแลสุขภาพ ผู้บริโภคกลุ่มนี้จึงให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านคุณภาพ และความคุ้มค่าที่ได้รับจากการเลือกบริโภค ดังนั้นจึงควรจะมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ปริมาณสารอาหารมากและครบถ้วนและมีความสะดวกต่อการสั่งซื้อของ ผู้บริโภคกลุ่มนี้ เช่น ผลิตภัณฑ์นมอัลมอนด์ที่ปลูกด้วยกรรมวิธีออร์แกนิกและมีโปรตีนสูง และ จัดกิจกรรมการส่งเสริมทางการตลาด โดยการจัดโปรโมชั่นสนับสนุนการสั่งซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์และโปรโมชั่นลดราคาหรือจัดส่งสินค้าฟรีเมื่อซื้อผลิตภัณฑ์ถึงยอดขั้นต่ำ เพื่อดึงดูดผู้บริโภคกลุ่มนี้ ส่วนผู้บริโภคกลุ่มนี้ที่ 2 เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่มีช่วงอายุหลากหลาย แต่เป็นโรคเบาหวานมาเป็นเวลานาน ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ รับจ้าง มีรายได้เฉลี่ยปานกลาง ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผู้บริโภคกลุ่มนี้คือปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดมีผลต่อการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจำหน่าย และการส่งเสริมทางการตลาด จากการวิเคราะห์จะเห็นว่าผู้บริโภคกลุ่มที่ 2 จะนิยมซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพีชครึ่งละน้อยๆ หรือซื้อเมื่อต้องการบริโภค ดังนั้นการที่จะดึงดูดผู้บริโภคกลุ่มนี้ให้สนใจซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพีชมากขึ้นจึงต้องใช้กลยุทธ์สร้างโปรโมชั่น เช่น การลดราคาเมื่อซื้อผลิตภัณฑ์จำนวน 10 กล่องขึ้นไป อาจจะมีโปรโมชั่นสำหรับการซื้อผลิตภัณฑ์นมจากพีชรสชาติใหม่ที่มีน้ำตาลน้อย หรือ ผลิตภัณฑ์ที่มีวางขายตามท้องตลาดอยู่แล้ว เพื่อให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้รู้สึกคุ้มค่าเมื่อซื้อผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่มากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป เนื่องจากการเก็บแบบสอบถามครั้งนี้มีแบบออนไลน์ทำให้การเข้าถึงข้อมูล หรือสอบถามผู้บริโภคในวัยสูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 70 ปีขึ้นไปไม่สามารถตอบแบบสอบถามครั้งนี้ได้ทำให้ขาดข้อมูลของผู้ป่วยสูงอายุในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ และนอกจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังให้ข้อเสนอแนะว่าผู้ประกอบการที่ผลิตผลิตภัณฑ์นมจากพีชยังขาดการโฆษณาประชาสัมพันธ์ การรับรู้ข่าวสาร และการเข้าถึงข้อมูลของผู้บริโภคด้านคุณประโยชน์ต่างๆที่ติดต่อผู้ที่รักสุขภาพหรือผู้ที่มีโรคประจำตัว เพื่อให้เป็นทางเลือกในการปรับแผนการรักษาให้สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เสริมสร้างสารอาหารต่างให้กับร่างกายและไม่มีผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือด

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้านความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เออวดี เปรมาษะสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวรรณมา สายรวมญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยทำการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม สำหรับการทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ จนสามารถทำให้เก็บข้อมูลและแบบสอบถามได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งเป็นกำลังใจที่สำคัญและคอยให้ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้าน จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- มนรดา แข็งแรง, นันทชพร เนลสัน, สมจิตร การะสา, และปิตินันฎ ราชภักดี. (2560). *ความรู้ที่คนคิดและพฤติกรรมการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการในโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี*. ใน กองบรรณาธิการ, การวิจัย 4.0 เพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2 (น. 968-980). มหาวิทยาลัยราชธานี.
- ภัสชล หล่อกาญจนกุล. (2560). *การศึกษาคุณลักษณะผลิตภัณฑ์แปรรูปปลาทาบที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทพร เครือทราย. (2564). *คุณลักษณะที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมะม่วงพีชตราาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วชิระ ชินนอกจอก. (2552). *ทฤษฎีการรับรู้*. <https://www.gotoknow.org/posts/282194>

ประสบการณ์นักนิติศาสตร์เพื่อสังคมสู่บทบาทนักนิติศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม The Transition of Experienced Socio-legal Services to Law for Environment

พิทักษ์ ศศิสุวรรณ^{1*}¹คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย 57100

*Corresponding author. E-mail address: pitak.sas@crru.ac.th

บทคัดย่อ

งานนิติศาสตร์เพื่อสังคมผ่านการบริการวิชาการโดยเฉพาะด้านนิติศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชน ผู้เขียนจึงถ่ายทอดประสบการณ์ด้านงานนิติศาสตร์เพื่อสังคมซึ่งผู้เขียนมีประสบการณ์มายาวนานผ่านบทความ วิชาการนี้โดยยกตัวอย่างโครงการจัดทำสัญญาประชาคมร่วมกันของภาคประชาชนในพื้นที่ป่าชุมชน ตำบล บ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา สะท้อนถึงการพัฒนางานวิชาการรับใช้สังคมในการขยายเขตแดนแห่ง การดำเนินงานไปสู่การเป็นนิติศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากผลตอบรับในเชิงบวกของชุมชน สังคม เป็นเครื่อง ยืนยันว่านิติศาสตร์มิได้เป็นเพียงวิชาที่ต้องจำเรียนกันแต่ในห้องเรียนเท่านั้น แต่ห้องเรียนของนิติศาสตร์คือ สังคมสร้างสรรค์สังคมผ่านองค์ความรู้กฎหมายและวิธีคิดกฎหมายเพื่อสังคม และการใช้กฎหมายเพื่อสันติ มีการนำองค์ความรู้มาบูรณาการกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน ได้ต้นแบบนวัตกรรมด้านกฎหมาย ระเบียบ ข้อตกลง สัญญาประชาคมสำหรับพื้นที่อื่นซึ่งมีปัญหากการใช้พื้นที่ป่าชุมชนในอนาคต การดำเนินงานประชาคม ให้กับป่าชุมชนบ้านสาบตามโครงการนี้จึงถือว่าประสบความสำเร็จในเชิงคุณภาพโดยเป็นการปลูกจิตสำนึกของ ประชาคมท้องถิ่น กล่าวได้ว่าเกิดการพัฒนาเชิงรุกในลักษณะการรวมตัวกันของพหุภาคีเพื่อเร่งรัดพัฒนา ท้องถิ่นอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: นิติศาสตร์เพื่อสังคม นิติศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม บริการวิชาการ สัญญาประชาคม

Abstract

Socio-legal works through community-based academic services brought benefits to the community. Authors of this article describe the long-standing experience in Socio-legal work by giving examples of a project to established a community contract in Bansang Subdistrict, Muang District, Payao Province. This reflected the development of community services research in expanding the scope of operations to became an environmental law, which is based on positive response from the community. This was the proof that law was not just an in-class subject. But the actual legal class was within the society in which the law was used to creates harmony of the people The peaceful use of law was integrated in classroom education including the model innovation of law, regulation, agreements, and social contract for the area with issues in the use of community forest in the future. This Bansang Project has been successful in raising the awareness of local communities. This was the significant milestone of proactive development in which many sections both public and private was involved.

Keywords: Socio-legal, Law for environment, Academic services, Social contract

บทนำ

คดีสิ่งแวดล้อมหรือคดีที่ก่อความเสียหายแก่สุขภาพอันมีที่มาจากมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมถือเป็นคดีที่มีลักษณะพิเศษผู้เสียหายหรือผู้ที่ได้รับผลกระทบมักมีจำนวนมาก ความเสียหายที่เกิดขึ้นในบางครั้งไม่สามารถคำนวณเป็นตัวเงินได้ความเสียหายที่ถูกพบบนศาลมักเป็นความเสียหายที่เกินจะแก้ไขเยียวยาได้อีก ดังนั้นภารกิจสำคัญของนักนิติศาสตร์ก็คือจะต้องระงับยับยั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมก่อนที่ปัญหานั้นจะเกิดขึ้นและลุกลามใหญ่โต ในบางกรณีปัญหาเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยในเบื้องต้นแต่เนื่องจากขาดการดูแลเอาใจใส่และการบูรณาการแก้ไขปัญหาดังแต่เริ่มต้น รูปการณ์จึงเป็นไปในทำนองปล่อยปัญหาให้เป็น “ดินพอกหางหมู” หรือกลายเป็นมะเร็งแห่งปัญหาที่ลุกลามใหญ่โตในภายหลังจนท้ายที่สุดไม่สามารถแก้ไขปัญหได้ในระดับชุมชนท้องถิ่นได้อีก ต้องนำปัญหาดังกล่าวขึ้นนำเสนอต่อศาลเพื่อวินิจฉัยชี้ขาดเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปการดำเนินคดีในศาลไทยเป็นที่ทราบกันว่ากว่าผลสุดท้ายของคดีจะชัดเจนก็ต้องสิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากรไปเป็นจำนวนมาก บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นเตือนนักนิติศาสตร์ยุคใหม่ให้เห็นถึงประเด็นความสำคัญของการเป็นนักนิติศาสตร์เพื่อสังคมโดยเฉพาะนักนิติศาสตร์ผู้ที่ต้องปฏิบัติงานโดยการบริการวิชาการใกล้ชิดกับชุมชนที่กำลังเผชิญปัญหาความท้าทายด้านงานสิ่งแวดล้อมในบริบทพื้นที่เล็ก (small area) อาทิ นิติกรฝ่ายปกครอง ผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น ในการทำงานที่จะช่วยเหลือชุมชนด้วยการทำงานเชิงรุก กล่าวคือจำเป็นจะต้องมีกิจกรรมอันมีลักษณะส่งเสริมให้นักนิติศาสตร์และฝ่ายปกครองท้องถิ่นบูรณาการร่วมกับ

ศาสตร์อื่นในการลงพื้นที่เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาทางสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทั้งนี้ต้องกระทำการภายใต้แนวคิดการปลูกพลังมวลชนท้องถิ่น หรือสร้างจิตสำนึกร่วมให้ประชาชนมีจิตสำนึก และตระหนักถึงสิทธิหน้าที่ของประชาคม ซึ่งเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันทางสังคมเพื่อป้องกันปัญหาให้เกิดขึ้นกับชุมชนของตนในระยะยาว โดยเฉพาะในด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม หรือในงานอนุรักษ์ซึ่งต้องอาศัยวิถีคิดเชิงรุกมากกว่าการตั้งรับรอคอยปัญหาให้เกิดขึ้นแล้วจึงเริ่มต้นดำเนินการอันเป็นวิถีคิดใหม่ของวงการนิเวศศาสตร์

เหตุที่ผู้เขียนเลือกถ่ายทอดประเด็นการส่งเสริมให้นักนิเวศศาสตร์เข้าไปบริการวิชาการต่อสังคมในทุกด้านโดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยคาร์บอนสูงทั้งจากภาคพลังงานและจากภาคขนส่งรวมทั้งภาคเกษตรกรรม อาทิเช่น วิกฤติหมอกควันในจังหวัดเชียงรายมักเกิดขึ้นในช่วงเดือนมีนาคมจนถึงเดือนมิถุนายนของทุกปีหรือในช่วงฤดูร้อนซึ่งเกิดปัญหาการเผาไหม้ป่า และการเผาไหม้วัสดุซากทางการเกษตร ซึ่งมีสาเหตุมาจากทั้งในพื้นที่จังหวัดเชียงราย และจากแนวพื้นที่ประเทศข้างเคียง¹ รัฐจึงมีความพยายามนำกลไกเรื่องคาร์บอนเครดิตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ถือเป็นความท้าทายของการลงพื้นที่ของนักนิเวศศาสตร์เพื่อสังคมโดยเฉพาะการลงไปพูดคุยกับประชาคมในพื้นที่ก็即是เป็นการยากที่จะลงไปชี้ว่าสิ่งใดถูกหรือผิด นักนิเวศศาสตร์เพื่อสังคมไม่ควรตัดสินความผิดถูกแต่ต้องเป็นผู้ให้แนวทางและเป็นผู้กำหนดกรอบการพูดคุยเจรจา หาใช่ลงพื้นที่เพื่อไปสั่งสอนบอกกล่าวสิ่งใดให้แก่ชาวบ้านแต่ควรเปิดพื้นที่แห่งความคิดของชาวบ้าน ทั้งต้องรับฟังทุกความคิดเห็นแล้วสรุปทุกวิถีทางที่เป็นไปได้เพื่อ “สะท้อนคิด” (Reflective practice) ถอดบทเรียนเพื่อขอฉันทานุมัติต่อประชาคมโดยต้องไม่พยายามชี้นำหรือจำกัดความคิดของประชาคม

ดังนั้นการที่นักนิเวศศาสตร์เข้าไปมีส่วนร่วมในการเสริมสร้างกลไกคาร์บอนเครดิตที่เกิดขึ้นในบทความนี้จึงเป็นทางออกหนึ่งเพื่อก้าวสู่โลกใหม่คือชุมชนเป็นผู้อาศัยเป็นผู้ใช้ และยังเป็นผู้รักษาป่าชุมชนตามแนวคิดป่าชุมชนคาร์บอนเครดิตอันเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นเพื่อสร้างป่าหรือพื้นที่สีเขียวที่สามารถดูแลและบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยตั้งองค์ประกอบหลักคือการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ² ชุมชนจึงสามารถนำคาร์บอนเครดิตจากแหล่งต่างๆที่มีการผลิตขึ้นจากกระบวนการปลูกและดูแลป่าเพื่อมาใช้ชดเชยกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตขนส่งหรือภาคเกษตร โดยในกลไกนี้นอกจากจะช่วยให้ภาคเอกชนสามารถบรรลุเป้าหมายในการเป็นชุมชนคาร์บอนต่ำ หรือภาคประชาสังคมที่ปล่อยคาร์บอนเป็นศูนย์ได้ถือเป็นการผสมผสานงานพัฒนาชนบทท้องถิ่นกับการรักษาป่าเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยแต่เดิมนั้นนิตกร ฝ่ายปกครอง หรือผู้บริหารท้องถิ่นผู้ให้สัญญากับประชาชนไว้ก่อนเข้ามาบริหารท้องถิ่นผ่านการเลือกตั้งถือเป็นผู้ให้สัญญาประชาคมท้องถิ่นในรูปแบบหนึ่ง³ มีวิธีการดำเนินงานในเชิงตั้งรับปัญหา กล่าวคือต้องรอคอยให้เกิดคดีข้อพิพาท หรือข้อร้องเรียนขึ้นมาก่อนจึงจะ

¹ พิทักษ์ ศศิสุวรรณ,(2563),สภาพปัญหาการบังคับใช้กฎหมายเพื่อยุติวิกฤติหมอกควันในจังหวัดเชียงราย,หนังสือประมวลบทความในการประชุมวิชาการนิเวศศาสตร์ระดับชาติครั้งที่2หัวข้อ “จินตนาการใหม่ ภูมิทัศน์นิเวศศาสตร์ไทย”,คณะนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า51.

² กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,(2557),“Community Forest Carbon Accounting: A Guide for Practitioners”,
<https://www.forest.go.th/th/knowledge/technical-guideline/10590-2022-10-01-04-35-17.html>สืบค้นเมื่อ29มิถุนายน2566.

³ สยามรัฐออนไลน์, (2562),สัญญาประชาคมท้องถิ่น,<https://siamrath.co.th/n/125946>,11มกราคม2562,สืบค้นเมื่อ16มิถุนายน2566.

ดำเนินการทางคดีไปตามระบบซึ่งทำให้พรรคการเมืองใหญ่ถูกผลกระทบไปสู่กระบวนการยุติธรรมกระแสหลักเมื่อศาลได้พิพากษาถึงที่สุดแล้วก็มีทั้งฝ่ายที่แพ้และชนะมีความขัดข้องหมองใจและมิได้ยุติปัญหาข้อพิพาทในชุมชนที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง อาทิเช่นกรณีประชาคมเพื่อการรักษาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะกรณีการป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควันไฟป่าหรือที่เกิดจากการเผาในภาคเหนือตอนบน ประเทศไทยมีความพยายามที่จะบัญญัติกฎหมายป้องกันและปราบปรามการกระทำความผิดนี้อย่างเข้มงวดเฉียบขาดแม้ว่าศาลไทยมีแนวโน้มที่จะพิพากษาลงโทษจำเลยคดีที่เกี่ยวกับการเผาให้เกิดหมอกควันดังกล่าว⁴ ให้ได้รับโทษหนักทั้งจำและปรับ⁵ แต่ในปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2565 - 2566) ปรากฏว่าสถานการณ์ความรุนแรงของหมอกควันดังกล่าวและการเผาผลผลิตทางการเกษตรมิได้มีจำนวนลดน้อยลงแต่กลับเพิ่มขึ้นจนถึงขั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เป็นต้น

การศึกษานิติศาสตร์ยุคใหม่ : จากวิถีนิติศาสตร์เพื่อสังคมก้าวสู่วิถีนิติศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษานิติศาสตร์ในปัจจุบันมิได้ถูกจำกัดแต่เพียงการค้นคว้าตัวบทกฎหมาย และคำพิพากษาในตำราเท่านั้น แต่นักนิติศาสตร์จะต้องขยายเขตแดนพื้นที่การศึกษาของตนให้ออกไปนอกห้องเรียนอันเป็นโลกของความเป็นจริงทางสังคม ไปเผชิญกับปัญหาที่มีอยู่จริงโดยพยายามศึกษาวิจัยและพัฒนาวิชาการนิติศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาสังคมไปด้วยพร้อมกัน ท่าทีของนักนิติศาสตร์ยุคใหม่จึงมิได้มีแต่เพียงการวิเคราะห์ตีความตัวบทกฎหมายเพียงเท่านั้นแต่ยังต้องพยายามทำความเข้าใจสังคมที่เป็นจริง ทั้งยังต้องสืบสาวร่องรอยและต้นเหตุของปัญหาทางสังคมเพื่อหาทางอุดช่องว่างของกฎหมายหรือแม้กระทั่งพยายามหาวิธีการทางนิติบัญญัติเพื่อให้ได้กฎหมายที่สมบูรณ์แบบในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวในชุมชนหรือพื้นที่ทางสังคมที่เกิดปัญหาขึ้นจริง

“นิติศาสตร์เพื่อสังคม” (Socio-legal) เป็นวิถีทางส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้นอกจากความรู้ในห้องเรียนผ่านงานบริการวิชาการ เพราะการเรียนรู้นอกห้องเรียนร่วมกันระหว่างผู้สอนและนักศึกษาที่มีสำคัญในการพัฒนานักศึกษา ด้านการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ พัฒนาทักษะที่จำเป็น จากการที่นักศึกษาได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพราะสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้นักศึกษาได้เรียนรู้และเกิดความเข้าใจในปัญหาเรื่องนั้นๆ ได้อย่างลึกซึ้ง และสร้างการเปลี่ยนแปลงจากการหาความรู้ที่มีอยู่ในตำราเรียนสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) ในรูปแบบการเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตให้กับ “ว่าที่นักกฎหมายรุ่นใหม่” เข้าใจและเข้าถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น⁶ ผู้เขียนเห็นว่าการจะเป็นนักนิติศาสตร์เพื่อสังคมโดยเฉพาะงานบริการวิชาการนั้นควรควรคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญสามประการดังนี้

ประการแรก นักนิติศาสตร์จะต้องเป็นผู้ที่รอบรู้และเข้าใจถึงกฎหมายของบ้านเมืองสามารถใช้และตีความกฎหมายได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำ รู้หลักการและข้อยกเว้นต่าง ๆ ตลอดจนสามารถเทียบเคียงกรณี

⁴ ไทยรัฐออนไลน์,(2563) ศาลเชียงใหม่ จำคุกคนเผาป่า 2 ปีไม่รอลงอาญา ชดใช้กรมป่าไม้อีก 4 แสน,

<https://www.thairath.co.th/news/local/north/1822453,16เมษายน2563,สืบค้นเมื่อ10มิถุนายน2566>.

⁵ ผู้จัดการออนไลน์,(2562),อุทาหรณ์มือเผาป่าก่อหมอกควัน-ฝุ่นพิษ ศาลฯเชียงใหม่ตัดสินทั้งปรับ-จำคุก-รอลงอาญา,

<https://mgronline.com/local/detail/9620000088368,13กันยายน2562,สืบค้นเมื่อ10มิถุนายน2566>.

⁶ งานสื่อสารองค์กร คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,(2563),นิติศาสตร์เพื่อสังคม การพัฒนานักกฎหมายรุ่นใหม่ผ่านห้องปฏิบัติการทางสังคม (Social Lab), <https://th.kku.ac.th/17520/> 10 มีนาคม 2563,สืบค้นเมื่อ14มิถุนายน2566.

ปัญหาตัวอย่างที่เกิดขึ้นในอดีตแล้วปรับใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสมสามารถดำเนินคดีได้ทั้งในศาล และในด้านภาคประชาสังคม

ประการที่สอง นักนิติศาสตร์จะต้องเข้าใจบริบททางสังคมที่ตนมุ่งจะศึกษาโดยการลงศึกษาในพื้นที่ชุมชนเพื่อเรียนรู้บริบททั่วไปเพื่อทำความเข้าใจให้ลึกซึ้งถึงความเป็นไปและสภาพปัญหาทำให้เห็นภาพชัดเจนว่าปัญหาที่แท้จริงอยู่ตรงจุดใดและควรใช้มาตรการทางกฎหมายเช่นไรในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงจะเหมาะสม

ประการที่สาม การออกแบบวิธีแก้ปัญหาทางสังคมโดยนักนิติศาสตร์ควรคำนึงถึงบริบทพื้นฐานของสังคมและชุมชนที่ตนเก็บข้อมูลมาโดยออกแบบให้สอดคล้องกับจิตวิญญาณของชุมชน วิถีประเพณี และความยอมรับได้ร่วมกันอันเป็น“ฉันทานุมัติ”ของชุมชนโดยอาจมีการทำประชาคมสำรวจและรับฟังความคิดเห็นจากประชากรที่ศึกษา

อย่างไรก็ตามสัญญาประชาคมอาจเป็นเพียงกระดาษใบหนึ่งหากว่าประชาคมที่ร่วมลงนามนั้นมิได้มีจิตสำนึกร่วมตามที่ตนได้ลงนามไปจริง ดังนั้นในการทำสัญญาประชาคมนักนิติศาสตร์เชิงสังคมจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษกับการสำรวจความต้องการของประชาชนในพื้นที่เป้าหมาย เนื่องจากทางออกของปัญหาในชุมชนอาจมีอยู่แล้วเพียงแต่ประชาชนไม่กล้าแสดงออกหรือแสดงความคิดเห็นออกมา เป็นหน้าที่ของนักนิติศาสตร์เพื่อสังคมที่จะต้องส่งเสริมหรือคอยกระตุ้นผ่านกิจกรรมประชาคมให้ทุกภาคส่วนระดมความคิดเห็น อันเป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหาแล้วรวบรวมข้อมูลที่เป็นไปได้ทุกทาง แล้วนำเสนอต่อประชาคมให้ร่วมกันถกเถียงตรงจุดนี้นักนิติศาสตร์เชิงสังคมจะต้องคอยประคับประคองให้เงื่อนไขการตกลงเจรจาและการทำสัญญาประชาคมอยู่ภายใต้กรอบของกฎหมาย

กล่าวได้ว่านักนิติศาสตร์ชนบเดิมที่มุ่งแก้ปัญหาแบบชนบเดิมกล่าวคือมุ่งแก้ไขปัญหาที่ต่อเมื่อเกิดปัญหาแล้ว แต่ในปัจจุบันสังคมไทยเรายังขาดนักนิติศาสตร์เชิงสังคมเพื่อที่จะเข้าไปคอยซ่อมแซมแก้ไข คอยป้องกันระงับยับยั้งปัญหาที่ยังไม่เกิดหรือที่กำลังจะเกิดในอนาคต โดยการพยายามเข้าไปแก้ที่รากฐานของปัญหาหาใช่แก้ที่ปลายเหตุหรือการมุ่งผลแพ้ชนะของคดี ซึ่งผลแพ้ชนะของคดีบางโอกาสก็ได้แก้ปัญหาของสังคม(โดยเฉพาะคดีสิ่งแวดล้อม)เป็นแต่เพียงการแก้ปัญหาทางเทคนิคคดีเฉพาะคู่ความในคดีเพียงโจทก์และจำเลยที่พิพาทกันในคดี โดยมีได้สร้างคุณค่าจรโลงสังคม การที่มีผู้แพ้ผู้ชนะในคดีก็เป็นแต่เพียงมีคำสั่งศาลให้ผู้แพ้คดีออกคำสั่งตามอำนาจที่ผู้ถูกฟ้องนั้นมีอยู่แล้วตามกฎหมาย(แต่ไม่ยอมใช้อำนาจจึงถูกประชาชนฟ้อง)⁷ ผู้เขียนจึงตั้งคำถามในเชิงปรัชญาว่าสังคมได้คุณค่าใดตอบแทนกลับมาจากการดำเนินคดีลักษณะนี้? คำตอบที่ได้ก็คือได้แนวคำพิพากษาขึ้นมาหนึ่งคำพิพากษา ได้แนวบรรทัดฐานในการตีความกฎหมายซึ่งบางคดีที่กระทบต่อสวัสดิภาพสุขภาพของประชาชนในสังคมเป็นวงกว้าง เมื่อมีคำพิพากษาของศาลลงมาในทำนองที่ว่ารัฐไม่ต้องรับผิดชอบในข้อหาละเลยไม่ปฏิบัติตามกฎหมายอันเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม อาทิ กรณีมีผู้ฟ้องนายกรัฐมนตรีนในประเด็นว่าเมื่อเกิดวิกฤติหมอกควันแล้วนายกรัฐมนตรีนในฐานะเจ้าหน้าที่ของรัฐได้ละเลยต่อหน้าที่ตามที่กฎหมายกำหนดให้ต้องปฏิบัติหรือไม่? ซึ่งศาลได้มีคำวินิจฉัยโดยสรุปว่าความเสียหายยังไม่ถึงระดับเป็น

⁷ คำพิพากษาศาลปกครองเชียงใหม่ที่ส.1/2564,ลงวันที่8เมษายน2564.

สาธารณภัยร้ายแรงอย่างยิ่งตามกฎหมาย การที่ผู้ถูกฟ้องยังไม่มี การออกคำสั่งให้หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการใดเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงไม่เป็นการละเลยต่อหน้าที่ตามกฎหมาย⁸ แน่แน่นอนว่าคุณกรณีในคดีจะต้องยอมรับ ผลตัดสินนั้นทั้งผู้เขียนก็ยอมรับและเข้าใจในคำพิพากษา แต่ในการดำเนินคดีต่างๆที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อพิจารณาไปถึงราคาที่สังคมต้องเสียไปนั้นความเสียหายได้เกิดขึ้นแล้วจริง เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ที่ ได้รับผลกระทบตามความเป็นจริงมิได้เป็นผู้ฟ้องคดีจึงเกิดเป็นปัญหาว่าการดำเนินคดีในศาลเป็นทางออกที่ แท้จริงสำหรับปัญหาสิ่งแวดล้อมในสังคมไทยหรือไม่?

เมื่อเกิดปัญหาขึ้นในสังคมผู้คนมักจะนึกถึงการแก้ไขปัญหาด้วยกฎหมายเป็นอันดับแรก โดยพึ่งพา เพียงแต่กระบวนการทางศาลเพื่อยุติปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามกระบวนการยุติธรรมกระแสหลักเพียงช่วย บรรเทาปัญหาที่ปลายเหตุเท่านั้น ปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นในสังคมมักถูก “ซุกปัญหาไว้ใต้พรม”(sweep something under the carpet) โดยกระบวนการยุติธรรมเพียงชี้ขาดประเด็นข้อกฎหมายว่าผู้ใดกระทำ ความผิดหรือไม่เพียงเท่านั้น แต่มิได้เป็นการรับประกันว่าในอนาคตปัญหาดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นอีก ดังนั้น กระบวนการยุติธรรมยุคใหม่จึงมุ่งเน้น “การแก้ไขปัญหา ก่อนเกิดปัญหา” (Troubleshooting before problems arise) กล่าวคือต้องออกแบบเครื่องมือบางประการเพื่อเป็นกรอบกติกาและหลักประกันร่วมกัน ของคนในสังคมว่าในอนาคตจะไม่เกิดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ “สัญญาประชาคม” (Social contract) เป็น เครื่องมือหนึ่งซึ่งผู้เขียนได้หยิบยกขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาทางสังคมการเลือกสัญญาประชาคมเพื่อเป็นเครื่องมือ ในครั้งนี้ผู้เขียนพิจารณาจาก บริบททางสังคม สภาพแวดล้อมของชุมชน ลักษณะอุปนิสัยใจคอของผู้คน ท่าที มุมมองของประชาชนในพื้นที่ต่อกฎหมายอันเป็น “นิติสำนึก” (Legal conscience) ของผู้คนในชุมชนตำบล บ้านสาบ

การดำเนินงานจัดทำสัญญาประชาคมเพื่อการเตรียมความพร้อมป่าชุมชน ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เข้าสู่การเป็นป่าคาร์บอนเครดิต

คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้จัดทำโครงการแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการ พื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยใน ลักษณะของโครงการกระทำสอดคล้องกับงานจุดเน้นในการพัฒนาตามยุทธศาสตร์การพัฒนาของมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย และพันธกิจในการให้บริการวิชาการแก่สังคมของมหาวิทยาลัยเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของ ประชาชนในท้องถิ่นสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนโดยมุ่งเน้นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงรายเป็นมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นจึงมีภารกิจสำคัญในการสร้างและคืนองค์ความรู้ให้กับท้องถิ่น โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน อาทิ เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน น่าน เป็นต้น

โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตและยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดย สำนักยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นและบริการวิชาการเป็นผู้ขับเคลื่อนโดยปฏิบัติตามจุดเน้นการพัฒนาตาม ยุทธศาสตร์ของการพัฒนาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อให้บริการวิชาการแก่สังคมและยกระดับ คุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น ประเทศ สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นการบริการวิชาการเชิงรุกโดยเน้น

⁸ คำพิพากษาศาลปกครองเชียงใหม่ที่ส.1/2566,ลงวันที่28มีนาคม2566.

การผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเป็นเลิศโดยพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นไปพร้อมกันด้วยเพื่อให้มีความเข้มแข็งและยั่งยืนตามจุดเน้นของมหาวิทยาลัยดังกล่าว⁹

ในการพัฒนาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยจึงมีพันธกิจที่สำคัญในการผลิตทั้งบัณฑิตให้มีคุณภาพ การวิจัยและสร้างความรู้และนวัตกรรมสร้างเครือข่ายทางวิชาการที่เข้มแข็ง การให้บริการวิชาการแก่ท้องถิ่นเป็นการพัฒนามหาวิทยาลัยและท้องถิ่นควบคู่กันไป เป็นการเติมโตไปแบบหุ้นส่วน (Partner) โดยน้อมนำพระบรมราโชบายด้านการศึกษาของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 10 มาพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมและการศึกษาเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตมีพื้นฐานชีวิตที่มั่นคงเข้มแข็งมีงานทำมีอาชีพเสริมสร้างรายได้และสามารถพึ่งพาตนเองได้ ซึ่งเป็นเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ของการยกระดับคุณภาพชีวิตและยกระดับเศรษฐกิจฐานราก รวมถึงผลักดันให้เป็นพื้นที่ชุมชนต้นแบบที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ตามนโยบายเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ (Creative Innovation and Technology for Sustainable Development Goals : SDGs)นอกจากนี้ยังมีแนวคิดที่จะขยายไปยังพื้นที่อื่นๆ ในอนาคต

ดังนั้นในโครงการของมหาวิทยาลัยโดยสำนักยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและยกระดับคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจชุมชนฐานรากแบบบูรณาการศาสตร์ด้วยหลักการ BCG (Bio-Circular-Green Economy) และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (creative economy) เพื่อนำองค์ความรู้เทคโนโลยีนวัตกรรมที่ได้นำไปพัฒนาท้องถิ่นเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตโดยกระจายบูรณาการศาสตร์ออกเป็นโครงการต่างๆ เพื่อผลักดันให้ท้องถิ่นสามารถยืนได้ด้วยตนเองอย่างยั่งยืนโดยเฉพาะแนวคิดการบริหารจัดการทรัพยากรร่วมกันของชุมชนสอดคล้องกับแนวคิดของ Elinor Ostrom ซึ่งเห็นว่าชุมชนผู้ใช้สอยทรัพยากรจะต้องเป็นผู้เข้ามาบริหารจัดการ ควบคุมดูแล จัดสรรทรัพยากรธรรมชาติให้สอดคล้องวิถีชีวิตอันเป็นอัตลักษณ์ของแต่ละชุมชน¹⁰

แนวคิดในการจัดทำสัญญาประชาคมเป็นแนวความคิดที่ผู้จัดทำโครงการได้รับแรงบันดาลใจมาจากทฤษฎีสัญญาประชาคม ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความเชื่อว่ามันมนุษย์ทุกคนสามารถอยู่ร่วมกันได้โดยสันติสุขโดยการยอมรับในความแตกต่างหลากหลายทั้งทางชาติพันธุ์ เพศวิถี ภาษา และพื้นฐานความเป็นอยู่ ทั้งยังสามารถร่วมกันบริหารจัดการสังคมร่วมกันโดยสันติภายใต้ข้อตกลงหรือกติการ่วมกันถือเป็นกฎหมายที่มีชีวิต (The Living Law) ซึ่งเป็นสภาพบังคับที่มีอยู่จริง และเป็นบทลงโทษทางสังคม (Social Sanction) ที่มีอยู่ในท้องถิ่นอยู่แล้ว¹¹โดยไม่จำเป็นจะต้องรอให้มีกฎหมายบ้านเมือง (Positive Law) เข้ามาบังคับบัญชาแต่อย่างใด

การเข้ามาร่วมกันคิดร่วมกันสร้างแนวทางอันยั่งยืนเพื่อเป็นการสัญญาระหว่างมนุษย์ต่อมนุษย์ด้วยการยอมรับประกันด้วยศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ว่าทุกคนในโครงการนี้จะอยู่ร่วมกันปฏิบัติตามกติกาของสังคมแม้กติกาดังกล่าวจะไม่ได้มีสถานะเป็นกฎหมายก็ตามแต่ถือว่าเป็นสิ่งที่ชุมชนหรือสังคมจะปฏิบัติร่วมกันดูจะเป็น

⁹ สำนักยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย,(2565-2566)โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตและยกระดับเศรษฐกิจฐานราก(พ.ศ.2565-2566).

¹⁰ Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.

¹¹ สมยศ เชื้อไทย,(2561),นิติปรัชญา,พิมพ์ครั้งที่20.กรุงเทพฯ,วิญญูชน, หน้า163-164.

กฎหมายเป็นกฎหมายธรรมชาติ (Natural law) ที่ไม่จำเป็นต้องรอให้อำนาจอรัฐเข้ามาบังคับบัญชาจัดการ แต่เป็นนวัตกรรมการอยู่ร่วมกันของประชาชน ทั้งนี้ประชาคมจึงเป็นเสมือนสารตั้งต้นที่จะร่างวิถีแห่งนวัตกรรมใหม่นี้พัฒนาไปสู่การเป็นนวัตกรรมเพื่อการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันของประชาคมโดยประชาคมและเพื่อประชาคม

ด้วยเหตุนี้คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายในฐานะสถาบันการศึกษาที่มีหน้าที่สนับสนุนความรู้ทางวิชาการให้กับชุมชน สังคม ท้องถิ่น จึงดำริสร้างนวัตกรรมเพื่อเข้าไปสนับสนุนความรู้ด้านวิชาการและเป็นพี่เลี้ยงให้ชุมชนที่เป็นพื้นที่อ่อนไหวทางสิ่งแวดล้อมที่แต่เดิมมีการจัดตั้งป่าชุมชน และต้องการยกระดับสู่ “ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต” ในอนาคต จึงได้ร่วมกันสร้างแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต อันจะนำไปสู่สังคมสุขภาวะที่ดีของชุมชนโดยจะทำในรูปแบบสัญญาประชาคมของ ตำบลบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญในการรักษาป่าชุมชนอันเป็นลมหายใจของชาวพะเยาและล้านนาไทย ซึ่งวัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้มีอยู่ 2 ประการ คือ

1. เพื่อให้ความรู้ข้อกฎหมายและแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องในการใช้พื้นที่ป่าชุมชนแก่สมาชิกคณะกรรมการป่าชุมชน ตำบลบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
2. เพื่อจัดทำสัญญาประชาคมอันเป็นแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิตของตำบลบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

การจัดทำนวัตกรรมสัญญาประชาคมครั้งนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากทุกภาคส่วนโดยหน่วยงานของรัฐ อาทิ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยสำนักยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นและบริการวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย (สทบ.) และเจ้าของพื้นที่ผู้พิทักษ์ป่าไม่ได้แก่ ฝ่ายกฎหมายของสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 2 เชียงราย และคณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายโดยผู้เขียนเป็นผู้ขับเคลื่อนโครงการ¹²

จากการสำรวจรับฟังปัญหาพื้นที่ป่าชุมชนตำบลบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาพบว่าปัจจุบันมีชาวบ้านจำนวนหนึ่งได้บุกรุกพื้นที่ป่าชุมชน และมีบางส่วนใช้พื้นที่ป่าชุมชนไม่เหมาะสม และเสี่ยงต่อการเผาป่า หรือการทำลายทรัพยากรธรรมชาติเกินกว่าวิถีใช้สอยอนุรักษ์ตามปกติ แต่เดิมนั้นป่าชุมชนบ้านสางมีการจัดตั้งสมาชิกเพื่อบริหารจัดการการใช้พื้นที่ป่าชุมชนและมาการตรากฎระเบียบใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามกฎระเบียบเหล่านี้ยังมิได้มีการยกระดับขึ้นเป็นสัญญาประชาคมเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ที่เป็นเพียงกฎระเบียบที่รู้จักในวงจำกัดของผู้บริหารหมู่บ้าน ทั้งชาวบ้านและแกนนำด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่มีฉันทามติร่วมกันที่จะพัฒนาป่าชุมชนในพื้นที่ตนให้ก้าวเข้าสู่การเป็นชุมชนสิ่งแวดล้อมสร้างสรรค์ “สิ่งแวดล้อมกินได้” ซึ่งเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากป่าอย่างยั่งยืนรวมทั้งการเป็นป่าชุมชนคาร์บอนเครดิตในอนาคต

ดังนั้น คำถามที่สำคัญก็คือจะทำอย่างไรที่จะยกระดับกฎระเบียบที่เคยร่างไว้ขึ้นแก้ไขเพิ่มเติมและจัดทำเป็นสัญญาประชาคมให้ทุกภาคส่วนในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องได้รับรู้และสัญญาร่วมกันว่าจะบำรุงรักษาป่าชุมชนอันเป็นลมหายใจของสิ่งแวดล้อมของชุมชนบ้านสาง ทั้งได้รับรู้และเข้าใจร่วมกันที่จะใช้ป่าอย่างรู้คุณค่าและเป็นไปตามวิถีอนุรักษ์ทั้งยังต้องเตรียมความพร้อมเข้าสู่การเป็นชุมชนป่าคาร์บอนเครดิตในอนาคตด้วย?

¹² คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย,(2566),โครงการแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต(พ.ศ.2566).

คำตอบของปัญหาข้างต้นจึงปรากฏในการดำเนินงานโครงการ เบื้องต้นจึงได้จัดให้มีกิจกรรมการเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับข้อกฎหมายการใช้พื้นที่ป่าชุมชนในเบื้องต้นให้กับชาวบ้าน และสมาชิกผู้แทนป่าชุมชนได้ให้ความสนใจ หลังจากนั้น จึงได้จัดทำกิจกรรมระดมความคิดของประชาคมเพื่อร่างกฎระเบียบอันนำไปสู่สัญญาประชาคมระหว่างชาวบ้าน ผู้บริหารท้องถิ่น และสมาชิกป่าชุมชนให้รับรู้รับทราบถึงแนวปฏิบัติร่วมกันในการดูแลรักษาป่าอย่างยั่งยืน โดยในกิจกรรมดังกล่าวได้ดำเนินกิจกรรมแล้วเสร็จในวันที่ 3 มีนาคม 2566 ณ ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยกลุ่มเป้าหมายผู้เข้าร่วม คือ กลุ่มตัวแทนป่าชุมชนผู้ใหญ่บ้าน เจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา จำนวน 57 คน

เมื่อทราบถึงมติสำคัญคือวิธีคิดท่าทีการมองปัญหาและมิติทางกฎหมายในการแก้ไขปัญหาการใช้พื้นที่ป่าชุมชนของผู้คนในตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาแล้ว ปัญหาประการต่อมาก็คือจะแก้ไขปัญหาการดำเนินงานของกลุ่มป่าชุมชนตำบลบ้านสาบอย่างไร ผู้เขียนจึงได้ทำการประชุมประชาคมผู้เกี่ยวข้อง อาทิ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านสาบ สมาชิกสภาตำบล กำนันผู้ใหญ่บ้าน สมาชิกป่าชุมชนบ้านสาบ ตลอดจนชาวบ้านผู้เกี่ยวข้อง เพื่อระดมความคิดสู่การแก้ไขปัญหาการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าชุมชนอย่างเหมาะสมและยั่งยืน โดยทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนะวิธีประชาที่สามารถยอมรับร่วมกันได้เกี่ยวกับการใช้พื้นที่ป่าชุมชนโดยไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม ทั้งได้กำหนดบทลงโทษหากมีผู้ฝ่าฝืนสัญญาประชาคมซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้เป็น “สัญญาของชาวบ้าน โดยชาวบ้านและเพื่อชาวบ้าน”

การร่างสัญญาประชาคมในที่นี้ผู้เขียนใช้แนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนภายใต้รัฐธรรมนูญที่รับรองสิทธิการรวมตัวกันของประชาคมเพื่อบริหารจัดการพื้นที่ และดำเนินวิถีประชาภายใต้กรอบของกฎหมายถือเป็นการส่งเสริมให้ประชาชนเป็นศูนย์กลางของการเมืองการปกครองบูรณาการภาคประชาสังคมและภาครัฐในลักษณะ “รัฐสัญญาประชาคม”¹³ ผู้เขียนจึงร่างข้อตกลงตามกรอบดังกล่าวให้ประชาคมตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งแล้วให้ประชาคม และเจ้าหน้าที่ภาครัฐ อาทิ สภาเทศบาลตำบลบ้านสาบ เจ้าหน้าที่ฝ่ายกฎหมายสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 2 เชียงรายออกความคิดเห็นโต้แย้ง แก้ไข ตัดทอน เพิ่มเติม สัญญาในส่วนต่าง ๆ ได้อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงขอฉันทานุมัติจากประชาคมยกมือเพื่อให้สัตยาบันแก่สัญญาประชาคมที่เกิดขึ้น เป็นสัญลักษณ์หมายความว่าต่อไปนี้ข้าพเจ้าประชาคมตำบลบ้านสาบจะยึดถือและปฏิบัติตามสัญญาประชาคมนี้โดยเคร่งครัดพร้อมกันนี้ประชมคมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจึงได้ลงนามผูกพันรับรองเพื่อบังคับใช้สัญญาประชาคมนี้สืบไป

จากการดำเนินโครงการดังกล่าว ทำให้ได้นวัตกรรมที่เกิดขึ้น คือ สัญญาประชาคมแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต สำหรับป่าชุมชนตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาจำนวน 1 ฉบับและได้มีการลงนามร่วมกันของประชาคมถือเป็นนวัตกรรมร่วมกันระหว่างหน่วยงานราชการและภาคประชาชนในการร่วมกันดูแลป่าและสิ่งแวดล้อมของตนตามแนวทางการอนุรักษ์ใช้สอยอย่างยั่งยืน

¹³ เชาวนะ ไตรมาศ, (กันยายน-ธันวาคม 2543), รัฐสัญญาประชาคมกับการปลุกกระแสสำนึกใหม่ของการเมืองภาคประชาชน, วารสารศาลรัฐธรรมนูญ ปีที่ 2 เล่มที่ 6, หน้า 58.

รายละเอียดแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอน เครดิตกรณีป่าชุมชนตำบลบ้านสาغ อำเภอมะนังพะเยา จังหวัดพะเยา

กฎระเบียบเกี่ยวกับแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิตนี้ เป็นสัญญาประชาคมโดยตัวแทนคณะกรรมการป่าชุมชนตำบลบ้านสาغ อำเภอมะนังพะเยา จังหวัดพะเยา ได้ร่วมกันประชุมวางกฎระเบียบการใช้พื้นที่ร่วมกันดังนี้

กฎระเบียบ/ข้อห้ามการใช้ป่าชุมชน

1. ห้ามตัดไม้ทุกชนิดที่มีอยู่ในเขตป่าชุมชน ฝ่าฝืนปรับ 5,000 - 10,000 บาท
2. ห้ามตัดไม้ไผ่ทุกชนิดในเขตป่าชุมชน ฝ่าฝืนปรับ 500 - 1,000 บาท
3. ห้ามล่าสัตว์ป่าทุกชนิดและนำอาวุธปืนเข้าไปในเขตป่าชุมชน ฝ่าฝืนปรับ 5,000 - 10,000 บาท
4. ห้ามจุดไฟเผาป่าในเขตป่าชุมชน ฝ่าฝืนปรับ 10,000 บาท และให้คณะกรรมการป่าชุมชนบ้านสาغ ดำเนินการแจ้งความต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
5. ห้ามขุดดินในเขตป่าชุมชน ฝ่าฝืนปรับ 5,000 - 10,000 บาท
6. ห้ามนำขยะไปทิ้งในเขตป่าชุมชน ฝ่าฝืนปรับ 2,000 - 10,000 บาท
7. ห้ามกระทำการอันใดที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ป่าชุมชน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพของป่าชุมชน และผลประโยชน์ของประชาชนในพื้นที่โดยเด็ดขาด ฝ่าฝืนปรับ 10,000 บาท
8. ห้ามบุคคลอื่นที่ไม่ได้อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลบ้านสาغ นำกลองเลี้ยงผึ้งหรือนำวัสดุอื่นใดเพื่อมาเก็บผลผลิตจากผึ้งมาวางในเขตป่าชุมชนตำบลบ้านสาغโดยเด็ดขาด ยกเว้นกรณีการเลี้ยงผึ้งโก้นของคนในพื้นที่ตำบลบ้านสาغเท่านั้น ฝ่าฝืนปรับ 10,000 บาท

หมายเหตุ

*** ให้คณะกรรมการป่าชุมชนตำบลบ้านสาغเป็นผู้รักษาการตามกฎระเบียบ/ข้อห้ามการใช้ป่าชุมชนนี้

ดุลพินิจของคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านสาغโดยมติเสียงส่วนใหญ่ถือเป็นที่สุด

*** ประสบปัญหา ปรัชญา มีข้อสงสัย แจ้งเหตุได้ ณ ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่

ข้ออนุโลมการใช้กฎระเบียบป่าชุมชน

1. หาเห็ดทุกชนิดในบริเวณป่าชุมชนได้ทุกหมู่บ้าน(เฉพาะตำบลบ้านสาغ)
2. หาหน่อไม้ไผ่ ไม้ไร่ ในบริเวณป่าชุมชนได้ทุกหมู่บ้าน แต่ห้ามนำไปขาย* (*ขายให้รถพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อในปริมาณมากเกินความจำเป็น)
3. กรณีที่มีงานในหมู่บ้านและจำเป็นต้องใช้พื้นที่ สามารถนำพื้นที่ออกมาใช้ได้ แต่ต้องอยู่ในความดูแลของคณะกรรมการ
4. กรณีมีความจำเป็นใช้ไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนเพื่อช่วยเหลือผู้ยากไร้ในพื้นที่ ให้คณะกรรมการป่าชุมชนบ้านสาغร่วมกันพิจารณาให้ความช่วยเหลือได้ตามความจำเป็นนั้น ๆ เป็นรายกรณี

5. การตัดไม้ทุกชนิดในพื้นที่ป่าชุมชน การนำไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนมาใช้ประโยชน์ ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านสาบ โดยพิจารณาเป็นรายกรณีและมีมติเป็นเอกฉันท์เท่านั้น¹⁴
6. เมื่อมีผู้กระทำความผิดต่อกฎระเบียบ/ข้อห้ามการใช้ป่าชุมชน ถ้าจับได้ต้องเสียค่าปรับตามกฎหมาย กฎระเบียบ/ข้อห้ามการใช้ป่าชุมชน ถ้าไม่ยอมเสียค่าปรับคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านสาบจะส่งให้เจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินคดีตามกฎหมาย
7. กรณีมีเหตุจำเป็นหรือเป็นการประกอบอาชีพที่ต้องใช้ไม้ไผ่จากเขตป่าชุมชน 20 ลำขึ้นไป ต้องแจ้งให้ผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ทราบ และผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่แจ้งให้คณะกรรมการทราบในทุกกรณี (แจ้งและเขียนคำร้อง ณ ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน)

หมายเหตุ

*** สำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต การดำเนินการจะทำในรูปแบบคณะกรรมการป่าชุมชนตำบลบ้านสาบเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมด

*** คณะกรรมการป่าชุมชนตำบลบ้านสาบโดยเสียงส่วนใหญ่ ได้อ่านข้อความตามกฎระเบียบ/ข้อห้ามการใช้ป่าชุมชน และข้ออนุโลมการใช้กฎระเบียบป่าชุมชนนี้โดยตลอดแล้ว จึงได้ร่วมกันลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

สรุปผลการดำเนินการตามสัญญาประชาคมป่าชุมชน ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

เมื่อได้ “นวัตกรรม” ด้านกฎหมายสิ่งแวดล้อมคือสัญญาประชาคมฉบับดังกล่าวแล้วจำเป็นจะต้องมีกระบวนการรับฟังผลการใช้นวัตกรรมดังกล่าวว่ามีผลสะท้อนอย่างไรจากประชาคม ชาวบ้าน และคณะกรรมการป่าชุมชน ดังนั้นในวันที่ 29 พฤษภาคม 2566 หัวหน้ากิจกรรมและคณะทำงานได้เดินทางสู่เทศบาลตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เพื่อเข้าร่วมกิจกรรมประชุมเชิงปฏิบัติการ “การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การนำเสนอ และถอดบทเรียนกิจกรรมโครงการภายใต้งานยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น” โดยคณาจารย์ ผู้บริหารโครงการได้นำเสนอผลการดำเนินกิจกรรมร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และถอดบทเรียนการดำเนินงานร่วมกับผู้นำชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นการคืนความรู้และสะท้อนคิดรับฟังผลการดำเนินโครงการจากประชาชนในพื้นที่ผู้รับบริการวิชาการโดยในการนี้ผู้ดำเนินโครงการจัดทำธรรมนูญชุมชนได้นำเสนอและคืนความรู้ให้แก่ท้องถิ่น เป็นการสรุปโครงการและรับฟังข้อสะท้อนคิดโดยผู้บริหารชุมชน ผู้บริหารป่าคาร์บอนเครดิต และชาวบ้านได้ร่วมกันสะท้อนผลในเชิงคุณภาพให้กับผู้จัดทำโครงการได้ทราบถึงผลในการดำเนินงานกิจกรรมว่าเกิดผลดีหลังจากที่ได้มีการทำสัญญาประชาคม กล่าวคือ ชาวบ้านผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ป่าชุมชน หรือผู้ที่เคยมีพฤติกรรมรุกป่าชุมชนหรือบุคคลที่เคยมีพฤติกรรมใช้สอยป่าชุมชนอย่างผิดประเภท ผิดวัตถุประสงค์ เมื่อได้เข้ามาจัดทำสัญญาประชาคมสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่กับทางคณะนิติศาสตร์แล้วก็มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นกล่าวคือ ประชาชนในพื้นที่ที่มีความตระหนักในความสำคัญของป่าชุมชนมากขึ้นมีความสนใจในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าชุมชนเพิ่มขึ้น สำหรับกรณีที่เคยมีข้อพิพาทเกี่ยวกับการใช้ป่าชุมชนผิดวิธีก็มีการคลี่คลายสภาพปัญหาโดยมีการถอนตัวออกจากพื้นที่รุกป่าอย่างสันติและมีการแจ้งให้

¹⁴ แนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิตกรณีป่าชุมชนตำบลบ้านสาบ อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา, ลงนามวันที่ 3 มีนาคม 2566. โดยคณะกรรมการป่าชุมชน ผู้แทนสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 2 เชียงราย และคณะนิติศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

ผู้บริหารป่าชุมชนรับทราบถึงท่าทีในอนาคตที่จะร่วมกันรักษาป่าโดยจะไม่รุกป่าเพิ่มเติมอีกจึงเป็นผลสะท้อนกลับในเชิงบวกพฤติกรรมของประชาคมเปลี่ยนแปลงไปในแนวทางที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการฯ มีสำนึกร่วมในการเคารพกติกา อันเป็นกฎที่คอยป้องปรามมากกว่าจะใช้บังคับบัญชาดังเช่นกฎหมายของบ้านเมือง เป็นวิถีประชาคมหาชนมากกว่าจะเป็นอาญาคาดโทษ ซึ่งถือได้ว่าเป็นผลของนวัตกรรมที่อาจนำไปเป็นต้นแบบแก่ป่าชุมชนอื่นๆในอนาคต

การดำเนินงานประชาคมให้กับป่าชุมชนบ้านสาตามโครงการนี้จึงถือว่าประสบความสำเร็จในเชิงคุณภาพโดยเป็นการปลุกจิตสำนึกของประชาคมท้องถิ่น กล่าวได้ว่าเกิดการพัฒนาเชิงรุกในลักษณะการรวมตัวกันของพหุภาคีเพื่อเร่งรัดพัฒนาท้องถิ่นอย่างมีนัยสำคัญ มีการ “ร่วมคิด ร่วมทำ” สร้างสติปัญญาและพลังร่วมกันของหน่วยงานและองค์กรทุกฝ่ายในการพัฒนาจังหวัด¹⁵ สำหรับการดำเนินงานต่อเนื่องในปีต่อไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายมีแนวทางดำเนินงานในฐานะ “พี่เลี้ยง” ผู้ให้คำปรึกษาแก่ชุมชนในการดำเนินการเกี่ยวกับพื้นที่ป่าชุมชนเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำในด้านต่างๆ ผู้เขียนในฐานะนักนิเวศศาสตร์เพื่อสังคมยอมให้บริการวิชาการในลักษณะคอยประคับประคองให้ชุมชนเข้มแข็งสามารถยืนได้ด้วยตนเองอย่างยั่งยืน

ถอดบทเรียนประสบการณ์ด้านวิชาการที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการสัญญาประชาคมป่าชุมชน

ผลที่ได้จากการทำสัญญาประชาคมทำให้ผู้เขียนที่มีประสบการณ์ด้านงานนิเวศศาสตร์เพื่อสังคมมายาวนานยังมีความเชื่อมั่นมากขึ้นในการพัฒนางานวิชาการรับใช้สังคมในการขยายเขตแดนแห่งการดำเนินงานไปสู่การเป็นนิเวศศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากผลตอบรับในเชิงบวกของชุมชน สังคม เป็นเครื่องยืนยันว่านิเวศศาสตร์มิได้เป็นเพียงวิชาที่ต้องจำเรียนกันแต่ในห้องเรียนเท่านั้น แต่ห้องเรียนของนิเวศศาสตร์คือสังคม ในที่นี้จึงสามารถถอดบทเรียนจากประสบการณ์การทำกิจกรรมนิเวศศาสตร์เพื่อสังคมและสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

1. ได้สร้างสรรค์สังคมผ่านองค์ความรู้กฎหมายและวิธีคิดกฎหมายเพื่อสังคม และการใช้กฎหมายเพื่อสันติตลอดจนเป็นสารตั้งต้นสำหรับการนำแนวคิดนิเวศศาสตร์เพื่อสังคมไปต่อยอดในการพัฒนาหลักสูตรนิเวศศาสตร์ในอนาคตให้ออกจากรอบเดิมที่มุ่งเรียนเพียงเพื่อตัดสินความถูกต้องตามกฎหมายเท่านั้น ไปสู่การพยายามเรียนสาขาวิชานิติศาสตร์เพื่อรับใช้สังคม¹⁶มากขึ้นในอนาคต
2. ได้นำองค์ความรู้มาบูรณาการกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน อาทิ วิชากฎหมายกับสังคมกฎหมายเกี่ยวกับการไกล่เกลี่ยและสันติวิธี นิติปรัชญา เป็นต้น

¹⁵ สุดจิต นิมิตรกุล, (เมษายน-กรกฎาคม2545),ความสำคัญและแนวคิดประชาสังคมกับการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน,วารสารดำรงราชานุภาพ ปีที่2 เล่มที่5 หน้า68.

¹⁶ พิทักษ์ ศศิสุวรรณ,(2566),วิพากษ์หลักสูตรนิเวศศาสตร์บัณฑิตของไทย:จากนิเวศศาสตร์ชนบทเดิมสู่การเป็นนิเวศศาสตร์เพื่อสังคม,หนังสือประมวลบทความในการประชุมวิชาการนิติสังคมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 3 หัวข้อ “ทบทวน / ถกเถียง / ทำทนาย นิเวศศาสตร์ในห้วงยามของความเปลี่ยนแปลง”,หน้า340-347.

3. ได้ฝึกประสบการณ์นักศึกษาที่มาร่วมกันดำเนินโครงการให้ได้พบเห็นประสบการณ์ภาคสนามในพื้นที่จริงพบกับปัญหา และชาวบ้านจริงเป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานอันจะทำให้ศึกษามีความเข้มแข็งทางวิชาการและวิชาชีพในอนาคต

4. ได้ต้นแบบนวัตกรรมด้านกฎหมาย ระเบียบ ข้อตกลง สัญญาประชาคมสำหรับพื้นที่อื่นซึ่งมีปัญหการใช้พื้นที่ป่าชุมชนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณสำนักยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และคณะนิติศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่เปิดโอกาสให้พื้นที่ทางวิชาการแก่ผู้เขียนในการได้ใช้ความรู้ความสามารถเพื่อบริการวิชาการแก่สังคม และพัฒนางานด้านนิติศาสตร์สังคมจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ กระทั่งสามารถร้อยเรียงองค์ความรู้ด้านนิติศาสตร์เชิงสังคมสู่การเป็นนิติศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อมสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557). "Community Forest Carbon Accounting: A Guide for Practitioners", <https://www.forest.go.th/th/knowledge/technical-guideline/10590-2022-10-01-04-35-17.html>

งานสื่อสารองค์กร คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2563). *นิติศาสตร์เพื่อสังคม การพัฒนานักกฎหมายรุ่นใหม่ผ่านห้องปฏิบัติการทางสังคม (Social Lab)*. <https://th.kku.ac.th/17520>

เชาวนะ ไตรมาศ. (2543). รัฐสัญญาประชาคมกับการปลูกกระแสสำนึกใหม่ของการเมืองภาคประชาชน. *วารสารศาลรัฐธรรมนูญ*, 2(6), 58.

ไทยรัฐออนไลน์. (2563). ศาลเชียงใหม่ จำคุกคนเผาป่า 2 ปีไม่รอลงอาญา ชดใช้กรมป่าไม้อีก 4 แสน. <https://www.thairath.co.th/news/local/north/1822453>

พิทักษ์ ศศิสุวรรณ. (2563). สภาพปัญหาการบังคับใช้กฎหมายเพื่อยุติวิกฤติหมอกควันในจังหวัดเชียงราย. *หนังสือประมวลบทความในการประชุมวิชาการนิติสังคมศาสตร์ระดับชาติครั้งที่ 2 หัวข้อ "จินตนาการใหม่ ภูมิทัศน์นิติศาสตร์ไทย"* (น. 51). คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิทักษ์ ศศิสุวรรณ. (2566). *วิพากษ์หลักสูตรนิติศาสตร์บัณฑิตของไทย: จากนิติศาสตร์ขนบเดิมสู่การเป็นนิติศาสตร์เพื่อสังคม. หนังสือประมวลบทความในการประชุมวิชาการนิติสังคมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 3 หัวข้อ "ทบทวน / ถกเถียง / ทำทาย นิติศาสตร์ในห้วงยามของความเปลี่ยนแปลง"* (น. 340-347). คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมยศ เชื้อไทย. (2561). *นิติปรัชญา* (พิมพ์ครั้งที่ 20). วิญญูชน.

สยามรัฐออนไลน์. (2562). *สัญญาประชาคมท้องถิ่น*. <https://siamrath.co.th/n/125946,2562>

- สุดจิต นิमितกุล. (2545). ความสำคัญและแนวคิดประชาสังคมกับการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน. *วารสารดำรง*
ราชานภาพ, 2(5), 68.
- ผู้จัดการออนไลน์. (2562). อุทสาหกรรมมือเผาป่าก่อหมอกควัน-ฝุ่นพิษ ศาลฯ เชียงรายทยอย
ตัดสินทั้งปรับ-จำคุก-รออาญา. <https://mgronline.com/local/detail/9620000088368>
- คำพิพากษาศาลปกครองเชียงใหม่ ที่ส.1/2564, ลงวันที่ 8 เมษายน 2564.
- คำพิพากษาศาลปกครองเชียงใหม่ ที่ส.1/2566, ลงวันที่ 28 มีนาคม 2566.
- คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. (2566). *โครงการแนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่
เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิต (พ.ศ.2566).*
- แนวปฏิบัติสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ป่าชุมชนคาร์บอนเครดิตกรณีป่า
ชุมชนตำบลบ้านสา อําเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา. ลงนามวันที่ 3 มีนาคม 2566. โดย
คณะกรรมการป่าชุมชน ผู้แทนสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 2 เชียงราย และคณะนิติศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.*
- สำนักยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. (2565-2566).
โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตและยกระดับเศรษฐกิจฐานราก (พ.ศ.2565-2566).
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective
Action*. Cambridge University Press.

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดงของผู้บริโภค

Factors Affecting Consumers' Decision to Buy Red Lotus Serum

อุษา ใหญ่กระโทก^{1*} วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย² และ อภิชาติ ตะลุดนเพชร²¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900²ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: usa.y@ku.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรม ความรู้ ทักษะการตัดสินใจของผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง กลุ่มตัวอย่าง 415 คนเป็นผู้ที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ ใช้สถิติในการวิเคราะห์ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ร้อยละ และค่าเฉลี่ย และสถิติเชิงปริมาณ ประกอบด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบ และการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุคูณ

ผลการวิจัย พบว่า ผู้บริโภครู้สึกดีมากที่สุดต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ ($\bar{X}=4.20$) และเห็นว่าผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติเป็นเครื่องสำอางที่จำเป็นการในดูแลผิวหน้าปลอดภัยจากสารเคมี รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงผิวหน้าได้ ($\bar{X}=4.12$) จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ พบว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านทัศนคติ และปัจจัยส่วนบุคคล (เพศและสถานภาพ) มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง มีทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้บริโภคมีทัศนคติและความรู้ที่ดีจะทำให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะซื้อเซรั่มดอกบัวแดงมากขึ้น ยกเว้นปัจจัยความรู้เกี่ยวกับเซรั่มมีทิศทางตรงกันข้าม

คำสำคัญ: เซรั่ม ดอกบัวแดง ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้า

Abstract

The objectives of this research were: 1) to study the behavior, knowledge, and attitude of consumers when purchasing skin care serums from natural extracts; 2) to study the factors affecting consumers' decision to buy red lotus serum. The samples were 415 people who had bought skincare serum products made from natural extracts. The statistics were descriptive statistics consisting of percentage and mean, and the quantitative statistics were factor analysis and multiple regression analysis.

The results showed that consumers felt very good about skincare serum products made from natural extracts ($\bar{X}=4.20$). They saw that skincare serum products made from natural extracts were a necessary cosmetic for facial skin care without chemicals. Moreover, they helped repair and nourish facial skin ($\bar{X}=4.12$).

From the multiple regression analysis, it was found that factors affecting the decision to buy red lotus serum include marketing and promotion factors, sensation factors, attitude factors, and personal factors (gender and status), which had the same direction. In addition, it showed that when consumers had a good attitude and knowledge, they would be more likely to buy red lotus serum. Except the knowledge factor about serum products had the opposite direction.

Keywords: Serum, Red lotus, Facial skincare products

บทนำ

การใช้เครื่องสำอางเพื่อเสริมแต่งความสวยงาม บำรุงผิวพรรณ และเพื่อความอ่อนเยาว์ยังมีความสำคัญตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน โดยเป็นสิ่งสำคัญที่แทบขาดไม่ได้ของผู้คนทุกยุคทุกสมัย ยิ่งในยุคปัจจุบันที่บุคคลให้ความสำคัญต่อการดูแลสุขภาพ รักษาผิวพรรณให้สวยงามมากขึ้น โดยเฉพาะผิวพรรณของใบหน้า ซึ่งจะดูแลเป็นพิเศษ รวมทั้งจะแต่งเติมสีสันทให้ใบหน้าสวยงาม เพื่อสร้างความน่าสนใจสะดุดตาแก่ผู้พบเห็นและสร้างความโดดเด่นให้แก่ตัวเอง

นอกจากนี้ ผู้บริโภคในยุคปัจจุบันยังมีความตระหนกและใส่ใจต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยมีผลสำรวจพฤติกรรมและมุมมองของผู้บริโภคที่มีต่อปัญหาความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้บริโภคมากกว่าร้อยละ 66.30 เต็มใจที่จะจ่ายเงินเพื่อซื้อสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในราคาที่แพงกว่าสินค้าปกติทั่วไป (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2565) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์ปลอดสารเคมี และผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ มีการประเมิน

มูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพรภายในประเทศของไทยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย ร้อยละ 10.30 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราการเติบโตมากกว่าประเทศอาเซียน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการส่งออกสมุนไพรที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยการส่งออกสมุนไพรในพิกัด 1211 ปี 2565 คิดเป็นมูลค่า 488 ล้านบาท มากกว่าปีที่ผ่านมา (418 ล้านบาท) ร้อยละ 16.75 และสมุนไพรในพิกัด 1302 มีการขยายต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2563 (กระทรวงพาณิชย์, 2566) เป็นต้น

จากการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม พบว่า สารสกัดจากดอกบัวแดงมีสาร Flavonoid Proanthocyanidin และ Tannin ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเมลานินต่อเซลล์ผิวหนังมนุษย์ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว เหมาะสมแก่การนำมาสกัดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และในปัจจุบันยังไม่มีผลิตภัณฑ์เซรั่มหรือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากสารสกัดดอกบัวแดงจำหน่ายท้องตลาด โดยบัวแดงเป็นพืชที่มีอยู่ทั่วไปตามแม่น้ำลำคลองกระจายอยู่ทั่วประเทศและหาง่ายได้ทั่วไป ซึ่งส่วนมากจะมีการนำสายของบัวและไหลบัวมาทำเป็นอาหารเท่านั้นแต่ยังไม่ค่อยมีการนำมาสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจมากนัก

ด้วยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติจึงต้องการจะศึกษาและทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ เพื่อมีแนวทางในการพัฒนาเซรั่มดอกบัวแดง และผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากดอกบัวแดงเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้วิธีการวิจัยแบบการสำรวจ (Survey Research) โดยประชากรกลุ่มตัวอย่างคือ กลุ่มบุคคลที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่ไม่ทราบขนาดประชากรจึงใช้วิธีการคำนวณขนาดตัวอย่าง จากสูตรไม่ทราบขนาดประชากรของ W.G. Cochran (1953) อ้างถึงใน ดวงรัตน์ (2555) จากคำนวณทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเหมาะสมไม่น้อยกว่า 385 ตัวอย่าง กำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 5

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างใช้แบบสอบถามออนไลน์ผ่านทาง Google Forms เนื่องจากเป็นช่องทางที่เข้าถึงกลุ่มตัวอย่างที่จะตอบแบบสอบถามได้ง่าย ใช้เวลาน้อยและประหยัดค่าใช้จ่าย รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูล ซึ่งการตอบแบบสอบถามจะมีคำถามคัดกรองก่อนการตอบแบบสอบถาม คือ เคยซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติหรือไม่ หากเคยซื้อจึงจะสามารถทำแบบสอบถามในส่วนถัดไปได้ ซึ่งจะนำข้อมูลมาอนุมานในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเซรั่มดอกบัวแดง แต่หากไม่เคยซื้อจะถือว่า

จบการทำแบบสอบถาม และผู้วิจัยจะไม่เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมในการซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติเป็นแบบสอบถามในลักษณะแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ โดยใช้เครื่องมือประเภทมาตราประมาณค่า (Rating Scale) แบบไลเคอร์สเกล (Likert Scale) เป็นการให้สเกลคำตอบ 5 ระดับ จากน้อยไปมาก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ ความรู้สึก และทัศนคติโดยรวมต่อการซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติซึ่งเป็นการวัดระดับการเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในแต่ละประเด็น โดยใช้เครื่องมือประเภทมาตราประมาณค่า (Rating Scale) แบบไลเคอร์สเกล (Likert Scale) เป็นการให้สเกลคำตอบ 5 ระดับ จากน้อยไปมาก

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง มี 2 ส่วน ดังนี้ (1) ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการปรับปรุง พัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ของเซรั่มดอกบัวแดง โดยมีลักษณะแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และ (2) ข้อมูลเกี่ยวกับการวัดระดับการเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในแต่ละประเด็นในการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง โดยวัดจากความคิดเห็นของผู้บริโภค ซึ่งเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุคูณ โดยใช้เครื่องมือประเภทมาตราประมาณค่า (Rating Scale) แบบไลเคอร์สเกล (Likert Scale) เป็นการให้สเกลคำตอบ 5 ระดับ จากน้อยไปมาก

ส่วนที่ 5 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามในลักษณะแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

3.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อเซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ เช่น ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

3.2 การศึกษาความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก ทัศนคติ และส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคในการเลือกซื้อเซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดจากธรรมชาติ ใช้สถิติอย่างง่าย เช่น ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

3.3 การศึกษาปัจจัยที่มีต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง ได้แก่

(1) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรและลดจำนวนปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด

(2) การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Regression Analysis: MRA) เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง โดยมีสมการเพื่อการวิเคราะห์ ดังนี้

$$\hat{y} = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$$

โดยที่ \hat{y}	=	การตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง
X_1	=	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ
X_2	=	ปัจจัยด้านความรู้
X_3	=	ปัจจัยด้านความรู้สึก
X_4	=	ปัจจัยด้านทัศนคติ
X_5	=	ปัจจัยส่วนบุคคล

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้ ความรู้สึก ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ

ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามออนไลน์ โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์ จำนวน 531 คน เป็นบุคคลไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ จำนวน 116 คน และเป็นบุคคลที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ จำนวน 415 คน ซึ่งบุคคลที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุในช่วง 40-49 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.71 และส่วนมากมีสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 33.73 โดยจบการศึกษาระดับปริญญาตรี และประกอบอาชีพรับราชการ รัฐวิสาหกิจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.57 และ 49.88 ตามลำดับ

จากการวิจัย พบว่า ผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจและแยกความแตกต่างระหว่างเซรั่มบำรุงผิวกับครีมบำรุงผิวได้ และมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติหรือสรรพคุณของเซรั่มบำรุงผิว โดยมีคะแนนอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 48.43 ซึ่งอาจเป็นเพราะในปัจจุบันมีการใช้เซรั่มบำรุงผิวอย่างกว้างขวาง และผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการมีการโฆษณาและให้ข้อมูลความรู้ผ่านสื่อต่างๆ ทั้งจากโทรศัพท์และสื่อออนไลน์ นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้บริโภครู้สึกดีเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติที่มีความทันสมัยและมีมาตรฐาน ($\bar{X} = 4.28$) และรู้สึกดีเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์เซรั่มฯ เพราะผลิตจากสารสกัดธรรมชาติ ($\bar{X} = 4.22$) และมีทัศนคติและเห็นว่าเซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติเป็นเครื่องสำอางที่จำเป็นการในดูแลผิวหน้าปลอดภัยจากสารเคมี รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงผิวหน้าได้

ผู้บริโภคเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ เพราะคิดว่าปลอดภัยกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารเคมีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.04 และผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับผิวหน้าในเรื่องสีผิวไม่สม่ำเสมอ มีจุดต่างดำ หมองคล้ำมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.31 และนิยมซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติจากร้านค้าออนไลน์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.11 รองลงมา คือ ซื้อจากห้างสรรพสินค้า หรือคิดเป็นร้อยละ 27.23 และมีค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ อยู่ระหว่าง 201 – 400 บาท ซึ่งผู้บริโภคจะมีการหาข้อมูลจากสื่อโซเชียลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.19 ซึ่งอาจเป็นเพราะ

ความสะดวกในการเข้าถึงสื่อออนไลน์และมีข้อมูลที่หลากหลายทั้งจากบริษัทผู้ผลิตและจากผู้บริโภค รองลงมาคือ มีคนใช้แล้วมารีวิวและหาข้อมูลจากเพื่อนสนิท/เพื่อนร่วมงาน

2. การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุด จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่วนปัจจัยด้านอื่นๆ จำนวน 5 ปัจจัย ผู้บริโภคให้ความสำคัญในระดับมาก ได้แก่ ปัจจัยด้านราคา ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ และด้านองค์ประกอบทางกายภาพ มีรายละเอียดที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ ดังนี้

(1) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุด จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่

1) มีมาตรฐาน อย. 2) สินค้าผ่านการรับรองและทดสอบว่าไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง 3) มีแพทย์ผิวหนัง/บุคคลที่มีความเชี่ยวชาญด้านเวชสำอางให้การรับรอง 4) คุณสมบัติของเซรั่มฯ ตรงความต้องการ และ 5) ผลิตภัณฑ์ใช้แล้วเห็นผล

(2) ปัจจัยด้านราคา พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากในเรื่องราคามีความเหมาะสม มีการบอกราคาที่ชัดเจน มีหลายระดับราคาให้เลือกซื้อตามปริมาณ ราคาไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย และมีราคาต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกัน

(3) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุดในเรื่องมีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย เช่น เงินสด โอน บัตรเครดิต เก็บเงินปลายทาง และให้ความสำคัญในระดับมาก เช่น 1) มีสินค้าวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า 2) ร้านค้าตั้งอยู่ในทำเลที่เดินทางได้สะดวกและง่าย และ 3) ภายในร้านมีการจัดชั้นวางสินค้าให้เดินซื้อได้อย่างสะดวกสบาย

(4) ด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมาก เช่น 1) มีการรีวิวจากผู้ใช้ในทางบวก 2) โฆษณาสินค้าตามสื่อต่างๆ มีความน่าสนใจ เช่น Facebook Instagram, Live สด 3) มีโปรโมชั่นที่น่าสนใจ เช่น จัดส่งฟรี ซื้อ 2 จ่าย 1 และ 4) ของแถมมีความน่าสนใจ มีการสะสมยอดเพื่อรับของรางวัล/สิทธิพิเศษ และมีสินค้าทดลอง

(5) ปัจจัยด้านบุคลากร พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากในเรื่องพนักงานขายมีผิวหน้าสุขภาพดี สวยงาม พนักงานขายสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและให้คำแนะนำได้ และพนักงานยิ้มแย้มแจ่มใส เต็มใจให้บริการ รวมทั้งให้บริการได้รวดเร็ว

(6) ด้านกระบวนการ พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุดในเรื่องความสะดวกสบายในการสั่งซื้อสินค้า เช่น เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย และจัดส่งสินค้าได้รวดเร็ว และให้ความสำคัญในระดับมาก เช่น 1) ความถูกต้องในการชำระเงิน 2) มีบริการหลังการขายที่ดี เช่น รับเปลี่ยนสินค้า ชดใช้สินค้าเสียหาย 3) มีช่องทางติดต่อไว้อย่างชัดเจน เช่น มีเบอร์โทรศัพท์ อีเมล หรือ Chatbot ที่ช่วยให้ลูกค้าสามารถถามข้อมูลได้ตลอด 24 ชม.

(7) **ด้านองค์ประกอบทางกายภาพ** พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากในเรื่องมีขนาดของร้านสะดวกต่อการเลือกชมสินค้า มีป้ายชื่อร้านที่มองเห็นชัดเจนโดดเด่น มีเว็บไซต์ของร้านที่สวยงาม อ่านง่าย ใช้งานง่าย โหลดได้อย่างรวดเร็ว

3. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเซรั่มดอกบัวแดง หากมีการผลิตออกจำหน่าย

ผู้บริโภคมีข้อเสนอแนะว่าควรจำหน่ายเซรั่มดอกบัวแดง ในราคา 201-400 บาท คิดเป็นร้อยละ 49.16 และควรมีส่วนผสมอื่นๆ ที่ผลิตจากธรรมชาติ ในเซรั่มดอกบัวแดงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น 1) สาร HYALURONIC ACID (ไฮยาลูรอนิก) ที่ช่วยกักเก็บน้ำในผิว และช่วยตรึงคอลลาเจนในชั้นผิว 2) สาร AHA ที่ช่วยผลัดเซลล์ผิว ลดรอยต่างตำสีผิวที่คล้ำ และลดริ้ว และ 3) วิตามินต่างๆ และลักษณะบรรจุของเซรั่มดอกบัวแดง ควรเป็นขวดที่มีสีใส คิดเป็นร้อยละ 42.41

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด

จากการนำปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด 7 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านกระบวนการ และปัจจัยด้านองค์ประกอบทางกายภาพ มาวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อลดตัวแปรและจัดกลุ่มตัวแปร สามารถจัดกลุ่มตัวแปรได้ 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านกระบวนการและบุคลากร 2) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด 3) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ 4) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ 5) ปัจจัยด้านราคา ซึ่งตัวแปรที่ได้นี้จะนำไปวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุคูณต่อไป

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง

ผู้วิจัยได้นำปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่เป็นตัวแปรอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) จำนวน 5 ปัจจัย และตัวแปรอิสระอื่นๆ จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้ ปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านทัศนคติ และปัจจัยส่วนบุคคลมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ ผ่านระบบโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่า ปัจจัยทั้ง 9 ปัจจัย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.648 และสามารถร่วมกันอธิบายการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดงได้ร้อยละ 41.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ พบว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ($\beta = 0.086$, Sig. = 0.037) ปัจจัยความรู้เกี่ยวกับเซรั่มบำรุงผิว ($\beta = -0.089$, Sig. = 0.001) ปัจจัยด้านความรู้สึก ($\beta = 0.0264$, Sig. = 0.004) ปัจจัยด้านทัศนคติ ($\beta = 0.353$, Sig. = 0.000) และปัจจัยส่วนบุคคล (เพศ และสถานภาพ) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าปัจจัยดังกล่าวสามารถอธิบายการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีทัศนคติและความรู้สึกที่ดีต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติมากขึ้น จะทำให้มีโอกาสในการซื้อเซรั่มดอกบัวแดงมากขึ้น นอกจากนี้ความแตกต่างของปัจจัยส่วนบุคคลมีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง โดยผู้บริโภคที่เป็นเพศหญิงและมีสถานภาพโสดมีโอกาสในการเลือกซื้อเซรั่มดอกบัวแดงมากกว่าเพศชายและเพศทางเลือก และมากกว่าผู้บริโภคที่สมรส

ในขณะที่ปัจจัยด้านกระบวนการและบุคลากร (Sig. = 0.323) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Sig. = 0.248) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Sig. = 0.460) ปัจจัยด้านราคา (Sig. = 0.622) และปัจจัยส่วนบุคคล (อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และภาคที่อยู่อาศัย) ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าปัจจัยดังกล่าวไม่สามารถอธิบายการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ สำหรับตัวแปรอิสระที่มีส่งผลในการอธิบายได้ดีที่สุด คือ ปัจจัยเกี่ยวกับทัศนคติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของการอธิบาย เท่ากับ 0.353 โดยมีอำนาจอธิบายไปในทิศทางเดียวกัน รองลงมา คือ ปัจจัยด้านความรู้สึก มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของการอธิบาย เท่ากับ 0.264 โดยมีอำนาจอธิบายไปในทิศทางเดียวกัน

การอภิปรายผล

ในการวิจัย เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง พบว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยความรู้เกี่ยวกับเซรั่มบำรุงผิว ปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านทัศนคติ และปัจจัยส่วนบุคคล (เพศ และสถานภาพ) มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริวดี (2558) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์พฤติกรรมกรซื้อเครื่องสำอางออร์แกนิกของข้าราชการในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญการส่งเสริมการตลาด เช่น การแจกของแถม ส่วนลด แต้มสะสม การแจกสินค้าทดลองใช้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษลักษณ์ (2564) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมโปรโมชั่นส่งเสริมการขาย เช่น การลด แลก แจก แถม มีการจัดโปรโมชั่นส่วนลดเป็นพิเศษเป็นประจำ เหมาะสมกับช่วงของเทศกาล และมีการให้ข้อมูลข่าวสารผ่านช่องทางต่างๆ อย่างต่อเนื่องจะทำให้ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ของทางศูนย์การค้าตองกิ มอลล์ ทองหล่อ

2. ผู้บริโภคที่มีความรู้สึกและทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดงมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณิขมน (2563) ที่พบว่า การรับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความเสี่ยง การรับรู้ชื่อเสียงของร้านค้าออนไลน์ มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวรส -(2563) พบว่า การรับรู้คุณค่าด้านสุขภาพมีอิทธิพลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมควบคุมน้ำหนักของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริมล (2556) พบว่า ปัจจัยด้านความตระหนัก ด้านทัศนคติ และด้านจิตสำนึกมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของพนักงาน บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 2 โรงงานผลิตโอเลฟินส์ I-1 นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยองในทิศทางบวก

สำหรับผลการศึกษาที่พบว่า ผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับเซรั่มบำรุงผิวมีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้าม โดยผู้บริโภคที่มีความรู้ในเรื่องเซรั่มบำรุงผิวจะตัดสินใจซื้อเซรั่มดอกบัวแดงน้อยกว่าคนที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับเซรั่มบำรุงผิว อาจเนื่องมาจากบุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับเซรั่มบำรุงผิว โดยใช้เซรั่มบำรุงผิวมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

และทดลองใช้มาหลากหลายยี่ห้อจนได้ค้นพบเซรามบ้ำรุงผิวที่เหมาะสมกับตัวเอง ทำให้เป็นการยากที่จะเปลี่ยนแปลงมาใช้ยี่ห้ออื่นๆ และจากเหตุผลที่บุคคลที่ไม่เคยใช้เซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ เนื่องจากไม่เชื่อมั่นในคุณสมบัติหรือสรรพคุณที่จะได้รับ

3. ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเซรามบ้ำรุงผิวแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ พรเทพ (2559) พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระดับการศึกษา ที่แตกต่างกันมีผลต่อการเลือกซื้อเครื่องสำอางในระบบออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562) ที่พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลหรือกำหนดการเป็นหนี้ของครัวเรือนเกษตรมีจำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ ภาค เขตชลประทาน อายุของหัวหน้าครัวเรือน ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน สถานภาพสมรส จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่กำลังเรียนหนังสือ และจำนวนสมาชิกที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ที่ทำงานหารายได้

สรุป

จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเซรามบ้ำรุงผิวแดง สรุปได้ดังนี้

1. การวิจัยในด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อเซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ พบว่า ผู้บริโภคจะหาข้อมูลก่อนการซื้อในโซเชียลมากที่สุด และนิยมซื้อผลิตภัณฑ์เซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติจากร้านค้าออนไลน์และห้างสรรพสินค้า โดยมีค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์เซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติอยู่ระหว่าง 201 – 400 บาท

2. การวิจัยในด้านความรู้ ความรู้สึก และทัศนคติของผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซรามบ้ำรุงผิว นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้บริโภครู้สึกดีต่อผลิตภัณฑ์เซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ และมีทัศนคติและเห็นว่าเซรามบ้ำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติเป็นเครื่องสำอางที่จำเป็นการในดูแลผิวหน้า ปลอดภัยจากสารเคมี รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงผิวหน้าได้

3. การวิจัยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด พบว่า บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุด จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่วนปัจจัยด้านอื่นๆ จำนวน 5 ปัจจัย ผู้บริโภคให้ความสำคัญในระดับมาก ได้แก่ ปัจจัยด้านราคา ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ และด้านองค์ประกอบทางกายภาพ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) สามารถจัดกลุ่มได้ 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านกระบวนการและบุคลากร 2) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด 3) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ 4) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ 5) ปัจจัยด้านราคา

4. การวิจัยปัจจัยที่มีผลกับการตัดสินใจซื้อเซรามบ้ำรุงผิวแดง พบว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยความรู้เกี่ยวกับเซราม บำรุงผิว ปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านทัศนคติ และปัจจัยส่วนบุคคล (เพศ และ

สถานภาพ) สามารถอธิบายการตัดสินใจซื้อเซรามิกบัวแดงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากลุ่มเป้าหมายของเซรามิกบัวแดง คือ เพศหญิงและมีสถานภาพโสด

ข้อเสนอแนะการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต ได้แก่

1. การเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งอาจทำให้ได้ข้อมูลไม่ครอบคลุม โดยจะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ที่ใช้เทคโนโลยี ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมกลุ่มที่ไม่ได้ใช้เทคโนโลยี ทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่หลากหลาย หากมีการศึกษาหรือเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์เชิงลึกด้วย จะช่วยให้มีข้อมูลในการวิจัยที่รอบด้านทุกมิติมากยิ่งขึ้น

2. การวิจัยเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อจำหน่ายในท้องตลาด หากมีผลิตภัณฑ์ตัวอย่างให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดสอบ อาจทำให้ได้ผลวิจัยได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่นและสำเร็จตามความประสงค์ได้เป็นอย่างดี อันเนื่องมาจากความเมตตาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชาติ ตะลุดเพชร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อชี้แนะ และคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้งานสำเร็จเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

รวมทั้งขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถาม และผู้ช่วยกระจายแบบสอบถามไปยังเพื่อนๆ ทุกท่าน ทั้งที่รู้จักกันมาก่อนและเพื่อนใหม่ๆ ที่ได้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และได้ร่วมส่งกำลังใจเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จ ลุล่วงมาอย่างต่อเนื่องล้นหลาม

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไป ทั้งนี้ หากงานวิจัยมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กฤษลักขณ์ ชุ่มดอกโพ. (2564). ปัจจัยส่วนผสมทางการตลาด 7P's ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้บริการ ศูนย์การค้า ดองกิโมลล์ ทองหล่อ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์].

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2564). *ตอบโจทย์ตลาดสมุนไพร*. <https://www.moac.go.th/news-preview-431391791111>

กระทรวงพาณิชย์. (2566). *สถิติการค้าระหว่างประเทศ*. www.moc.go.th

ณิชนน ศิริยวงวัฒนา. (2563). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจซื้อเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์บำรุงผิว ผ่านช่องทางออนไลน์ ในประเทศไทย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์].

มหาวิทยาลัยมหิดล. <https://shorturl.asia/FD5br>

- ดวงรัตน์ ภิรมย์รัตน์. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอาง Mineral Makeup ยี่ห้อ Bloom ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Mark/Duangrat_P.pdf
- พรเทพ ทิพย์พรกุล. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อเครื่องสำอางในระบบออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปกร. <https://shorturl.asia/r67IW>
- ศิริมล เอี่ยมสำอางค์. (2556). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของพนักงาน บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สาขา 2 โรงงานผลิตโอเลฟินส์ I-1 นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2556/19818.pdf>
- สรวส ทับทิมสุข. (2563). ปัจจัยการรับรู้คุณค่าที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมควบคุมน้ำหนักของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริวดี ฐู่ไต้. (2558). การวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อเครื่องสำอางออร์แกนิก ของข้าราชการในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. <https://searchlib.utcc.ac.th/library/onlinethesis/261582.pdf>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรายได้ รายจ่าย การออม หนี้สิน ปัจจัยที่กำหนดการตัดสินใจก่อนนี้และความต้องการกู้ยืมของครัวเรือนเกษตรกร. <https://www.oae.go.th>
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2565). เปิดตัวเซรั่มที่ผลิตจากดอกบัวแดง. <https://shorturl.asia/Bz5M0>
- ศูนย์วิจัยกิจการไทย. (2565). สำรวจพฤติกรรมและมุมมองของผู้บริโภคที่มีต่อปัญหาความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และแนวโน้มความสนใจลงทุนด้าน ESG. <https://shorturl.asia/xdjBt>

การพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
The Results of the Learning Management Using the Epic Activity Series
on Phra Chaisuriya for Mathayomsuksa 1 Students

อนันต์ ลากุล¹ นพพล จันทร์กระจ่างแจ้ง² และ รัตนาพร แซ่มเสถียร^{1*}

¹สาขาวิชาภาษาไทย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปทุมธานี 12120

²สาขาวิชาภาษาจีน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปทุมธานี 12120

*Corresponding author. E-mail address: anan.l@vru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยาของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประตูลี้ ภาควิชาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้อง นักเรียน จำนวน 44 คน โดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยา เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 2) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยา มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่อง ภาพยนตร์ไชยสุริยารวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านสื่อการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ภาพยนตร์ไชยสุริยา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

OB-10

Abstract

The purpose of this research were to compare the learning achievement of the Thai language learning subjects before and after learning with the epic series on Phra Chaisuriya for mathayomsuksa 1 students and to study students' satisfaction towards learning management with the Phra Chaisuriya epic activity series For mathayomsuksa 1 students. The target group was mathayomsuksa 1 students at Pratoochai School in the second semester of academic year 2020. There were 44 students selected by cluster random sampling. The statistics used for data analysis were percentage, mean, and standard deviation. The tools used in this research included the activities set of the Phra Chaisuriya epic series for mathayomsuksa 1 students, the test, and a satisfaction questionnaire with a 5-level scale.

The results of the research showed that 1) the learning achievement of mathayomsuksa 1 students after studying with a series of epic activities on Phra Chaisuriya was higher than before learning, which had statistically significant at the 0.05 level and 2) the students were satisfied with all aspects of the epic activity set on Phra Chaisuriya at a high level. Teaching and learning media was the most favorable, followed by teaching and learning activities, content evaluation, and learning objectives, respectively.

Keywords: Phra Chaisuriya, Critical thinking, Set of epic activities

บทนำ

ภาษาไทยเป็นเอกลักษณ์ของชาติและเป็นสมบัติทางวัฒนธรรมที่บรรพบุรุษได้สร้างสรรค์และสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นเอกภาพ แสดงให้เห็นถึงภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรม ประเพณีและสุนทรียภาพ อีกทั้งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารสร้างความสัมพันธ์ให้กับคนในสังคมสามารถประกอบกรงานและดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขและควรแก่การเรียนรู้ อนุรักษ์และสืบสานให้คงอยู่คู่ชาติไทยตลอดไป ดังที่ กระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551) กล่าวว่า ภาษาไทยมีความสำคัญทางด้านการถ่ายทอดวัฒนธรรม ด้านการศึกษา เล่าเรียนด้านการติดต่อสื่อสารและด้านการปกครอง ภาษาไทยจึงเป็นทักษะที่ต้องฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร การเรียนรู้ต้องมีประสิทธิภาพ และเพื่อนำไปใช้ในชีวิตรจริง ซึ่งภาษาไทยเน้นทักษะกระบวนการสื่อสาร คือ การอ่าน การเขียน การฟัง ดู พูด หลักการใช้ภาษาไทย และวรรณคดีและวรรณกรรม

ด้วยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มีการกำหนดหรือจัดให้มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้กับผู้เรียนและสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการ

การแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี อีกทั้งยังมีวิสัยทัศน์ จุดมุ่งหมาย คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งล้วนเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและปลูกฝังให้นักเรียนได้เกิด การเรียนรู้โดยเกิดจากการคิดวิเคราะห์ ดังที่ ราชบัณฑิตยสถาน (2546 : 251, 1071) ให้ความหมายคำว่า “คิด” หมายความว่า ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจ ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง คาดคะเนคำนวณ มุ่ง จงใจ ตั้งใจ ส่วนคำว่า “วิเคราะห์” มีความหมายว่าใคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อ ศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้นคำว่า คิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่า เป็นการใคร่ครวญ ตรึกตรองอย่างละเอียด รอบคอบแยกเป็นส่วน ๆ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาจุดเด่น จุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ และเสนอแนะ สิ่งที่เหมาะสมอย่างมีความเป็นธรรมและเป็นไปได้ ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพการคิดวิเคราะห์จึงสามารถกระทำ ได้โดยการฝึกทักษะการคิดและให้นักเรียนมีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ สามารถเสนอความคิดของตนและอภิปราย ร่วมกันในกลุ่มอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยครูและนักเรียนต่างยอมรับเหตุผลและความคิดของแต่ละคน โดย เชื่อว่า ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

การศึกษาวรรณคดีนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคนไทยโดยเกิดจากการวิเคราะห์ความสำคัญของ วรรณคดีซึ่ง ม.ล. บุญเหลือ (2521: 71-73) กล่าวว่า “คำว่า วิเคราะห์ นั้นก็เป็นคำเก่าพอสมควรและมีใช้ใน วิชาอื่น ๆ เช่น วิเคราะห์ตัวแบคทีเรีย วิเคราะห์อาการของโรค วิเคราะห์สารเคมี ฯลฯ ในวรรณคดีเราก็ วิเคราะห์ วิเคราะห์ หมายถึง แยกแยะให้ละเอียดที่สุด คือต้องดูให้ละเอียด แต่ส่วนวรรณกรรมนั้นมันจะมี รูปแบบแต่ละอย่างๆ ไป เช่น นวนิยายกับบทละคร เราได้เห็นชัดว่าคนละแบบ การวิเคราะห์จึงต้องวิเคราะห์ ตามรูปแบบ อย่างเช่น บทละครแต่งสำหรับเอาไปเล่นละคร จึงมีรูปแบบที่ให้เอาไปเล่นละครได้ ถ้าไม่ประสงค์จะใช้เล่นจะมีบอกไว้ เช่น กนกนคร ของ น.ม.ส ได้บอกไว้ว่าหนังสือเล่มนี้แต่งเป็นละครแต่ไม่ใช่ สำหรับเอาไปเล่นละคร ส่วนนวนิยายนั้นแต่งสำหรับอ่าน เมื่อจะไปแปลงเป็นบทละครก็ต้องเปลี่ยนไปเป็น รูปแบบอีกชนิดหนึ่ง รูปแบบจึง เป็นเรื่องของการกำหนดประเภทของวรรณกรรม เพราะฉะนั้นเมื่อเราอ่าน หนังสือ การวิเคราะห์หนังสือจึงต้องวิเคราะห์ตามรูปแบบ เช่น เราจะวิเคราะห์บทละคร ก็จะต้องวิเคราะห์ ว่ามันมีบทราคะไหน มีปมอะไร เพื่ออะไร วิเคราะห์กลอนว่ามีลักษณะอย่างไร แต่เมื่อเราวิเคราะห์นวนิยาย ก็จะต้องวิเคราะห์ว่า ตัวละครมีลักษณะอย่างไร ตัวละครทำอะไรต่อกัน เกิดเป็นปมอะไรขึ้นมาในเรื่อง แล้วเขา กลายเป็นอย่างไร ลักษณะตัวละครแต่ละตัวทำให้เกิดปมหรือคนแต่งสร้างปมขึ้นแล้วเอาตัวละครเข้ามาไว้ใน ปมก็ต้องวิเคราะห์ เสร็จการวิเคราะห์ตัวละครแล้วก็ต้องวิเคราะห์สาร (Message) คำว่าสารก็หมายความว่า ความหมายที่ผู้เขียนส่งไปให้อ่านนี่หรือฟังอะไรแล้วเกิดความหมายอะไรขึ้นแก่นั่นคือสาร” โดยปัจจุบัน ประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยที่มีความเจริญก้าวหน้าด้าน การติดต่อสื่อสารที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม วัฒนธรรม ค่านิยมและ ความเชื่อ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาควบคู่กับเหตุการณ์ปัจจุบัน ซึ่งอาจมีการยกตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพและสามารถคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2565 ผู้วิจัยได้ประสบปัญหาการสอนเนื้อหาใน การสอนวิชาภาษาไทยโดยเฉพาะวรรณคดีไทยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนไม่ทันตามชั่วโมงและ ตัวชี้วัดที่กำหนด อีกทั้งทั่วโลกและประเทศไทยได้รับผลกระทบจากโรคระบาดโคโรนาไวรัส (โควิด-19) ทำให้

โรงเรียนทั่วประเทศหยุดเรียนและเสียเวลาเรียนไม่เป็นไปตามที่กำหนด ส่งผลให้ครูผู้สอนมีเวลาในการสอนวรรณคดีไทยน้อย ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาภาษาไทยด้านวรรณคดีต่ำโดยเฉพาะเรื่องกาพย์พระไชยสุริยา โดยกาพย์พระไชยสุริยานับเป็นวรรณคดีที่มีคุณค่ายิ่ง เนื่องจากเป็นแบบเรียนภาษาไทยที่ถูกบรรจุหรือคัดเลือกไว้ในหนังสือมุลบทบรรพกิจของพระยาศรีสุนทรโวหาร (น้อย อาจารยางกูร) ไว้สำหรับผู้เรียนที่เริ่มเรียนภาษาไทย ซึ่งเรียงลำดับความรู้ตั้งแต่ง่ายไปหายากเริ่มตั้งแต่ สระ พยัญชนะ วรรณยุกต์ เครื่องหมายต่าง ๆ การประสมคำ มาตราตัวสะกด การผันวรรณยุกต์ ซึ่งมีเนื้อเรื่องกาพย์พระไชยสุริยาแทรกอยู่ในการแจกลูกมาตราตัวสะกดเป็นการเสริมให้นักเรียนอ่านหนังสือได้คล่องแคล่ว และยังสอนเกี่ยวกับการนับเลข มาตราชั่ง ตวง วัด, การนับวัน เดือน ปี, ฤดูต่าง ๆ , ทิศทั้งแปด อีกทั้งเป็นคำสอนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยาขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของวรรณคดีดังกล่าว โดยบูรณาการทางภาษาทั้ง 5 สาระเพื่อร่นระยะเวลาในการเรียนการสอนเป็นการแก้ปัญหาเรื่องคาบสอนที่ขาดหายไป เนื่องจากเกิดโรคระบาดโควิด-19 และเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองสามารถกลับมาทบทวนได้บ่อยครั้งซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้และคุณค่าของวรรณคดีได้แนวคิดในการดำเนินชีวิตจาก เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา ได้พัฒนาทักษะการอ่านตีความ การเขียน การแต่งคำประพันธ์ การคิดวิเคราะห์ เพราะชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยานั้นเป็นชุดกิจกรรมบูรณาการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาและพัฒนาสร้างชุดกิจกรรมเรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ครูสอนได้ตามตัวชี้วัดที่ได้กำหนดไว้ อีกทั้งช่วยลดภาระของครู มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยาเป็นสื่อการสอน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากร คือ ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนประตู่ชัย ตำบลท่าวาสุกรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 132 คน ซึ่งมีการจัดผู้เรียนเข้าชั้นเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประตูลุย ตำบลท่าวาสุกรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 1 ห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 9 คาบ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ดังนี้

1. ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ชุด
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา

เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบวัดความพึงพอใจ

การสร้างชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ มีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ด้านภาษา ที่ใช้ด้านการจัดรูปแบบและการพิมพ์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ จากนั้นนำผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของ บุญชม (2545: 102-103) โดยผลการประเมินคุณภาพ พบว่า ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.46 แสดงว่าชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระดับมาก

แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกาพย์เรื่องพระไชยสุริยา ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลแล้วสร้างแบบทดสอบ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิและครูผู้สอนภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษามาแล้วอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับตัวชี้วัด และมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละท่าน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 นำแบบทดสอบไปปรับแก้ตามแนะนำและทดลองใช้เช่นเดียวกับแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา

แบบวัดความพึงพอใจ ที่มีต่อชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร สร้างแบบวัดความพึงพอใจ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย 1.00-5.00 (บุญชม, 2545: 100)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา จำนวน 20 ข้อ

2. นำชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สมบูรณ์แล้ว ดำเนินการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนประตูลุย อำเภอท่าวาสุกรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองใช้เวลาในการสอน 9 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที รวม 9 คาบ ดำเนินการด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด

ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลำดับขั้นการจัดกิจกรรมการสอนเรื่องภาพย์พระไชยสุริยา โดยใช้รูปแบบการสอน 1 รูปแบบ ได้แก่ การสอนรูปแบบสืบเสาะความรู้

3. เมื่อดำเนินการสอนชุดกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนแล้วทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา จำนวน 20 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจกระดาษคำตอบของแบบฝึกหัดประจำแต่ละชุดกิจกรรมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาพย์พระไชยสุริยา และนำผลไปวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สูตร 1-test แบบ dependent Samples

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

การพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยาสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยามีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยารวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านสื่อการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการประเมินผล ด้านเนื้อหา และด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ภาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการทดสอบ t-test แบบ Dependent Sample การทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Table 1. The comparative results of learning achievement of students before and after school with the epic activity series on Phra Chaisuriya For students in Secondary 1

Testing	n	Full score	\bar{x}	S.D	Σ_D	Σ_D^2	t
Pre-test	44	20	6.46	2.19	433	4401	36.19**
Post-test	44	20	16.23	2.04			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก Table 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.19 จากคะแนนเต็ม 20 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 กล่าวโดยสรุป การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยา มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยารวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านสื่อการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการประเมินผล ด้านเนื้อหา และด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ตามลำดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Table 2. An analysis of student satisfaction towards learning with the epic activity series on Phra Chaisuriya for students in Secondary 1

Topic	\bar{x}	S.D	Level	Rating
Learning Objectives				
1. Be clear	4.29	0.69	Good	2
2. Has a reasonable number of purposes	4.16	0.73	Good	5
3. cover content	4.18	0.64	Good	4
4. Corresponds to the application in real life	4.23	0.72	Good	3
5. To know the direction of learning	4.42	0.72	Good	1
Total	4.26	0.70		Good
Content				
1. Timely	4.32	0.70	Good	2
2. Aligned with learning objectives	4.26	0.63	Good	4
3. Sort from easy to difficult	4.48	0.57	Good	1

Topic	\bar{x}	S.D	Level	Rating
4. Be summary of key points	4.10	0.91	Good	5
5. Be utilized in daily life	4.29	0.82	Good	3
Total	4.26	0.70		Good
Learning activities				
1. Students are involved in learning management	4.23	0.62	Good	5
2. Suitable for the content	4.29	0.59	Good	4
3. Timely	4.35	0.66	Good	2
4. students are happy to study	4.32	0.70	Good	3
5. Difficult - easy enough	4.42	0.62	Good	1
Total	4.32	0.63		Good
Learning media				
1. The media used are suitable for learning activities	4.35	0.61	Good	2
2. Media used to help promote learning	4.26	0.68	Good	5
3. Media that is suitable for students	4.32	0.70	Good	3
4. The amount of media used is appropriate	4.42	0.67	Good	1
5. The type of media used is suitable for the content	4.29	0.69	Good	4
Total	4.33	0.67		Good
Learning evaluations				
1. Consistent with purpose	4.32	0.70	Good	2
2. There is a reasonable number	4.29	0.74	Good	3
3. Difficult - easy enough	4.19	0.75	Good	5
4. Timely	4.35	0.66	Good	1
5. evaluations results that can be used	4.23	0.76	Good	4
Total	4.28	0.72		Good
Sub Total	4.30	0.69		Good

จาก Table 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก (= 4.30) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านสื่อการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (= 4.33) รองลงมา ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (= 4.32) ด้านการประเมินผล (= 4.28) ด้านเนื้อหา (= 4.29) และด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ (= 4.26)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประตูลำซำ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การจัดการศึกษาโดยใช้ชุดกิจกรรมนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่เกิดการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา จำเป็นต้องเว้นระยะห่างทางสังคม ดังนั้นการใช้ชุดกิจกรรมดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น เฉกเช่นกับ สมลวรรณ (2557) ซึ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องโคลงโลกนิติ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่อง โคลงโลกนิติสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ อนันต์ และเนตรลดา (2566) ซึ่งศึกษาการพัฒนาทักษะการอ่านและการอ่านสะกดคำภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกทักษะการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์การอ่านและอ่านสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการอ่านสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนการทดลองการสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการสื่อสารความรู้ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ ข้อมูล สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา หรือคำถาม และในที่สุด นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้กิจกรรมต่าง ๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากชุดกิจกรรมเรื่องกาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมิกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายเหมือนกับรูปแบบการเรียนแบบทั่ว ๆ ไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับ สุวีรรณ และคณะ (2558) ซึ่งศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนสะกดคำในระดับมากที่สุด

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยาของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประตูลี้ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมเรื่อง กาพย์พระไชยสุริยา เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยามีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง กาพย์พระไชยสุริยารวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านสื่อการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการประเมินผล ด้านเนื้อหา และด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ตามลำดับ โดยมีข้อเสนอแนะต่อการศึกษาต่อหลายประการ

ผลการวิจัยทำให้ทราบว่า ควรมีการจัดกิจกรรมด้วยแบบฝึกทักษะการเขียนมาตราตัวสะกดให้นักเรียนมีทักษะการเขียนมาตราตัวสะกดเพิ่มมากขึ้น ครูผู้สอนควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการสอนเขียนมาตราตัวสะกดเพื่อเพิ่มศักยภาพของผู้เรียน โดยคัดเลือกแบบฝึกทักษะให้เหมาะสมกับระดับชั้น จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจสามารถเขียนมาตราตัวสะกดได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพและควรนำแบบฝึกทักษะเพื่อนำไปสร้างและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ และควรมีการสร้างแบบฝึกทักษะในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยในเนื้อหาที่นักเรียนสนใจและอยากเรียนรู้และสร้างในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนหันมาสนใจและอยากเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจากอาจารย์อนันต์ ลากุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาภาษาไทย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนปราสาททองวิทยา ที่ได้อำนวยความสะดวก เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประตูลี้ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดาและครูอาจารย์ทุกท่านผู้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือการพัฒนาสื่อการเรียนรู้*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. สุวีริยาสาส์น.
- บุญเหลือ เทพยสุวรรณ. (2521). *แนะแนวการเรียนวรรณกรรมวิจิตรและวรรณคดีวิจารณ์*. คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น จำกัด.
- ศมลวรรณ รสหอม. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องโคลงโลกนิติ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุริวรรณ ชัยเพชร, วัฒนา รัตนพรหม และประสิทธิ์ ทองแจ่ม. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี (Suratthani Rajabhat Journal)*, 2(2). 77-86.
- อนันต์ ลากุล และเนตรลดดา คาน. (2566). *การพัฒนาทักษะการอ่านและการอ่านสะกดคำภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกทักษะการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. *วารสารวิชาการธรรมทรรศน์ (Dhammathas Academic Journal)*, 23(1), 141-150.

ภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนในนวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกร และพิมานแพรของ
ประภัสสร เสวิกุล

The Representation of Chinese Male Characters in Novels "In The Name Of
The Dragon" and "Piman Prae" by Prabhassorn Sevikul.

He Xiao hua¹ ปรียารัตน์ เขาวลิตประพันธ์² และ พัชลินจ์ จินนูน^{2*}

¹นิสิตศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาและวรรณกรรมไทยประยุกต์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

²สาขาวิชาภาษาไทย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

*Corresponding author. E-mail address: mrmiao0815@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนที่ปรากฏในนวนิยายของ
ประภัสสร เสวิกุล โดยใช้แนวคิดเรื่องภาพแทนในการวิเคราะห์นวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกร และพิมานแพร
จากการศึกษาภาพแทนตัวละครชายชาวจีนที่ปรากฏในเรื่องผ่านการสร้างฉากภายใต้เหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลง
ผลการศึกษาพบว่า มีการนำเสนอภาพแทนตัวละครชายชาวจีนที่ปรากฏอยู่ในวรรณกรรมทั้งหมด 7 ลักษณะ
ได้แก่ 1) ภาพแทนของผู้ขยันสู้งาน 2) ภาพแทนของผู้มองการณ์ไกล 3) ภาพแทนของผู้มีไหวพริบ 4) ภาพแทน
ของผู้มีความรับผิดชอบ 5) ภาพแทนของผู้มีกลยุทธ์ด้านการค้า 6) ภาพแทนของผู้อ่อนแอและเห็นแก่ตัว และ
7) ภาพแทนของผู้มีใจเด็ดเดี่ยว มุ่งมั่นในทางมิชอบ ทั้งนี้ สะท้อนให้เห็นความเหลื่อมล้ำในการใช้ชีวิตของชาว
จีนพลัดถิ่นภายในสถานการณ์และฐานะทางสังคมที่แตกต่าง อันเป็นการแสดงภาพแทนจากมิติที่หลากหลาย
ของตัวละครในเรื่อง

คำสำคัญ: ตัวละครชายชาวจีน ประภัสสร เสวิกุล ภาพแทน

Abstract

This article aimed to study the representation of Chinese male characters in novels by Prabhassorn Sevikul, using the concept of visual representation to analyze the novels "In The Name Of The Dragon" and "Piman Prae". By studying the visual representation of Chinese male characters through the creation of scenes under changing circumstances, the research found that there were seven distinct representations of Chinese male characters in the literature. These include: 1) representation of a diligent and hardworking individual, 2) representation of a visionary with foresight, 3) representation of a flexible and adaptable person, 4) representation of a responsible individual, 5) representation of a strategic trader, 6) representation of a vulnerable and empathetic person, and 7) representation of a strong-willed and determined individual who pursues unconventional paths. These representations reflect the profound impact of the diverse life circumstances and social statuses on the lives of marginalized Chinese individuals, presenting visual representations from various dimensions of the characters in the novels.

Keywords: Chinese male characters, Prabhassorn Sevikul, Representation

บทนำ

หากกล่าวถึงชาวจีน มักจะนึกถึงภาพของกลุ่มคนที่เดินทางมาจากจีนแผ่นดินใหญ่กับเรือสำเภา ข้าม น้ำข้ามฝั่งและฟันฝ่าความยากลำบากเพื่อไปแสวงโชคในแผ่นดินใหม่ ในสื่อมักตั้งข้อสงสัยว่าเหตุใดคนเหล่านั้น ต้องเดินทางเพื่อห่างไกลจากบ้านเกิดเมืองนอน และมักตอบในทำนองเดียวกันว่า เกิดจากความเคลื่อนไหวทางการเมืองและความไร้ดุลยภาพจากปัจจัยทางสังคม กลุ่มชาวไทยเชื้อสายจีนที่อยู่ในสังคมไทยสมัยปัจจุบันล้วน มีรากเหง้าจากมณฑลกวางตุ้งและฮกเกี้ยน ปัจจัยที่ทำให้บรรพบุรุษของตนตัดสินใจมุ่งสู่แผ่นดินไทยในยุคสมัย ที่ไม่สงบสุขนั้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับการรุกรานของประเทศตะวันตกในเมืองจีน ดังที่ สกินเนอร์, จี. วิลเลียม (2564) กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอพยพของกลุ่มชาวจีนว่า ในขณะที่จีนตอนใต้กำลังจะสิ้นสุดสมัยแห่ง ความสงบสุขและรุ่งเรือง ซึ่งอยู่ในสภาวะประชากรล้นหลาม รวมทั้ง กำลังเริ่มทำสงครามกับต่างประเทศและมีการจลาจลภายใน สยามกำลังสิ้นสุดสมัยสงครามที่เกิดสืบเนื่องกันมา ซึ่งอยู่ในสภาวะพลเมืองขาดแคลน และ กำลังย่างเข้าสู่ยุคแห่งความสงบสุขเจริญรุ่งเรือง สถานการณ์เช่นนี้ การอพยพของชาวจีนจากมณฑลฟูเกี้ยน (ฮกเกี้ยน) และกวางตุ้งเข้ามาในสยามก็ย่อมจะมีเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้ชีวิตของกลุ่มชาวจีนภายใต้ สถานการณ์ที่คับขันเป็นอิทธิพลหลักในการทำให้วิถีชีวิตแบบดั้งเดิมเกิดความเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ ชาวจีนพลัดถิ่นในพื้นที่ต่าง ๆ เริ่มต้นด้วยการประกอบอาชีพเป็นกุลิผู้รับใช้ในงาน จากนั้นค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นพ่อค้านายทุน ที่ทำธุรกิจเล็ก ๆ น้อย ๆ พอประทังชีวิตได้ แต่ยังมีชาวจีนบางกลุ่มที่ไม่สามารถกระทำสำเร็จจนพลิกแพลง

ฐานะทางสังคมได้ กลายเป็นผู้ที่ถูกกดขี่ข่มเหงจากชนชั้นกลางและพวกอั้งยี่ที่มีใจคอโหดเหี้ยม ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีชาวจีนบางกลุ่มประกอบอาชีพในทางทุจริตเพื่อแย่งชิงทรัพย์สินจากบรรดาพ่อค้าแม่ขายที่เดินเรือประจำกับทางน้ำ ดังนั้น การใช้ชีวิตของกลุ่มชาวจีนในแผ่นดินใหม่ย่อมเกิดขึ้นในหลากหลายมิติ สะท้อนให้เห็นวิถีชีวิตของชาวจีนที่แตกต่างกันไปตามกลุ่มที่ตนอาศัย ซึ่งภาพที่เกิดจากการใช้ชีวิตนั้น มักจะเรียกว่า ภาพแทนหรือภาพสัญลักษณ์ โดยการนำเสนอภาพของชาวจีนปรากฏอย่างโดดเด่นในงานของประภัสสร เสวิกุล

นวนิยายของประภัสสร เสวิกุลนำเสนอภาพแทนในหลากหลายมิติ โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชาวจีนพลัดถิ่น มีการนำเสนอภาพแทนตัวละครชาวจีน รวมทั้งด้านบวกและด้านลบในแง่มุมชีวิตที่หลากหลาย ดังนวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกร และเรื่อง พิมานแพร ได้นำเสนอภาพแทนชีวิตของตัวละครชาวจีนที่แตกต่าง ลอดลายมังกรนำเสนอเรื่องราวที่เกิดขึ้นในครอบครัวตระกูลสีอพาณิชย์ โดยตัวละครเหลียงสีอพาณิชย์เป็นชาวจีนพลัดถิ่นที่ทุ่มเทกับการทำงานมาตลอดชีวิต เจริญบาทสมัยรัชกาลที่ 6 ที่ได้มาจากสมัยยังเป็นกุลีกะสมัย เป็นเครื่องเตือนใจที่ทำให้จดจำความหลังที่แสนเช่ญและทุกข์ยากลำบากอยู่เสมอ แต่สิ่งที่น่าเสียดายคือ เหลียงเป็นตัวละครที่ไม่รู้จักการเจียดเวลาเพื่อสานความสัมพันธ์ภายในครอบครัว กระทั่งวินาทีสุดท้ายที่จากไป ส่วนพิมานแพรนำเสนอชีวิตที่ผูกติดอยู่กับหวังโชชะตาชีวิตระหว่างตัวละครสามคน คือ หวาง หยง และโจรบัณฑิต เป็นการนำเสนอภาพแทนความมุ่งมั่นในมิตรภาพระหว่างตัวละครเด็กหนุ่มสองคนที่มีต่อกัน แม้เคยผิดใจกันเพราะเหตุการณ์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ตามด้วยตัวละครโจรบัณฑิต ซึ่งเป็นตัวละครฝ่ายร้ายที่ตามล่าตัวหยงเพื่อแก้แค้นลูกน้องที่เสียชีวิตบนท้องทะเล กระทั่งสามารถกลับมาคืนดีอีกครั้งในที่สุด ในนวนิยายสองเรื่องทั้งสองเรื่อง แสดงภาพแทนของตัวละครชาวจีนหลากหลายมิติ กล่าวคือ ลอดลายมังกรเป็นการสร้างภาพแทนตัวละครภายในแวดลอมการทำงานและการใช้ชีวิตที่อยู่ร่วมกับสมาชิกในครอบครัว ส่วนพิมานแพรเป็นการสร้างภาพแทนของตัวละครฝ่ายดีกับฝ่ายร้ายที่แสดงความเด็ดเดี่ยวเพื่อกระทำทุกวิถีทางในการแก้แค้น

ภาพแทนหรือ Representation เป็นกระบวนการสื่อความหมายที่แสดงแนวคิดผ่านระบบตัวแทน โดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการผลิตความหมาย ดังที่ Stuart Hall (1997) กล่าวถึงการทำงานของภาษาในภาพแทนว่า ภาษาสามารถทำงานในระบบการเป็นตัวแทนได้ ในระบบของภาษา เรามักใช้สัญลักษณ์และสัญลักษณ์เป็นตัวแทนในการแสดงความคิดและความรู้สึกต่อผู้อื่น ไม่ว่าจะถูกแสดงออกในรูปแบบเสียง ภาษาเขียน หรือภาพ โน้ตดนตรี ที่ผลิตจากทางอิเล็กทรอนิกส์ก็ตาม หรือแม้แต่วัตถุเอง ดังนั้น ภาษาจึงเป็นตัวแทนที่สามารถสื่อถึงความรู้สึกนึกคิดของผู้คนผ่านวัฒนธรรม การสร้างภาพแทนของตัวละครชาวจีนในนวนิยายของประภัสสร เสวิกุล แสดงให้เห็นภาพแทนตัวละครในทุกแง่มุม โดยผลิตความหมายผ่านการสร้างปมปัญหาและคู่ตรงข้ามระหว่างตัวละครในเรื่อง นำเสนอภาพสถานะทางสังคมหรือสภาพชีวิตที่แตกต่าง อันเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดภาพแทนตัวละครในมิติที่หลากหลาย ในแง่นี้ ยังสะท้อนเรื่องค่านิยมดั้งเดิมที่ปลูกฝังในความคิดของตัวละครชาวจีนที่นำมาใช้ในบริบทของสังคมไทย ด้วยเหตุนี้ ภาพแทนตัวละครชาวจีนจึงเป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับอัตลักษณ์ชาวจีนพลัดถิ่นในเมืองไทยปัจจุบัน และยังบ่งบอกลักษณะความเป็นจีนผ่านความหมายที่ผลิตจากภาพแทนตัวละครชาวจีนในเรื่อง จึงน่าจะนำเสนอให้ลึกซึ้งต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนในนวนิยายของประภัสสร เสวิกุล ผู้ศึกษามุ่งวิเคราะห์ภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนในนวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกรและพิมานแพร เนื่องจากแสดงภาพแทนของตัวละครในหลากหลายมิติ เก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพแทนจากหนังสือตำรา บทความวิชาการ บทความวิจัย วิทยานิพนธ์ งานค้นคว้าอิสระ สารนิพนธ์ รวมถึง งานวิจัยในวิชาการต่าง ๆ ต่อมาจึงวิเคราะห์ด้วยวิธีการพรรณนาวิเคราะห์กับข้อมูลตามประเด็นที่วางไว้

ผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนที่ปรากฏในนวนิยายของประภัสสร เสวิกุล ผู้เขียนนำเสนอภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนในทั้งด้านบวกและด้านลบผ่านการสร้างความซับซ้อนให้กับโครงเรื่องปมปัญหา แสดงให้เห็นการใช้ชีวิตของกลุ่มชาวจีนพลัดถิ่นในสังคมไทยจากความแตกต่างสถานภาพทางสังคมที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านวิถีชีวิตและค่านิยม พบจำนวนภาพแทนทั้งหมด 7 ภาพ ได้แก่ ภาพแทนคนขยันขันแข็ง ภาพแทนผู้มองการณ์ไกล ภาพแทนผู้มีคุณธรรม ภาพแทนมีความรับผิดชอบต่อผู้อื่น ภาพแทนนักหวักรค่า ภาพแทนความเห็นแก่ตัว และภาพแทนการเป็นคนเจ้าคิดเจ้าแค้น ดังนี้

1. ภาพแทนของผู้ขยันสู้งาน

คนขยันขันแข็งหมายถึง ผู้ที่มีความพยายามในการต่อสู้ดิ้นรนเพื่อฟันฝ่าอุปสรรคขวากหนาม รวมถึง ผู้ที่มีความมุ่งมั่นในการแสวงหาความเจริญเติบโตของชีวิต หมั่นศึกษาค้นคว้ากระทั่งประสบความสำเร็จในชีวิต

นวนิยายเรื่อง ลอดลายมังกร นำเสนอเรื่องราวชีวิตของตัวละครเหลียง สือพาณิชย์ ครอบครัวของเหลียงเป็นครอบครัวใหญ่ มีภรรยาสามคนร่วมสืบเชื้อสายในวงศ์ตระกูล หากรวมบรรดาลูกหลานและลูกสะใภ้ในแต่ละสาย จำนวนสมาชิกของครอบครัวมีจำนวนมากถึง 26 คน มีการสร้างตัวละครร่วมที่มีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ภาพแทนของตัวละครเหลียงซึ่งในฐานะเสาหลักของครอบครัวชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้เขียนสร้างฐานะทางสังคมของตัวละครเหลียงจากสภาพผู้ยากไร้ลำบากกลายเป็นเศรษฐีหมื่นล้านคนหนึ่งที่ผู้คนเคารพนับถืออย่างกว้างขวางในวงสังคม เหลียงเริ่มต้นชีวิตจากกุลีแบกกระสอบ พยายามประหยัดอดออมกระทั่งสามารถพลิกฐานะของตนและประกอบอาชีพพ่อค้าขายกาแฟผง นมผงต่าง ๆ บนเส้นทางการก่อสร้างสร้างตัวของเหลียงในช่วงแรกที่มาเมืองไทยนั้น มิใช่ชีวิตที่รุ่มร่ามกับเดินชมดอกไม้ในสวน เหลียงได้รับผลกระทบอย่างมากมายในทุกที่ทุกทาง และยังเป็นผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ความเคลื่อนไหวทางการเมือง เช่น วิกฤตน้ำมันโลกที่เกิดขึ้นตามด้วยเหตุการณ์ 14 ตุลาฯ ทำให้บรรดาพ่อค่านายทุนอย่างเหลียงต้องวิ่งเต้นเพื่อหาแหล่งพึ่งพิงอย่างเร่งรีบ

ผู้เขียนนำเสนอภาพแทนความขยันขันแข็งและสู้งานของตัวละครเหลียงโดยผู้เล่าเรื่องคือ นภา ซึ่งเป็นหลานของเหลียงในการกล่าวถึงประสบการณ์ที่เคยผ่านพ้นมาในอดีต ที่น่าสนใจคือ ผู้ศึกษาพบการใช้สัญลักษณ์ในนวนิยายคือ เหยี่ยวบาทสมัยรัชกาลที่ 6 ซึ่งเหยี่ยวบาทเหยี่ยวนี้ เป็นสิ่งที่ย่าเตือนเหลียงต้องเป็นคนขยันทำงานในตลอดช่วงชีวิตที่ผ่านมา แสดงให้เห็น ผู้เขียนไม่ได้มุ่งเน้นคุณค่าของเหยี่ยวบาทในลักษณะทางกายภาพ แต่เป็นการสร้างความหมายให้แก่เหยี่ยวบาทเพื่อขบขันภาพแทนของเหลียง เมื่อกลายเป็นผู้ที่มี

ฐานะที่มั่นคง เหลียงจึงไม่เคยหลงลืมความทุกข์ยากลำบากที่มากกระทำให้ตนเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จและมีจิตใจที่ยึดมั่นในความขยันขันแข็งของวันนี้

เมื่อปู่มาถึงเมืองไทยใหม่ ๆ นั้น อยู่ในลักษณะที่เรียกกันว่า “เสื่อผืนหมอนใบ” และเริ่มงานครั้งแรกด้วยการเป็นจับกังรับจ้างแบกกระสอบข้าวสารที่ทำนํ้าราชวงศ์ เคยมีคนถามว่าตอนนั้นปู่เหนื่อยมากไหม ปู่ตอบว่าเหนื่อย แต่ระหว่างความเหนื่อยกับความทิวานั้น ความเหนื่อยเป็นสิ่งที่พอจะอดทนได้ ส่วนความทิวยากที่จะอดทนไหว ปู่จึงยอมเหนื่อยดีกว่าจะยอมทิว

(ลอตลายมังกร, 2540)

เหลียงเป็นตัวละครที่ขยันทำงานมาตลอดชีวิต กระทั่งถูกพ่อของสะใภ้ลูกคนโตสายนิยม (ภรรยาคนที่สอง) หาว่าไม่รู้จักรับจ้างใช้สอยสรรหาความสำราญใส่ตน เหลียงมองว่าเรื่องเหล่านี้ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตแม้แต่น้อย เนื่องจากความสุขสำราญในความหมายของเหลียง คือ ได้เห็นลูกหลานในครอบครัวใช้ชีวิตอยู่ดีมีสุขโดยไม่ต้องลำบากลำบากเพื่อต่อสู้กับความกดดันทางสังคม

2. ภาพแทนของผู้มองการณ์ไกล

การนำเสนอภาพแทนของผู้มองการณ์ไกลปรากฏในเรื่อง ลอตลายมังกร การทำงานในบริษัทของตระกูลสื่อพาณิชย์ค่อนข้างแตกต่างจากบริษัทอื่น เมื่อมีผู้สมัครงาน เหลียงมักจะพิจารณาคณะสมบัติของผู้สมัครงานด้วยดวงตาที่แจ่มใสเหมือนประกาย และอาศัยความเชื่อทางโหราศาสตร์ ในเมื่อกำเหรียญบาทคู่ใจเมื่อต้องตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ การบริหารบริษัทด้วยวิธีการไร้กลไกเช่นนี้ ถูกคัดค้านจากบรรดาลูกหลานซึ่งดำเนินหน้าที่ผู้บริหารในบริษัท อันที่จริง เหลียงไม่ได้ต้องการผูกมัดคนด้วยวิธีการทำสัญญารับจ้าง แต่กลับเชื่ออย่างฝังใจว่า หากบริษัทบังคับพวกคนงานด้วยวิธีการทำสัญญา เมื่อถึงวันที่ที่ตัดสินใจลาออก ไม่ว่าจะระเบียบของบริษัทบังคับอย่างไร คนนั้นคงต้องทำทุกวิถีทางเพื่อออกจากบริษัทให้ได้ สำหรับคนงานในทุกระดับ เหลียงมักจะมองเห็นความสำคัญของคนเสมือนครอบครัวเดียวกัน เพราะกว่าตนจะสามารถสร้างเนื้อสร้างตัวได้ในเมืองไทย ย่อมมีประสบการณ์ที่เคยเริ่มต้นจากอาชีพระดับล่าง จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เหลียงคุมบริษัทด้วยใจ สร้างคนด้วยวิธีการเป็นผู้ที่รับฟังเรื่องทุกข์เรื่องสุขของเขา ดูแลทุกคนราวกับครอบครัวเดียวกัน

ปู่เล่าด้วยน้ำเสียงเรียบ ๆ “...เครื่องจักรก็คงเป็นเพียงแค่แท่งเหล็ก ถ้าไม่มีคนงานคอยเดินเครื่อง คอยหยอดน้ำมัน หรือปิดสวิตซ์... เราถึงได้เลี้ยงดูคนงานของเราเหมือนคนในครอบครัว รู้ทุกข์รู้สุขของเขา ให้โอกาสเขาเจริญก้าวหน้า สนับสนุนให้ต่างคนต่างแข่งขันการทำงาน”

ปู่เชื่อว่าการแข่งขันการทำงานเป็นวิธีสร้างคน และสร้างความเจริญให้แก่บริษัท ได้โปรดใช้ความเชื่อนี้โดยไม่เว้นแม้แต่กับลูกหลาน

(ลอตลายมังกร, 2540)

การนำเสนอภาพแทนของตัวละครเหลือในลักษณะนี้ เป็นการนำเสนอโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในอดีต แสดงให้เห็นวิธีการมองโลกการทำงานของตัวละครในฐานะประธานบริษัท ไม่ได้เป็นการใช้อำนาจเพื่อข่มขู่ผู้อื่นให้ทำตามกฎที่วางไว้ หากแต่เป็นการสร้างความเบิกบานเพื่อสนับสนุนตามความต้องการให้มีความเสมอภาคในบรรยากาศทำงาน รวมถึง การใช้กลยุทธ์ทางจิตวิทยา คือ ดูแลความรู้สึกทางจิตใจของพนักงานในทุกสถานการณ์ เพราะเหลือเชื่อว่า พนักงานเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งที่สำคัญ และเป็นผู้มีส่วนร่วมในการผลักดันให้กิจการของบริษัทเจริญก้าวหน้า นอกจากนี้ สมาชิกในครอบครัวก็เช่นกัน เปรียบเสมือนอวัยวะในส่วนต่าง ๆ หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งทำงานบกพร่อง ส่วนอื่นจึงต้องร่วมการรับผิดชอบในปัญหาที่เกิดขึ้น ทุกคนในครอบครัวต้องรู้จักสามัคคีต่อกัน จึงเป็นสิ่งที่นำไปสู่ความสำเร็จได้ ดังนั้น การนำเสนอภาพแทนผู้มองการณ์ไกลของตัวละครในลักษณะดังกล่าว ผู้เขียนบรรยายผ่านทางความคิดของตัวละคร แสดงให้เห็นการให้ความสำคัญในการรักษาความสัมพันธ์ระหว่างคนงานในแต่ละระดับ นอกจากนี้ ยังเป็นการกล่าวถึงมุมมองในการมองอนาคตอย่างกว้างไกลด้วยการสร้างกฎระเบียบการทำงานที่ไม่มีผลบังคับใช้ เพราะเหลือสร้างคนด้วยการเป็นส่วนหนึ่งทางจิตใจ ซึ่งสิ่งนั้นสามารถผูกพันระหว่างคนงานและผู้บริหารได้ ขณะเดียวกัน ยังเป็นวิธีการที่ทำให้ตนเป็นที่ยอมรับนับถือในหมู่คนงานอย่างกว้างขวางอีกด้วย

3. ภาพแทนของผู้มีไหวพริบ

การสร้างภาพแทนของผู้มีไหวพริบมีความโดดเด่นในนวนิยายเรื่อง พิฆานแพร ผู้เขียนสร้างตัวละครโจรบัณฑิต ซึ่งเป็นตัวละครฝ่ายร้ายในลักษณะสองขั้ว คือ มีความโหดเหี้ยมอำมหิตในเมื่อต้องการแก้แค้นหรือต่อสู้กับผู้อื่น หากตัดสินใจจะสังหารผู้ใด จึงมีการแสดงออกในความมุ่งมั่นตั้งใจเพื่อกระทำจนสำเร็จ ส่วนอีกขั้วหนึ่งผู้เขียนกลับสร้างลักษณะในด้านบวกให้กับตัวละครโจรบัณฑิต คือ ผู้มีคุณธรรม สืบเนื่องจากหวางกับหยงเดินทางมากับเรือสำเภแรก ๆ เจอเรือโจรสลัดระหว่างการเดินทาง เมื่อได้กั๊งตัดสินใจต่อสู้กับพวกนายโจร จึงตกเป็นฝ่ายพ่ายแพ้ในที่สุด เรือสำเภที่หวางกับหยงอาศัยกลายเป็นเรือร้างกลางทะเลในทันทีทันใด ขณะที่ทุกคนบนเรือร้องขอชีวิตแก่พวกนายโจร ยกเว้นเด็กหนุ่มสองคนที่พากันสงบอยู่กับที่ โจรบัณฑิตรู้สึกท้อใจว่าสองคนนี้มีความคิดที่แตกต่างจากคนอื่น จึงตัดสินใจพาเด็กหนุ่มสองคนกลับไปเกาะโจรสลัด และทิ้งคนที่เหลืออยู่กลางทะเลให้จบชีวิตเป็นไปตามชะตากรรมของตน เมื่อมาอยู่บนเกาะโจรสลัด หยงเสนอความคิดเห็นด้วยวิธีแอบซ่อนตัวบนเรือที่เข้ามาติดต่อกับพวกนายโจร แต่หวางไม่ได้ยินยอมในเรื่องนี้ จึงปล่อยให้หยงหนีไปคนเดียว หลังจากโจรบัณฑิตรับรู้เรื่องที่หยงหนีออกจากเกาะโจรสลัด หวางปฏิเสธการให้ข้อมูลเกี่ยวกับข่าวคราวของเพื่อน ทำให้โจรบัณฑิตโกรธจัดและให้ลูกน้องลงโทษหวางด้วยแส้ กระทั่งเกิดรอยบอบช้ำเต็มทั้งตัว

ในวันต่อมา โจรบัณฑิตนำหวางและบรรดาลูกน้องออกปล้นเรือสินค้า แต่กลายเป็นเหยื่อและถูกนักเดินเรือทหารอังกฤษโจมตีจนเสียชีวิตลูกน้องทั้งหมดในการต่อสู้ครั้งนั้น ที่โชคดีคือ หวางกับโจรบัณฑิตได้รอดชีวิตไป ตื่นมาอีกครั้งบนเกาะร้างแห่งหนึ่ง ตามด้วยโจรบัณฑิตอีกคนที่นอนเสียชีวิตอยู่กับที่ แม้ใจของหวางในตอนนั้นเคียดแค้นเพียงไร แต่ในที่สุดจึงตัดสินใจช่วยเหลือชีวิตโจรบัณฑิตไว้ หลังจากสองคนได้อาศัยเรือที่เข้ามาจอดซ่อมแซมในเกาะร้าง กระทั่งหวางตัดสินใจหนีออกไปจากการอยู่ร่วมกับโจรบัณฑิต สองคนถือเป็นเพื่อนร่วมเดินทางที่เคยร่วมทุกข์ร่วมสุขกัน เมื่อนึกถึงหวางอีกครั้งในเวลาต่อมา โจรบัณฑิตจึงตัดสินใจเปิดห้องเช่าที่เคยอาศัยอยู่กับหวาง เพียงแต่หวังว่าวันหนึ่งได้ตอบแทนบุญคุณที่เธอได้ช่วยชีวิตบนเกาะร้าง

นายโจรใหญ่ถอนใจแรงๆ

“จริงๆแล้ว เราตั้งใจว่าจะตอบแทนความมีน้ำใจของมัน และเลี้ยงดูมันอย่างเต็มที่เหมือนดัง ‘คุณชายน้อย’ คนหนึ่ง น่าเสียดายที่บุญวาสนามันมีไม่ถึง” มันละลายตาจากภาพที่ถนนและเดินมาทรุดตัวลงนั่งที่เก้าอี้ข้างโตะหินอ่อน

“สักวันหนึ่งมันอาจจะกลับมาที่นี่อีก และเป็นเหตุที่ทำให้เราเช่าห้องพักนี้ไว้รอคอยมัน”

(พินานแพร่, 2560)

ผู้เขียนนำเสนอตัวละครโจรบัณฑิตในลักษณะอีกช่วงหนึ่ง คือ มีความเลื่อนไหลด้านบุคลิกภาพ ตรงกันข้ามกับลักษณะนิสัยที่อีกด้านที่มีความเจ้าคิดเจ้าแค้น ทำร้ายชีวิตผู้อื่นอย่างเลือดเย็น แท้ที่จริง การที่ผู้คนตั้งสมญาให้กับหัวหน้าโจรเป็นโจรบัณฑิตนั้น สืบเนื่องจากหัวหน้าโจรคนนี้ไม่ว่าจะลักษณะภายนอกหรือการแสดงออก มีกริยาท่าทางเรียบร้อยราวกับบัณฑิต ในช่วงที่โจรบัณฑิตแอบอ้างว่าเป็นลูกครึ่งจีน-มาเลย์ที่ชื่อ กวางจื้อ กวางชื่อเหมือนต่าง ๆ บนเกาะภูเก็ต ทำให้ราคาดีบุกในตลาดตกลง ซึ่งการกระทำทั้งหมดนี้ ล้วนเพื่อแก้แค้นหยงเพียงผู้เดียว เมื่อต้องการอาศัยอิทธิพลของคนบนเกาะ จึงมีการแสดงออกในลักษณะบุคลิกภาพดี มีมารยาท ช่างพูดช่างคิดเอาใจคนเก่ง トラบไตที่มีอำนาจและเป็นที่ยอมรับกันในวงกว้าง มักจะกลับมาแสดงลักษณะอันแท้จริงในอีกด้านหนึ่งออกมา คือ ใช้อำนาจเพื่อข่มขู่หรือกดขี่ให้คนอื่นเป็นผู้ถูกกระทำ ดังนั้น การบรรยายตัวละครโจรบัณฑิตในลักษณะที่สื่อให้เห็นภาพผู้มีปัญญา จึงเป็นการสร้างคุณสมบัติตัวละครในด้านบวก ซึ่งแตกต่างจากความพยายามในการแสดงรูปร่างภายนอกเป็นผู้ที่มีกริยามารยาทเมื่อใช้ชื่อ กวางจื้อ การสร้างภาพแทนผู้มีคุณธรรมในลักษณะนี้ ผู้เขียนเจตนาให้ตัวละครโจรบัณฑิตมีการแสดงออกในด้านบวก ซึ่งเป็นสิ่งที่ผูกโยงกับลักษณะความเป็นมนุษย์ของคนคนหนึ่งในส่วนลึกของจิตใจ แม้จะ 모르สาเหตุที่ทวงหายไป แต่ความผูกพันที่เกิดขึ้นในยามที่ร่วมทุกข์ร่วมสุข เป็นสิ่งเดียวที่ทำให้โจรบัณฑิตนึกถึงบุญคุณที่ทวงมีต่อตนเองเสมอ การเปิดห้องเช่าห้องนั้นทิ้งไว้ด้วยความหวังว่าสักวันทวงจะได้กลับมา อาจเป็นการสื่อให้เห็นภาพแทนในลักษณะด้านบวกเพียงด้านเดียวในชีวิตของตัวละครโจรบัณฑิตเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะในด้านอื่น

4. ภาพแทนของผู้มีความรับผิดชอบ

การนำเสนอภาพแทนของผู้มีความรับผิดชอบที่โดดเด่นในเรื่อง ลอดลายมังกร สืบเนื่องจากช่วงเวลาที่เหลียงไปลี้ภัยที่ฮ่องกง เพราะได้รับผลกระทบจากความปั่นป่วนของสภาพทางสังคมและการเมืองในขณะนั้น ทำให้บรรดาพ่อค้านายทุนถูกจับกุมตัวเพื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ในการทำการค้า เหลียงพยายามพิสูจน์ให้เจ้าหน้าที่สืบสวนเห็นธุรกิจค้าขายของตนไม่ได้เจริญก้าวหน้าด้วย “วิธีการค้าขายแบบสกปรก” แต่ความพยายามของเหลียงล้มเหลวเพราะเจ้าหน้าที่ไม่เห็นชอบ เพื่อนในวงธุรกิจจึงแนะนำให้ออกจากเมืองไทยไปหาที่พักพิงชั่วคราว มิฉะนั้น เหลียงอาจต้องถูกจับกุมตัวโดยไม่ต่างจากชะตากรรมของพ่อค้านายทุนที่เกิดเรื่องก่อนหน้า

เมื่อมาถึงฮ่องกง เหลียงมีเพียงเสื้อชุดเดียวที่ติดตัวและเงินสด 5000 บาท ในระยะต่อมา เหลียงตั้งบริษัท “เนชั่นแนล ทรัสต์” ขึ้นภายใต้ความช่วยเหลือของพ่อเป็กกี้ (ภรรยาลูกชายคนรองของเหลียง) ตั้งแต่

บริษัทใหม่ที่ฮ่องกงถูกจัดตั้งขึ้น และกลายเป็นบริษัทที่มีชื่อเสียงในวงการธุรกิจ เหลียงจึงสั่งให้ทางเมืองไทยส่งเทียนมาช่วยดำเนินหน้าที่ประธานบริษัท ส่วนเหลียงถือโอกาสบินไปศึกษาตลาดต่ออเมริกา เนื่องจากเหลียงเคยสั่งให้ลดค่าครองชีพให้แก่เทียนในสมัยเรียน เพราะลูกชายคนโตของตนแอบมีเรื่องชู้สาวกับสะใภ้ปัจจุบันที่ชื่อทรงศรี ทำให้เหลียงโกรธเป็นฟืนเป็นไฟ บังคับรายใช้รายจ่ายของลูกชายคนโตอย่างเข้มงวด เมื่ออยู่ในฐานะผู้มีอำนาจสูงสุดของบริษัท เทียนได้โอกาสกลับมาใช้ชีวิตหรูหราอีกครั้ง เขาแอบเอาเงินบริษัทไปเล่นการพนันและทำให้บริษัทแห่งใหม่ที่พ่อของตนตั้งขึ้นทำท่าจะล้มละลาย เมื่อรับรู้เรื่องดังกล่าว จึงให้ทางเมืองไทยโอนเงินเข้าบัญชี 100 ล้านบาท และบินด่วนไปฮ่องกง จัดงานเลี้ยงเพื่อขอโทษลูกค้ำและผู้ประกอบธุรกิจ

เมื่อได้เงินจากกรุงเทพฯ แล้ว ปู่ก็รีบคืนเงินที่ติดค้างให้บรรดาเจ้าหนี้และเชิญลูกค้ำของ “เนชั่นแนล ทรัสต์” มางานเลี้ยงที่จัดขึ้นอย่างมโหฬาร ขณะที่ทุกคนกำลังเพลิดเพลินกับการกินเลี้ยงกันอยู่ ปู่ก็ขึ้นไปบนเวทีกล่าวขอบคุณลูกค้ำที่ให้ความเชื่อถือไว้วางใจ “เนชั่นแนล ทรัสต์” มาด้วยดี พร้อมกับขอโทษที่เกิดเหตุการณ์ไม่ดีขึ้น

(ลอตลายมังกร, 2540)

เหลียงมองว่า การสูญเสียเงินทองไม่เท่ากับสูญเสียชื่อเสียง เมื่อเงินทองขาดหายไป สามารถหาใหม่ได้ หากชื่อเสียงหมดสิ้นกับการเอาเปรียบลูกค้ำ ไม่ว่าจะพยายามเพียงใด ทั้งชีวิตก็ไม่สามารถมีเพื่อนฝูง การที่เหลียงขอโทษแทนลูกชายในงานเลี้ยงนั้น แสดงให้เห็นภาพแทนในลักษณะการเป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อผู้อื่นในการดำเนินการคืนเงินให้ลูกค้ำจนครบทุกราย และทำให้บริษัทกลับมาสู่สภาพเดิมอีกครั้ง กล่าวได้ว่าบนเส้นทางค้าขายของตัวละครเหลียง สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ คิดถึงคนอื่นก่อนตนเองเสมอ เมื่ออยู่ในระดับที่ผู้คนเคารพนับถือ จำเป็นต้องมีสัจจะต่อผู้อื่น รู้จักรับผิดชอบในหน้าที่ให้สมกับตำแหน่งที่ได้รับ จึงเป็นภาพแทนตัวละครเหลียงอีกประการหนึ่งที่มีผลทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิตข้างหน้า

5. ภาพแทนของผู้มีกลยุทธ์ด้านการค้า

นวนิยายที่นำเสนอภาพแทนของผู้มีกลยุทธ์ด้านการค้า ได้แก่ เรื่อง พิมานแพร เป็นนวนิยายที่กล่าวถึงชีวิตที่เด็กหนุ่มสองคน คือ หวางกับหยง เดินทางมาแสวงโชคในตอนใต้ของเมืองไทย ทั้งสองคนประสบชะตาชีวิตที่ต่างกัน หวางถูกหลอกไปขายเป็นทาสเพื่อรับใช้หนี้แทนคนอื่น เมื่อหนีออกมาจากเหมืองแร่ กลายเป็น “โจรผู้ร้าย” ที่เจ้าหน้าที่บ้านเมืองต้องการตัว ส่วนหยงถึงแม้จะเริ่มต้นชีวิตด้วยทาส แต่สุดท้ายโชคชะตาจึงลิขิตให้เป็นนายเหมืองที่มั่งคั่งร่ำรวยคนหนึ่ง

ก่อนหยงจะมีฐานะทางสังคมที่มั่นคงนั้น เคยเก็บเงินเช่าห้องเพื่อทำอาชีพค้าขายเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่พอประทังชีวิตได้ในช่วงระยะหนึ่ง เนื่องจากเป็นพ่อค้ารายใหม่ที่แปลกหูแปลกตาจากสายตาผู้คนในแถวนั้น หยงจึงเลือกวิธีการสร้างความเชื่อถือเสียงกับลูกค้ำ ถือเป็นการค้าขายที่พ่อค้าแทบจะไม่ได้รับผลประโยชน์จากลูกค้ำยอมรับกำไรน้อยเพื่อผูกใจลูกค้ำ จึงเป็นเหตุที่ทำให้หยงเป็นพ่อค้าที่ได้รับความเชื่อถือในวงกว้างทันทีทันใด

กิจการค้าของหยงนับว่ารุ่งเรืองอย่างรวดเร็ว แม้จะเป็นพ่อค้าหน้าใหม่ แต่อาศัยความนอบน้อมถ่อมตนและความอดุสาหะบากบั่น หนักเอาเบาสู้อยู่โดยมิปริปากบ่นก็ทำให้ชื่อเสียงของเด็กหนุ่มเป็นที่นิยมเชื่อถือแก่ลูกค้าและยี่ปี่วโดยทั่วไป หยงยินยอมจำหน่ายสินค้าในราคาข่อมเยาเอากำไรแต่น้อย หากสินค้าใดที่ลูกค้าต้องการ แต่ไม่มีอยู่ในร้านของตน แม้เพียงไม้ขีดสักกล่องหรือเข็มเย็บผ้าสักเล่ม เขาก็ชวนขวายนามาให้จนได้ โดยไม่คำนึงถึงเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไป ซึ่งบางครั้งนอกจากจะไม่ได้อะไรแล้ว ก็ต้องควักเนื้อของตัวเองอีก

(พิมานแพร่, 2560)

การเจริญเติบโตของกิจการระหว่างหยงกับเหลียงในลวดลายมังกร ต่างแสดงให้เห็นมุมมองการค้าขายของตัวละคร ซึ่งเป็นการสร้างภาพแทนตัวละครที่มีลักษณะแตกต่างตามสภาพแวดล้อมที่ใช้ชีวิตอยู่ กล่าวคือ เหลียงกับหยงแม้จะดูเหมือนมีกลยุทธ์ทางการค้าที่เหมือนกัน ได้แก่ การผูกใจลูกค้าเพื่อสร้างชื่อเสียงให้กับตนเอง สำหรับเหลียง มักจะแสดงออกในลักษณะผู้ลัดทิว และเข้าไปอยู่เป็นส่วนหนึ่งของเหล่าคนงาน รู้ทุกซู้รู้สุขพวกเขา สร้างโอกาสให้ทุกคนได้พัฒนาตัว เสมือนอะไหล่ในเครื่องยนต์ เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เครื่องได้ทำงานปกติ คนงานจึงมีค่าเช่นกัน ต้องสร้างความอบอุ่นให้เขาเพื่อรู้สึกบริษัทดูแลใส่ใจทุกคนเหมือนครอบครัวเดียวกัน เมื่อเกิดผลทางจิตใจเช่นนี้ คนงานจึงเป็นกำลังสำคัญช่วยผลักดันบริษัทไปสู่ความเจริญก้าวหน้า นอกจากนี้ ในยามที่เกิดวิกฤต เหลียงลงทุนอย่างเต็มที่ สร้างโรงงานผลิตสินค้าประจำวัน และออกจำหน่ายในราคาข่อมเยา แสดงให้ผู้อื่นรับรู้ว่ามีพ่อค้าคนนี้อยู่เคียงข้างทุกคนเสมอ ส่วนหยง ใช้ความพยายามในการผูกใจลูกค้า แม้กระทั่งสินค้าไม่มีในร้านก็ใช้วิธีการไขว่คว้าจากที่อื่นเพื่อนำของไปส่งลูกค้า บางครั้งก็ขาดทุน การนำเสนอภาพแทนของทั้งสอง เป็นการผลิตความหมายผ่านมุมมองความคิดที่แตกต่างสำหรับหยง เป็นมุมมองความคิดที่เสียประโยชน์ส่วนตนเพื่อสร้างชื่อเสียงในวงกว้าง ถือเป็นการสร้างผลประโยชน์ให้แก่ชีวิตของตนในระยะยาว หากมองในเรื่องกลยุทธ์ทางการค้าจากความคิดตัวละคร หยงเป็นพ่อค้าที่รู้จักสร้างความผูกพันกับลูกค้ามากกว่ามุ่งหวังในผลประโยชน์ส่วนตน

6. ภาพแทนของผู้อ่อนแอและเห็นแก่ตัว

นอกจากนำเสนอภาพแทนในเชิงบวกแล้ว นวนิยายของประภัสสร เสวิกุลยังเสนอภาพแทนของตัวละครในเชิงลบด้วย ดังเรื่อง พิมานแพร่ ตั้งแต่ครั้งที่เดินทางมากับเรือสำเภา และตกเป็นฝ่ายพ่ายแพ้จากการต่อสู้กับเรือโจรสลัด โจรบัณฑิตตัดสินใจดูแลเด็กหนุ่มสองคนเหมือนลูกน้องทั่วไป เนื่องจากมีความรู้สึกที่เด็กสองคนนี้ช่างมีความคิดอันแปลกประหลาดที่ผิดแผกไปจากผู้อื่น จึงเป็นเหตุที่ทำให้พบภาพแทนความเห็นแก่ตัวที่ปรากฏ

วางแผนแนะนำให้ทำตัวคุ้นชินกับเกาะโจรสลัด เนื่องจากฟ้าดินลิขิตให้เป็นโจร ในฐานะที่เป็นมนุษย์ จึงไม่สามารถขัดขวางการตัดสินใจของฟ้าดินได้ สิ่งที่ต้องทำคือ ต้องปรับตัวให้เข้ากับนายโจร ให้มีความสามารถในการเลี้ยงดูตนเอง ในทางกลับกัน หยงมีความเห็นว่า ไม่ควรตกเป็นฝ่ายเสียเปรียบ และไม่มีวันยอมรับสถานะ

โจรได้ แต่หวังไม่เห็นด้วยในการตัดสินใจของหยง สองคนถึงแยกทางกัน หวางเลือกใช้ชีวิตร่วมกับบรรดาโจรสลัด ส่วนหยง ตัดสินใจหนีออกจากเกาะจนสลัดและไปหาทิศทางต่อสู้ในชีวิตของตน

“อ้วหมดความอดทนที่จะรอคอยอีกต่อไปแล้ว” หยงฮึดฮัด “ลื้ออยากอยู่ที่นี้ก็อยู่ต่อไปคนเดียวเถอะ สำหรับอ้ว เป็นตายร้ายดียังไง อ้วก็ต้องหาทางออกไปให้พ้นจากเกาะนี้ให้ได้”

หวางมองดูเพื่อน พลังสิ้นศรัทธาอย่างจนปัญญาที่จะทัดทานหรือห้ามปรามอีกต่อไป

อาจเป็นด้วยความอ่อนวัยและนิสัยมุทะลุเอาแต่ใจตนเองที่ติดหัวมาแต่เล็ก ทำให้หยงไม่ยินยอมเชื่อฟังคำพูดของเพื่อน และลอบลงเรือที่มาชื่อของโจรหายไปจากเกาะ โดยไม่ได้คิดแม้แต่สักนิด ว่าการกระทำของตนจะก่อความทุกข์ยากเดือดร้อนแก่เพื่อนผู้อยู่ข้างหลังเพียงไร

(พิมานแพร่, 2560)

การแสดงความคิด รวมถึง การกระทำของหยง ทำให้หวางถูกโจรสลัดลงโทษ อย่างไรก็ตาม หวางไม่เคยยอมจำนนต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นและปริปากบอกกล่าวข่าวคราวของเพื่อนให้นายโจรรับรู้ ทำให้เห็นว่าตัวละครหวางเป็นผู้ที่ยึดมั่นในมิตรภาพที่มีต่อหยงเป็นอย่างมาก ส่วนหยงเลือกกระทำกลับเห็นแก่ความรู้สึกของตนเป็นหลัก โดยไม่นึกถึงความสำคัญของผู้อื่น อันที่จริง สาเหตุที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดระหว่างหยงกับหวาง ย่อมมาจากความแตกต่างทางค่านิยม หากมองในภาพลักษณ์ของตัวละครจากเนื้อเรื่องทั้งหมด แม้ชะตาชีวิตระหว่างเด็กหนุ่มสองคนจะต่างกัน แต่ผู้เขียนกลับสร้างให้หวางเป็นตัวละครที่มีความมุ่งมั่นในการแสวงหาความอิสระในชีวิตของตน ในขณะที่หยงแสดงออกในลักษณะที่ค่อนข้างอ่อนแอ ต้องอาศัยอิทธิพลของผู้อื่นแทบตลอดเวลา ยกเว้น ตอนไปไถ่ตัวจิ้งที่เหมือนร้าง ความอ่อนแอของตัวละครหวงไม่ได้ปรากฏเพียงในทางลักษณะทางกายภาพ แต่เป็นการแสดงออกที่ควบคู่กับความคิดทางจิตใจอีกด้วย แม้ตอนตัดสินใจหนีออกจากเกาะโจรสลัดเพียงลำพังไม่ได้มีการกล่าวถึงร่องรอยหรือเบาะแสเกี่ยวกับลักษณะตัวละครในด้านนี้ แต่สามารถกล่าวได้ว่า การสร้างลักษณะนิสัยของตัวละครที่แตกต่าง เป็นการสร้างภาพแทนแบบคู่เทียบของตัวละครที่ได้รับผลจากการกระทำของตนเอง

7. ภาพแทนของผู้มีใจเด็ดเดี่ยว มุ่งมั่นในทางมิชอบ

จากการศึกษาพบว่า ภาพแทนด้านนี้ปรากฏในนวนิยายเรื่อง พิมานแพร่ นอกจากจะแสดงให้เห็นบุคลิกลักษณะของตัวละครใน 2 ช่วง คือ ช่วงที่ใช้ชีวิตในฐานะหัวหน้านายโจร และช่วงที่แอบอ้างว่าตนเป็นชาวนาเลยเชื่อสายจิ้งที่ซื้อกงจื่อ ชีวิตของตัวละครโจรบัณฑิตในสองช่วงดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการแสดงกริยาท่าทางราวกับผู้ที่มีการศึกษาจากภายนอก หรือความรักที่มีต่อลูกน้อง และความมีน้ำใจที่เกิดจากการที่หวางได้ช่วยเหลือชีวิต แต่ในส่วนลึกของจิตใจ ยังมีความเป็นเลือดเย็นและความมุ่งมั่นเด็ดเดี่ยวซ่อนเร้นอยู่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มักจะถูกนำเสนอในด้านลบของตัวละคร สะท้อนให้เห็นภาพแทนของโจรบัณฑิตในอีกแง่มุมหนึ่ง คือ ภาพแทนการเป็นผู้พยาบาทจองเวร

ตั้งแต่หยงหนีออกไปจากเกาะโจรสลัด โจรบัณฑิตมีความเชื่ออย่างฝังใจว่า การที่ลูกน้องตนได้เสียชีวิตไปจนหมดสิ้นเพราะตกเป็นเหยื่อของนักเดินเรือทหารอังกฤษในครั้งนั้น ล้วนมาจากการกระทำของหยงที่นำ

ข่าวคราวไปบอกแก่บรรดาชาวอังกฤษและเจ้าหน้าที่บ้านเมือง จึงทำให้ทุกคนออกตามล่าโจรสลัดไปทั่ว ดั่งสนทนาระหว่างโจรบัณฑิตกับหวางในเรื่อง

“ทำไมท่านไม่คิดบ้างว่า พวกนักค้าของโจรซึ่งค้าขายกับท่าน อาจเป็นผู้ที่หล้งนำความไปแจ้งกับพวกอังกฤษก็ได้”

“เจ้าช่างพูดจาไร้สาระ” โจรบัณฑิตหัวเราะ “เจ้าก็รู้ว่าพวกมันล้นต้องพึ่งพาสินค้าจากข้า มีหรือที่มันจะกล้าตัดต้นไม้กีดขวางทางตัวเอง”

“ถ้าเช่นนั้นก็จัดว่าเป็นคราวเคราะห์ของท่านเอง” หวางง่วนวันที่จะกล่าวคำว่า “สนองตอบ” ไว้นใจ

“เจ้าไม่ต้องเพียรแก้ต่างแทนมัน” อีกฝ่ายพูดด้วยน้ำเสียงที่อาฆาตแค้น “ข้าก็ล้นวาจาต่อหน้าฟ้าดินว่า วันใดก็ตามที่ข้าพบพานมัน วันนั้นข้าจะลงโทษมันอย่างสาสมทีเดียว”

(พิมานแพร่, 2560)

การแสดงออกความเป็นผู้ผูกพยาบาทจองเวรของตัวละครโจรบัณฑิต ไม่ได้แสดงออกผ่านความคิดหรือคำพูดเท่านั้น ยังนำเสนอผ่านจิตใจที่มีความเป็นเจ้าคิดเจ้าแค้น หยงเคยเผชิญหน้ากับโจรบัณฑิตสองครั้ง ครั้งแรกหยงถูกบีบคอจนตาเหลือก แต่บังเอิญตัวละครเด็กช่วยไว้ ครั้งที่สองเกิดขึ้นในงานแต่งงานของ กวงจื้องานนี้ได้เชื่อเชิญบรรดาชนชั้นนายทุนที่มีชื่อเสียงบนเกาะภูเก็ตมาร่วมตัว รวมถึง นักเดินเรือทหารอังกฤษที่ตามล่าตัวโจรบัณฑิตในช่วงเวลาที่ผ่านมา เนื่องจากโจรบัณฑิตใช้ชื่อกวงจื้อตอนอยู่ภูเก็ต และเคยช่วยซ่อมแซมศาลเจ้าของกลุ่มคนตระกูลเล็กบนเกาะ มอบหมายให้ผู้เฒ่าทางตระกูลในการออกหน้าติดต่อเรื่องต่าง ๆ จึงทำให้นักเดินเรือทหารอังกฤษจำหน้าโจรบัณฑิตไม่ได้ในตอนแรก เมื่อหยงออกมาหน้างานเพียงลำพัง กวงจื้อจึงโผล่ตัว และทำร้ายร่างกายหยงอีกครั้ง ในขณะที่ตัดสินใจสังหารหยง นักเดินเรือทหารอังกฤษเข้ามา และเสียชีวิตเพื่อแลกกับความปลอดภัยของหยง ส่วนกวงจื้อหนีไป

ผู้เขียนนำเสนอภาพแทนการเป็นผู้พยาบาทจองเวรของโจรบัณฑิต ความมุ่งมั่นทำร้ายผู้อื่นเพื่อตอบสนองความต้องการของตน การสร้างลักษณะนิสัยอันเป็นชั่วตรงกันข้ามของตัวละครโจรบัณฑิต แสดงให้เห็นความไหวพริบของตัวละครในการปรับตัวที่อยู่ไหนทุกสถานการณ์ ในแง่หนึ่ง ความคิดของโจรบัณฑิตที่ปรากฏผ่านทางกายภาพนั้น บ่งบอกความหมายของชีวิตในช่วงหลังของตัวละครที่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่ลูกน้องเสียชีวิต ดังนั้น ในชีวิตช่วงหลังของโจรบัณฑิตจึงปรับเปลี่ยนไปเป็นผู้อาฆาตพยาบาทแทน เขามีความมุ่งมั่นในการแก้แค้นหยงทุกวิถีทาง

สรุป

การนำเสนอภาพแทนตัวละครชายชาวจีนที่ปรากฏในนวนิยายของประภัสสร เสวิกุล เป็นภาพที่ถูกสร้างขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่าง จึงทำให้สภาพทางสังคมมีบทบาทอย่างมากต่อการเกิดขึ้นของมุมมองความคิดจากการใช้ชีวิตของตัวละคร กระทั่งกลายเป็นภาพที่แสดงลักษณะความคิดผ่านการกระทำของตัวละคร เพื่อบ่งบอกสิ่งที่ตัวละครยึดมั่นในการดำรงชีวิตภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่าง กล่าวคือ ลอดลายม้งนำเสนอภาพแทนตัวละครภายในภาพแวดล้อมสังคมที่เต็มไปด้วยความไม่แน่นอนและความปั่นป่วน เช่น การเกิดขึ้นของวิกฤตต่าง ๆ รวมถึงความเคลื่อนไหวทางการเมือง จึงเป็นสิ่งที่หล่อหลอมลักษณะบางอย่าง และยังคงนำเสนอออกมาเป็นภาพที่ชัดเจน เนื่องจากลักษณะการเล่าเรื่องของนวนิยายเรื่องนี้เป็นการเล่าเรื่องแบบย้อนเรื่องราวในอดีตที่เกิดขึ้นในครอบครัว นอกจากนี้ ตัวละครในเรื่องยังแสดงภาพแทนในด้านลบด้วยเจตนาที่เป็นปัจเจกเพื่อประสบความสำเร็จในการรวบอำนาจจากฝ่ายที่มีอิทธิพลเหนือกว่า ส่วนพิมานแพร เป็นการนำเสนอภาพแทนในสังคมที่ขาดความดุจภาพและค่อนข้างมีปัญหาเกี่ยวกับตัวละครชนชั้นล่าง เนื่องจากบทบาทของตัวละครที่แสดงออกมามักจะอยู่ในความกดดันจากกระแสสังคมและอิทธิพลของผู้ที่มีอำนาจเหนือกว่า ที่น่าสนใจคือผู้เขียนยังนำเสนอภาพแทนของตัวละครฝ่ายร้ายในลักษณะที่เป็นคู่เทียบกัน รวมทั้งด้านบวกและด้านลบ ทำให้เห็นความสำคัญของฉากที่บรรยายสภาพทางสังคม ซึ่งมีผลต่อการผลิตความหมายทางภาพแทน ทั้งนี้ ย่อมเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงของระบบความคิดตัวละครเมื่อได้พบกับปมปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต จึงเป็นกระบวนการสำคัญที่สะท้อนภาพแทนตัวละครในทุก ๆ มิติให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การศึกษาภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนที่ปรากฏในนวนิยายของประภัสสร เสวิกุล เห็นภาพแทนตัวละครชาวจีนทั้งบวกและลบอันเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจสาเหตุที่กลุ่มชาวจีนพลัดถิ่นที่อพยพเข้ามาในเมืองไทย รวมถึงสัญญาณที่ซ่อนไว้ผ่านกลวิธีต่าง ๆ ดังนั้น การศึกษาภาพแทนของตัวละครชายชาวจีนจึงสามารถเป็นแนวทางและประโยชน์แก่การวิจัยครั้งต่อไป

กิตติการประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนและความกรุณาจากบุคคลสองท่านที่ให้ความช่วยเหลือผู้ศึกษามาตลอด ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ปริยารัตน์ เชาวลิขิตประพันธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.พัชลินจ์ จินนุ่นที่นำข้อเสนอแนะและประโยชน์ต่อการศึกษา รวมถึง การตรวจสอบความบกพร่องในงานด้วยความเมตตาอย่างสม่ำเสมอ ทำให้การศึกษานี้เป็นคุณค่าให้กับผู้ศึกษายิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ประภัสสร เสวิกุล. (2540). *ลอดลายม้งกร. ดอกหญ้า*.
ประภัสสร เสวิกุล. (2560). *พิมานแพร. นานมีบุ๊คส์*.
สกินเนอร์, จี. วิลเลียม. (2564). *สังคมจีนในประเทศไทย : ประวัติศาสตร์เชิงวิเคราะห์*. มติชน.
Hall, S. (1997). *Representation: Cultural representations and signifying practices*. Sage Publications, Inc.

ความคิดเห็นและแนวทางการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีน
ในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน
Opinions and Guidelines from Applying Four Great Classical Chinese Novels
to Chinese Learning Management of Pre-Service Teachers Studying
Chinese Language Program

นพพล จันทร์กระจ่างแจ้ง^{1*} อนันต์ ลากุล² นพดล เพ็ญเขตกรณ์¹ และ นนทกร เพ็ญเขตกรณ์¹

¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาจีน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปทุมธานี 13180

²หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปทุมธานี 13180

*Corresponding author. E-mail address: noppol@vru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีนที่เคยนำสี่สุดยอดวรรณกรรมจีนไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 85 คน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน

ผลการวิจัยพบว่า สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีนนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มากที่สุดคือ วรรณกรรมจีนเรื่องสามก๊ก (三国演义) คิดเป็นร้อยละ 46.10 แนวทางการนำสี่สุดยอดวรรณกรรมจีนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน มากที่สุด คือ การจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บอร์ดความรู้ ใบความรู้ อินโฟกราฟิก โมเดลตัวละคร เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 94.12 และผลการวิเคราะห์การศึกษาค้นคิดเห็นการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.63) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.66, S.D. = 0.69)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ภาษาจีน นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีน สี่สุดยอดวรรณกรรมจีน

Abstract

The purposes of this research are 1) to study the guidelines derived from applying four great classical Chinese novels to Chinese learning management of pre-service teachers studying Chinese Language Program, and 2) to study the opinions about applying four great classical Chinese novels to Chinese learning management of pre-service teachers studying Chinese Language Program. The target group is 85 Chinese language pre-service teachers who ever applied four great classical Chinese novels to Chinese learning management in Semester 2, Academic Year 2022. The research methodology is Cluster Random Sampling, and the instrument used is a questionnaire applying four great Chinese novels to Chinese learning management of pre-service teachers studying Chinese Language Program.

The research result reveals that from four great classical Chinese novels that the pre-service teachers studying Chinese Language Program brought to apply to learning management the most was Samkok (三国演义), 46.10%. The guideline used the most to apply four great classical Chinese novels to Chinese learning management was doing the learning materials in various types, such as knowledge board, knowledge sheet, infographic, character model, etc., 94.12%. The analysis result of the study on opinions of applying four great classical Chinese novels to Chinese learning management overall was at the highest level (\bar{X} =4.60, S.D.=0.63). The aspect with the highest mean was from applying the learning management at the most level (\bar{X} =4.66, S.D.=0.69).

Keywords: Chinese learning management, Chinese pre-service teachers, Four great classical Chinese novels

บทนำ

ปัจจุบันหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตหรือหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาจีนหรือสาขาวิชาการสอนภาษาจีน มีการแบ่งหมวดรายวิชาตามโครงสร้างหลักสูตรออกเป็น 3 หมวดวิชา คือ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเฉพาะด้าน และหมวดวิชาเลือกเสรี ซึ่งหมวดวิชาเฉพาะด้าน มีการแบ่งกลุ่มวิชาออกเป็น 2 กลุ่มวิชา คือ กลุ่มวิชาซีพครู และกลุ่มวิชาเอก สำหรับกลุ่มวิชาเอก มีการแบ่งกลุ่มวิชาออกเป็น 2 กลุ่มวิชา ประกอบด้วย 1) กลุ่มวิชาเฉพาะด้านทักษะภาษา เป็นกลุ่มวิชาด้านทักษะการฟัง พูด อ่าน เขียนภาษาจีน รวมถึงทักษะการแปลระหว่างภาษาจีนกับภาษาไทย 2) กลุ่มวิชาเฉพาะด้านสาระความรู้เป็นกลุ่มวิชาที่ให้สาระความรู้ด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับภาษาจีน ได้แก่ ระบบเสียงภาษาจีน ระบบไวยากรณ์ อักษรจีน ภาษาจีนโบราณ วรรณคดีจีน และความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับประเทศจีน ซึ่งโครงสร้างรายวิชาแสดงให้เห็นว่ารายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ

วรรณกรรมจีนถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตร ด้วยความสำคัญดังกล่าวทำให้นักศึกษาทุกคนจำเป็นต้องศึกษาเรียนรู้ เพื่อสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามสถานศึกษาต่าง ๆ หรือนำไปประกอบอาชีพในอนาคต โดยเมื่อนักศึกษาออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามสถานศึกษาต่าง ๆ จะได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบในรายวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตรภาษาจีนของสถานศึกษา เช่น วิชาภาษาจีนเบื้องต้น วิชาภาษาจีนพื้นฐาน วิชาการฟังและพูดภาษาจีน วิชาวัฒนธรรมจีน วิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับประเทศจีน เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้องค์ความรู้ตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ภาษาจีน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามรายวิชาข้างต้นวรรณกรรมจีนได้รับการบรรจุเป็นหนึ่งในเนื้อหา ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวรรณกรรมจีนจึงถือเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับสภากาชาด (2549, น. 3) ระบุว่า วรรณคดีจีนมีประวัติยาวนาน หากคำนวณเพียงตั้งแต่เริ่มมีหลักฐานบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ประวัติวรรณคดีจีนก็จะกินเวลายาวนานถึง 3,000 กว่าปี ในช่วงเวลา 3,000 กว่าปี มีผลงานวรรณคดีเกิดขึ้นบนบรรณพิภพมากมายเหลือคณานับ ถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมทรงคุณค่าของจีนและโลก และสอดคล้องกับ VLEARN (2565) กล่าวว่า วรรณกรรมของจีน แม้จะมีเกิดขึ้นมากมาย แต่หากพูดถึงความคลาสสิกและเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง ต้องยกให้ 4 สุดยอดวรรณกรรมจีน โดยในภาษาจีนเรียกสี่วรรณกรรมนี้ว่า 四大名著 ประกอบด้วย 1) สามก๊ก (三国演义) เป็นวรรณกรรมเก่าแก่ที่ได้รับการตีพิมพ์หลายครั้ง และแพร่หลายไปทั่วโลก เล่าถึงการรวมตัวกันของคนสามคน คือ เล่าปี่ กวนอู และเตียวหุย ที่สาบานจะร่วมปราบกบฏร่วมกันจนเกิดเรื่องราวการช่วงชิงอำนาจกันระหว่างก๊กทั้งสาม คือ วูยก๊ก จ๊กก๊ก และง่อก๊ก ซึ่งมีสงครามกันยาวนานกว่า 60 ปี 2) ซ้องกั๋ง (水浒传) หรือวีรบุรุษเขาเหลียงซาน เป็นเรื่องราวการต่อสู้ต่อความไม่เป็นธรรมของคน 108 คน ที่รักในความยุติธรรม แต่ต้องพ่ายแพ้ต่อการถูกใส่ร้ายป้ายสี กัดขี่ข่มเหงของผู้ร้าย ทำให้พวกเขาต้องดิ้นรนเอาชีวิตรอดไปยังเขาเหลียงซาน 3) ไซอิ๋ว (西游记) เป็นวรรณกรรมอันโด่งดังที่ถูกนำมาเผยแพร่เป็นซีรี่ย์ในหลายเวอร์ชัน กล่าวถึงการผจญภัย เพื่อไปศึกษาพระไตรปิฎกยังชมพูทวีป (อินเดีย) ของพระถังซัมจั๋ง ผู้ต้องฝ่าฟันอุปสรรคตลอดการเดินทางไปพร้อมกับลูกศิษย์ทั้งสาม คือ ซุนหงอคง ตี๋โป๊ยก่าย และซัวเจ๋ง 4) ความฝันในหอแดง (红楼梦) เป็นนิยายเรื่องรัก ๆ ใคร่ ๆ ในราชวงศ์ชั้นสูงที่มีทั้งเรื่องสวยงาม และความสัมพันธ์ที่ผิดศีลธรรมรวมทั้งโศกนาฏกรรมต่าง ๆ ที่สะท้อนถึงปัญหาภายในของระบบชนชั้นสูง แต่วรรณกรรมดังกล่าวก็สามารถถ่ายทอดโลกทัศน์และวัฒนธรรมจีนออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถสรุปได้ว่า วรรณกรรมจีนเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับผู้ศึกษาภาษาจีน วรรณกรรมจีนมีประวัติศาสตร์ยาวนานหลายพันปี ในช่วงเวลาดังกล่าวมีผลงานวรรณกรรมเกิดขึ้นมากมาย ถือเป็นมรดกวัฒนธรรมทรงคุณค่าของจีนและของโลก ซึ่งวรรณกรรมจีนแต่ละเรื่องแฝงความรู้ทางภาษา คุณค่าทางศิลปะวัฒนธรรม และแนวคิดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อ่านได้นำแนวคิดไปปรับใช้กับตนเองได้

ดังนั้น ผู้สอนควรนำเนื้อหาเหล่านี้มาสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และสามารถที่จะเผยแพร่วรรณกรรมจีนที่ยอดเยี่ยมต่อไปได้ อีกทั้งนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีนได้ผ่านการศึกษาในรายวิชาทั้งในกลุ่มวิชาชีพครู และกลุ่มวิชาเอกตามรายวิชาต่าง ๆ มาแล้ว พร้อมทั้งจะนำ

องค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามสถานศึกษาต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ทั้งศาสตร์และศิลป์ในการจัดการเรียนรู้

จากความสำเร็จและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยเรื่องความคิดเห็นและแนวทางการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน อันเป็นการศึกษาเชิงลึก เพื่อให้ทราบเหตุผลเพราะเหตุใดสื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนถึงมีความน่าใจและควรนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากกว่าวรรณกรรมจีนเรื่องอื่น ๆ อันเป็นประโยชน์แก่ผู้สอน นักศึกษา นักเรียน และผู้ที่สนใจ สามารถนำแนวทางดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทของตนเองและธรรมชาติของผู้เรียนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน และ 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากร คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีนของมหาวิทยาลัยในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 สถาบัน ได้แก่ 1) นักศึกษาสาขาวิชาภาษาจีน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 25 คน 2) นักศึกษาสาขาวิชาสอนภาษาจีนในฐานะภาษาต่างประเทศ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จำนวน 74 คน 3) นักศึกษาสาขาวิชาการสอนภาษาจีน คณะการจัดการศึกษาเชิงสร้างสรรค์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ จำนวน 16 คน รวมทั้งสิ้น 115 คน

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีนที่เคยนำสื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 85 คน ทางผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีคุณภาพ โดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน โดยออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะแบบให้เขียนตอบ

ตอนที่ 2 แนวทางการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน มีลักษณะเป็นการสอบถามแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) จำนวน 12 ข้อ โดยแบ่งการสอบถามออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน มีลักษณะเป็นการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งการสอบถามออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านความเหมาะสม และด้านการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของเบสท์ (Best 1986:195) ในกำหนดเกณฑ์การให้ความหมาย มีการกำหนดค่าเฉลี่ย เป็นรายด้านและรายข้อ ดังนี้

1.00 - 1.50	หมายถึง	ความคิดเห็นต่อสภาพปัญหา อยู่ในระดับน้อยที่สุด
1.51 - 2.50	หมายถึง	ความคิดเห็นต่อสภาพปัญหา อยู่ในระดับน้อย
2.51 - 3.50	หมายถึง	ความคิดเห็นต่อสภาพปัญหา อยู่ในระดับปานกลาง
3.51 - 4.50	หมายถึง	ความคิดเห็นต่อสภาพปัญหา อยู่ในระดับมาก
4.51 - 5.00	หมายถึง	ความคิดเห็นต่อสภาพปัญหา อยู่ในระดับมากที่สุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 1 เครื่องมือ คือ แบบสอบถามแนวทางการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาภาษาจีน

2. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาจีน จำนวน 2 คน และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 คน ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความชัดเจน ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องด้วยดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.92 และปรับแก้รายละเอียดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3. นำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาภาษาจีนของมหาวิทยาลัยในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 3 สถาบัน รวมทั้งสิ้น 115 คน

4. ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากแบบสอบถามการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาภาษาจีน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า

1) นักศึกษาส่วนใหญ่เคยศึกษาสี่สุดยอดวรรณกรรมจีน จำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 90.40

2) นักศึกษาส่วนใหญ่เคยนำสี่สุดยอดวรรณกรรมจีนไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 73.91

3) สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มากที่สุดคือ วรรณกรรมจีนเรื่องสามก๊ก (三国演义) คิดเป็นร้อยละ 46.10 รองลงมาคือ วรรณกรรมเรื่องไซอิ๋ว (西游记) คิดเป็นร้อยละ 27.80 และวรรณกรรมจีนเรื่องความฝันในหอแดง (红楼梦) คิดเป็นร้อยละ 22.60 น้อยที่สุด คือ วรรณกรรมจีนเรื่องซ่งกั๋ง (水浒传) คิดเป็นร้อยละ 3.50

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ผลการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน

Table 1. Analysis result of the study on guidelines of applying four great classical Chinese novels to the Chinese learning management

Item	Number (n = 85)	Percentage
1. Learning Management aspect		
1) Learning management by giving a Lecture	62	72.94
2) Learning management by Active Learning	58	68.24
3) Learning management by Role Play	22	25.89
4) Learning management by various learning management ways or various learning management techniques	71	83.52
2. Learning materials aspect		
1) Learning material by textbooks	17	20.00
2) Learning material by clip-video	48	56.47
3) Learning material by PowerPoint	69	81.18
4) Learning material in various ways, such as board games, knowledge sheets, infographics, character models, etc.	80	94.12

Item	Number (n = 85)	Percentage
3. Measurement and evaluation aspect		
1) Measurement and evaluation through reports	37	43.53
2) Measurement and evaluation by acting in the play	28	32.94
3) Measurement and evaluation by doing the test	64	75.29
4) Measurement and evaluation by various methods	79	92.94

จาก Table 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอตัววรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน เมื่อจำแนกตามรายด้านสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ด้านการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีน ส่วนใหญ่จัดการเรียนรู้ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 83.52 รองลงมาคือ การจัดการเรียนรู้แบบการบรรยาย จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 72.94 และใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 68.24 น้อยที่สุดคือ ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการแสดงบทบาทสมมติ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 25.89

2. ด้านสื่อการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีน ส่วนใหญ่ใช้การจัดการจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บอร์ดเกม ใบความรู้ อินโฟกราฟิก โมเดลตัวละคร เป็นต้น จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 89.41 รองลงมาคือ การจัดทำสื่อการเรียนรู้ผ่าน Power point จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 81.18 และการใช้สื่อการเรียนรู้คลิปวิดีโอประกอบ จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 56.47 น้อยที่สุดคือ การใช้สื่อการเรียนรู้แบบเรียน จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00

3. ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีน ส่วนใหญ่ใช้วิธีการวัดและการประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลาย จำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 92.94 รองลงมาคือ การวัดและประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบ จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 75.29 และการวัดและการประเมินผลโดยการทำรายงาน จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 43.53 น้อยที่สุดคือ การวัดและการประเมินผลโดยการแสดงละคร จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 32.94

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลการศึกษาคำความคิดเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีน
ในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน

Table 2. Analysis result of the study on opinions about applying four great classical Chinese novels to the Chinese learning management

Item	\bar{X}	S.D.	Interpretation
1. Contents aspect			
1. Four great classical Chinese novels have interesting contents.	4.56	0.59	the highest
2. Four great classical Chinese novels have contents enhanced by various virtues and insights.	4.60	0.61	the highest
3. Four great classical Chinese novels have the contents that enhance to learn Chinese vocabularies.	4.33	0.66	high
4. Four great classical Chinese novels have contents promoting learning Chinese history.	4.72	0.66	the highest
5. Four great classical Chinese novels are considered the great ones influencing other literatures.	4.58	0.68	the highest
Total	4.56	0.64	the highest
2. Appropriateness aspect			
1. Four great classical Chinese novels are necessary for learning.	4.29	0.66	high
2. Four great classical Chinese novels are appropriate for learning management.	4.49	0.65	high
3. Four great classical Chinese novels are appropriate for learning materials.	4.82	0.54	the highest
4. Four great classical Chinese novels have varied resources suitable for information search.	4.71	0.54	the highest
5. Four great classical Chinese novels are concordant with indicators and Chinese learning matters.	4.62	0.53	the highest
Total	4.59	0.58	the highest

Item	\bar{X}	S.D.	Interpretation
3. Applying to learning management aspect			
1. Applying four great classical Chinese novels to learning management enhances lively atmospheres in the classroom.	4.70	0.60	the highest
2. Applying four great classical Chinese novels to learning management enhances learners to improve their Chinese skills.	4.55	0.72	the highest
3. Applying four great classical Chinese novels to learning management helps the learners feel enthusiastic about learning.	4.63	0.70	the highest
4. Applying four great classical Chinese novels to learning management helps learners participate and be brave to think and do, including assertiveness.	4.59	0.70	the highest
5. Four great classical Chinese novels can extend Chinese learning management variously.	4.82	0.62	the highest
Total	4.66	0.69	the highest
Overall	4.60	0.63	the highest

จาก Table 2 ผลการวิเคราะห์การศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D.=0.63) เมื่อจำแนกตามรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D.=0.69) รองลงมา คือ ด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D.=0.58) น้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D.=0.64)

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน และความคิดเห็นการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป พบว่า สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากที่สุดคือ วรรณกรรมจีนเรื่องสามก๊ก (三国演义) คิดเป็นร้อยละ 46.10 แสดงให้เห็นว่า วรรณกรรมจีนเรื่องสามก๊กมีเนื้อหาที่น่าสนใจ เป็นวรรณกรรมที่แพร่หลายและอยู่คู่กับสังคมไทยมาอย่างยาวนาน

มีการถ่ายทอดผ่านหนังสือ การ์ตูน ละครโทรทัศน์ ภาพยนตร์ ประติมากรรมแกะสลัก และจิตรกรรมฝาผนังตามวัดต่าง ๆ รวมทั้งมีการบรรจุเนื้อหาตอนกวนอูไปรับราชการกับโจโฉในหนังสือวรรณคดีวิจักขณ์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาภาษาไทย ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความรู้ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของยศไกร (2559, น. 167-169) กล่าวว่า สามก๊กเป็นวรรณคดีจีนคลาสสิกที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยมากมาตั้งแต่สมัยโบราณ กระทั่งเริ่มมีการพิมพ์สามก๊กฉบับเจ้าพระยาพระคลัง (หน) แต่แท้จริงแล้วความนิยมในสามก๊กที่แพร่หลายเข้าสู่คนไทยไปนั้นเริ่มเกิดขึ้นจากการผลิตสามก๊กใหม่ของนักเขียนรุ่นครูที่เริ่มสร้างผลงานตั้งแต่พ.ศ. 2480 ภายใต้บริบทของสังคมไทยในแต่ละช่วงเวลาที่ทำให้นักเขียนและตัวบทของสามก๊กเองได้มีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพสังคมการเมืองไทยด้วยการเป็นนิทานยอดนิยายและเสียดสีการเมือง รวมทั้งการนำไปใช้เป็นตำราพิชัยสงครามของทหาร แล้วดัดแปลงสู่หนังสือคู่มือหรือ ฮาวทู (How-To) และเป็นหนังสือตลาดที่ขายดีและสอดคล้องกับงานวิจัยของ He และพัชลินจ์ (2564, น. 706) กล่าวว่า สถานภาพการวิจัยวรรณกรรมจีนในผลงานวิชาการ ในรอบทศวรรษ (พ.ศ. 2553 – 2563) นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษามีความสนใจวิเคราะห์ตัวบทวรรณกรรมจีนเป็นส่วนใหญ่ ประเภทของวรรณกรรมจีนที่นักวิจัยนิยมใช้ในการศึกษาคือ วรรณกรรมจีนอิงประวัติศาสตร์ ประเด็นที่นักวิจัยใช้ในการวิจัยวรรณกรรมจีน มีทั้งการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ การศึกษาองค์ประกอบวรรณกรรม การศึกษาภาษา การศึกษาเชิงสุนทรียศาสตร์ การศึกษาตัวละคร และการศึกษาเชิงสังคม โดยนักวิจัยส่วนมากนิยมศึกษาจากตัวบทต้นฉบับเป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิราภา และสุชาวดี (2564, น. 114) พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสตอรี่ไลน์วิชาภาษาไทยเรื่องสามก๊ก ตอนกวนอูไปรับราชการกับโจโฉ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.79 หมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และผลการประเมินความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง พบว่า ครั้งที่ 1 - 3 นักเรียนมีผลการประเมินที่เพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพิ่มขึ้น 1.29

2. ผลการวิเคราะห์การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูภาษาจีนส่วนใหญ่ใช้การจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บอร์ดเกม ใบความรู้ อินโฟกราฟิก โมเดลตัวละคร เป็นต้น จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 89.41 แสดงให้เห็นว่า การจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและเข้าถึงวรรณกรรมจีนได้มากยิ่งขึ้น สามารถสร้างความสนใจในการเรียนรู้ รวมทั้งส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดเชิงออกแบบ และทักษะทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนัชพร และกมลทิพย์ (2564, น. 19) กล่าวว่า ความพึงพอใจและสภาพปัญหาและแนวทางการใช้สื่อเทคโนโลยีสำหรับการสอนภาษาจีนของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ครูผู้สอนมีความพึงพอใจในการสอน โดยภาพรวมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือ ด้านเนื้อหาของสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 รองลงมาคือ การออกแบบสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 และ

ด้านการนำไปใช้งานของสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 ประเด็นที่มีความพึงพอใจต่ำสุดคือ ด้านรูปแบบของสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกอร (2560, น. 71) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของสื่อ อินโฟกราฟิก เรื่องพระอภัยมณี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์เท่ากับ 81.90/81.33 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการทำแบบทดสอบได้คะแนนการทดสอบก่อนเรียน มีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และคะแนนการทดสอบหลังเรียน มีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.69 เมื่อทดสอบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพระอภัยมณีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพระอภัยมณีอยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพงษ์ (2564, น. 24) กล่าวว่า การพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสามารถออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมจำนวน 1 ชุด ได้แก่ บอร์ดเกมวรรณคดีไทย เรื่อง นิราศภูเขาทอง โดยมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการออกแบบบอร์ดเกม ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่ออยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย พบว่า หลังจากเล่นบอร์ดเกมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อการเรียนบอร์ดเกมวรรณคดีไทย เรื่อง นิราศภูเขาทอง อยู่ในระดับมาก

3. ผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D.=0.63) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D.=0.69) แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้สื่อสุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนรู้โดยการเล่าเรื่อง (Storytelling) ประกอบกับการกำหนดเส้นทางเดินเรื่อง (Storyline) เพื่อเชื่อมโยงความรู้ทางด้านภาษาและวัฒนธรรมจีน เช่น คำศัพท์ภาษาจีน วรรณกรรมจีน ปรัชญาจีน และประวัติศาสตร์จีน เป็นต้น สร้างเป็นองค์ความรู้อันเป็นฐานนำไปสู่การสร้างสมรรถนะ (Competency) และประสบการณ์การเรียนรู้ (Experiential Learning) ให้แก่ผู้เรียน ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนมีชีวิตชีวา ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ กล่าวคือ กล่าวทำ กล่าวแสดงออก เกิดการพัฒนาทักษะทางภาษาจีน และสามารถนำไปต่อยอดในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนได้หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang และไพทยา (2566, น. 33) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารภาษาจีนโดยใช้วรรณกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think Pair Share สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถการสื่อสารภาษาจีนสูงกว่าเกณฑ์กำหนด คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (sig.=.037, t=2.210*) 2) นักเรียนมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาจีน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (sig. = .000, $t=15.535^*$) 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อการเรียนภาษาจีน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวรรณกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think Pair Share โดยภาพรวม อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.60$, S.D. = 0.56) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang (2565, น. 169-172) กล่าวว่า ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้ผ่านโซเชียลสเปซเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์วรรณกรรมจีนร่วมสมัย พบว่า 1) นักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้ผ่านโซเชียลสเปซมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์วรรณกรรมจีนร่วมสมัย สูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t_{29} = -9.04$, $p < 0.05$) 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์วรรณกรรมจีนร่วมสมัยหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้ผ่านโซเชียลสเปซสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t_{29} = 26.83$, $p < 0.05$) รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของจินตนา และสมพงษ์ (2561, น. 445) กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนภาษาจีนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านการจัดการเรียนการสอน ครูควรจะใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่เป็นกิจกรรมที่มีความหลากหลาย สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ภาษาจีนในการสื่อสารมากที่สุด รวมถึงการสอดแทรกวัฒนธรรมเจ้าของภาษาในกิจกรรมการเรียนการสอน 2) ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ ครูควรเลือกใช้แบบเรียน/ตำราเรียนที่มีความต่อเนื่องกันในแต่ละระดับชั้น ควรหาแบบเรียนนอกเวลาเพื่อเสริม/เพิ่มความรู้ภาษาจีนให้กับผู้เรียน การใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนและการใช้ข่าวสาร/บุคคลที่กำลังเป็นที่สนใจของสังคมมาใช้เป็นสื่อในการสอน 3) ด้านการวัดและประเมินผล ครูควรวัดและประเมินผลผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน นำผลการวัดและประเมินที่ได้มาปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอน การซ่อมเสริมผู้เรียน และการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเก่ง/ถนัด ด้านใดเพื่อส่งเสริมผู้เรียนตามความถนัด

สรุป

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนกับแนวทางการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีน พบว่า สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาภาษาจีนนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มากที่สุดคือ วรรณกรรมจีนเรื่องสามก๊ก (三国演义) คิดเป็นร้อยละ 46.10 แนวทางการนำสี่สุดยอดวรรณกรรมจีนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน มากที่สุดคือ การจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บอร์ดความรู้ ใบความรู้ อินโฟกราฟิก โมเดลตัวละคร เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 94.12 และผลการวิเคราะห์การศึกษาค้นคว้าเห็นว่าการประยุกต์ใช้สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนในการจัดการเรียนรู้ภาษาจีน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.63) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.66$, S.D.=0.69) รองลงมา คือ ด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.59$, S.D.=0.58) น้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.56$, S.D.=0.64) สรุปได้ว่า สี่สุดยอดวรรณกรรมจีนมี

เนื้อหาที่น่าสนใจ มีคุณค่า และเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ข้อเสนอแนะในการวิจัย 1) ควรมีการขยายผลการศึกษาไปถึงวรรณกรรมจีนเรื่องอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสังคมไทย เช่น เปาบุ้นจิ้น เจ้าแม่กวนอิม มังกรหยก นางจา เป็นต้น เพื่อให้ได้มุมมองที่สมบูรณ์แตกต่าง และหลากหลายมากขึ้น 2) ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการประยุกต์ใช้วรรณกรรมจีนและวรรณกรรมไทยที่มีลักษณะร่วมกันในการจัดการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- กนกกร สีสั่ง. (2560). การพัฒนาสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพระอภัยมณี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จินตนา วิเศษจินดา และสมพงษ์ จิตระดับ. (2561). แนวทางการจัดการเรียนการสอนภาษาจีนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสาร Veridian E-Journal Silpakorn University ฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 11(2), 445-455.
- จิราภา อีระธาดา และสุชาวดี เกษมณี. (2564). การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสตอรี่ไลน์ วิชาภาษาไทยเรื่องสามก๊ก ตอนกวนอูไปรับราชการกับโจโฉ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 16(1), 114-123.
- ณัชพร นามวัฒน์ และกมลทิพย์ รักเกียรติยศ. (2564). การใช้สื่อเทคโนโลยีสำหรับการสอนภาษาจีนของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 39(2), 19-31.
- ปิยะพงษ์ งามลาโสสม. (2564). การพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนวรรณคดีไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย, 1(1), 24-40.
- ยศไกร ส.ตันสกุล. (2559). การผลิตสามก๊กในบริบทของสังคมไทย พ.ศ. 2480-2550 [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุภัทร ชัยวัฒน์พันธุ์. (2549). ประวัติวรรณคดีจีน. สำนักพิมพ์สุภาพใจ.
- He Xiao hua และพัชลินจ์ จินนุ่น. (2564). สถานภาพการวิจัยวรรณกรรมจีนในผลงานวิชาการ ในรอบทศวรรษ (พ.ศ. 2553 – 2563). ใน รายงานการประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 12 (น. 706-718). 24 มิถุนายน 2564 ณ มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่.
- Chang Yipeng. (2565). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้ผ่านไซเบอร์สเปซ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์วรรณกรรมจีนร่วมสมัย [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.



VLEARN. (2565, 8 กุมภาพันธ์). เกร็ดความรู้เรื่อง “สี่สุดยอดวรรณกรรมจีน. <https://www.vlearn.world/Education/view/206>

Wang Lingqian และไพทยา มีสัจย์. (2566). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารภาษาจีนโดยใช้
วรรณกรรมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think Pair Share สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสาร
สหวิทยาการนวัตกรรมปริทรรศน์, 6(1), 33-47.

ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ในรายวิชาภาษาจีน
Students' Opinion toward MACRO Model Learning Management
in Chinese Course

ฐิติมนินทร์ ชูประดิษฐ์^{1*}

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) กรุงเทพฯ 10240

*Corresponding author. E-mail address: thitimunin.c@ds.ru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ในรายวิชาภาษาจีน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน คือการวิจัยเชิงปริมาณร่วมกับการวิจัยเชิงคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็น ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนกศิลปภาษาจีนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในรายวิชาภาษาจีนฟัง-พูด ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 17 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนความเข้าใจเนื้อหาดียิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้น และเล็งเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ภาษาจีน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณภาพรวมของความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.96$)

คำสำคัญ: ความคิดเห็น ภาษาจีน MACRO model

Abstract

The purpose of this research was to study students' opinion toward MACRO model learning management in Chinese course. This research was a mixed-method approach using quantitative and qualitative research design. The research instrument used in this research included questionnaires and interview forms. The sample of this study were 17 Mathayom 6 students in Arts-Chinese program studying in Chinese Listening and Speaking Course in the academic year 2022, the Demonstration School of Ramkhamhaeng University. The results showed that MACRO Model learning management helped create positive learning environment and learning motivation. Students were able to understand the content and apply knowledge better. They also saw the value of learning Chinese language. The result of quantitative data analysis indicated that overall students' opinion toward the learning management was at a high level ($\bar{x} = 3.96$)

Keywords: Opinion, Chinese language, MACRO model

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 ประเทศจีนกำลังก้าวขึ้นมาเป็นประเทศมหาอำนาจทางการเมืองและเศรษฐกิจของโลก มีความก้าวหน้าทั้งทางด้านการทหาร เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่สามารถเทียบชั้นกับประเทศมหาอำนาจตะวันตก ในขณะที่เดียวกันจีนยังได้ขยายบทบาทมาสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (พิทยา, 2560) จากสภาพการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ภาษาจีนกลายเป็นภาษาที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมโลก การจัดการเรียนการสอนภาษาจีนในประเทศไทยนับว่ามีจุดเริ่มต้นและดำเนินมาเป็นเวลาช้านาน หลายทศวรรษ กระแสความตื่นตัวของนักเรียนภาษาจีนได้แผ่ขยายไปในวงกว้างในทุกช่วงวัยและทุกแวดวง โดยในปัจจุบันมีการจัดการเรียนการสอนในทุกระดับชั้น และมีการพัฒนาหลักสูตรรวมถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนให้มีประสิทธิภาพว่าผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้มีการฝึกฝนทักษะอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการพัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะในการใช้ภาษา นอกจากนี้ รูปแบบการเรียนการสอนยังควรมีความหลากหลายและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยควรกำหนดวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทว่า ปัญหาที่พบมากที่สุดของการเรียนการสอนภาษาจีนในด้านผู้เรียน คือ ทักษะคิดต่อภาษาจีนและพฤติกรรมการเรียนภาษาจีนของผู้เรียน โดยสาเหตุหลักเนื่องมาจากผู้เรียนขาดเป้าหมายในการเรียนภาษาจีน ทำให้ไม่เล็งเห็นความสำคัญของภาษาจีน ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ทั้งนี้ ครูผู้สอนมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยสร้างทัศนคติและแรงจูงใจที่ดีต่อการเรียนภาษาจีน รวมถึงสร้างความตระหนักใน

ความสำคัญของภาษาจีน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้กิจกรรมหรือการฝึกปฏิบัติจริง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) แรงจูงใจจึงถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะในการเรียนรู้ภาษา แรงจูงใจนับเป็นกุญแจสำคัญของความสำเร็จในการเรียนภาษา เพราะมีอิทธิพลต่อการสร้างแรงบันดาลใจในการบรรลุผลสำเร็จ (Reimann, 2001, อ้างถึงใน ศุภิกา, 2561) โดยแรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อการเรียนภาษาจีนมากยิ่งขึ้นคือ แรงจูงใจเชิงใช้ประโยชน์ (Instrumental Motivation) และแรงจูงใจเชิงสังคม (Integrative Motivation) ซึ่งสองสิ่งนี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ นั่นคือการเรียนรู้ภาษาเพื่อนำไปใช้ในการสื่อสารเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (พิชัย, 2563) ฉะนั้น การสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้สอนควรให้ความสำคัญ ซึ่งควรมีกระบวนการในการเสริมสร้างแรงจูงใจไว้ในลำดับแรกของการจัดการเรียนการสอน เพราะจะเป็นแรงขับและช่วยผลักดันให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับภาษาต่างประเทศองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้ หลังจากผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และความจำที่แม่นยำเกี่ยวกับความหมายของคำศัพท์ สำนวน และโครงสร้างไวยากรณ์ของภาษานั้นๆ แล้ว การฝึกฝนทักษะการสื่อสารทั้ง 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการฟัง พูด อ่าน และเขียนคือสิ่งจำเป็น ซึ่งหัวใจสำคัญของการพัฒนาทักษะทางภาษาคือ “การฝึกฝน” และ “การนำไปประยุกต์ใช้” สิ่งสำคัญในการเรียนรู้ภาษาคือการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้และให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในระหว่างเรียน โดยการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจะเป็นการสอนที่สอดแทรกกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำโครงการ การสร้างบทสนทนา การทำงานกลุ่มหรือคู่ เกมต่างๆ เป็นต้น (Nurilloevna, 2021) โดยครูควรใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่เป็นที่มีความหลากหลาย สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียน อีกทั้งยังต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ภาษาจีนในการสื่อสารมากที่สุด (จินตนา และ สมพงษ์, 2561)

จากผลการศึกษาที่กล่าวมา สรุปได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ภาษาจีนที่ดี ควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างแรงจูงใจ มีกิจกรรมต่างๆ ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในระหว่างเรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการใช้ภาษาในการสื่อสารและนำไปสู่การประยุกต์ใช้ภาษาในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งหากผู้สอนสามารถสร้างสรรค์รูปแบบการจัดการเรียนรู้หรือนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบดังกล่าวครบถ้วนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนก็จะทำให้การเรียนการสอนภาษาจีนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO เป็นการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าตั้งคำถาม สืบค้น เสาะแสวงหาคำตอบและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ตกลงเป็นองค์ความรู้และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เสริมสร้างการทำงานร่วมกันเป็นทีม นำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลโดยบูรณาการกับความรู้และทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) และขั้นตอนที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) (ดิเรก, 2560) จะเห็นได้ว่าทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO นับเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาษาต่างประเทศของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งหากมีการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวก็จะยิ่งช่วยให้สามารถเข้าใจถึงความต้องการของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำวิจัย เรื่อง ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าว ว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนมากน้อยเพียงใด และนำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนกศิลปภาษาจีนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในรายวิชาภาษาจีนฟัง-พูด โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 17 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือในการวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model การแบ่งความคิดเห็นเป็นแบบประเมิน 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) จำนวน 5 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก

3 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

2.2 เครื่องมือในการวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model เป็นแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการแจกแบบสอบถามให้แก่ นักเรียนซึ่งเป็นประชากรเป้าหมาย จำนวน 17 คน ชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการทำแบบสอบถามให้นักเรียนทราบ

2) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบสอบถามของนักเรียน เมื่อได้รับแบบสอบถามตอบกลับมา ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลแล้วจดบันทึกและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียน การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของ ชูศรี (2550 : 69) ดังนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลในแต่ละส่วนเป็นไปตามเกณฑ์ของเบสท์ (Best, 1977) ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.49 – 5.00	หมายถึง	ระดับสูงมาก
ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	ระดับสูง
ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	ระดับปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	ระดับต่ำ
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	ระดับต่ำมาก

4.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model มาแยกเป็นประเด็นสำคัญ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยการวิเคราะห์จากการจำแนกชนิดข้อมูล (Typological Analysis) โดยใช้การวิเคราะห์คำหลัก (Domain Analysis) นำมาลำดับและเรียบเรียงประเด็นต่าง ๆ ให้เหมาะสมแล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ภาพรวมของความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.96$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อ 2 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x} = 4.35$) จัดอยู่ในระดับมาก รองลงมาคือข้อ 5 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยให้นักเรียนเล็งเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ภาษาจีน ($\bar{x} = 4.00$) ลำดับถัดมา คือ ข้อ 1 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ($\bar{x} = 3.88$) และ ข้อ 4 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้น ($\bar{x} = 3.88$) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ข้อ 3 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ ($\bar{x} = 3.76$)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาแบ่งออกได้เป็น 4 ประเด็น ดังนี้

1. ความคิดเห็นด้านความเข้าใจในเนื้อหา ผลจากการสัมภาษณ์พบว่าหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MACRO model นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาดียิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเป็นขั้นของการเรียนรู้โดยตรง ซึ่งหลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนคำศัพท์และเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้คำศัพท์ภาษาจีนในสถานการณ์ต่าง ๆ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายหลักการ ใช้ การนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามหลักภาษาและวัฒนธรรมของเจ้าของภาษาแล้ว ลำดับต่อมา ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นหัวข้อการอภิปรายกลุ่มในหัวข้อ “ความปลอดภัยบนท้องถนนของนักท่องเที่ยวชาวจีน” เพื่อให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทำการการระดมความคิด โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันเสนอข้อควรระวังในการใช้ท้องถนนหากชาวจีนมาเที่ยวเมืองไทย ในขั้นตอนนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาจีน และกระตุ้นนักเรียนทำการการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกคนอื่น ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกประยุกต์ใช้ภาษา เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาที่มีในการซักถามครูและเพื่อน ให้เพื่อนนักเรียนช่วยอธิบายในสิ่งที่ไม่เข้าใจ เช่น คำศัพท์บางคำที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจความหมาย โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า “...พอได้เรียนคำศัพท์และเนื้อหาแล้วได้ฝึกใช้ภาษาทันที ทำให้เข้าใจหลักการนำไปใช้ได้ชัดเจนมากขึ้น...” และ “...พอได้ลองฝึกแต่งประโยคทำให้รู้ว่าตรงไหนที่ยังไม่เข้าใจ คำศัพท์ไหนที่ยังไปประยุกต์ใช้ไม่เป็น ตรงไหนไม่ได้ก็ถามเพื่อนหรือคุณครูได้ทันที...”

2. ความคิดเห็นด้านบรรยากาศการเรียนรู้ จากการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MACRO model ทำให้บรรยากาศในการเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน ผ่อนคลาย ไม่น่าเบื่อ อีกทั้งยังช่วยลดความวิตกกังวลและมีความมั่นใจในการใช้ภาษาจีนมากขึ้น โดยเฉพาะเวลาฝึกฝนการใช้ภาษาจะกล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้นเมื่ออยู่กับเพื่อนนักเรียน นอกจากนี้ ในกระบวนการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเป็นขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) ที่ครูให้นักเรียนเรียนรู้แหล่งสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย อีกทั้งยังได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน แบ่งปันความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา โดยนักเรียนมีความคิดเห็นที่ “...การเรียนรูปแบบนี้ทำให้รู้สึกสนุก มีอิสระในการค้นคว้าข้อมูล ได้พูดคุยและปรึกษากับเพื่อน ได้ฝึกใช้คำศัพท์แต่งประโยค ทำให้ไม่รู้สึกเบื่อเหมือนการนั่งฟังครูสอนเพียงอย่างเดียว...” และ “พอได้คุยกับเพื่อน ทำให้ไม่รู้สึกเกร็ง มีความกล้าและอยากที่จะพูดมากขึ้น”

3. ความคิดเห็นด้านการเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ จากการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MACRO model ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนภาษาจีน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งเป็นขั้นของการสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ครูได้ใช้วิธีตั้งคำถามให้นักเรียนได้ขบคิดถึงปัญหาการจราจรและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับนักท่องเที่ยวชาวจีนบนท้องถนนที่มาเที่ยวในเมืองไทย และวิเคราะห์ประเด็นข่าวเกี่ยวกับอุบัติเหตุจราจรที่ได้รับชมจากคลิปข่าวต่าง ๆ ที่ครูมานำเสนอ เพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากการเรียนรู้และเรียนรู้ภาษาจีนอย่างมีเป้าหมาย เพื่อใช้ในการแนะนำ ตักเตือน และให้ความช่วยเหลือนักท่องเที่ยวชาวจีนเมื่อมาท่องเที่ยวที่ประเทศไทย

4. ความคิดเห็นด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ จากการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MACRO model ช่วยให้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้น โดยในขั้นที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นของการสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ที่นักเรียนนำผลที่ได้จากการอภิปรายกลุ่มมาเรียบเรียงให้เป็นระบบเพื่อรายงานและนำเสนอในขั้นตอนที่ 4 (Reporting) ที่เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานที่ได้จากการตกผลึกความรู้ของตนเองโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดทำคลิปวิดีโอและโปสเตอร์แนะนำและตักเตือนเรื่องความปลอดภัยบนท้องถนนให้นักท่องเที่ยวชาวจีนเมื่อมาท่องเที่ยวที่เมืองไทยให้ถูกต้องตามหลักภาษาและวัฒนธรรมจีน โดยนักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ และในขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนทำการเผยแพร่คลิปดังกล่าวและโปสเตอร์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์เพื่อเป็นการกระจายความรู้ให้แก่สังคม

5. ความคิดเห็นด้านการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ภาษาจีน ผลจากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้ภาษาจีนด้วยรูปแบบ MACRO model ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ภาษาจีน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในขั้นตอนที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) ที่หัวใจสำคัญคือการกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำภาษาจีนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและสังคม และเผยแพร่ผ่านช่องทางออนไลน์ต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ โดยนักเรียนได้ปฏิบัติภาระงานโดยการทำคลิปวิดีโอ เรื่อง ความปลอดภัยบนท้องถนนของนักท่องเที่ยวชาวจีนที่มาเที่ยวที่เมืองไทย ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนใช้ภาษาจีน และตระหนักว่าการใช้ภาษาในการสื่อสารเพื่อตักเตือน แนะนำ และช่วยเหลือเจ้าของภาษามีความสำคัญต่อชีวิตมากน้อยเพียงใด โดยนักเรียนมีความคิดเห็นว่า “...พอได้นึกถึงอุบัติเหตุต่างๆที่อาจเกิดขึ้นกับนักท่องเที่ยวชาวจีน มันทำให้หนูรู้สึกว่าจะอยากเรียนภาษาจีนให้เก่ง เพื่อวันหนึ่งจะได้ใช้ตักเตือนหรือช่วยเหลือพวกเขา...”

สรุป

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณพบว่าภาพรวมของความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.96$) โดยข้อ 2 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x} = 4.35$) จัดอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ ผลจากการสัมภาษณ์ในประเด็นต่าง ๆ ยังแสดงให้เห็นว่า เมื่อผ่านการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model จนครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MACRO model นักเรียนความเข้าใจเนื้อหาดียิ่งขึ้น เพราะได้

สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาจีน อีกทั้งยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกคนอื่น ๆ มีโอกาสฝึกประยุกต์ใช้ภาษา เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาที่มีในการซักถามครูและเพื่อนได้ทันที บรรยากาศในการเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน ผ่อนคลาย ไม่น่าเบื่อ อีกทั้งยังช่วยลดความวิตกกังวลและมีความมั่นใจในการใช้ภาษาจีนมากขึ้น โดยเฉพาะเวลาฝึกฝนการใช้ภาษาจะกล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้นเมื่ออยู่กับเพื่อนนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวความคิดของพรณี (2522) ที่กล่าวถึงบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยบรรยากาศที่มีอิสระ (Freedom) ซึ่งเป็นบรรยากาศที่นักเรียนมีโอกาสได้คิดและตัดสินใจเลือกสิ่งที่มีความหมาย มีคุณค่า และนักเรียนได้มีโอกาสทำผิดโดยปราศจากความกลัวและวิตกกังวล จะสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ เพราะนักเรียนจะปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจและไม่รู้สึกตึงเครียด นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MACRO model ยังช่วยให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ภาษาจีน เพราะได้ขบคิดถึงคำตอบของประเด็นคำถามต่างๆของครู ทำให้นักเรียนเล็งเห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากการเรียนรู้และเรียนรู้ภาษาจีนอย่างมีเป้าหมาย สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้นและเล็งเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ภาษาจีน ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับแนวความคิดของ Keller และ Suzuki (1988) ที่กล่าวว่าการศึกษาที่ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายของการเรียนของตนถือเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน เพราะผู้เรียนจะตระหนักถึงเป้าหมายของตน ทำให้เกิดความพยายามในการที่จะไปให้ถึงเป้าหมายมากขึ้น ทั้งนี้สังเกตได้ว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ข้อ 3 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ อาจเป็นเพราะการใช้วิธีการตั้งคำถามและสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ยังไม่สามารถสร้างแรงจูงใจได้ดีเท่าที่ควร ผู้สอนอาจเสริมกิจกรรมหรือสื่ออื่นๆ ที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน เช่น การให้นักเรียนได้มีการทดลองพูดคุยกับเจ้าของภาษาผ่านช่องทางออนไลน์หรือแอปพลิเคชันต่างๆ ที่นักเรียนชื่นชอบ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ เห็นเป้าหมายของการเรียนรู้ภาษาจีนเด่นชัดและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชูศรี วงษ์รัตน์. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 10). ไทยเนรมิตกิจ.
- ดิเรก วรรณเศียร. (2558). *MACRO model : รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- พรณี ชูทัย. (2522). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. วรุฒิกการพิมพ์.
- พิชัย แก้วบุตร. (2563). ความสนใจของนักศึกษาต่อกิจกรรมเสริมนอกชั้นเรียนวิชาภาษาจีน:กรณีศึกษา นักศึกษาวิชาภาษาจีนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี. *วารสารศรีนครินทร์ทิวไรตม์วิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 12(23), 27-38.
- พิทยา สุวพันธ์. (2560). จินกับการเปลี่ยนแปลงภูมิรัฐศาสตร์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. *วารสารวิเทศศึกษา (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)* 7(2), 1-26.



ศุภิกา นีรัตศัย. (2561). ทักษะคิดแรงจูงใจ และพฤติกรรมการเรียนภาษาอังกฤษของนักศึกษามหาวิทยาลัย

ราชภัฏภูเก็ต. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*, 9(2), 138-170

Best, John. (1977). *Research in Education*. Prentice Hall, Inc.

Keller, J.M. & Suzuki, K. (1988). *Use of ARCS motivation model in courseware design*. In D.H. Jonassen (ed), *Instructional Designs for Microcomputer Courseware*. Lawrence Erlbaum.

Xikmatova Muqadas Nurilloevna. (2021). New Methods and Ways of Foreign Language Teaching. *Eurasian Journal of Research, Development and Innovation*, 2, 26–29.

<https://geniusjournals.org/index.php/ejrди/article/view/175>

การประเมินผลหลักสูตรฝึกอบรมภาษาอังกฤษโครงการ U2T ในจังหวัดแพร่ Evaluation of English Training Courses in U2T Project in Phrae Province.

กรรณิการ์ กาญจน์ดา^{1*}¹มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: kannika@gmaejo.mju.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลหลักสูตรฝึกอบรมภาษาอังกฤษโครงการ U2T โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการประเมินแบบชิปปิงของสตัฟเฟิลบีมร่วมกับแนวคิดของเคิร์กแพททริค กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาบัณฑิตและประชาชนที่ได้รับการจ้างงานจากโครงการ U2T ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จำนวน 240 คน โดยวิธีการกำหนดโควต้าและการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ตรวจสอบความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้เท่ากับ 0.97 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่าผู้เข้าอบรมทั้ง 3 กลุ่มเห็นว่าโดยรวมหลักสูตรฝึกอบรมภาษาอังกฤษมีความเหมาะสมในระดับมาก ประชาชน ($\bar{X}=4.31$, S.D=0.61) บัณฑิต ($\bar{X}=4.29$, S.D=0.68) นักศึกษา ($\bar{X}=4.15$, S.D=0.64) โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

- 1) ด้านปัจจัยนำเข้า: ประชาชน ($\bar{X}=4.37$) บัณฑิต ($\bar{X}=4.30$) นักศึกษา ($\bar{X}=4.13$)
- 2) ด้านกระบวนการ:
 - วิทยากร: ประชาชน ($\bar{X}=4.36$) บัณฑิต ($\bar{X}=4.32$) นักศึกษา ($\bar{X}=4.21$)
 - เนื้อหา: บัณฑิต ($\bar{X}=4.34$) ประชาชน ($\bar{X}=4.31$) นักศึกษา ($\bar{X}=4.25$)
 - ผู้เข้าอบรม: บัณฑิต ($\bar{X}=4.33$) ประชาชน ($\bar{X}=4.32$) นักศึกษา ($\bar{X}=4.12$)
- 3) ด้านปฏิกิริยา: บัณฑิต ($\bar{X}=4.27$) ประชาชน ($\bar{X}=4.25$) นักศึกษา ($\bar{X}=4.03$)
- 4) ด้านการเรียนรู้และพฤติกรรม: ประชาชน ($\bar{X}=4.24$) บัณฑิต ($\bar{X}=4.23$) นักศึกษา ($\bar{X}=4.13$)

คำสำคัญ: การประเมินผล โครงการ U2T หลักสูตรฝึกอบรมภาษาอังกฤษ

Abstract

This research aimed to evaluate the English training courses in U2T project based on Stufflebeam's CIPP model and Kirkpatrick model. 240 samples recruited by quota and random sampling. They were students, graduates, and population who were employed in U2T project of Maejo University – Phrae campus. Questionnaires were used to collect data. Cronbach's alpha coefficient was used to measure the validity of questionnaires which was 0.97. Data were analyzed by using descriptive statistics that included percentage, mean, and standard deviation.

The results showed that all three groups of participants agreed that the overall English training courses were appropriate at high levels; people (\bar{X} =4.31, S.D=0.61, graduates (\bar{X} =4.29, S.D=0.68), students (\bar{X} =4.15, S.D=0.64), which were classified into four group as follows:

- 1) Input: people (\bar{X} =4.37), graduates (\bar{X} =4.30), students (\bar{X} =4.13)
- 2) Process:
 - Lecturers: people (\bar{X} =4.36), graduates (\bar{X} =4.32), students (\bar{X} =4.21)
 - Content: graduates (\bar{X} =4.34), people (\bar{X} =4.31), students (\bar{X} =4.25)
 - Trainees: graduates (\bar{X} =4.33), people (\bar{X} =4.32), students (\bar{X} =4.12)
- 3) Reaction: graduates (\bar{X} =4.27), people (\bar{X} =4.25), students (\bar{X} =4.03)
- 4) Learning and behavior: people (\bar{X} =4.24), graduates (\bar{X} =4.23), students (\bar{X} =4.13)

Keywords: Evaluation, U2T project, English training courses

พฤติกรรมของผู้สูงอายุและความต้องการสร้างเสริมสุขภาพองค์รวม Behavior of the Elderly and Needs for Holistic Health Promotion

วิลาวัลย์ กันทะ¹ และ จันทร์จิรา นันตา^{2*}¹สาขาวิชาการจัดการชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140²มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: ninenunta@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุในอำเภอร่องวาง 2) ศึกษาความต้องการสร้างเสริมสุขภาพแบบองค์รวมของผู้สูงอายุในอำเภอร่องวาง เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชาชนในอำเภอร่องวาง จำนวน 100 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยพบว่าผู้สูงอายุมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพอยู่ในระดับดี ศึกษาพฤติกรรมของผู้สูงอายุใน 3 ด้าน ดังนี้

- 1) ผู้สูงอายุออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอและออกกำลังกายร่วมกับผู้อื่นในที่สาธารณะ
- 2) ผู้สูงอายุรับประทานอาหารหลักครบ 5 หมู่ และอาหารที่มีประโยชน์ ได้แก่ ผักและผลไม้
- 3) ผู้สูงอายุสามารถควบคุมอารมณ์ได้เมื่อรู้สึกกังวลหรือโกรธ พวกเขา มักจะพูดคุยกับสมาชิกใน

ครอบครัวเช่นลูก ๆ หลาน ๆ

ความต้องการการส่งเสริมสุขภาพองค์รวมของผู้สูงอายุโดยรวม (สุขภาพทางกาย สังคม และจิตใจ) อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การส่งเสริมสุขภาพแบบองค์รวม พฤติกรรมของผู้สูงอายุ

Abstract

The objectives of this research were: 1) to study the elderly's health care behaviors in Rong Kwang District 2) To study the elderly's needs for holistic health promotion in Rong Kwang District. The research tool was a questionnaire created by the researcher. The questionnaire was used to collect data from 100 people in Rong Kwang District. The data were analyzed using descriptive statistics.

The results found that the elderly's health care behaviors were at a good level. The elderly's behaviors were studied in three aspects as follows:

- 1) The elderly exercised regularly and did exercises with other people in public areas.
- 2) The elderly ate five main food groups and healthy foods, including fruits and vegetables.
- 3) The elderly could control their emotions when they felt worried or angry. They usually talked to their family members, such as children and grandchildren.

The elderly's overall needs for holistic health promotion (physical, social, and psychological well-being) were at a high level.

Keywords: Holistic health promotion, Behavior of the elderly

บทนำ

ผู้สูงอายุมีสุขภาพและมีสมรรถภาพที่ลดลงต่างจากวัยรุ่น และการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุจะต้องมีความระมัดระวังมากกว่าปกติ และมีการดูแลสุขภาพที่สูงขึ้นผู้สูงอายุที่รู้วิธีการดูแลสุขภาพในด้านต่างๆและผู้สูงอายุที่ไม่รู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และยังคงดูแลสุขภาพตัวเองในแบบผิดๆ ซึ่งการวิจัยได้มีเป้าหมายที่จะให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่ดีและพฤติกรรมที่ดีต่อสุขภาพ “ผู้สูงอายุ” มีแนวโน้มเกิดการถดถอยของสมรรถภาพร่างกายง่ายกว่าวัยอื่นๆ เป็นวัยที่ระบบต่างๆ ในร่างกายมีการเสื่อมสภาพ เนื่องจากร่างกายมีความเปลี่ยนแปลงไปมากอีกทั้งในผู้สูงอายุยังมีปัญหาทางด้านอารมณ์และจิตใจร่วมด้วย ก่อให้เกิดโรคต่างๆ (สุรเดช และคณะ, 2556)

สำหรับผู้สูงอายุมีวัตถุประสงค์ในการเสริมสร้างความแข็งแรงของระบบต่างๆในร่างกาย ช่วยชะลอความเสื่อมของระบบต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงทนทานให้กับกล้ามเนื้อเพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกาย ปรับระบบการทำงานของระบบต่าง ๆ ให้มีความสมดุล พฤติกรรมสุขภาพด้านอารมณ์ ภาวะสุขภาพจิตที่พบบ่อยในผู้สูงอายุอารมณ์แปรปรวนในผู้สูงอายุ คือ อาการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ที่รวดเร็ว อาจมีหลากหลายอารมณ์ในหนึ่งวัน โดยอาจรู้สึกเศร้า รู้สึกมีความสุข เนื่องจากปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ยาก ความต้องการดูแลตนเองทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดความผาสุกหรือคุณภาพชีวิตที่ดีตามมา ผู้สูงอายุจะมีคุณภาพชีวิตที่ดีถ้าได้ผู้รู้จักดูแลตนเอง จากการสังเกตพบว่าผู้สูงอายุทั่วไป มักจะตกอยู่ในปัญหา

วิกฤติ จำเป็นต้องพึ่งพาผู้อื่นเป็นอย่างมากเนื่องจากเกิดความเสื่อมถอยทางสมรรถภาพทางร่างกาย ทำให้เกิดมีอาการวิตกกังวล ซึมเศร้า นอนไม่หลับภาวะสมองเสื่อมและปัญหาทางเพศ ความกังวลในเรื่องที่ต้องพึ่งพาลูกหลาน บางคนแสดงออกเด่นชัดขนาดกังวลทางด้านลบในสุขภาพของตนเอง จนกลายเป็นความกลัวขาดความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น ตนเองจะ ถูกมองว่าไร้ค่า กลัวจะถูกลูกหลานทอดทิ้ง กังวลจนนอนไม่หลับและกลัวความตายของผู้สูงอายุ ซึ่งการวิตกกังวลเหล่านี้ทำให้สภาพจิตใจของผู้สูงอายุแย่ลงไปด้วย (สฤติย์, 2558)

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมสุขภาพ และความต้องการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุในอำเภอร่องกวาง เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามเพื่อเข้าถึงพฤติกรรมสุขภาพและความต้องการของผู้สูงอายุ ทราบถึงปัญหาต่างๆเป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพและสุขภาพทางกาย ทางใจ และทางสังคม

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปริมาณ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในตำบลร่องกวาง อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ โดยการใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยใช้เครื่องมือเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์สถิติพรรณนา โดยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือการวิจัยกับผู้สูงอายุในร่องกวาง จำนวน 100 คน จากผลการศึกษาพบว่า จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสรุปและอภิปรายผลการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุในตำบลร่องกวาง อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 100 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามหลักเกณฑ์หรือจุดมุ่งหมายของผู้วิจัยซึ่งเจาะจงไปที่ผู้สูงอายุ อายุ 60-75 ปี ผู้จำนวน 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่มีโครงสร้างคำถามที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์และผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล แบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่1 แบบสอบถามข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้สูงอายุ โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบและเติมข้อความ ประกอบไปด้วยข้อคำถาม เกี่ยวกับเพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความเพียงพอของรายได้ สมาชิกในครอบครัว กิจกรรมเวลาว่าง การพบแพทย์ในตอนที่เจ็บป่วย สถานภาพของตนเองในครอบครัว เป็นสมาชิกกลุ่มภายในหมู่บ้าน อาชีพ ภาวะสุขภาพ โรคประจำตัว และปัญหาสุขภาพ

ส่วนที่2 แบบสอบถามพฤติกรรมสุขภาพโดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเป็น 4 อันดับตอบเลือก คือ ปฏิบัติสม่ำเสมอ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง และไม่ปฏิบัติเลย ให้ผู้ตอบเลือกตอบเพียงคำตอบเดียว ข้อคำถามแยกออกเป็น 3 ด้าน ด้านการออกกำลังกาย ด้านการรับประทานอาหาร ด้านการจัดการอารมณ์

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามต้องการสร้างเสริมสุขภาวะองค์กรร่วมผู้สูงอายุ ลักษณะแบบสอบถามด้านสุขภาวะทางกาย สุขภาวะทางจิต สุขภาวะทางสังคมโดยแบ่งแบบมาตราส่วน แบ่งเป็น 5 ระดับ

ต้องการมากที่สุด	เท่ากับ	5 คะแนน
ต้องการมาก	เท่ากับ	4 คะแนน
ต้องการปานกลาง	เท่ากับ	3 คะแนน
ต้องการน้อย	เท่ากับ	2 คะแนน
ต้องการน้อยที่สุด	เท่ากับ	1 คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์สถิติพรรณนา ร้อยละ และค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยการสอบถาม

ผลการศึกษา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลภาวะสุขภาพโรคประจำตัวและปัญหาสุขภาพ

Table 1. Personal disease information

congenital	quantity	percentage
pressure	38	49.35
diabetes	20	25.97
heart	20	25.97
kidney	12	15.58
gout	10	12.98

ข้อมูลโรคประจำตัวผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 77 และไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 23 ส่วนใหญ่จะเป็นโรคความดัน ร้อยละ 49.35 มากที่สุด ลงมาจะเป็นเบาหวานและหัวใจ ร้อยละ 25.97 เท่ากัน โรคไต ร้อยละ 15.58 และโรคเก๊าท์ ร้อยละ 12.98 น้อยที่สุด

Table 2. Information about health problems

Health problems	quantity	percentage
1.Palpitations		
Do not have	10	10
Once in a while	47	47
Often	22	22
Regular	21	21
2. Respiratory problems such as wheezing, difficulty breathing		
Do not have	16	16
Once in a while	41	41
Often	29	29
Regular	14	14
3. Abdominal pain from gastritis		
Do not have	12	12
Once in a while	40	40
Often	29	29
Regular	19	19
4. Problems with the excretory system such as urinary incontinence, constipation		
Do not have	27	27
Once in a while	31	31
Often	24	24
Regular	18	18
5. Eye problems such as blurred vision, glaucoma		
Do not have	20	20
Once in a while	38	38
Often	24	24
Regular	18	18
6. Problems with gums and teeth		
Do not have	21	21
Once in a while	33	33
Often	20	20
Regular	26	26

Health problems	quantity	percentage
7. Ear problems, such as hearing problems		
Do not have	26	26
Once in a while	25	25
Often	25	25
Regular	24	24
8. insomnia		
Do not have	21	21
Once in a while	38	38
Often	17	17
Regular	24	24
9. problems with depression		
Do not have	33	33
Once in a while	32	32
Often	20	20
Regular	15	15
10. difficulty with movement		
Do not have	15	15
Once in a while	41	41
Often	19	19
Regular	25	25

ผู้สูงอายุที่มีอาการใจสั่น ส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 47 เนื่องจากอายุที่มากขึ้นการเต้นของหัวใจจะมีความผิดปกติมากขึ้น ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น หอบ หายใจไม่สะดวก ส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 41 เนื่องจากร่างกายที่เหนื่อยมากๆจะทำให้หายใจไม่สะดวกและหอบได้ ผู้สูงอายุที่มีอาการปวดท้องจากโรคกระเพาะอาหาร ส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 40 เกิดจากการรับประทานอาหารที่ไม่ตรงต่อเวลา ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบขับถ่าย เช่น ปัสสาวะขัดกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ท้องผูก ส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 31 ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับตา เช่น พร่ามัวต้อหิน ส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 38 เป็นผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับ เหนื่อยและฟั่น ส่วนใหญ่จะไม่มีอาการ ร้อยละ 26 เป็นนานๆครั้ง ผู้สูงอายุที่มีอาการนอนไม่หลับส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 38 เป็นประจำ ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับภาวะซึมเศร้า ส่วนใหญ่จะไม่มีอาการ ร้อยละ 33 เป็นนานๆครั้ง ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวลำบาก ส่วนใหญ่จะเป็นนานๆครั้ง ร้อยละ 41 เป็นประจำ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ

Table 3. Health care behaviors of the elderly

exercise	average	SD	health behavior
1. Regular exercise About 2-3 times a week for 10-15 minutes each time.	3.33	1.079	good level
2. Doing activities to stretch the line, such as swinging arms, stretching legs, walking to exercise the body.	3.43	1.081	good level
3. Exercises according to video clips	3.37	1.077	good level
4. Exercising with others in public areas	3.13	1.738	good level
average	3.31	1.24	good level
Eating			
1. Eating vegetables	3.32	1.077	good level
2. Drink at least 6-8 glasses of clean water per day.	3.47	1.091	good level
3. Eating various fruits	3.52	1.081	very good level
4. Drinking milk 1 glass per day / box	3.28	1.009	good level
5. Eating by chewing thoroughly.	3.46	1.081	good level
6. Eating non-toxic food	3.06	1.013	good level
average	3.35	1.058	good level
emotional management			
1. When you feel uneasy Will talk to those close to him, such as children, grandchildren, family members, to vent their feelings	3.33	1.083	good level
2. Be able to face problems consciously	3.13	1.081	good level
3. Relieve stress by finding a hobby that you like to do.	2.96	1.058	good level
4. When feeling stressed or uncomfortable will manage it by myself	3.06	1.086	good level
average	3.12	1.077	good level
total	3.26	1.062	good level

จาก Table 3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ ด้านการออกกำลังกาย อยู่ในระดับที่ดี โดย การทำกิจกรรมเพื่อยืด เส้นยึดสาย เช่น แกว่ง แขน ยืดขา การเดินบริหารร่างกาย (ค่าเฉลี่ย 3.43) ระดับดี เพราะผู้สูงอายุสามารถทำกิจกรรมนี้ได้ง่ายๆ การออกกำลังกายตามคลิพวิดีโอ(ค่าเฉลี่ย 3.37) ระดับดี ผู้สูงอายุสามารถหาคลิพวิดีโอได้ตามโซเชียลต่างๆ การออกกำลังกายสม่ำเสมอ ประมาณสัปดาห์ละ 2-3 ครั้งๆละ10-15 นาที (ค่าเฉลี่ย 3.33)ระดับดี การยืดเส้นยึดสายของผู้สูงอายุถือเป็นการออกกำลังกายจึงทำให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายแบบสม่ำเสมอ การออกกำลังกายร่วมกับผู้อื่นในพื้นที่สาธารณะ (ค่าเฉลี่ย 3.13) ระดับดี ผู้สูงอายุได้ออกกำลังกายร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนกันไปในตัว

พฤติกรรมการดูแลสุขภาพด้านการรับประทานอาหาร อยู่ในระดับที่ดี โดย การรับประทานผลไม้ต่างๆ (ค่าเฉลี่ย3.52) ระดับดีมาก ผลไม้มีรสชาติที่แตกต่างกันจึงทำให้ผู้สูงอายุมีการรับประทานได้ง่าย การดื่มน้ำสะอาดอย่างน้อยวัน ละ 6-8 แก้ว(ค่าเฉลี่ย3.47)ระดับดี การรับประทานอาหารโดยเคี้ยวอย่างละเอียด (ค่าเฉลี่ย3.46) ระดับดี การเคี้ยวอาหารมีผลต่อระบบขับถ่ายจึงทำให้ผู้สูงอายุใช้เวลาในการเคี้ยวอาหารได้นาน การรับประทานผัก (ค่าเฉลี่ย3.32) ระดับดี การรับประทานผักเป็นเรื่องปกติที่พบในตัวผู้สูงอายุการดื่มนมวัน ละ1แก้ว /กล่อง(ค่าเฉลี่ย3.28)ระดับดี การรับประทานของปลอดสารพิษ(ค่าเฉลี่ย3.06)ระดับดี

พฤติกรรมการดูแลสุขภาพการจัดการทางอารมณ์ อยู่ในระดับที่ดี โดย เมื่อไม่สบายใจ จะพูดคุยปรึกษาผู้ที่อยู่ใกล้ชิด เช่น บุตร หลาน คนในครอบครัว เพื่อระบายความรู้สึก(ค่าเฉลี่ย3.33)ระดับดี ส่วนใหญ่ผู้สูงอายุจะพูดคุยกับคนที่ไว้ใจและทำให้มีความสบายใจมากขึ้น สามารถที่จะเผชิญกับปัญหาต่างๆได้อย่างมีสติ (ค่าเฉลี่ย3.13)ระดับดี มีการจัดการปัญหาหาทางออกได้ด้วยตัวเองอย่างดี เมื่อรู้สึกเครียดหรือไม่สบายใจ จะจัดการมันด้วยตัวเอง(ค่าเฉลี่ย3.06)ระดับดี ผ่อนคลายความเครียดโดยการหางานอดิเรกที่ชอบทำ(ค่าเฉลี่ย 2.96)ระดับดี มีการทำกิจกรรมทำให้ไม่ว่างเพื่อให้อารมณ์ไม่แปรปรวน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความต้องการสร้างเสริมสุขภาพองค์รวมของผู้สูงอายุ

Table 4. The need for holistic health promotion of the elderly

physical health	average	SD	need
1. There is a need for epidemic prevention.	4.08	1.032	high level
2. There is a need for supplements to increase strength for the body.	4.16	1.060	high level
3. Want people to be happy in order to strengthen their health.	4.09	1.031	high level
average	4.11	1.041	high level
mental health			
1. There is a need for attention from children.	4.05	1.031	high level
2. There is a need for safety in life.	4.25	1.032	most level
3. There is a need for agencies to organize activities for the elderly to go out and do outdoor activities together.	3.88	1.031	high level

4. There is a need to talk to a trusted person.	3.87	1.030	high level
average	4.01	1.031	high level
social well-being	average	SD	need
1. There is a need for attention, family, neighbors.	3.08	1.031	high level
2. There a good and friendly village environment management.	4	1.032	high level
3. The desire to have a relationship with other people.	4	1.031	high level
4. Need social acceptance	3.09	1.033	high level
average	4	1.031	high level
total	4.04	1.034	high level

จาก Table 4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ในการศึกษามีความต้องการสร้างเสริมสุขภาวะองค์ในระดับมาก

ด้านสุขภาวะทางกาย ระดับมาก มีความต้องการอาหารเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับ ร่างกาย (ค่าเฉลี่ย4.16) ระดับมาก มีความต้องการให้สาธารณสุขจัดกิจกรรมเสริมสร้างความแข็งแรงของสุขภาพ (ค่าเฉลี่ย4.09) ระดับมาก มีความต้องการในด้านการป้องกันการโรคระบาด (ค่าเฉลี่ย4.08) ระดับมาก

ด้านสุขภาวะทางจิต ระดับมาก มีความต้องการด้านความปลอดภัยในการใช้ชีวิต (ค่าเฉลี่ย4.25) ระดับมากที่สุด มีความต้องการในด้านการเอาใจใส่จากลูกหลาน (ค่าเฉลี่ย4.05) ระดับมาก มีความต้องการให้หน่วยงานจัดกิจกรรมให้ผู้สูงอายุได้ออกไปทำกิจกรรมข้างนอกร่วมกัน (ค่าเฉลี่ย3.88) ระดับมาก มีความต้องการที่จะพูดคุยกับบุคคลที่ไว้ใจ (ค่าเฉลี่ย3.87) ระดับมาก

ด้านสุขภาวะทางสังคม ระดับมาก มีความต้องการด้านสภาพแวดล้อมภายในหมู่บ้านที่ดีและเป็นมิตรช่วยเหลือกัน (ค่าเฉลี่ย4) ระดับมาก มีความต้องการที่จะมีสัมพันธ์กับ บุคคลอื่น (ค่าเฉลี่ย4) ระดับมาก ต้องการการยอมรับจากสังคม (ค่าเฉลี่ย3.09) ระดับมาก มีความต้องการความสนใจ ครอบครัว เพื่อนบ้าน (ค่าเฉลี่ย3.08) ระดับมาก

สรุปและอภิปรายผล

วัตถุประสงค์ ข้อที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุในอำเภอร่องวาง พฤติกรรมสุขภาพที่มาจากโรคประจำตัวตามอายุที่มากขึ้น ก็มีปัญหาสุขภาพที่เจอบ่อยในผู้สูงอายุ เช่น อาการใจสั่น สายตาพร่ามัว หู อื้อ เคลื่อนไหวลำบาก นอนไม่หลับ ภาวะซึมเศร้า เป็นต้น จึงแบ่งการศึกษาพฤติกรรมสุขภาพออกเป็น 3 ด้าน

1. ด้านการออกกำลังกาย พฤติกรรมสุขภาพอยู่ในระดับดี มีการทำกิจกรรมเพื่อยืด เส้นยึดสาย เช่น แกว่ง แขน ยืดขา การเดินบริหารร่างกาย เป็นการออกกำลังกายที่ผู้สูงอายุสามารถทำเองได้ง่ายๆมากที่สุด การออกกำลังกายตามคลิปวิดีโอเป็นการออกกำลังกายที่รองลงมาที่ผู้สูงอายุสามารถทำตามคลิปต่างๆได้ จึงทำให้การออกกำลังกายสม่ำเสมอเป็นเรื่องที่ง่ายสำหรับผู้สูงอายุ และการออกกำลังกายร่วมกับผู้อื่นในพื้นที่สาธารณะก็เป็นที่ยอมรับสำหรับผู้สูงอายุ พฤติกรรมผู้สูงอายุในร่องวางเป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น การออกกำลังกาย

กายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการออกกำลังกายเพื่อเสริมการทรงตัว เป็นการออกกำลังกายที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ และสามารถปฏิบัติได้ทุกวัน เช่น การเดินเร็ว วิ่งเหยาะ เนื่องจากการออกกำลังกายดังกล่าวจะต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่มีการเคลื่อนไหวช้า ๆ จึงเหมาะแก่ผู้สูงอายุ

2. ด้านการรับประทานอาหาร พฤติกรรมสุขภาพอยู่ในระดับดี มีการรับประทานผลไม้ต่างๆ การดื่มน้ำสะอาดอย่างน้อยวัน ละ 6-8 แก้ว การรับประทานอาหารโดยเคี้ยวอย่างละเอียด การรับประทานผัก การดื่มนมวัน ละ1แก้ว /กล่อง การรับประทานของปลอดสารพิษ เป็นพฤติกรรมโดยรวมที่อยู่ในระดับที่ดี ผู้สูงอายุส่วนมากมีพฤติกรรมทางด้านการรับประทานอาหารที่ดีและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของตนเอง ผู้สูงอายุยังมีความต้องการพลังงานและสารอาหารเหมือนบุคคลวัยอื่นๆ เพียงแต่ต้องการในปริมาณที่ลดน้อยลง และต้องครบถ้วน 5 หมู่ โดยมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และ เกลือแร่ในปริมาณที่พอเหมาะและครบถ้วน เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

3. ด้านการจัดการทางอารมณ์ พฤติกรรมสุขภาพอยู่ในระดับดี เมื่อไม่สบายใจ จะพูดคุยปรึกษาผู้ที่อยู่ใกล้ชิด เช่น บุตร หลาน คนในครอบครัว เพื่อระบายความรู้สึก ผู้สูงอายุส่วนมากต้องการอยู่กับคนในครอบครัวเป็นส่วนใหญ่ และการมีคนรอบข้างจะสามารถที่จะเผชิญกับปัญหาต่างๆได้อย่างมีสติ เมื่อรู้สึกเครียดหรือไม่สบายใจ บางครั้งจะจัดการมันด้วยตัวเองได้ดีและมีการผ่อนคลายความเครียดโดยการหางานอดิเรกที่ชอบทำ เพื่อจัดการความรู้สึกต่างๆวัยชราเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ด้าน ทั้งสภาพร่างกายที่เสื่อมถอยลงตามอายุที่มากขึ้น รวมถึงอารมณ์และจิตใจที่ไวต่อการกระตุ้นจากสิ่งเร้าทั้งภายนอกและภายในจนนำไปสู่ปัญหาด้านสุขภาพจิตและปัญหาเรื่องอื่น ๆ ได้ วัยสูงอายุจึงถือเป็นวัยที่มีความเปราะบางและต้องการการดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษ

วัตถุประสงค์ ข้อที่ 2 ศึกษาความต้องการสร้างเสริมสุขภาพะของผู้สูงอายุในอำเภอร้องกวาง พฤติกรรมความต้องการอยู่ในระดับมาก ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ด้านสุขภาพะทางกาย มีความต้องการอาหารเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับ ร่างกาย มีความต้องการให้สาธารณะสุขจัดกิจกรรมเสริมสร้างความแข็งแรงของสุขภาพ และมีความต้องการในด้านการป้องกันการโรคระบาด ความต้องการทางด้านทางกายส่วนใหญ่จะเป็นความต้องการที่มีผลดีต่อสุขภาพร่างกายของตัวผู้สูงอายุ ความต้องการในด้านสุขภาพะทางจิต มีความต้องการด้านความปลอดภัยในการใช้ชีวิต และมีความต้องการในด้านการเอาใจใส่จากลูกหลาน ความต้องการความปลอดภัยเพื่อให้การใช้ชีวิตได้อย่างไม่หวาดระแวงและผู้สูงอายุต้องการความรักความเอาใจใส่จากลูกหลานเป็นส่วนมาก มีความต้องการให้หน่วยงานจัดกิจกรรมให้ผู้สูงอายุได้ออกไปทำกิจกรรมข้างนอก ร่วมกัน เพื่อเป็นการสานสัมพันธ์กับบุคคลอื่น มีความต้องการที่จะพูดคุยกับบุคคลที่ไว้ใจ เพราะผู้สูงอายุมีความต้องการรับฟังจากคนที่ไว้วางใจสามารถรับฟังได้ทุกเรื่อง ความต้องการในด้านสุขภาพะทางสังคมมีความต้องการด้านสภาพแวดล้อมภายในหมู่บ้านที่ดีและเป็นมิตรช่วยเหลือกัน มีความต้องการที่จะมีสัมพันธ์กับบุคคลอื่นผู้สูงอายุมีความต้องการที่จะมีเพื่อนพูดคุย หรือเพื่อจะได้ไม่รู้สึกโดดเดี่ยว และต้องการการยอมรับจากสังคม มีความต้องการความสนใจ ครอบครัว เพื่อนบ้าน ศิริวรรณ (2559) กล่าวถึงความต้องการของผู้สูงอายุว่าผู้สูงอายุมีความต้องการด้านต่างๆ ดังนี้คือความต้องการอาหารความต้องการที่พักอาศัย ความต้องการด้านสุขภาพอนามัย และความต้องการด้านการงาน โดยเฉพาะงานอดิเรก และความต้องการด้านสังคม คือต้องการ

เป็นส่วนหนึ่งของครอบครัวต้องการเป็นบุคคลสำคัญในสายตาของสมาชิกในครอบครัวต้องการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครอบครัวและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมได้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้สูงอายุดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข การเปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย ได้แก่

1. ควรมีการส่งเสริมให้กับผู้สูงอายุ มีความตระหนักเรื่องสุขภาพร่างกายของตนเอง มีการจัดการด้านออกกำลังกายและส่งเสริมและการรับประทานอาหารที่ถูกต้องโดยการใส่ใจด้านสุขภาพของตนเอง

2. ด้านการจัดการอารมณ์ ผู้ใกล้ชิดมีความสำคัญในการจัดการอารมณ์ของผู้สูงอายุ การดูแลและการเอาใจใส่ในเรื่องต่างๆ

3. สุขภาวะทางกายทางจิตและทางอารมณ์ผู้สูงอายุเป็นสิ่งสำคัญควรเปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ทางชุมชน ที่เป็นกิจกรรมส่งเสริมทางสุขภาพ กิจกรรมที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับคนอื่นในชุมชน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ได้แก่

ควรทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุในกลุ่มใหญ่ เช่นสมาคมผู้สูงอายุหรือผู้สูงอายุที่อยู่ในบ้านพักคนชรา หรือส่งเสริมผู้สูงอายุทั่วไปให้กว้างขึ้นเพื่อนำผลการศึกษามาใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุในกลุ่มดังกล่าวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากความมุ่งมั่น และความตั้งใจของผู้ทำวิจัยโดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำรวมถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยอย่างยิ่งผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ศิริวรรณ อรุณทิพย์ไพฑูรย์. (2559). *สังคมสูงวัย...ความท้าทายประเทศไทย. กรมกิจการผู้สูงอายุ. กระทรวงการพัฒนา สังคมและความมั่นคงของมนุษย์.*

สุระเดช ดวงทิพย์สิริกุล และคณะ. (2556). *การเจาะลึกความต้องการของผู้สูงอายุ. กระทรวงการพัฒนา สังคม และความมั่นคงของมนุษย์.*

สถิตย์ พงษ์เจตสุพรรณ, (2558). *ปฏิญญาผู้สูงอายุไทย. กระทรวงมหาดไทย กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข.*

ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม
ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่

Economic and Social Factors Influencing the Quality of Life of
the Hmong Ethnic Group, Ban Mae Raem, Tao Poon Sub-district,
Song District, Phrae Province

พรพรหม ฮ่องเดช¹ และ อุบลวรรณ สุภาแสน^{1*}

¹มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: u_supasaen@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง และ 2) ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 178 คน ใช้เทคนิควิธีวิจัยเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาและการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent samples), การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการหาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation)

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพชีวิตด้านจิตใจและด้านร่างกายของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง อยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเฉลี่ย 3.84 และ 3.59 ตามลำดับ นอกจากนี้ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตด้านร่างกายของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ ส่วนปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตด้านจิตใจ ได้แก่ อายุ และรายได้ต่อเดือน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

คำสำคัญ: กลุ่มชาติพันธุ์ คุณภาพชีวิต ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม ม้ง

Abstract

This article aimed 1) to study the quality of life among the Hmong ethnic group 2) to study the economic and social factors that influenced the quality of life among this ethnic group in Ban Mae Raem, Tao Pun Sub-district, Song District, Phrae Province. A questionnaire survey was employed as the primary data collection tool, with a sample size of 178 households. Quantitative research methods and statistical software were used to analyze the data, including t-test independent samples, One-way ANOVA for variance analysis, and Pearson correlation coefficient to determine the relationship between variables.

The research findings indicated that the mental and physical dimensions of the Hmong ethnic group's quality of life were generally favorable, with mean scores of 3.84 and 3.59, respectively. Moreover, the economic and social factors that influenced physical dimensions of the Hmong 's quality of life included age, educational level, occupation, and income. Similarly, age and monthly income emerged as key determinants of mental dimensions of the Hmong 's quality of life. These factors were statistically significant at a significance level of 0.05.

Keywords: Ethnic group, Quality of life, Economic and social factors, Hmong

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ ทั้งชาติพันธุ์ที่อยู่บนพื้นที่สูงและพื้นที่ราบ ที่กระจุกกระจายอยู่ในแต่ละภาคของประเทศไทย รวมถึงทางภาคเหนือ ซึ่งบางชาติพันธุ์ดำรงวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมเป็นหลักจนถึงปัจจุบัน และชาติพันธุ์บางกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีพตามสภาพแวดล้อมและบริบทสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป

กลุ่มชาติพันธุ์ "ม้ง" ในประเทศไทยนั้น จากข้อมูลจำนวนประชากรของสถาบันวิจัยชาวเขา (ศศิธร, 2553) พบว่ามีอยู่ราวแสนคน ของจำนวนประชากรกลุ่มชาติพันธุ์ในประเทศไทย โดยกระจายอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ ในจำนวนนี้มีกลุ่มชาติพันธุ์ม้งอาศัยอยู่ในบ้านแม่แรม อำเภอสอง จังหวัดแพร่ จำนวน 320 ครัวเรือน ประชากร 1,946 คน (ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา, ม.ป.ป.) ซึ่งถือว่าเป็นชุมชนม้งขนาดใหญ่ที่สุดในจังหวัดแพร่ จึงเป็นที่น่าสนใจศึกษาในกลุ่มชาติพันธุ์ม้งเหล่านี้ว่ามีคุณภาพชีวิตอย่างไร โดยการศึกษาคุณภาพชีวิตนั้น การศึกษานี้ ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพชีวิต (Quality of Life) โดยองค์การอนามัยโลก (ศรีเมือง, 2552) ได้พัฒนาและนำเสนอเครื่องมือชี้วัดคุณภาพชีวิต จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านจิตใจ ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม จำนวนทั้งสิ้น 26 ตัวชี้วัด โดยในบทความนี้ จะมุ่งเน้นพิจารณาเฉพาะการศึกษาคุณภาพชีวิตด้านร่างกายและด้านจิตใจ ประกอบด้วยตัวชี้วัดจำนวน 6 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ความ

แข็งแรงของสุขภาพร่างกาย 2) การนอนหลับพักผ่อนอย่างเพียงพอ 3) ความสามารถในการทำงานหนักได้โดยไม่รู้สึกเจ็บป่วย 4) การมองโลกในแง่บวก 5) การเรียนรู้ใหม่อย่างสม่ำเสมอ และ 6) ความมั่นใจในการออกสู่สังคม สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิต ชิตชัย (2537) ได้สรุปไว้ว่า คุณภาพชีวิตของประชาชนจะเป็นอย่างไร ขึ้นอยู่กับระดับการศึกษาและรายได้ต่อเดือน เช่นเดียวกันกับ อนรรฆ (2562) ที่กล่าวว่า ประชาชนที่มีระดับการศึกษา และรายได้ต่อเดือนต่างกัน มีความแตกต่างเรื่องคุณภาพชีวิตของประชาชน นอกจากนี้ สมยศ (2566) ได้กล่าวถึงปัจจัยเพศ อายุ การศึกษา อาชีพ ภาษาอังกฤษ ความเชื่อและค่านิยม และวิถีการดำเนินชีวิต ว่ามีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน

จากที่กล่าวมาพบว่า การศึกษาถึงระดับคุณภาพชีวิตและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ เป็นเรื่องที่สำคัญและน่าสนใจ โดยเฉพาะคุณภาพชีวิตในด้านร่างกายและจิตใจอันเป็นคุณภาพชีวิตขั้นพื้นฐานที่สำคัญ ดังนั้น การศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งบ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ และ 2) ศึกษาถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งบ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ อันจะเป็นประโยชน์ในการสะท้อนข้อมูลต่าง ๆ ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของราษฎรบนพื้นที่สูงในจังหวัดแพร่

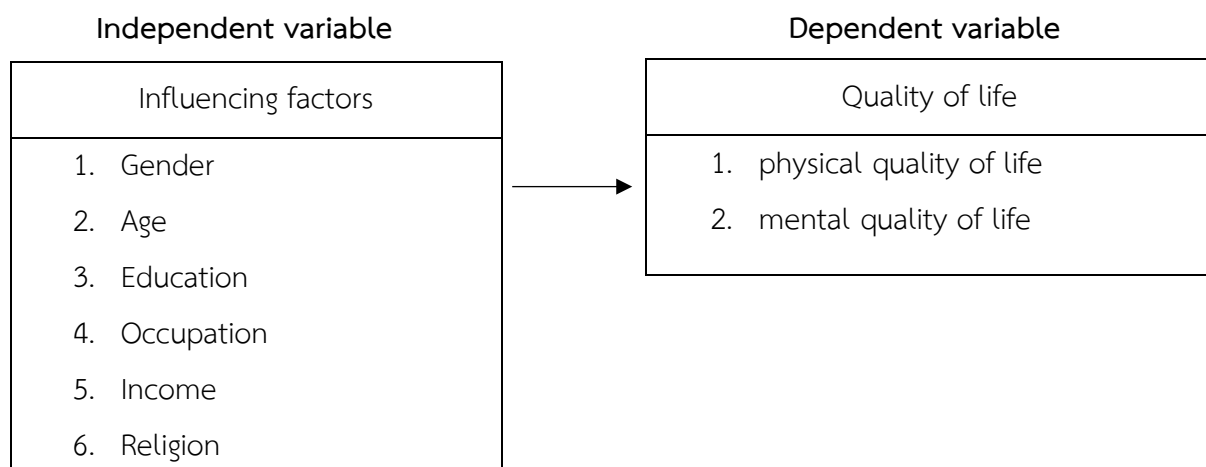


Figure 1. the conceptual framework between the independent variable and dependent variable

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือกลุ่มชาติพันธุ์ม้งในพื้นที่บ้านแม่แรม หมู่ 12 ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีจำนวน 320 ครัวเรือน (ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา, ม.ป.ป.) เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสามารถอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรได้ ผู้วิจัยได้คำนวณหากกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรทาร์โยยามาเน่ ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 178 ครัวเรือน

เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน และศาสนา จำนวน 6 ข้อ ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตด้านร่างกายจำนวน 3 ข้อ และ คุณภาพชีวิตด้านจิตใจจำนวน 3 ข้อ รวมเป็น 6 ข้อ โดยแบบสอบถามส่วนที่ 2 จะเป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative research) ผู้วิจัยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ในพื้นที่บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ โดยนำเสนอในรูปแบบของสถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามและข้อมูลคุณภาพชีวิตโดยการสร้างตารางแจกแจงความถี่ พิสัย ความกว้างของอันตรภาคชั้น ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ
2. สถิติเชิงอนุมาน วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปที่มีผลต่อคุณภาพชีวิต ใช้ค่าสถิติเชิงอนุมาน การทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent samples), การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการหาความสัมพันธ์ของตัวแปร (Correlations)

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 56.2 อยู่ในช่วงอายุ 30 ปี หรือต่ำกว่า จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 39.9 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าประถมศึกษา จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 37.6 ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากที่สุด จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 ส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 4,999 บาท หรือต่ำกว่า จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 43.3 และเกือบทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ จำนวน 173 คน คิดเป็นร้อยละ 97.2 ดังรายละเอียดใน Table 1

Table 1. Shows the number and percentage of socio-economic factors.

Influencing factors	amount	percentile
Gender		
man	78	43.8
woman	100	56.2
Age		
30 years old or under	71	39.9
31 – 40 years	43	24.2

Table 1. Shows the number and percentage of socio-economic factors. (continue)

Influencing factors	amount	percentile
41 – 50 years	35	19.7
51 – 60 years	21	11.8
61 years or older	8	4.5
Education		
below elementary school	67	37.6
elementary school	29	16.3
junior high school	32	18.0
high school level or equivalent	31	17.4
diploma or equivalent	8	4.5
bachelor's degree or higher	11	6.2
Occupation		
not working/retired	26	14.6
employee/company employee	8	4.5
students	9	5.1
business Owner/Seller	24	13.5
famer	89	50.0
Government official /state enterprise employees	3	1.7
work for hire	19	10.7
Income		
4,999 baht or less	77	43.3
5,000 - 9,999 bath	55	30.9
10,000 - 14,999 bath	21	11.8
15,000 - 19,999 bath	9	5.1
20,000 - 24,999 bath	10	5.6
25,000 baht or more	6	3.4

Table 1. Shows the number and percentage of socio-economic factors. (continue)

Influencing factors	amount	percentile
Religion		
Buddhism	173	97.2
Christianity	4	2.2
Other	1	0.6
total	178	100

สำหรับระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง พบว่าคุณภาพชีวิตด้านร่างกายของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5919 อยู่ในระดับสูง ดังรายละเอียดใน Table 2

Table 2. Shows the average of physical quality of life.

Quality of life	highest	high	moderate	low	lowest	\bar{x} (Sd.)	quality of life level
Physical							
1. What level of physical health you?	32 (18.0)	69 (38.8)	60 (33.7)	15 (8.4)	2 (1.1)	3.6404 (0.9112)	high
2. You get enough sleep at least 6-8 hours a day?	47 (26.4)	65 (36.5)	56 (31.5)	10 (5.6)	0 (0.0)	3.8371 (0.8838)	high
3. You can work hard. without feeling sick?	16 (9.0)	61 (34.3)	66 (37.1)	30 (16.9)	5 (2.8)	3.2978 (0.9484)	moderate
total						3.5918 (0.7669)	high

นอกจากนี้ ระดับคุณภาพชีวิตด้านจิตใจของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.8390 อยู่ในระดับสูงเช่นกัน ดังรายละเอียดใน Table 3

Table 3. Shows the average of mental quality of life.

Quality of life	highest	high	moderate	low	lowest	\bar{x} (Sd.)	quality of life level
Mental							
1. you are positive?	63 (35.4)	59 (33.1)	47 (26.4)	8 (4.5)	1 (0.6)	3.9831 (0.9234)	high
2. You are constantly learning new things?	44 (24.7)	73 (41.0)	50 (28.1)	11 (6.2)	0 (0.0)	3.8427 (0.8687)	high
3. You feel confident in yourself. when going out to meet groups outside your community?	48 (27.0)	51 (28.7)	55 (30.9)	24 (13.5)	0 (0.0)	3.6910 (1.0140)	high
total						3.8390 (0.8135)	high

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตด้านร่างกายของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ปัจจัยอายุที่แตกต่างกันจะมีคุณภาพชีวิตด้านร่างกาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับ สมยศ (2566) ที่ได้กล่าวว่า อายุ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนนอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังพบว่าและเป็นความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน หมายถึงยิ่งมีอายุมาก คุณภาพชีวิตด้านร่างกายยิ่งต่ำลง โดยอายุที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ความแข็งแรงของร่างกายน้อยลง การนอนหลับพักผ่อนไม่เพียงพอเพียงพอ ความสามารถในการทำงานหนักลดลง

ปัจจัยระดับการศึกษา พบว่าระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตด้านร่างกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับชิตชัย (2537) และอนรรฆ (2562) ที่กล่าวถึงว่าประชากรในชนบทยังมีการศึกษาสูงขึ้นเพียงใด คุณภาพชีวิตชีวิตด้านภาพรวมของเขาก็จะยิ่งมากขึ้น

ผลการศึกษายังพบว่า อาชีพที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตด้านร่างกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก จะมีคุณภาพชีวิตต่ำกว่าคนที่ประกอบอาชีพ รับจ้าง ลูกจ้างหรือพนักงานบริษัท รวมถึงคนที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ โดยคนที่เป็นเกษตรกร จะมีโอกาสเจ็บป่วยมากกว่า เพราะต้องทำงานหนักและพักผ่อนไม่เพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับ สมยศ (2566) ที่ได้กล่าวว่าอาชีพ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน ดังรายละเอียดใน Table 4

Table 4. Test the hypothesis of socio-economic factors on physical quality of life.

Influencing factors	P value	Statistics	In assumption	Not In assumption
Gender	0.163	T-test	-0.031	✓
Age	0.000	Pearson correlation	-0.420**	✓
Education	0.005	F-test	3.521	✓
Occupation	0.006	F-test	3.159	✓
Monthly income	0.093	Pearson correlation	0.126	✓
Religion	0.253	F-test	1.386	✓

ส่วนปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตด้านจิตใจ ได้แก่ อายุ และรายได้ต่อเดือน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

โดยพบว่า อายุที่แตกต่างกันจะมีคุณภาพชีวิตด้านจิตใจ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับ สมยศ (2566) ที่ได้กล่าวว่า อายุ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน นอกจากนี้ยังพบว่าและเป็นความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน หมายถึงยิ่งมีอายุมาก คุณภาพชีวิตด้านจิตใจยิ่งต่ำลง โดยอายุที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ การมองโลกในแง่บวกลดลง ขาดการเรียนรู้ใหม่อย่างสม่ำเสมอ และความมั่นใจในการออกสู่สังคมลดลง

การศึกษานี้ยังพบว่า ผู้ที่มีรายได้ที่แตกต่างกัน จะมีคุณภาพชีวิตด้านจิตใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับ ชิตชัย (2537) และ อนรรฆ (2562) ที่กล่าวถึงอิทธิพลของรายได้ต่อคุณภาพชีวิตของประชากร นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังพบว่ารายได้กับคุณภาพชีวิตด้านจิตใจของประชาชนมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน หมายถึงยิ่งมีรายได้สูงขึ้น คุณภาพชีวิตด้านจิตใจยิ่งสูงขึ้นตามไปด้วย ดังรายละเอียดใน Table 5

Table 5. Test the hypothesis of socio-economic factors on mentally quality of life.

Influencing factors	P value	Statistics	In assumption	Not In assumption
Gender	0.199	T-test	-0.141	✓
Age	0.034	Pearson correlation	-0.159*	✓
Education	0.353	F-test	1.117	✓
Occupation	0.724	F-test	0.608	✓
Monthly income	0.022	Pearson correlation	0.172*	✓
Religion	0.583	F-test	0.542	✓

สรุป

การวิจัยนี้ พบว่าระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งโดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง โดยคุณภาพชีวิตด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ คุณภาพชีวิตด้านจิตใจ มีค่าเฉลี่ย 3.8390 อยู่ในระดับสูง และคุณภาพชีวิตด้านร่างกาย มีค่าเฉลี่ย 3.5919 อยู่ในระดับสูง ตามลำดับ

ส่วนปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิต พบว่า ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตในด้านร่างกายของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ ส่วนปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านจิตใจ ได้แก่ อายุ และรายได้ต่อเดือน

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่อง “ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง บ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่” เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในรายวิชา รบ352 การวิจัยทางรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ปีการศึกษาที่ 2/2565

ขอขอบพระคุณผู้นำและประชาชนบ้านแม่แรม ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ที่ให้ความสะดวกและความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการต่าง ๆ ทำให้ผลงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์และดำเนินการจนสำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชิตชัย ไชยรัตน์. (2537). *คุณภาพชีวิตของประชากรในชนบท : ศึกษาเฉพาะกรณีบ้านนาหน้า บ้านโพธาตุ และบ้านห้วยยูง อำเภอฟากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิธร ศรีรัตน์. (2553). *การแพทย์พื้นบ้านชาวม้ง : กรณีศึกษาศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.*
- ศรีเมือง พลึงฤทธิ์. (2547). *การพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุโดยตนเอง ครอบครัว และชุมชน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา. (ม.ป.ป.). *ประวัติหมู่บ้าน. ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา "แม่ฟ้าหลวง" บ้านแม่แรม (ศศช.บ้านแม่แรม).* <https://sites.google.com/dei.ac.th/banmaeram/>
- สมยศ ปัญญา. (2566). การลดความเหลื่อมล้ำทางสังคมของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งในอำเภอเชียงคำจังหวัดพะเยา. *วารสารวิจัยวิชาการ*, 6(1), 91-104.
- อนรรฆ อีสเฮาะ. (2562). *คุณภาพชีวิตของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลสะกอม อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา* [สารนิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำ
ตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่

People Opinions on the Role of Civil Society in Water Resource Management
in Thung Si Subdistrict, Rong Kwang District, Phrae Province

พีรพัฒน์ หางสร¹ และ ธนวัฒน์ ปินตา^{1*}

¹มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: tanawat_subaru@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ ดำเนินการวิจัยโดยวิธีวิจัยเชิงปริมาณ กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในพื้นที่ ตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่จำนวน 3,211 คน ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 356 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามปลายปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางรัฐศาสตร์โดยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่า (t - test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการวิจัย พบว่า ระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผน ด้านการจัดองค์กร ด้านความรู้ความสามารถ โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 และผู้ตอบแบบสอบถามที่มีเพศ อาชีพที่แตกต่างกัน มีความเห็นต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำไม่แตกต่างกัน แต่ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน สถานภาพ อายุ ระดับการศึกษา ที่แตกต่างกันมีความเห็นต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การบริหารจัดการน้ำ บทบาท ประชาสังคม

Abstract

The purposes of this study were 1) to study the level of public opinion towards the role of civil society in water resource management in Thung Si Subdistrict, Rong Kwang District, Phrae Province, 2) to study factors affecting public opinions on the role of civil society in water resource management in Thung Si Subdistrict, Rong Kwang District, Phrae Province. Quantitative method was used in this research. The sampling group was 3,211 people from Thung Si Sub-district, Rong Kwang District, Phrae Province. The total number of samples were 356 people. The instrument used in this research was a closed-ended question. The data was analyzed by statistical package (SPSS), frequency, percentage, mean, standard deviation, t-test, and One-Way ANOVA. The results of this research showed that the overall level of public opinion towards the role of civil society in water resource management with three aspects; planning, organization and knowledge was moderate with an average of 3.34. Respondents of different genders and occupations had similar opinions on the role of civil society in water resource management. Meanwhile, respondents with average monthly income, status, age, and educational level had different opinions on the role of civil society in water resource management.

Keywords: Water management, Role, Civil society

บทนำ

ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม และเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเอง ดังนั้นทรัพยากรธรรมชาติจึงมีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านต่าง ๆ สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต มีส่วนทำให้คุณภาพของมนุษย์ไปในทางที่ดีและไม่ดีเพราะฉะนั้นทุกคนจึงมีส่วนร่วมในการปรับปรุงและดูแลรักษา เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่ถูกสุขลักษณะ น้ำเป็นแหล่งกำเนิดชีวิตของสัตว์และพืชคนเรามีชีวิตอยู่โดยขาดน้ำได้ไม่เกิน 3 วัน และยังมีความจำเป็นทั้งในภาค เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ ประโยชน์ของน้ำ เช่น เป็นสิ่งจำเป็นที่เราใช้สำหรับการดื่มกิน การประกอบอาหาร ชำระร่างกาย ฯลฯ การเพาะปลูกเลี้ยงสัตว์ ในภาคอุตสาหกรรม ต้องใช้น้ำในขบวนการผลิตใช้ล้างของเสียใช้หล่อเครื่องจักรและระบายความร้อน ซึ่งหากจะใช้น้ำให้เกิดประโยชน์จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการและจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพตามไปด้วย (เกษม, 2556)

โดยการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเป็นการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ให้บูรณาการเกี่ยวกับน้ำและทรัพยากรอื่นที่เกี่ยวข้องในเขตลุ่มน้ำ เพื่อแก้ปัญหาวิกฤตการณ์น้ำ การขาดแคลนน้ำ

อุทกภัยและคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม (น้ำเสีย) อย่างเป็นรูปธรรม ให้ปัญหาบรรเทาหรือกำจัดจนหมดสิ้นไปและมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้นำท้องถิ่น รวมถึงภาคประชาสังคมต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเกิดประโยชน์มากที่สุด ซึ่งเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญเนื่องจากจัดตั้งขึ้นมาจากการต้องการของประชาชน เพื่อจัดการกับทรัพยากรน้ำในพื้นที่และมีการเลือกประธานในกลุ่มประชาสังคมเพื่อให้ประธานได้มีอำนาจในการที่เข้าไปประชุมกับผู้นำหมู่บ้านต่าง ๆ กับหน่วยงานรัฐเพื่อที่จะทำข้อตกลงกันในการจัดการน้ำในชุมชนเพื่อให้ชุมชนได้มีน้ำไว้บริโภคและทำการเกษตรกันทุกคน (ปกิตน์, 2564)

ตำบลทุ่งศรีเป็นตำบลหนึ่งในอำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ ปัจจุบันอยู่ในเขตเทศบาลตำบลร่องวาง ทิศเหนือติดต่อกับตำบลร่องวาง อำเภอร่องวาง ทิศตะวันออกติดต่อกับตำบลไผ่โทน อำเภอร่องวาง ทิศใต้ติดต่อกับตำบลร้องเข็ม อำเภอร่องวาง ทิศตะวันตกติดต่อกับตำบลร้องเข็ม และตำบลแม่ยางตาล อำเภอร่องวาง ชุมชนบ้านทุ่งศรีมีพื้นที่เป็นดินเหนียวปนทราย จึงได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนในชุมชนใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการปลูกพืชผลที่ปลอดภัย โดยใช้น้ำสำหรับการเพาะปลูกจากแหล่งน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ลำน้ำแม่คำมี ลำเหมืองสายน้ำร่อง ลำเหมืองสายร่องวาง และลำเหมืองกลาง และในพื้นที่มีอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก โดยประชาชนที่ทำอาชีพเกษตรกรรมจะทำนา ปลูกข้าวเจ้านาปีเพื่อการบริโภคในครัวเรือน จึงส่งผลให้ทรัพยากรน้ำมีความจำเป็นต่อการดำรงชีพเป็นอย่างมาก สำหรับปัญหาที่พบจากการทำการเกษตรพบว่า ปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเพาะปลูกในฤดูแล้ง เนื่องจากบริเวณที่ทำนาอยู่ต่ำลงไปซึ่งยากแก่การรดน้ำหรือทำคลองส่งน้ำเข้ามา แม้จะประสบปัญหาด้านการเพาะปลูกอยู่บ้าง แต่ชุมชนบ้านทุ่งศรีได้ร่วมกันจัดตั้งกลุ่มเพื่อบริหารจัดการน้ำ โดยมีคณะกรรมการหมู่บ้านและแกนนำชุมชนคอยให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในทุก ๆ กิจกรรมด้วยความมีจิตอาสา และเป็นผู้คิดการดี จึงช่วยกันคิดและร่วมกันทำ เพื่อพัฒนาชุมชนในทุก ๆ ด้าน มีการจัดตั้งจุดอนุรักษ์น้ำและพันธุ์ปลา ซึ่งเกิดจากความต้องการของประชาชนในชุมชนเอง โดยเริ่มจากการจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ในชุมชนตั้งแต่ ปี พ.ศ.2553 จากการจัดการปัญหาขยะ และขยายผลสู่การจัดการน้ำในช่วงปี พ.ศ.2555 ตามมาภายหลัง

ในการดำเนินงานหลายปีที่ผ่านมา ภาคประชาสังคมได้มีข้อค้นพบสำคัญหลายประการใน 6 ด้านที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืนในตำบลทุ่งศรี

- 1) ความรู้เรื่องป่าชุมชนและแนวทางการจัดการ
 - 2) บทบาทและความสำคัญของภาคประชาสังคมในการจัดการน้ำในตำบลทุ่งศรี
 - 3) แนวทางการจัดการน้ำและสัตว์น้ำ เช่น เขตอนุรักษ์พันธุ์ปลากับการอนุรักษ์สัตว์น้ำโดยท้องถิ่น
 - 4) ป่าชุมชนและความยั่งยืนโดยชุมชน
 - 5) ข้อบัญญัติท้องถิ่นกับทรัพยากรและการมีส่วนร่วมของท้องถิ่น
 - 6) บทบาทและความสำคัญของสื่อท้องถิ่น รวมทั้งแนวทางการพัฒนาศักยภาพและความร่วมมือเพื่อการจัดการทรัพยากร ซึ่งสิ่งเหล่านี้สำคัญอย่างยิ่งที่จะได้นำมาวิเคราะห์ สรุป และวางแนวทางในอนาคตร่วมกัน เพื่อให้เกิดความชัดเจนและประสิทธิผลที่มากขึ้นในอนาคต และการดำเนินงานที่ผ่านมาทำให้ประชาสังคมในตำบลทุ่งศรีได้มีการแก้ไขปัญหาแล้ง น้ำเน่าเสีย และทำให้มีน้ำไว้บริโภคอุปโภคกันอย่างต่อเนื่อง
- 2)

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี มีความสนใจที่จะศึกษาข้อมูลจากประชาชนในตำบลทุ่งศรี โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษา 1. ความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทของประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำ และ 2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทของประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยด้านการวางแผน ด้านการจัดองค์การ ด้านภาวะผู้นำและด้านการควบคุมในการบริหารจัดการน้ำ

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำตำบลทุ่งศรีจำแนกตามตัวแปรต้น การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยมีวิธีการค้นคว้าตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ ประชากรในตำบลทุ่งศรี มีประชากรจำนวน 3,211 คน (เทศบาลตำบลร่องวาง, 2559)

จากจำนวนประชาชนในตำบลทุ่งศรี มีจำนวนทั้งหมด 3,211 คน ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มประชากรด้วยการใช้การคำนวณตามสูตรของทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) โดยกำหนดค่าสัดส่วนที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน 5% ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 356 คน จำแนกเป็นรายหมู่บ้านได้ดังนี้

Table 1 Show number of population and sample group in Thung Si Subdistrict.

Village list	Population	Number of samples
Moo 1 Ban Wangmoe	725	76
Moo 2 Ban Parang	762	83
Moo 3 Ban Thung Si	328	48
Moo 4 Ban Tondua-Tonpueng	789	87
Moo 5 Ban Paktang	607	62
Total	3,211	356

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ระดับความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำ แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นแบบสอบถาม ตรวจสอบรายการ (Check Lists) ประกอบด้วยคำถาม 6 ข้อโดยสอบถาม เพศ อายุ ระดับ การศึกษา อาชีพ รายได้ สถานภาพ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามระดับความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี เป็นแบบสอบถามมาตราประเมินค่าแบบ ลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยสอบถามเกี่ยวกับบทบาทประชาคมในการจัดการน้ำ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผน ด้านจัดองค์การ และด้านความรู้ความสามารถของบทบาทประชาสังคม 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ 5 หมายถึง บทบาทของประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง บทบาทของประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง บทบาทของประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง บทบาทของประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง บทบาทของประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะต่อบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี โดยมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยเรื่อง ความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบในการศึกษา และนำมาสร้างแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลจากประชาชนในตำบลทุ่งศรี จำนวน 356 ชุด

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2565 - กุมภาพันธ์ 2566

3.3 จัดเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 356 ชุด จากแบบสอบถามทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนแบบสอบถามทั้งหมดด้วยตนเอง

3.4 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบแบบสอบถาม

3.5 จัดหมวดหมู่ของข้อมูลในแบบสอบถามเพื่อนำข้อมูลดำเนินการวิเคราะห์ทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยเรื่อง เรื่อง บทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน สถิติที่ใช้คือ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

4.2 เป็นข้อมูลของบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีประกอบด้วย ด้านการวางแผน ด้านจัดองค์การ และด้านความรู้ความสามารถของบทบาทประชาสังคม โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ดังนี้

ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำ มากที่สุด	หมายถึง 5 คะแนน
ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำ มาก	หมายถึง 4 คะแนน
ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำ ปานกลาง	หมายถึง 3 คะแนน
ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำ น้อย	หมายถึง 2 คะแนน
ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำ น้อยที่สุด	หมายถึง 1 คะแนน

เมื่อรวบรวมข้อมูลและแจกแจงความถี่แล้วจะให้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมาพิจารณาระดับคุณภาพชีวิต ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 - 5.00	หมายถึง ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.41 - 4.20	หมายถึง ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.61 - 3.40	หมายถึง ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.81 - 2.60	หมายถึง ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.80	หมายถึง ระดับบทบาทประชาสังคมที่จัดการทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ และสมมติฐาน ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การวิจัยทางสังคมศาสตร์ โดยมีการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลคือใช้ ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

5.2 การทดสอบสมมติฐาน ในการทดสอบความแตกต่างของปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับเห็นของประชาชนที่มีต่อบทบาทของประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ จำแนกตามเพศโดยใช้ค่า T-test และจำแนกตาม อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน โดยใช้ค่า (One - Way ANOVA, F-test)

5.3 วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและนำเสนอผลการศึกษา ผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Description Statistics) ประกอบตารางข้อมูล

ผลและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชาชนที่อาศัยอยู่ในตำบลทุ่งศรี ที่มีความคิดเห็นต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี จำนวน 356 คน ในด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า

ประชากรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 56.1 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 43.9 ซึ่งมีอายุอยู่ในระหว่าง 40-49 ปีคิดเป็นร้อยละ 28.4 รองลงมา คือ อายุในช่วงระหว่าง 50-59 ปีและ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 23.0 ซึ่งมีระดับการศึกษา ต่ำกว่า มัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 46.4 รองลงมาคือ ระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 22.4 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ เกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมาคือ อาชีพรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 19.1 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีช่วงรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมาคือ 15,000 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 22.1 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีสถานภาพ สมรส มีจำนวน 176 คน คิดเป็นร้อยละ 49.4 รองลงมา มีสถานภาพหม้าย 92คน คิดเป็นร้อยละ 25.9

ในส่วนของผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์สามารถสรุปผลการศึกษา ได้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี ในแต่ละด้านโดยรวม อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.42 โดยทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ด้านความรู้ความสามารถ คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) =3.46 รองลงมา คือ ด้านการวางแผน คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.42 และด้านการจัดการองค์การ คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.39

ด้านการวางแผน พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.42 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำมีแผนการดำเนินการบริหารจัดการน้ำหรือขั้นตอนที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นและคาดหวังความสำเร็จได้ คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.51 รองลงมาคือ บทบาทประชาสังคมที่มีการกำหนดกระบวนการที่ยืดหยุ่นประโยชน์ของตำบลเป็นหลักมากขึ้นเพียงใด คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.47รองลงมา คือ มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลที่ทำให้ท่านทราบอย่างทั่วถึงมากขึ้นเพียงใด คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 3.37รองลงมา คือ ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำมีการประชุมงานเกิดขึ้นเพื่อให้ประชาชนได้รับความเข้าใจในการปฏิบัติงานแต่ละครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.32 รองลงมา เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นกลุ่มผู้ใช้น้ำที่จะต้องสรุปผลการทำงานและบอกแผนการทำงานในครั้งต่อไปเพื่อให้ประชาชนได้เตรียมความพร้อมในการดำเนินงานครั้งต่อไปคิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})- 3.25 ตามลำดับ

ด้านการจัดองค์การ พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.39 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ การจัดให้มีกลุ่มเจ้าหน้าที่ให้เข้ามาปฏิบัติงานร่วมกับประชาชนในการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามเป้าหมายและบรรลุวัตถุประสงค์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X})= 3.46 รองลงมา คือ การจัดให้

ชุมชนให้เป็นโรงเรียนการบริหารจัดการน้ำภายในชุมชนในการให้ความรู้แก่ประชาชนก่อนปฏิบัติงานจริง คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.45 รองลงมา คือ การจัดให้มีเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการหมู่บ้านให้มีการประสานงาน ร่วมกันในการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละครั้งและแจ้งให้กับประชาชนให้ได้รับทราบถึงผล การปฏิบัติงานและพัฒนาปรับปรุงการ ปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพในครั้งต่อไปให้มากยิ่งขึ้น ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.33 และการจัดให้มีคณะกรรมการหมู่บ้านให้เป็นแกนนำชุมชนในการปฏิบัติและเรียนรู้ในการบริหาร จัดการน้ำในชุมชน คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.30 ตามลำดับ

ด้านความรู้ความสามารถของบทบาทประชาสังคม อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.46 โดยทั้ง 5 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ บุคลากรมีความรู้ ความสามารถในการนำประชาชนปฏิบัติงานและมีความฉลาดในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว คิดเป็น ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.54 รองลงมา คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีความพร้อมในการให้ความรู้แก่ผู้เข้าร่วมปฏิบัติงานทุกครั้ง หากผู้เข้าร่วมปฏิบัติงานไม่เข้าใจหรือต้องการสอบถามในการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งจะให้ความช่วยเหลือแก่ ผู้เข้าร่วมปฏิบัติงานได้ คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.44 รองลงมา คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้ร่วม ปฏิบัติงานจะช่วยแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานให้ปัญหาใหญ่กลายเป็นเล็กได้ คิดเป็นค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.34 และ กลุ่มผู้ใช้น้ำที่ติดตามและประเมินผลการทำงานของเจ้าหน้าที่โดยเทียบเคียงกับเกณฑ์มาตรฐาน คิดเป็น ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) = 3.30

จากผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมที่ส่งผลต่อการจัดการ ทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ โดยภาพรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับปานกลางถึงแม้ว่า การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่จะทำได้เป็นอย่างดีแต่ประชาชนในพื้นที่ยังรับทราบบทบาท อย่างไม่ทั่วถึง และอาจเนื่องมาจากการทำงานของภาคประชาสังคมในตำบลทุ่งศรีมีความเข้มแข็งและ สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตของประชาชนอยู่แล้วทำให้การดำเนินงานเหล่านั้นกลายเป็นเนื้อเดียวกับ ชีวิตประจำวันของประชาชนจึงทำให้ประชาชนขาดความสนใจต่อการดำเนินงานและบทบาทของกลุ่มประชา สังคมลง อีกทั้งการใช้กระบวนการในการจัดการที่ประนีประนอมเนื่องจากเป็นคนในพื้นที่ขนาดเล็กมีลักษณะ ความสัมพันธ์แบบเครือญาติเข้าไปเกี่ยวข้องจึงทำให้ประชาชนขาดความสนใจต่อการดำเนินงานและบทบาท ของกลุ่มประชาสังคมลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลักษมี (2558) โดยผลการศึกษาพบว่า ประชาชนใน ชุมชนบ้านทุ่งศรีส่วนใหญ่อยู่อาศัยกันแบบเครือญาติ แม้มีบางครัวเรือนที่อพยพย้ายครัวเรือนมาจากที่อื่น แต่ ก็ยังคงความเป็นพี่น้องมีความรักใคร่สามัคคี ถึงแม้จะไม่ได้รับทราบถึงกระบวนการดำเนินงานทั้งหมดแต่ก็ พร้อมจะปฏิบัติร่วมกันเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อชุมชนของตนเอง

2. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมที่ส่งผลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีในแต่ละด้านจำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และสถานภาพได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีแต่ละด้าน จำแนกตามเพศ พบว่า มีระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีในแต่ละด้าน จำแนกตามอายุ พบว่า มีระดับความคิดเห็นต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีในแต่ละด้านแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ช่วงอายุที่ต่างกันมีความคิดเห็นต่อบทบาทของประชาสังคมด้านการวางแผนไม่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับการศึกษา พบว่า มีความคิดเห็นต่อบทบาทของประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในภาพรวมที่ต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ระดับการศึกษา ที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อบทบาทของประชาสังคมด้านการวางแผนและด้านความรู้ความสามารถไม่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีในแต่ละด้าน จำแนกตาม อาชีพ โดยภาพรวมพบว่า มีระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี โดยภาพรวมไม่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี จำแนกตาม รายได้ โดยภาพรวมพบว่า มีระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีโดยภาพรวมแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี จำแนกตาม สถานภาพ โดยภาพรวมพบว่า มีระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีโดยภาพรวมแตกต่างกัน

จากผลการศึกษาพบว่า เพศ อาชีพ ที่แตกต่างกันมีระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรี โดยภาพรวมไม่แตกต่างกัน แต่ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และสถานภาพที่ต่างกันมีระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในตำบลทุ่งศรีโดยภาพรวมแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้อาจเป็นผลมาจากการเลือกที่จะสนใจหรือไม่สนใจตามประสบการณ์ส่วนบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Joseph T.Klapper (อ้างถึงใน เสรี, 2548) กล่าวว่า การตีความข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับการสัมผัสด้วยอวัยวะสัมผัสของร่างกายกับสิ่งแวดล้อมที่

เป็นสิ่งเร้าออกมาในรูปของความรู้สึก และส่งความรู้สึกผ่านไปยังสมองเพื่อตีความหมาย โดยอาศัยปัจจัยภายในบุคคลแต่ละคน เช่น ความเชื่อ ประสบการณ์ ความต้องการ อารมณ์ และความคาดหวัง รวมถึงอิทธิพลของลักษณะของสิ่งกระตุ้นที่มีต่อการรับรู้

สรุป

จากการศึกษาความคิดเห็นของประชาชนต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำ ตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องควาง จังหวัดแพร่ พบว่าประชาชนยังทราบถึงบทบาทของภาคประชาสังคมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผน ด้านการจัดองค์การ ด้านความรู้ความสามารถ อยู่ในระดับปานกลางอันเนื่องมาจากการทำงานของภาคประชาสังคมยังขาดการประชาสัมพันธ์และการทำความเข้าใจให้คนในพื้นที่รับทราบ ถึงแม้จะมีการดำเนินงานอยู่สม่ำเสมอ และอาจจะเนื่องด้วยการที่สมาชิกของกลุ่มเป็นคนในพื้นที่และดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่สอดคล้องและกลมกลืนกับวิถีชีวิตจึงไม่ได้ทำให้ประชาชนในพื้นที่รู้สึกถึงกิจกรรมต่างๆ ตามไปด้วย ในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของประชาชนพบว่า อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และสถานภาพที่แตกต่างกันส่งผลต่อความคิดเห็นต่อบทบาทประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการเก็บข้อมูลจะมีช่วงอายุของผู้สูงอายุซึ่งประกอบอาชีพส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร มีระดับการศึกษาที่ไม่สูงมากอันส่งผลให้มีรายได้ไม่มากตามไปด้วย ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มนี้จะมีการพึ่งพาน้ำในการทำการเกษตรเป็นอย่างมาก และย่อมจะมีความเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำสูงกว่าคนกลุ่มอื่น อันจะส่งผลต่อความคิดเห็นต่อบทบาทของภาคประชาสังคมในการบริหารจัดการน้ำตามไปด้วยนั่นเอง

ในการศึกษาผู้วิจัยใคร่ขอเสนอข้อคิดเห็นซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงให้บทบาทของประชาสังคมได้ดีขึ้น โดยข้อเสนอแนะบางข้ออาจไม่สามารถนำไปปฏิบัติในเวลาปัจจุบันได้ในทีเดียวแต่ผู้วิจัยเชื่อว่าข้อเสนอแนะดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อบทบาทของประชาสังคมในการบริหารจัดการน้ำ ตำบลทุ่งศรีได้ในอนาคต โดยผู้วิจัยได้นำเสนอให้ในด้านๆ และครอบคลุมหัวข้อของรายงานวิจัยที่ได้ศึกษาไว้

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1.1 เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นกลุ่มผู้ใช้น้ำที่จะต้องสรุปผลการทำงานและบอกแผนการทำงานในครั้งต่อไปเพื่อให้ประชาชนได้เตรียมความพร้อมในการดำเนินงานครั้งต่อไป

1.2 กลุ่มผู้ใช้น้ำจะต้องมีวิธีการที่ทำให้การทำงานมีความรวดเร็วมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 กลุ่มผู้ใช้น้ำควรมีการประชาสัมพันธ์ถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินงานให้มากกว่านี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจอันดีกับประชาชนในพื้นที่มากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาเรื่องปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขการปฏิบัติงานของประชาสังคมในการจัดการทรัพยากรน้ำในระยะต่อไปเพื่อนำมาปรับปรุงดำเนินการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทบทวน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ตลอดจนให้กำลังใจและให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงขอบบพร่องเพื่อความสมบูรณ์ของการศึกษางานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณประชาชนและภาคประชาสังคมในพื้นที่ตำบลทุ่งศรี อำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ให้กำลังใจ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. (2556). ความหมายของการจัดการทรัพยากรน้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรุงเทพมหานคร.

เทศบาลตำบลร่องวาง. (2559). ข้อมูลจากทะเบียนราษฎร เทศบาลตำบลร่องวาง.

<https://www.rongkwang.go.th/tambon/general>

ปัทมสันตนิยม. (2564). การบริหารจัดการน้ำตามหลักธรรมาภิบาล. วารสารมหาจุฬานาครทรรค์. 8(1), 20 – 32.

ลักขมี เกตุสกุล. (2558). การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาชุมชนบ้านทุ่งศรี อำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์]. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

พฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงหลังผ่อนปรนมาตรการป้องกัน โควิด-19

ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

New Normal Tourism Behavior after Relaxing COVID-19 Control Measures of Maejo University Phrae Campus Students

จิรภัทร วิจิตรจันทร์¹ และ มัชฌิมา ศุภวิมลพันธ์^{2*}

¹สาขาวิชาการจัดการชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: matchima2@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงโควิด-19 ของนักศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ฯ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลวิจัยสรุปได้ว่า (1) ผลการวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโควิด-19 โดยระดับความรู้ความเข้าใจระดับสูง จำนวน 78 คน รองลงมา คือ ความรู้ระดับปานกลาง จำนวน 26 คน (2) พฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ภายใต้มาตรการป้องกันโควิด-19 พบว่า ภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง ปฏิบัติทุกครั้ง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ การปฏิบัติตามมาตรการตรวจวัดอุณหภูมิ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การพกเจลแอลกอฮอล์ทำความสะอาดในขณะท่องเที่ยว สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพฤติกรรมวิถีใหม่ สรุปได้ว่า ในช่วงการระบาดของโควิด -19 สถานที่ทุกแห่งเคร่งครัดในเรื่องมาตรการต่างๆ เช่น การสวมหน้ากากอนามัย แต่เมื่อมาตรการผ่อนปรนแล้ว การสวมหน้ากากอนามัย ซึ่งทำให้เกิดความอึดอัดและรำคาญใจ แต่ก็ต้องปรับตัวตามสถานการณ์

คำสำคัญ: การท่องเที่ยว โควิด-19 พฤติกรรม

Abstract

The objective of this research was to study students' behavior on the new normality tourism during COVID-19. The data were collected by using a questionnaires and interviews. The samples were students of Maejo University Phrae Campus. The data were analyzed by using descriptive statistics. The results showed that (1) 78 people had a high level of knowledge and comprehensive about COVID-19, followed by 26 people with a intermediate level of knowledge. And (2) the tourism behavior after COVID-19 situation is consideration of temperature measurement as a highest average and the lowest average was hand sanitizer. According to data analysis, this research found that during the COVID-19 it was a rule to mask wearing as a COVID-19 prevention measure. Due to the improving the COVID-19 situation, the use of face mask can makes people feel uncomfortable but it is still recommended to prevent infection.

Keywords: Tourism, Covid-19, Behavior

บทนำ

เดือนธันวาคม 2019 ได้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ของเชื้อไวรัสโควิด-19 ขึ้นทั่วโลกกลายเป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขระหว่างประเทศที่ทุกภาคส่วนให้ความสำคัญและเร่งแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน มาตรการด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะการล็อกดาวน์ได้ส่งผลกระทบต่อการค้าและชีวิตของประชาชนและธุรกิจ ในวงกว้าง การแพร่กระจายบีบบังคับให้ทุกคนต้องปรับตัวเพื่อหลีกเลี่ยงการมีสัมผัสใกล้ชิดกับผู้อื่น คนจำนวนไม่น้อยต้องกักตัวทำงานอยู่ที่บ้าน บางคนต้องเปลี่ยนอาชีพนอกจากนั้น การดำเนินชีวิตในแต่ละวัน ได้เปลี่ยนแปลงตั้งแต่เช้าจนเข้านอน ในช่วงปลายเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบการระบาดโคโรนาที่ 2 ในประเทศไทย มีมาตรฐานใหม่ที่กลายเป็นความจำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น การใส่หน้ากากอนามัย การพกเจลแอลกอฮอล์เพื่อทำความสะอาดมือ ตลอดจนหลีกเลี่ยงการสัมผัสวัสดุสาธารณะ หลายคนจำเป็นต้องหันมาเรียนรู้และพึ่งพาช่องทางออนไลน์ในการใช้ชีวิต สิ่งต่างๆเหล่านี้ล้วนเป็นประสบการณ์ใหม่ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 เมื่อรัฐบาลมีมาตรการผ่อนปรนเป็นระยะๆ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าโควิด-19 ยังคงมีอยู่รอบ ๆ ตัวเราและส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการปรับตัวของผู้คนอย่างมาก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเรื่อง “พฤติกรรมท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงหลังผ่อนปรนมาตรการป้องกัน โควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ” เพื่อทราบถึงพฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงโควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ ๆ วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงโควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จำนวนทั้งหมด 923 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติที่เคยไปเที่ยวทั้งในและต่างประเทศ ในปีพ.ศ. 2565 ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยรู้จัก

2. เครื่องมือในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม ประกอบด้วย 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโควิด-19 จำนวน 8 ข้อ 3) แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่วิถีใหม่ และแบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ 2) การดำเนินชีวิต ในช่วงโควิด-19 และ 3) การท่องเที่ยวในช่วงโควิด-19 ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือสร้างตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ โดยการสอบถามกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม ดำเนินการสอบถามไปตามลำดับคำถามที่ได้ออกแบบไว้ ดังนี้ 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) การวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโควิด-19 3) พฤติกรรมวิถีใหม่ภายใต้มาตรการป้องกันและเฝ้าระวังการระบาดของโควิด-19 และแบบสัมภาษณ์ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา สรุปประเด็นที่ได้จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับพฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ (New Normal) ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

4. การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยแนะนำตนเอง แจ้งวัตถุประสงค์การทำวิจัยและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริงและแจ้งกลุ่มตัวอย่างว่าในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลนี้เป็นความลับไม่มีการระบุชื่อและรายงานการวิจัยจะเสนอผลโดยรวม และกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิในการปฏิเสธเข้าร่วมวิจัย

5. สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ ได้แก่

5.1 ค่าร้อยละ

5.2 ความถี่

5.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1) แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโควิด-19 เป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบให้เลือกตอบ ซึ่งแบบทดสอบความรู้มีทั้งหมด 8 ข้อ หลังจากผู้ตอบแบบสอบถามได้ทำแบบทดสอบแล้ว ผู้วิจัยจะทำการประเมินความรู้ เป็นแบบแบ่งช่วง โดยมีค่า 3 ระดับ

เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์โดยใช้คะแนน (Bloom, 1975)

ความรู้ระดับสูง	ร้อยละ 80 ขึ้นไป
ความรู้ระดับปานกลาง	ร้อยละ 60-79
ความรู้ระดับต่ำ	น้อยกว่าร้อยละ 60

2) แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการปฏิบัติของนักท่องเที่ยวภายใต้มาตรการป้องกันและเฝ้าระวังการระบาดของโควิด-19

เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์โดยใช้คะแนน (บุญใจ, 2545 : 304-305)

ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.34 – 3.00 หมายถึง	ทุกครั้ง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.68 – 2.33 หมายถึง	บางครั้ง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.67 หมายถึง	ไม่เลย

โดยจัดชั้นของคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ระดับค่าเฉลี่ย} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ &= \frac{(3 - 1)}{3} = 0.67 \end{aligned}$$

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

พฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงหลังผ่อนปรนมาตรการป้องกันโควิด -19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ” สามารถจำแนกผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 61 คน (ร้อยละ 58.10) ส่วนใหญ่อยู่สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ จำนวน 18 คน (ร้อยละ 17.14) และภูมิลำเนาอยู่ภาคเหนือ จำนวน 46 คน (ร้อยละ 43.81)

2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยระดับความรู้ความเข้าใจระดับสูง (6 คะแนนขึ้นไป) จำนวน 78 คน (ร้อยละ 74.29) รองลงมา คือ ความรู้ระดับปานกลาง (4-5 คะแนน) จำนวน 26 คน (ร้อยละ 24.76) และความรู้ระดับต่ำ (ต่ำกว่า 3 คะแนน) จำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.95)

ผลการศึกษาภาพรวมของระดับความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่ตอบถูกมากที่สุด คือ ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ หรือโควิด-19 เกิดขึ้นจากประเทศใด (ร้อยละ 96.19) หากท่านเดินทางกลับจากจังหวัด/ประเทศ กลุ่มเสี่ยงโรคโควิด-19 จะต้องเก็บตัวอยู่ที่บ้านกี่วัน (ร้อยละ 95.24) และ

ไวรัสโคโรนา หรือโควิด-19 พบครั้งแรกปีใด (ร้อยละ 93.33) ข้อที่ตอบถูกน้อยที่สุด คือ ข้อใดคือผู้ที่เข้าเกณฑ์ต้องมาตรวจหาเชื้อโรคโควิด-19 มากที่สุด (ร้อยละ 58.10)

3. พฤติกรรมวิถีใหม่ภายใต้มาตรการป้องกันและเฝ้าระวังการระบาดของโควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ท่านปฏิบัติตามมาตรการตรวจวัดอุณหภูมิ ($\bar{X} = 2.65$, $SD = 0.48$) รองลงมา คือ ท่านเลือกใช้บริการชำระเงินผ่านระบบออนไลน์ เพื่อลดการสัมผัสธนบัตรและเหรียญโดยตรง ($\bar{X} = 2.56$, $SD = 0.50$) ข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ท่านพกเจลแอลกอฮอล์ทำความสะอาดในขณะท่องเที่ยว ($\bar{X} = 2.33$, $SD = 0.51$) พบว่าภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับ ($\bar{X} = 2.47$, $SD = 0.02$)

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับพฤติกรรมวิถีใหม่ (New Normal) ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ สามารถสรุปได้ว่า ดังนี้

1) การปฏิบัติตามมาตรการตรวจวัดอุณหภูมิตามสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ตอบว่า ในช่วงที่โควิด-19 ระบาดในช่วงแรกๆ สถานที่ทุกแห่งเคร่งครัดในเรื่องการตรวจวัดอุณหภูมิก่อนเข้าร้าน แต่เมื่อมาตรการผ่อนปรนแล้ว สถานที่บางที่ก็ไม่ได้มีการตรวจวัดอุณหภูมิเมื่อแต่ก่อน

2) การสวมหน้ากากอนามัย ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ตอบว่า ก่อนเดินทางไปท่องเที่ยวได้เตรียมหน้ากากอนามัยไปเพื่อเปลี่ยนเนื่องป้องกันเชื้อโรค อีกทั้งยังบอกอีกว่า เมื่อโควิด-19 เริ่มระบาดในตอนแรกรัฐบาลได้มีมาตรการในการป้องกันโควิด-19 หนึ่งในนั้นคือการบังคับให้สวมหน้ากากอนามัย ซึ่งทำให้เกิดความอึดอัดและรำคาญใจ แต่ก็ต้องปรับตัวตามสถานการณ์ และเมื่อสถานการณ์ดีขึ้น รัฐบาลได้มีการผ่อนปรนมาตรการป้องกันโควิด-19 แต่พฤติกรรมต่างๆ ที่กระทำในทุกวันที่ผ่านมาในช่วงโควิด-19 ระบาด ถึงแม้จากผ่อนปรนมาตรแล้ว ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ได้ตอบว่า ยังสวมหน้ากากอนามัยในขณะที่เดินทางไปท่องเที่ยว เนื่องจากโรคโควิด-19 ที่ยังไม่หมดไป และอีกสาเหตุคือความเคยชินของพฤติกรรมที่เคยกระทำมาตลอด

3) มาตรการการป้องกันของสถานที่ท่องเที่ยว ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ตอบว่า มาตรการส่วนใหญ่ของสถานที่ท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจวัดอุณหภูมิ กดเจลแอลกอฮอล์ มีป้ายให้สวมหน้ากากอนามัย หากเป็นร้านอาหารหรือคาเฟ่ พนักงานทุกคนต้องใส่หน้ากากอนามัยตลอดเวลา เมื่อลูกค้าลุกจะโต๊ะหลังจากรับประทานอาหารเสร็จแล้วพนักงานจะนำสเปรย์ แอลกอฮอล์ฉีดและทำความสะอาดที่โต๊ะเพื่อเป็นการป้องกันการแพร่กระจายของโควิด-19

4) โควิด-19 ส่งผลกระทบต่อการเรียน โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ตอบว่า จากสถานการณ์เกิดการระบาดของโควิด-19 ทำให้ต้องเรียนออนไลน์ ส่งผลให้ผู้สัมภาษณ์เกิดความสนใจในการเรียนไม่เท่าที่ควร และไม่ได้เจอเพื่อนในห้อง วิชาที่ต้องลงพื้นปฏิบัติก็ไม่ได้ทำ เพราะจะเกิดจากการระบาดของโควิด-19

5) การล้างมือทุกครั้งก่อน/หลังรับประทานอาหารและการใช้ห้องน้ำสาธารณะ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ตอบว่า การล้างมือเป็นสิ่งที่ช่วยลดของเชื้อโรคต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสี่ยงติดโควิด-19 เมื่อมาตรการผ่อนปรนแล้ว ส่วนใหญ่ยังทำการล้างมืออยู่ตลอด เนื่องจากปัจจุบันไม่ได้มีแค่โควิด-19 แต่ยังมีฝุ่น PM 2.5 ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

การอภิปรายผล

1. ความรู้เกี่ยวกับโควิด-19 พบว่า ความรู้เกี่ยวกับโควิด-19 ส่งผลต่อพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักศึกษา ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับสูง ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาภรณ์ (2564) พบว่า ความรู้เกี่ยวกับโรคโควิด-19 ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโควิด-19 ของ อสม. การศึกษาครั้งนี้ก็พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับโควิด-19 อยู่ในระดับสูง จึงส่งผลให้มีการป้องกันจากโควิด-19 อย่างถูกวิธีและสามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้

2. จากการศึกษาพฤติกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่ในช่วงโควิด-19 พบว่าพฤติกรรมวิถีใหม่ของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การใส่หน้ากากอนามัย การพกเจลแอลกอฮอล์ การล้างมือทุกครั้งและหลังการใช้ห้องน้ำสาธารณะ การหลีกเลี่ยงการใช้มือสัมผัสใบหน้า ตา จมูก และปาก และหลีกเลี่ยงการเดินทางไปยังสถานที่คนพลุกพล่าน เพื่อเป็นการป้องกันตนเองจากโควิด-19 แต่ในปัจจุบันมีการผ่อนปรนมาตรการป้องกัน บางพฤติกรรมกลุ่มตัวอย่างยังปฏิบัติอยู่ เนื่องจากมาจากความเคยชิน หรือปัจจัยอื่นๆนอกเหนือจากโควิด-19 เช่น การสวมหน้ากากอนามัยในปัจจุบัน อาจจะได้ใส่เพื่อป้องกันโควิด-19 เพียงอย่างเดียว แต่ยังไม่ป้องกัน ฝุ่น PM 2.5 อีกด้วย

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1. ทางมหาวิทยาลัยควรมีการอบรม/ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับเกณฑ์ของผู้ที่เสี่ยงการติดเชื้อโควิด-19
2. ทางมหาวิทยาลัยควรมีการจัดการ/เตรียมตัวรับมือเกี่ยวกับโรคอุบัติใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งนี้ศึกษาเพียงนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติเท่านั้น ควรขยายขอบเขตการศึกษาให้กว้างออกไป เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

- ชนพัฒน์ ช่วยครุฑ, อมรฤทัย ภูสนาม และอรอนงค์ เดชมณี. (2563). ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมกา
รท่องเที่ยวของเยาวชนไทยหลังยุคโควิด 19. วารสารมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 10(3), 187-
201.
- นุสรุา ปารมี. (2564). พฤติกรรมวิถีใหม่ของนักท่องเที่ยวบนเกาะสีชัง ภายใต้มาตรการป้องกัน และการเฝ้า
ระบาด COVID-19 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุภาภรณ์ วงธิ. (2564). ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมกาป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของอาสาสมัคร
สาธารณสุขประจำหมู่บ้าน จังหวัดสุโขทัย [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัย
นเรศวร.

พฤติกรรมและแรงจูงใจของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่ Behavior and Motivation of Tourists Visiting Phrae Province

ณัฐพร ทน¹ มัชฌิมา ศุภวิมลพันธ์^{2*} และรัชนีวรรณ คำตัน²

¹สาขาวิชาการจัดการชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

²มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Corresponding* Author Email: matchima2@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว แรงจูงใจของนักท่องเที่ยวที่มาจากจังหวัดแพร่ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2565 ผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (Kris Pirjo, 2560) จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 31-40 ปี อาชีพรับราชการ มีรายได้ต่อเดือน 15,001-30,000 บาท และมีภูมิลำเนาอยู่ในภาคเหนือ พฤติกรรมของนักท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์มาท่องเที่ยว/พักผ่อน เคยมาเที่ยวที่จังหวัดแพร่แล้ว เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว เดินทางมาท่องเที่ยวกับกลุ่มเพื่อน ระยะเวลาในการท่องเที่ยว 1-2 วัน เลือกราคาที่พักประมาณ น้อยกว่า 1,000 บาท/วัน ส่วนใหญ่เลือกมาเที่ยวในจังหวัดแพร่ และมีแรงจูงใจในการมาเที่ยวจังหวัดแพร่อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.49 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านคมนาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ปัจจัยส่วนบุคคลทางด้านเพศ อายุ อาชีพ รายได้และภูมิลำเนา มีผลต่อพฤติกรรมในการเดินทางมาท่องเที่ยว และแรงจูงใจในการมาท่องเที่ยว

คำสำคัญ : แรงจูงใจ, พฤติกรรมนักท่องเที่ยว, จังหวัดแพร่

Abstract

The purpose of this research was to study the behavior and motivation of tourists visiting Phrae province. The samples were 100 Thai tourists who traveled to Phrae province from July to September 2022. The instrument used for data collection was a questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics, including percentage, means, and standard deviation.

The results showed that most samples were female, aged 31-40 years. They were civil servants and had a monthly income of 15,001–30,000 baht. They lived in the northern part of Thailand. In terms of behavior, the tourists' aim when visiting Phrae province was to travel and relax. They went to Phrae province before. The tourists traveled by car with a group of friends for 1-2 days. They also chose the accommodation, which cost less than 1,000 baht.

The tourists' motivation to visit Phrae province was at a high level ($\bar{X}=4.49$). The transportation aspect had the highest average level ($\bar{X}=4.60$). In terms of personal factors, sex, age, occupation, income, and residence affected travel behavior and motivation.

Keywords: Motivation, Tourist's behavior, Phrae Province

บทนำ

การท่องเที่ยวเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ การเปิดโลกทัศน์ช่วยให้มนุษย์มีทัศนคติที่กว้างไกล สามารถรับรู้และเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นจริง จัดเป็นรูปแบบหนึ่งของการศึกษาที่คนทุกระดับสามารถมีประสบการณ์ร่วมกันได้ นักท่องเที่ยวหรือผู้เดินทางท่องเที่ยวมักจะมีเหตุผลหรือประเภท ของจุดมุ่งหมาย ในการเดินทางที่แตกต่างกันออกไปโดยมีปัจจัยประกอบที่เป็นตัวสนับสนุน หรือแรงผลักดันที่เป็นส่วนบุคคลซึ่งไม่เท่ากัน ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ รายได้ เวลา โอกาสครอบครัว การได้รับข้อมูลข่าวสาร และความสนใจส่วนบุคคล

แพร่ เป็นจังหวัด ที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขา ส่วนพื้นที่ราบนั้นจะลาดเอียงไปตามทิศทางของแม่น้ำยม มีลักษณะคล้ายกันกระทะเล คำขวัญของจังหวัดคือ “หม้อห้อม ไม้สัก ถิ่นรักพระลอ ซอแฮศรีเมือง ลือเลื่องแพะเมืองผี คนแพร่นี้ใจงาม” **หม้อห้อม** บ่งบอกถึงเครื่องแต่งกายพื้นบ้านที่เป็นที่แพร่หลายในจังหวัด เป็นต้นกำเนิดของตำนานลิลิตพระลอ ที่กล่าวถึง พระลอ พระเพื่อน และพระแพง ที่สละชีพเคียงกัน จนกลายเป็นอนุสรณ์แห่งความรักอมตะของเมืองแพร่ ส่วน “**ซอแฮศรีเมือง**” กล่าวถึง พระธาตุซอแฮ พระธาตุประจำปี นักชัตรปีศาจ (เสือ) สิ่งศักดิ์สิทธิ์คู่บ้านคู่เมืองแพร่มาเนิ่นนาน **แพะเมืองผี** เป็นสถานที่ท่องเที่ยวชื่อดังของจังหวัดแพร่ ที่ตั้งอยู่ในเขตของป่าแพะ ที่มีลักษณะแปลกตาคือเป็นดินที่ยุบลงไปจากการกัดเซาะของน้ำและลม “**คนแพร่นี้ใจงาม**” กล่าวถึงความมีน้ำใจ โอบอ้อมอารี และชื่อเสียงของชาวแพร่ อีกทั้งยังมีจิตใญ่ดีมั่นในขนบธรรมเนียม และรักษาวัฒนธรรมและประเพณีอันเป็นเอกลักษณ์ของเมืองแพร่ให้ยังคงอยู่ต่อไปอีกด้วย

แพร่ เป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะวัดวาอารามเก่าแก่ที่สะท้อนให้เห็นถึงศิลปะจากหลากหลายวัฒนธรรม โดยวัดที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในจังหวัดแพร่ก็คือ **วัดพระธาตุช่อแฮ** นอกจากวัดวาอารามแล้ว ก็ยังมี **คุ้มวงศ์บุรี** และ **คุ้มเจ้าหลวง** ที่สะท้อนให้เห็นถึงสถาปัตยกรรมในช่วงสมัยรัชกาลที่ 5 คือเป็นอาคารที่ตกแต่งด้วยไม้ฉลุ หรือที่เรียกกันว่า ลายขนมปังคิง มีการผสมผสานกันระหว่างรายละเอียดของศิลปะไทยและโครงสร้างของศิลปะแบบยุโรป ส่วนผู้ที่ชื่นชอบและสนใจเกี่ยวกับผ้าโบราณก็สามารถไปที่ **พิพิธภัณฑ์โกมลผ้าโบราณ** เพื่อชมผ้าชิ้นโบราณนานาชาติที่ได้รับการเก็บรักษาเป็นอย่างดีเพื่ออนุรักษ์ให้คนรุ่นหลังได้ศึกษา

สำหรับแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แพร่มีอุทยานแห่งชาติหลายแห่งที่มีความสวยงาม ดังเช่นอุทยานแห่งชาติแม่ยม ที่มีสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจ ได้แก่ แก่งเสือเต้น หล่มดิ่ง โป่งน้ำร้อน เป็นต้น มีกิจกรรมภายในอุทยานฯ ได้แก่ ทางเดินศึกษาธรรมชาติ เทียวถ้ำ/ศึกษาสภาพธรณี ชมพรรณไม้ ดูนก/ดูผีเสื้อ/ส่องสัตว์ ถ่ายภาพ/วิดีโอ ตั้งแคมป์พักผ่อน และพักผ่อนในบรรยากาศธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีอุทยานแห่งชาติดอยผาหลวง, อุทยานแห่งชาติเวียงโกศัย

จากเว็บไซต์ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่ รายงานสถิติเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์เมืองแพร่ “คุ้มเจ้าหลวง” ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2564 - เดือนมีนาคม พ.ศ.2565 มีจำนวนผู้เข้าชมทั้งสิ้น 8,330 คน ประกอบกับเป็นจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ สถาปัตยกรรม และวัฒนธรรมที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนาน ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาพฤติกรรมและแรงจูงใจของนักท่องเที่ยว เพื่อเป็นประโยชน์กับทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2565)

วัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมแรงจูงใจของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยแจกแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ประกอบด้วย

- 1.1 ประชากร ได้แก่ นักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดแพร่
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดแพร่ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2565 กลุ่มตัวอย่างถูกเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ใช้สูตรของ Taro Yamane (Kris Pirjo, 2560) จำนวน 100 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามประมาณค่า (Rating scale) แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่ได้เดินทางมาเที่ยวในจังหวัดแพร่ และส่วนที่ 3 แรงจูงใจของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่

โดยแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (ชูศรี, 2550) ดังนี้

- 4.51-5.00 หมายถึง ระดับแรงจูงใจมากที่สุด
- 3.51-4.50 หมายถึง ระดับแรงจูงใจมาก
- 2.51-3.50 หมายถึง ระดับแรงจูงใจปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง ระดับแรงจูงใจน้อย
- 1.00-1.50 หมายถึง ระดับแรงจูงใจน้อยที่สุด

3. วิธีการเก็บรวบรวม

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการลงเก็บข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดแพร่ ผู้วิจัยแจกแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยการสุ่มแจกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่

4. การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยแนะนำตนเอง แจ้งวัตถุประสงค์การทำวิจัยและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริงและแจ้งกลุ่มตัวอย่างว่าในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้นี้ ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลนี้เป็นความลับไม่มีการระบุชื่อและรายงานการวิจัยจะเสนอผลโดยรวม และกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิ์ในการปฏิเสธเข้าร่วมวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 67 ดังรายละเอียดใน Table 1 เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 33 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 27 ประกอบอาชีพรับข้าราชการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28 ส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วง 15,001-30,000 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 32 และมีภูมิลำเนาอยู่ในภาคเหนือ คิดเป็นร้อยละ 44 เนื่องจากการเดินทางมาท่องเที่ยวสะดวก เส้นทางไม่อันตรายจนเกินไป ใช้ระยะเวลาในการเดินทางมาท่องเที่ยวไม่นาน และสามารถเชื่อมต่อไปยังจังหวัดอื่น ๆ

จากผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพิมล (2554) เรื่องแรงจูงใจและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดเชียงใหม่ ดังต่อไปนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 31-40 ปี รายได้ต่อเดือน 15,001-30,000 บาท และมีภูมิลำเนาอยู่ในภาคเหนือ

Table 1. Shows the number and percentage of tourists visiting Phrae Province

Information	Amount (people)	Percentile
Gender		
Man	33	33
Woman	67	67



Information	Amount (people)	Percentile
Age		
20 years old or under	19	19
20 – 30 years	24	24
31 – 40 years	27	27
41 – 50 years	13	13
51 – 60 years	12	12
60 years or older	5	5
Occupation		
Government officer	29	29
Business owner	18	18
Company employee	14	14
General employee	12	12
Student	11	11
University student	12	12
Unemployed	4	4
Income		
9,000 baht or less	27	27
9,000 – 15,000 bath	26	26
15,001 - 30,000 bath	32	32
30,001 - 50,000bath	11	11
50,000 baht or more	4	4
Domicile		
North	44	44
Central	25	25
South	2	2
Eastern	11	11
Northeast	18	18

สำหรับพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยงจังหวัดแพร่ พบว่า ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการมาท่องเที่ยว/พักผ่อน คิดเป็นร้อยละ 59 เนื่องจาก จังหวัดแพร่เป็นจังหวัดที่มีสถานที่ท่องเที่ยวหลากหลายรูปแบบเหมาะแก่การมาเที่ยว การมาเยือนจังหวัดแพร่ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยมาเที่ยวที่จังหวัดแพร่ คิดเป็นร้อยละ 71 ยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง คิดเป็นร้อยละ 41 บุคคลที่ร่วมเดินทาง ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เดินทางร่วมกับกลุ่มเพื่อน คิดเป็นร้อยละ 29 ระยะเวลาที่ใช้ที่ท่องเที่ยว ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลา 1-2 วัน คิดเป็นร้อยละ 60 การเลือกที่พัก ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกพักโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 42 การเลือกราคาที่พัก ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกที่พักราคา น้อยกว่า 1,000 บาท/วัน เนื่องจากราคาที่พักในจังหวัดแพร่มีราคาที่ไม่แพงมาก ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกท่องเที่ยวอำเภอเมืองแพร่ คิดเป็นร้อยละ 79 เนื่องจากเป็นจุดศูนย์กลางในด้านต่างๆ มีสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง และมีแหล่งท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก การเลือกเที่ยวตามประเภทแหล่งท่องเที่ยว ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เที่ยวแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์และศาสนา ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกเที่ยวพระธาตุช่อแฮ คิดเป็นร้อยละ 71 เนื่องจาก วัดพระธาตุช่อแฮเป็นวัดประจำจังหวัด อีกทั้งเป็นวัดประจำของคนเกิดปีชาล และอยู่ในตัวอำเภอเมืองแพร่

Table 2 Shows the number and percentage of the tourist behavior.

n=100

Tourist behavior	Amount (people)	Percentile
Objective		
Travel/leisure	59	59
Contact business	18	18
Meeting/Seminar	13	13
Relatives/friends	10	10
Visiting Phrae Province		
Ever	71	71
Never	29	29
Vehicle		
Private Car	41	41
Car Rental/Van	17	17
Bus	14	14
Motorcycle	11	11
Train	9	9
Airplane	8	8

Tourist behavior	Amount (people)	Percentile
Accompanying persons		
Group	29	29
Alone	21	21
Colleague	19	19
Lover	17	17
Family/Relatives	14	14
Duration		
1-2 days	60	60
3-4 days	35	35
5-7 days	5	5
7 days or more	0	0
Accommodation selection		
hotel	42	42
resort	31	31
Not overnight.	19	19
Relatives/Friends Home	8	8
Choosing accommodation rates		
1,000 Baht or less	32	32
1,000-2,000 Baht	31	31
2,001-3,000 Baht	12	12
3,001-4,000 Baht	14	14
4,001-5,000 Baht	6	6
5,000 Baht or more	0	0
Tourist Districts		
Muang District	79	79
Sung Men District	46	46
Long District	42	42
Den Chai District	36	36
Song District	21	21
Nong Muang Khai District	15	15
Wang Chin District	11	11
Rong Kwang District	6	6

Tourist behavior	Amount (people)	Percentile
Tourist attraction type		
Historical and religious sites	77	77
Natural Attractions	54	54
Recreational attractions	52	52
Art and Culture Attractions	42	42
Places to visit		
Wat Phra That Cho Hae	71	71
Kad Kong Kao	68	68
Nakuha Temple	64	64
Wat Phra That In Hang	53	53
Wat Phra That Pujae	42	42
Khum Luang Muang Phrae	39	39
Wat Phra That Doi Leng	33	33
Khum Wong Buri	25	25

สำหรับแรงจูงใจในการมาเที่ยวจังหวัดแพร่ พบว่า นักท่องเที่ยวมีแรงจูงใจในการมาเที่ยวจังหวัดแพร่ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.49 ปัจจัยแต่ละด้านที่ส่งผลต่อแรงจูงใจ ดังนี้

ด้านคมนาคม ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.60 เนื่องจากความคล่องตัวของ การจราจรที่ดี ความชัดเจนของป้ายบอกทางที่ชัดเจน และถนนที่ใช้ในการสัญจรไม่ขรุขระ เส้นทางสัญจร สะดวกสบาย

ด้านแหล่งท่องเที่ยว ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.53 เนื่องจาก มีความสวยงาม ของสถานที่ท่องเที่ยว ความหลากหลายของสถานที่ท่องเที่ยว และการบริการของสถานที่ท่องเที่ยว

ด้านจุดเด่นจังหวัดแพร่ (หม้อห้อม) ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.51 เนื่องจาก ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อม การทำกิจกรรมการย้อมผ้าหม้อห้อม และอยากเห็นต้นห้อม เพราะ หม้อห้อมเป็นอัตลักษณ์ของจังหวัดแพร่ มีความโดดเด่นด้านการใช้หม้อห้อมมาย้อมผ้าซึ่งเป็นภูมิปัญญาของ ชาวไทพวน

ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.49 เนื่องจาก มีความชัดเจน ของป้ายแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ความเพียงพอของถังขยะ และความเพียงพอของห้องสุขา

ด้านราคาในการใช้จ่าย ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมาก 4.48 เนื่องจาก ความเหมาะสมของราคาของ ผัก/ของที่ระลึก ความเหมาะสมของราคาที่พัก ความเหมาะสมของราคาอาหาร มีความเหมาะสมไม่มีราคาที่ แพงมากเกินไป

ด้านที่พัก ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.47 เนื่องจาก การบริการที่พักรที่ดี มีความทันสมัยและความปลอดภัยของที่พัก และความสะอาดของที่พัก

ด้านการประชาสัมพันธ์ ทำให้เกิดแรงจูงใจ ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.37 เนื่องจากสามารถหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวจากอินเทอร์เน็ตได้ การประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวและสื่อแผ่นพับแนะนำข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

Table 3. Shows the mean and standard deviation of motivation for visiting Phrae Province.

Motivation	\bar{x}	S.D.	Result
Transportation	4.60	0.60	most
Tourist Attraction	4.53	0.56	most
Highlights of Phrae province	4.51	0.53	most
Facilities	4.49	0.81	very
Accommodation	4.48	0.63	very
Price aspects of spending	4.47	0.58	very
Public Relations	4.37	0.55	very
Overall	4.49	0.57	very

สรุป

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์มาท่องเที่ยว/พักผ่อน และเป็นการมาเที่ยวซ้ำ เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว เดินทางมาท่องเที่ยวเกี่ยวกับกลุ่มเพื่อน ระยะเวลาในการมาเที่ยว 1-2 วัน เลือกราคาที่พักอยู่ในช่วง 1,000-2,000 บาท/วัน เลือกมาเที่ยวในอำเภอเมืองแพร่ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์และศาสนา สถานที่ท่องเที่ยวส่วนใหญ่ที่ไปเที่ยวคือ วัดพระธาตุช่อแฮ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่คือเพศหญิง ผู้หญิงส่วนใหญ่ชอบในการท่องเที่ยว เพราะการท่องเที่ยวทำให้ผ่อนคลาย สนุกสนาน ชมความสวยงามของสถานที่ท่องเที่ยว และชอบในการถ่ายภาพสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความสวยงาม มีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 31-40 ปี เป็นช่วงอายุที่อยู่ในวัยทำงานจึงมีความเครียด จึงต้องการเดินทางมาท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อนให้หายเหนื่อยจากการทำงาน ส่วนใหญ่มีอาชีพรับข้าราชการ เป็นอาชีพที่ต้องเดินทางไปทำงานต่างที่ เช่น การประชุม/สัมมนา และการอบรม เป็นต้น การเดินทางไปจังหวัดต่างๆจึงมีการแวะเที่ยวในสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนั้นๆ และมีรายได้ 15,001-30,000 บาท/เดือน ด้วยอาชีพ มีผลต่อการมาท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก เนื่องจากรายได้เป็นสิ่งที่จำเป็นมากต่อการมาท่องเที่ยวและมีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก เป็นต้น และภูมิภานา ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ที่ภาคเหนือ จังหวัดแพร่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทยการเดินทางมาท่องเที่ยวจึงมาได้ง่ายและใช้ระยะเวลาในการเดินทางมาท่องเที่ยวไม่นาน สะดวกสบายต่อการเดินทางมาท่องเที่ยว และมีแรงจูงใจในการมาท่องเที่ยว ดังต่อไปนี้

แรงจูงใจที่เดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านคมนาคม ด้านแหล่งท่องเที่ยว และด้านจุดเด่นจังหวัดแพร่ (หม้อห้อม) อยู่ในระดับ มากที่สุด ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านที่พัก ด้านราคาในการใช้จ่าย และด้านการ ประชาสัมพันธ์ อยู่ในระดับมาก โดยภาพรวมจังหวัดแพร่ จังหวัดแพร่เป็นเมืองขนาดเล็กการคมนาคมในเดินทางไปยังสถานที่ ท่องเที่ยวต่าง ๆ มีความสะดวกสบาย และสถานที่ท่องเที่ยวอยู่ไม่ไกลกันมาก การสัญจรบน ถนนมีความคล่องตัว ถนนไม่ชำรุด มีแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลายรูปแบบ ความสวยงามของสถานที่ท่องเที่ยว อีกทั้งอาหาร ที่พัก ของฝากมีราคาถูก ค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาเที่ยวจังหวัดแพร่จึงมีความเหมาะสมแก่การท่องเที่ยว

ข้อเสนอแนะ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวของจังหวัดแพร่ควรจัดกิจกรรมให้รองรับการมาเที่ยวแบบเป็นกลุ่มให้มีความหลากหลายและน่าสนใจให้มากยิ่งขึ้นเพื่อสร้างความแปลกใหม่ให้แก่นักท่องเที่ยว

เอกสารอ้างอิง

- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย. https://qagad.kku.ac.th/Serve_result
- พรพิมล วิกฤษพัฒน์. (2559). แรงจูงใจและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาเที่ยวในจังหวัด เชียงใหม่. <https://esd.kps.ku.ac.th/kuk-conference>
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่. (2565). รายงานสถิติเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์เมืองแพร่ “คุ้มเจ้าหลวง”. <https://www.phraepao.go.th/main>.
- Kris Piroj, (2560). การสุ่มกลุ่มตัวอย่างสุตร Taro Yamane. GreedisGoods. <https://greedisgoods.com/taro-yamane/>

กลุ่ม 4

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
และสิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์

การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าหมักร่วมกับเปลือกกาแฟและฝุ่นข้าวโพด
อาหารสัตว์โดยใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเป็นหัวเชื้อในการผลิต
Biofertilizer Production from Fermented Oyster Mushroom Lumps with
Coffee Husks and Corn Dust Using Nitrogen-fixing Microorganisms as Starter

สร้อยฟ้า ดิขคำเหมาะ^{1*} จุฑามาศ คำนาน¹ และ ณัฐพร จันทร์ฉาย¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่-เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: dikhommor@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติและหารูปแบบการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าหมักร่วมกับเปลือกกาแฟและฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์โดยใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน 2 สายพันธุ์ คือ *Pseudoxanthomonas spadix* MJUP08 และ *Novosphingobium* sp. MJUP081 เป็นหัวเชื้อในการผลิต โดยใช้ปริมาณก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าจำนวน 5 ระดับ ที่แตกต่างกัน หลังจากหมักเป็นเวลา 35 วัน ผลการศึกษา พบว่า สูตรที่ใช้ปริมาณก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าที่ร้อยละ 80 หมักร่วมกับเปลือกกาแฟ ร้อยละ 6 ฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์ร้อยละ 6 มูลโคร้อยละ 7 กากน้ำตาลเจือจางกับน้ำ 1 ต่อ 20 ส่วน ที่ปริมาณ 10 ลิตร (ความชื้นร้อยละ 60) โดยใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเป็นหัวเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละร้อยละ 10 มีสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบอินทรีย์ของปุ๋ยสูงที่สุดโดยมีธาตุอาหาร N, P และ K เท่ากับ ร้อยละ 0.34, 0.12 และ 2.21 ตามลำดับ โดยจัดอยู่ในเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ดีที่กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดไว้

คำสำคัญ: จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน ปุ๋ยจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า เปลือกกาแฟ ปุ๋ยหมัก ฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์

Abstract

The purpose of this study was to characterize and determine the production pattern of biofertilizer from old oyster mushroom fermented with coffee husks and forage corn dust using two nitrogen-fixing microorganisms, *Pseudoxanthomonas spadix* MJUP08 and *Novosphingobium* sp. MJUP081 is the inoculum for production. The amount of old oyster mushroom was used at 5 different levels. After fermentation for 35 days, the results showed that the formula used the amount of old oyster mushroom 80% fermented with coffee husk 6%, corn dust 6%, cow dung 7%, molasses diluted with water 1:20 at 10 liters of volume (60% moisture) using nitrogen-fixing microorganisms as inoculants, both strains, 10 percent each, had the highest chemical properties and physical properties of organic raw materials of fertilizer with nutrient elements. N, P and K equal as a 0.34, 0.12 and 2.21% respectively. Also, it is classified as a high-quality organic fertilizer due to the Department of Land Development.

Keywords: Nitrogen-fixing microorganisms fertilizer from old mushroom spawn, Coffee husks, Compost, Corn dust, Animal feed

บทนำ

ความอุดมสมบูรณ์ของดินทางการเกษตรกรรมมีความสำคัญยิ่งต่อการเพิ่มผลผลิต และด้วยจำนวนประชากรทั่วโลกที่มีมากกว่า 7 พันล้านคน ความต้องการอาหารเพิ่มมากขึ้นต่อการอยู่รอดของประชากรโลก ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเกษตรกรต้องอาศัยปุ๋ยเคมีในการเสริมการเจริญเติบโตของพืช แต่การใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงอย่างต่อเนื่องเกิดการปนเปื้อนไปด้วยและทำลายคุณภาพดิน (Yang *et al.*, 1991; Daramola *et al.*, 2006) จึงจำเป็นต้องลดการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการทำเกษตรแบบขาดการไถร่อน (Nottidge *et al.*, 2005; Subba, 1993) อีกทั้งปัญหาหมอกควันในภาคเหนือเป็นปัญหามลภาวะทางอากาศเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย ซึ่งปัญหามีมาอย่างยาวนาน และปัญหาหมอกควันเหล่านี้เกิดจากการที่เกษตรกรมีวิธีการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผิดวิธี โดยส่วนใหญ่เกษตรกรจะกำจัดวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้โดยวิธีการเผาและนำไปทิ้งตามที่สาธารณะต่าง ๆ จึงทำให้เกิดหมอกควันขึ้นซึ่งเรียกอีกอย่างได้ว่า ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ถือเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนอย่างยาวนาน

ขยะทางการเกษตร (ขยะอินทรีย์) คือ ของเสียที่ได้จากซากพืชหาได้ง่ายและพบได้ในสถานที่ทั่วไป เช่น ฟาร์ม ที่บ้าน อุตสาหกรรม แม่น้ำ ฯลฯ ที่ไม่ได้จัดการอย่างเหมาะสมและถูกต้องของเสียเหล่านี้ก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมากมาย ส่วนประกอบของขยะเกษตร ได้แก่ เซลลูโลสและลิกนินหรือที่เรียกว่าองค์ประกอบที่ไม่ละลายน้ำในขณะที่ส่วนประกอบที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ น้ำตาล กรดอะมิโนและกรดอินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ ไขมัน ไขมัน น้ำมัน เรซิน รงควัตถุ โปรตีน และแร่ธาตุ องค์ประกอบทั้งหมดนี้ในขยะเกษตรแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ของเสียทางการเกษตรจึงเป็นแหล่งราคาถูกที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ปรับปรุงได้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปุ๋ยชีวภาพเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการจัดการสารอาหารแบบบูรณาการ (Subba, 1993) ศักยภาพเหล่านี้ปุ๋ยชีวภาพจะมีบทบาทสำคัญในการเพิ่ม ผลผลิตและความยั่งยืนของดินและยังรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นวัตุถุติบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคุ้มค่าสำหรับชาวนา (Taiwan Fertilizer Company, 1994; Shaviv, 2005) เป็นแหล่งหมุนเวียนธาตุอาหารแก่พืชทดแทนปุ๋ยเคมีในระบบเกษตรยั่งยืน (Taiwan Fertilizer Company, 1994)

การทำปุ๋ยหมัก หมายถึง การย่อยสลายตัวทางชีวภาพ (biological oxidative decomposition) ขององค์ประกอบอินทรีย์ในของเสียภายใต้สภาวะที่มีการควบคุม ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาของจุลินทรีย์กลุ่มต้องการออกซิเจนที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่มีความเสถียรเพียงพอสำหรับการจัดเก็บและการใช้งานโดยไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม (Zucconi and de Bertoldi, 1988) จุดมุ่งหมายหลักของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขี้เลื่อยเพื่อที่จะทำให้อ่อนขี้เลื่อยเก่าจากการเพาะเห็ดเหมาะสมสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy: BCG Economy) เพื่อมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากเศรษฐกิจ BCG และแก้ไขปัญหาหมอกควันภาคเหนือด้วยเศรษฐกิจหมุนเวียน ได้ผลผลิตปุ๋ยชีวภาพที่เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่เป็น Social Enterprise (ธุรกิจเพื่อสังคม)

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง เปลือกกาแฟ และฝุ่นข้าวโพด
อาหารสัตว์

นำก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง เปลือกกาแฟ มูลวัว และฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์ก่อนศึกษาการหมักปุ๋ยอินทรีย์มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM), ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC), สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ในรูป P_2O_5) ปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมด (ในรูป K_2O), พีเอช (ดิน:น้ำ = 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (ดิน:น้ำ = 1:5) และปริมาณความชื้น (Oluchukwu *et al.*, 2018)

การศึกษาสูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งร่วมกับเปลือกกาแฟ และฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์

1) เตรียมส่วนผสมปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 5 สูตร ให้น้ำหนักรวมทั้งหมดเท่ากับ 1 กิโลกรัม โดยใช้อัตราส่วนผสมของปริมาณก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งจำนวน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 50, 60, 70, 80 และ 90 และส่วนผสมของมูลวัว เปลือกกาแฟ และ ฝุ่นข้าวโพดในจำนวน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 50, 40, 30, 20 และ 10 (Table 1) คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วบรรจุลงในถังพลาสติก จำนวน 5 ถังต่อสูตรปุ๋ย

2) เติมส่วนผสมระหว่างสารละลายของเชื้อแบคทีเรียกลุ่มเอนโดไฟติกสายพันธุ์ *Novosphingobium* sp. MJUP_r9 1.0×10^8 และจุลินทรีย์สายพันธุ์ *Pseudoxanthomonas spadix* MJUP08 1.0×10^8 (ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (OD_{600})) ให้มีความขุ่นของเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับค่า McFarland standard No. 0.5 โดย เจือจางสารละลายให้มีค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.09-0.1 ซึ่งจะมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 10^8 CFU/มิลลิลิตร) 1 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัม และกากน้ำตาล 1 กิโลกรัมต่อปุ๋ยอินทรีย์ 100 กิโลกรัมในอัตราส่วนคงที่ในปุ๋ยอินทรีย์ทุกสูตรเคล้าให้เข้ากันแล้วปรับความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผสมแล้วให้อยู่ในช่วง 60-70%

3) ปิดปากถังพลาสติกที่บรรจุปุ๋ยอินทรีย์แล้วหมักเป็นระยะเวลา 35 วัน พร้อมพลิกกลับกองปุ๋ยอินทรีย์ ทุก ๆ 7 วัน (Oluchukwu *et al.*, 2018)

4) ทุก ๆ 7 วัน วัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบปรอท) พีเอช ความชื้น และสี (Hunter lab) และในวันที่ 0 และ 35 เก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มาวิเคราะห์ธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM), ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC), สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ในรูป P_2O_5) ปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมด (ในรูป K_2O), พีเอช (ดิน:น้ำ = 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (ดิน:น้ำ = 1:5) ปริมาณความชื้น (Oluchukwu *et al.*, 2018) และวัดค่าสีของปุ๋ยอินทรีย์หลังสิ้นสุดการหมักด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Hunter lab รุ่น NH300 ยี่ห้อ 3 nh)

Table 1. Mixing ratios of different formulas of organic fertilizers used to study organic fertilizer formulations from leftover Oyster mushroom lumps.

Formula	Oyster mushroom (kg.)	Coffee Shell (kg.)	Corn Dust (kg.)	Cow Dung (kg.)	<i>Novosphingobium</i> sp. MJUP_r9 (ml.)	<i>Pseudoxanthomonas spadix</i> MJUP081 (ml.)	Molasses (kg.)
1	0.5	0.16	0.16	0.18	100	100	1
2	0.6	0.13	0.13	0.14	100	100	1
3	0.7	0.1	0.1	0.1	100	100	1
4	0.8	0.06	0.06	0.07	100	100	1
5	0.9	0.03	0.003	0.004	100	100	1

ที่มา : ดัดแปลงจาก ศรีอุบล และคณะ, 2563 และ Asdu *et al.*, 2018

ผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาศสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง

จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งก่อนนำมาศึกษาการหมักปุ๋ยอินทรีย์ พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 1.49

Table 2. Chemical properties and physical properties of organic raw materials.

Chemical Properties and Physical Properties	Organic matter			
	Mushroom Spawn	Coffee Shell	Cow Dung	Corn Dust
1) Organic matter content (OM)	54.73 percent	61.54 percent	39.81 percent	87.00 percent
2) Organic Carbon (OC) content	31.74 percent	35.70 percent	23.09 percent	50.46 percent
3) Carbon to Nitrogen ratio (C/N ratio)	81	36	15	51
4) Total Nitrogen Content	0.39 percent	1.00 percent	1.49 percent	0.98 percent
5) Total phosphorus (as P ₂ O ₅)	0.16 percent	0.15 percent	0.34 percent	0.14 percent
6) Total Potassium Content (as K ₂ O)	1.06 percent	0.90 percent	0.75 percent	0.34 percent
7) pH (soil:water=1:1)	8	8	8	6
8) Electrical Conductivity (EC) (Soil: Water= 1:5)	1.27	0.08	1.58	0.72
9) Moisture Content	50 percent	60 percent	60 percent	70 percent

ผลการศึกษาสูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง

จากการศึกษาสูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งจำนวน 5 สูตร ที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทที่มีน้ำหนักรวมทั้งหมด 1 กิโลกรัม เป็น ระยะเวลา 35 วัน แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พีเอช และวิเคราะห์ธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ โปแทสเซียมทั้งหมดทุก ๆ 7 วัน เพื่อคัดเลือกสูตรปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารมากที่สุดหลังการหมัก และใช้ ก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งปริมาณมากที่สุดได้ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

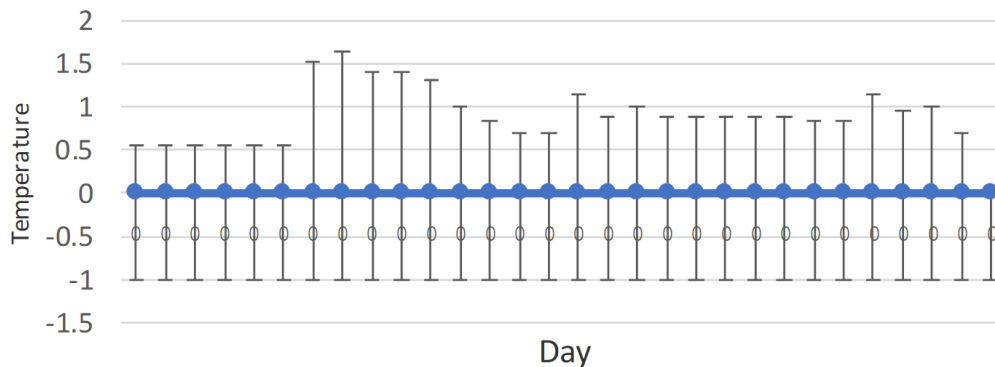


Figure 1 Temperature changes during the fermentation of bio-fertilizer from oyster mushroom residues of various formulas for a period of 35 days.

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งจำนวน 5 สูตร ที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่าอุณหภูมิเริ่มต้น เมื่อทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์ จะอยู่ในช่วง 23–30 องศาเซลเซียส และมีการ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการหมักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงการหมักวันที่ 14 อยู่ในช่วง 29-30 องศาเซลเซียส และจะลดเมื่อใกล้สิ้นสุดการหมักโดย อุณหภูมิเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ระยะเวลา 35 วัน จะอยู่ในช่วง 25–28 องศาเซลเซียส ดังแสดงใน Figure 1 และจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับอุณหภูมิลดลงไม่สูงมากและการที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะของการหมักและเกิดจากการถ่ายโอนความร้อน และอุณหภูมิไม่มีผลต่อการยับยั้งหรือชะลอกระบวนการหมักลง Silva et al. (2017) กล่าวว่า โดยทั่วไปจุลินทรีย์จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับศรีอุบล และคณะ (2563) รายงานว่า ระหว่างหมักปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง อุณหภูมิเริ่มต้น เมื่อทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์จะอยู่ในช่วง 29.66-31.96 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการหมักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงกลางของการหมัก และจะลดลงเมื่อใกล้สิ้นสุดการหมักจะอยู่ในช่วง 27.70 - 28.36 องศาเซลเซียส

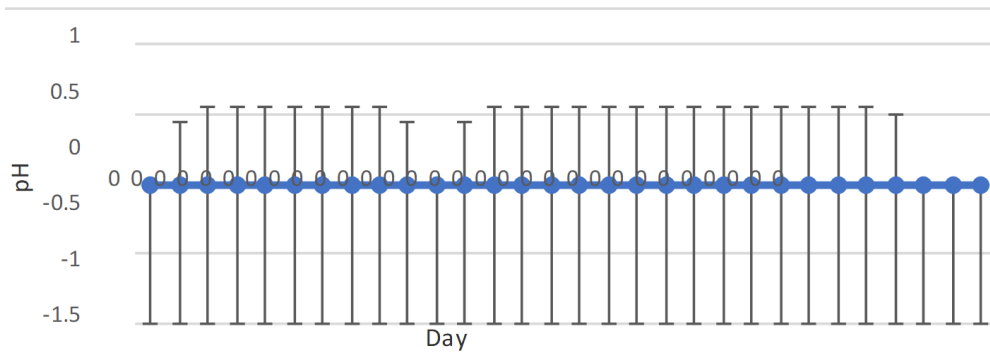


Figure 2. pH changes during the fermentation of bio-fertilizer from oyster mushroom residues of different formulas for a period of 35 days.

การเปลี่ยนแปลงพีเอชระหว่างหมักปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งจำนวน 5 สูตร ที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทเป็นระยะเวลา 35 วันพบว่า พีเอชเริ่มต้นเมื่อทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์จะอยู่ในช่วง 8.57 - 8.75 และมีการเปลี่ยนแปลงพีเอชในการหมักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงการหมักวันที่ 7 ถึงระยะสิ้นสุดการหมักที่ระยะเวลา 35 วัน อยู่ในช่วง 7 - 8 ดังแสดงใน Figure 2 และมีการเปลี่ยนแปลงพีเอชในการหมักเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงการหมักวันที่ 7 ถึงวันที่ 35 อยู่ในช่วง 8 - 9 บทบาทของความเป็นกรด-ด่างมีส่วนสำคัญและส่งผลอย่างมากต่อการให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งจะอยู่ในช่วง 6 - 10 สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีอุบล และคณะ (2563) รายงานว่า จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพีเอชระหว่างหมักปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง พบว่า พีเอชเริ่มต้นเมื่อทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์จะอยู่ในช่วง 8.57 - 8.75 และมีการเปลี่ยนแปลงพีเอชในการหมักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงการหมักวันที่ 7 ถึงระยะสิ้นสุดการหมักที่ระยะเวลา 49 วัน อยู่ในช่วง 8.94 - 9.21

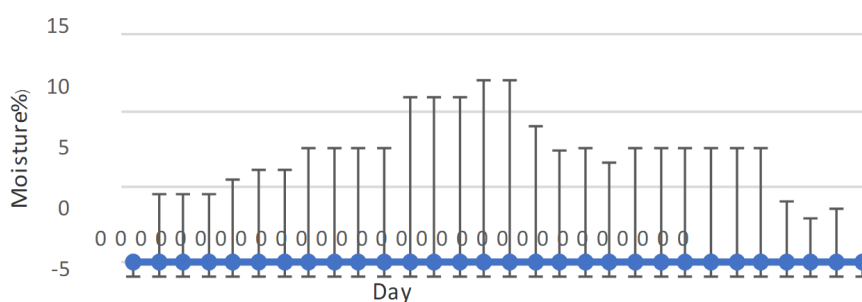


Figure 3. Moisture changes during fermentation of bio-fertilizer from old oyster mushroom lumps of different formulas for a period of 35 days.

การเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเก่าเหลือทิ้ง จำนวน 5 สูตร ที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิท เป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า ในช่วงเริ่มต้นมีค่าความชื้นร้อยละ 60 และมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นเล็กน้อยในช่วงการหมักในช่วงการหมักวันที่ 7 ถึงระยะสิ้นสุดการหมัก วันที่ 35 มีความชื้น อยู่ในช่วงร้อยละ 60 - 70 ดัง Figure 3

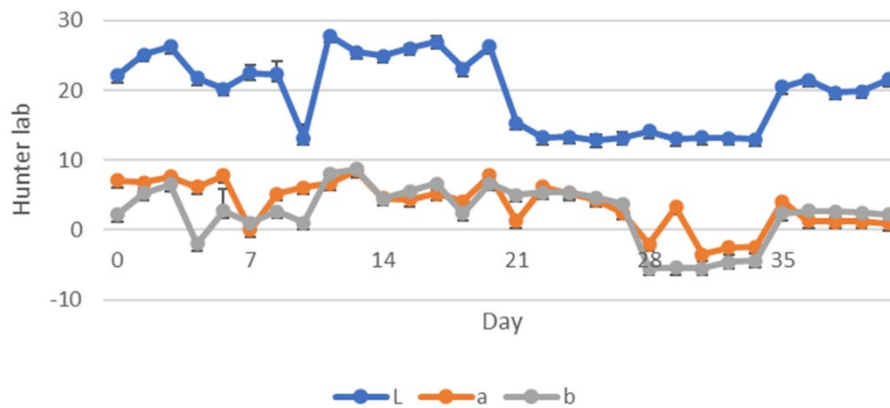


Figure 4. Changes in the color of bio-fertilizer from mushroom lumps in different formulas, period of 35 days

จากการวัดค่าสีในปุ๋ยอินทรีย์จากก้อน เชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งจำนวน 5 สูตร ที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า ค่าสี L* ของปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 โดยสูตรปุ๋ยที่มีสัดส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งในปริมาณน้อย (สูตรที่ 1) จะมีค่าสี L* น้อย สีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จะมีลักษณะน้ำตาลเข้ม และเมื่อเพิ่มสัดส่วนของก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งที่เพิ่มขึ้น (สูตรที่ 2 - 5) จะมีค่าสี L* เพิ่มขึ้น และสีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จะมีลักษณะน้ำตาลอ่อนลงตามลำดับ ซึ่งสีของปุ๋ยหมักที่หมักจนสมบูรณ์แล้วจะมีสีเข้มขึ้น สีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ สอดคล้องกับ Meena et al. (2016) กล่าวว่า ปุ๋ยหมักที่หมักจนสมบูรณ์แล้วจะมีสีเข้มขึ้น สีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ และการศึกษาของ ศรีอุบล และคณะ (2563) รายงานว่า ค่าสี L* น้อย สีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จะมีลักษณะน้ำตาลเข้ม และเมื่อเพิ่มสัดส่วนของก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งที่เพิ่มขึ้น จะมีค่าสี L* เพิ่มขึ้น และสีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จะมีลักษณะน้ำตาลอ่อนลงตามลำดับ

Table 3. Color values in organic fertilizers from spawned oyster mushroom spawns in various formulations. After 35 days of fermentation.

organic fertilizer formula (Mushroom lumps: various ingredients)	Color		
	L*	a*	b*
Start fermentation	20.2400 ^a ±0.1345	6.2433 ^a ±0.08145	1.9533 ^a ±0.4058
Formula that 1 (50:50)	20.5400 ^c ±0.3318	4.1067 ^d ±0.0057	2.4100 ^b ±0.0360
Formula that 2 (60:40)	21.5033 ^d ±0.3262	1.3533 ^c ±0.2948	2.7833 ^d ±0.4027
Formula that 3 (70:30)	19.6667 ^a ±0.1001	1.2333 ^b ±0.1106	2.6667 ^c ±0.3470
Formula that 4 (80:20)	19.8667 ^b ±0.1001	1.2633 ^b ±0.0200	2.4600 ^b ±0.2605
Formula that 5 (90:10)	21.5600 ^d ±0.2260	0.9100 ^a ±24007	2.2133 ^a ±0.2797

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จาก Table 3 พบว่า ในการวิเคราะห์ค่า OM, OC, C/N ratio, N, P, K, EC, L*, a*, b*, อุณหภูมิ, ความชื้น และ pH ในแต่ละชุดการทดลองพบว่า ในช่วงเริ่มต้นมีค่าสีที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าค่าอินทรีย์วัตถุแปรผันตามปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร ค่าสี L* ที่แสดงออกในส่วนเริ่มต้นน่าจะมาจากสีของกากน้ำตาลทำให้ค่าอยู่ในช่วง 20.5400 - 19.6667 ค่า a* อยู่ในช่วง 4.1067 - 0.9100 มีค่าใกล้ 0 แสดงให้เห็นว่ามีค่าสีเป็นสีแดง ค่า b* อยู่ในช่วง 2.7833 - 2.2133 มีค่าใกล้ 0 แสดงให้เห็นว่ามีค่าสีเป็นสีเหลือง ดัง Figure 5

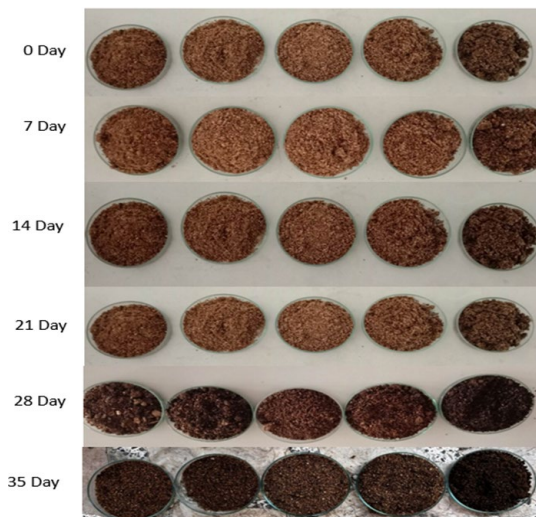


Figure 5 Color of bio-fertilizer from old oyster mushroom fermented with coffee husks and forage corn dust using nitrogen-fixing microorganisms as starter to produce various formulations after 35 days of fermentation.

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งสูตรต่าง ๆ หลังการหมัก

Table 4. Total nitrogen content in organic fertilizers from old oyster mushroom spawns in various formulas after fermentation for a period of 35 days.

organic fertilizer formula (Mushroom lumps: various ingredients.)	Total nitrogen content (percent.)	
	0 Day.	after fermentation 35 days.
Formula. 1 (50:50)	0.36 ^a ±0.12	0.37 ^c ±0.14
Formula. 2 (60:40)	0.33 ^d ±0.77	0.39 ^b ±0.89
Formula. 3 (70:30)	0.36 ^b ±0.51	0.41 ^a ±0.05
Formula. 4 (80:20)	0.34 ^c ±0.37	0.34 ^d ±0.38
Formula. 5 (90:10)	0.27 ^e ±0.13	0.27 ^e ±0.19

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสทมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเก่าเหลือทิ้ง จำนวน 5 สูตรที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า ปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่หมักจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งทุกสูตรมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นโดยปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 0.36, 0.34, 0.33 และ 0.27 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ย อินทรีย์สูตรอื่น ๆ ดังแสดงใน Table 4 เมื่อมีการใช้ก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งในอัตราที่สูงส่งผลให้มี ปริมาณไนโตรเจนสูง ในก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง แสดงว่ามีปริมาณโปรตีนคงเหลืออยู่ และการที่ปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้นหลังจากการหมักนั้นอาจ โมเลกุลของโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลที่เล็กลงเป็น กรดอะมิโนเพื่อให้พืชสามารถดูดซึมได้เร็วและเป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งสูตรต่าง ๆ หลังการหมัก

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งจำนวน 5 สูตรที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทเป็น ระยะเวลา 35 วัน พบว่า สูตรปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่หมักจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งทุกสูตรมีปริมาณ ฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.41, 0.39, 0.37, 0.34 และ 0.27 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ย อินทรีย์ สูตรอื่น ๆ ดังแสดงใน Table 5

Table 5. Total phosphorus content in organic fertilizers from old oyster mushroom spawns in various formulas after 35 days of fermentation.

organic fertilizer formula (Mushroom loaf: various ingredients.)	Total Phosphorus. (asP ₂ O ₅) (%)	
	0 Day.	after fermentation 35 days.
Formula 1 (50:50)	0.14 ^b ±0.45	0.12 ^c ±0.41
Formula 2 (60:40)	0.11 ^d ±0.77	0.20 ^a ±0.72
Formula 3 (70:30)	0.18 ^a ±0.15	0.15 ^b ±0.10
Formula 4 (80:20)	0.12 ^c ±0.44	0.15 ^b ±0.40
Formula 5 (90:10)	0.08 ^e ±0.56	0.07 ^d ±0.72

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในปุ๋ย อินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งสูตรต่างๆ หลังการหมัก

จากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม ทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้ง จำนวน 5 สูตรที่หมักในถังพลาสติกปิดสนิทเป็น ระยะเวลา 35 วัน พบว่า สูตรปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่หมักจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งทุกสูตรมีปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.20, 0.15, 0.12, และ 0.07 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ ปุ๋ยอินทรีย์สูตรอื่น ๆ ดังแสดงใน Table 6

Table 6. Total potassium content in organic fertilizers from old oyster mushroom spawns in various formulas after 35 days of fermentation.

organic fertilizer formula (Mushroom loaf: various ingredients.)	total potassium content (asK ₂ O) (%)	
	0 Day.	after fermentation 35 days.
สูตรที่ 1 (50:50)	0.75 ^e ±0.43	0.78 ^d ±0.13
สูตรที่ 2 (60:40)	0.96 ^c ±0.45	0.79 ^c ±0.91
สูตรที่ 3 (70:30)	1.01 ^b ±0.78	0.82 ^b ±0.54
สูตรที่ 4 (80:20)	1.13 ^a ±0.11	0.84 ^a ±0.82
สูตรที่ 5 (90:10)	0.84 ^d ±0.76	0.72 ^e ±0.74

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด หลังสิ้นสุดการหมัก จะเห็นว่า มีการเพิ่มตามสัดส่วนของส่วนผสม เปลือกกาแฟ, มูลวัว, ฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์ หลังสิ้นสุดการหมัก พบว่า ปุ๋ยสูตรที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด ร้อยละ 0.41 หากต้องการปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจนมากควรเลือกปุ๋ยสูตรที่ 3 หากต้องการปุ๋ยที่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากควรเลือกใช้ปุ๋ยสูตรที่ 2 เนื่องจากมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด ร้อยละ 0.20 และหากต้องการปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมมากที่สุดควรเลือกใช้ปุ๋ยสูตรที่ 4 เนื่องจากมีปริมาณโพแทสเซียม ร้อยละ 0.84 และปุ๋ยสูตรที่ 4 มีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในปริมาณที่น้อย และใช้ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าในปริมาณ ร้อยละ 80 เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 รวมทั้งมีส่วนผสมของเปลือกกาแฟ, มูลวัว, ฝุ่นข้าวโพดอาหารสัตว์น้อยกว่าและความสามารถของเชื้อรากลุ่ม wood rot-fungi สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสที่ย่อยซึ่เลื่อยจากก้อนเห็ดเหลือทิ้งเป็นธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชนำไปใช้ได้โดยตรง สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีอุบล และคณะ (2563) สูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งที่มีธาตุอาหารมากที่สุดหลังการหมัก และสูตรที่ใช้ก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งปริมาณมากที่สุด คือ สูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งสูตรที่ 2 ซึ่งมีธาตุอาหาร N, P และ K เท่ากับ ร้อยละ 2.28, 2.63 และ 3.82 ตามลำดับ และใช้ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งร้อยละ 60 หากมีการใช้ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ โดยเฉพาะมูลไก่ปริมาณสูงๆ ส่งผลให้เกิดการบล็อกจุลธาตุ หรือธาตุเสริม (micronutrient or trace elements) เช่น เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), โบรอน (B), โมลิบดีนัม (Mo), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl) นอกจากนี้หากมีปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งมาก จะช่วยให้ความสามารถของเชื้อรากลุ่ม wood rot-fungi สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสที่ย่อยซึ่เลื่อยจากก้อนเห็ดเหลือทิ้งเป็นธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชนำไปใช้ได้โดยตรง (Onnby et al., 2015; Rajoka and Malik, 1997; Tejada et al., 2016) ได้มากขึ้น

สรุป

การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าหมักร่วมกับเปลือกกาแฟและฟุนซิวโพดสัตว์โดยใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Pseudoxanthomonas spadix* MJUP08 และ *Novosphingobium* sp. MJUP081) เป็นหัวเชื้อในการผลิต เพื่อลดต้นทุนทางการเกษตร เพิ่มมูลค่าให้กับขี้เลื่อยที่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด และเพื่อลดปริมาณขยะจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในเกษตรอินทรีย์ในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปแตสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก โดยใช้ปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งร้อยละ 80 ผลการวิจัยพบว่า มีธาตุอาหาร N, P และ K เท่ากับ ร้อยละ 0.34, 0.12 และ 2.21 ตามลำดับ เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขี้เลื่อยเก่าจากการเพาะเห็ดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy: BCG Economy) เพื่อมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากเศรษฐกิจ BCG (เกษตรและอาหาร การแพทย์สุขภาพ การท่องเที่ยวและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ พลังงานวัสดุชีวภาพ) Social Enterprise (ธุรกิจเพื่อสังคม) และแก้ไขปัญหาหมอกควันภาคเหนือด้วยเศรษฐกิจหมุนเวียน ได้ผลผลิตปุ๋ยชีวภาพที่เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่เป็น Social Enterprise (ธุรกิจเพื่อสังคม)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการ “การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากก้อนเห็ดนางฟ้าเก่าหมักร่วมกับกากกาแฟและฟุนซิวโพดอาหารสัตว์โดยใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Pseudoxanthomonas spadix* MJUP08) เป็นหัวเชื้อในการผลิต” ภายใต้การการรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณ 2566 ภายใต้แผนงานศักยภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจตลอดห่วงโซ่คุณค่าจากฐานชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

- ศรีอุบล ทองประดิษฐ์, อีระพงศ์ หมวดศรี, และอดุลย์สมาน สุขแก้ว. 2563. ผลของสูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งต่อธาตุอาหาร. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 12 (1) : 61-71 (2563)
- Environment and Disasters INCEED. (2005). Charlotte, N.C, USA 2005, July 24-30, <http://www.bamboweb.Com/Articles/L/a/landfill.html>.
- Bertoldi, M., Ferranti, M.P., L’Hermite, P. & Zucconi, F. (1987). Compost: production, quality and use, Elsevier, Barking. 30-50.
- Chang, C.H. and Yang, S.S. (2009). Thermo-tolerant phosphate solubilizing microbes for multi-functional biofertilizer preparation, Biores. Technol., 100,1648-1658.

- Daramola, D.S., Adeyeye, A.S. & Lawal, D. (2006). Effect of application of organic and inorganic nitrogen fertilizer on the growth and dry matter yield of amaranthus, Proc. 2nd Nat. Conf. Org. Agric. in Nigeria, 27th November-1stDecember, 2006, Uni. Ibadan, Ibadan, Nigeria.
- Haug, R.T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering, Composting piggery waste: A review, *Bioresour Technol.*, 63, 197-203.
- Lin, Y.P., Huang, G.H., Lu, H.W. & He, L. (2008). Modeling of substrate degradation and oxygen consumption in wastes composting processes, *Wastes Management*. 28, 1375-1385.
- Meena, M.D., Joshi, P.K., Jat, H.S., Chinchmalatpure, A.R., Narjary, B., Sheoran, P. & Sharma, D.K. 2016. Changes in biological and chemical properties of saline soil amended with municipal solid waste compost and chemical fertilizers in a mustard-pearl millet cropping system. *CATENA* 140: 1-8.
- Nottidge, D.O., Ojeniyi, S.O. & Asawalam, D.O. (2005). Comparative effect of plant residues and NPK fertilizer on nutrient status and yield of maize (*Zea mays* L.) in humid Ultisol. *Nigeria J. Soil Sci.*, 15, 1-8.
- Oluchukwu, A.C., Nebechukwu, A.G. & Egbuna, S.O. (2018). Enrichment of nutritional contents of sawdust by composting with other nitrogen rich agro-wastes for bio-fertilizer synthesis. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 53(3), 430-436.
- Onnby, L., Harald, K. & Nges, I.A. 2015. Cryogelsupported titanate nanotubes for waste treatment: Impact on methane production and bio-fertilizer quality., 207, 58-66.
- Rajoka, M.I. & Malik, K.A. 1997. Cellulase production by *Cellulomonas biazotea* cultured in media containing different cellulosic substrates. *Bioresource Technology* 59(1), 21-27.
- Rasapoor, M., Nasrabadi, T., Kamali, M. & Hoveidi, H. (2009). Effects of Aeration Rate on Generated Compost Quality, Using Aerated Static Pile, *Waste Management*, 9, 570-573.
- Silva, V. N., Silva, L.E.S.F., Silva, A.J.N., Stamford, N.P. & Macedo, G.R. (2017). Solubility curve of rock powder inoculated with microorganisms in the production of biofertilizers. *Agriculture and Natural Resources*, 51, 142-147.
- Subba R.N.S. (1993). Biofertilizer in agriculture and forestry, 3rd ed. International science publisher, New York.

- Shaviv, A. (2005). Controlled release fertilizers, in “IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers”, Frankfurt, Germany.
- Taiwan Fertilizer Company. (1994). Field Tests of Application of Organic Compound Fertilizer, Report of the Taiwan Fertilizer Company, China, 10.
- Tejada, M., Rodríguez-Morgado, B., Gómez, I., Franco-Andreu, L., Benítez, C. & Parrado, J. (2016). Use of biofertilizers obtained from sewage sludges on maize yield. *European Journal of Agronomy*. 78, 13- 19.
- Tsai, S.H., Liu, C.P. & Yang, S.S. (2007). Microbial conversion of food wastes for biofertilizer production with thermophilic lipolytic microbes, *Renewable Energy*, 32(6), 904-915.
- Yang, S.S., Chan, H.L., Wei, C.B. & Lin, H.C. (1991). Reduce wastes production with modified Kjeldahl method for nitrogen measurement, *J. Biomass Energy Soc. China*, 10, 147-155.
- Zhu, N. (2007). Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw, *Bioresour Technol.*, 98, 9-13.
- Zucconi, F. and de Bertoldi, M. (1988). Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid wastes.

การประยุกต์ใช้หัวเชื้อสาโทในกระบวนการผลิตไวน์ส้ม

Application of Wort Concentrate in Orange Wine Production Process

เกตุวลิน ล้ำเลิศ¹ และ พิชญพร อายุมัน^{1*}¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: drhillp.a@gmail.com

บทคัดย่อ

อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เป็นแหล่งที่พบว่าการปลูกส้มเขียวหวานจำนวนมาก แต่ขาดแคลนน้ำ ทำให้ส้มเกิดปัญหาผลเล็กต่ำกว่ามาตรฐาน หรือเรียกว่า “ส้มตกรวด” เป็นจำนวนมาก ซึ่งส้มดังกล่าวมีรสฝาด ทำให้เกษตรกรต้องทำการเทศ้มทิ้งหรือปล่อยให้แห้งติดต้น แต่จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ส้มดังกล่าวมีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง (13 °Brix) ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยนำมาผลิตเป็นไวน์ โดยใช้หัวเชื้อยีสต์จากการหมักสาโทเป็นหัวเชื้อตั้งต้นในกระบวนการหมักเพื่อลดความฝาดของส้มลง ผลการวิจัย พบว่า การหมักไวน์ส้มโดยใช้อัตราส่วนน้ำตาล:น้ำ:น้ำส้ม:หัวเชื้อยีสต์สาโท 400 กรัม: 330 มิลลิลิตร: 265 มิลลิลิตร: 300 มิลลิลิตร หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 19 วัน เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยไวน์ส้มมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.01-3.07, ปริมาณกรดทั้งหมด 35.11-47.32 % (v/v) และมีปริมาณแอลกอฮอล์ 16.70 % (v/v)

คำสำคัญ: กระบวนการผลิตไวน์ กระบวนการหมัก ส้มตกรวด หัวเชื้อยีสต์จากสาโท

Abstract

Wang Chin District, Phrae Province is the source where many tangerines are found. However, this area lack of water therefore oranges are small and have an astringent taste known as "orange drop grade". So, farmers dump oranges or let them dry on the tree. But from the preliminary study, it was found that it has relatively high sugar content (13 °Brix). Therefore, the researchers are interested in solving the problem by turning them into wine by using yeast from sticky rice alcoholic fermentation wort as a starter to reduce the astringent taste. The results showed that fermentation of orange wine using sugar: water: orange juice : yeast wort at 400 g: 330 ml : 265 ml: 300 ml fermented at room temperature for 19 days is the most accepted recipe by consumers. The orange wine has a pH of 3.01-3.07, total acid content of 35.11-47.32 %(v/v) and alcohol content of 16.70 %(v/v).

Keywords: Winemaking process, Fermentation process, Citrus degradation,
Wort yeast concentrate

บทนำ

อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เป็นบริเวณที่มีการปลูกส้มเขียวหวาน พันธุ์ส้มสีทองเป็นจำนวนมาก และพบว่าในช่วงฤดูการผลิต (เดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม) จะมีผลส้มออกสู่ตลาดค่อนข้างมาก เกิดปัญหาส้มล้นตลาดราคาตกต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าสวนส้มบริเวณอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เป็นบริเวณที่ขาดแคลนน้ำ ส่วนใหญ่อาศัยแม่น้ำ ลำคลอง หรือแหล่งน้ำธรรมชาติในการรดน้ำต้นส้ม ไม่มีเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำที่อุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการดูแลต้นส้ม จึงทำให้ส้มที่บริเวณดังกล่าวมีปัญหาในเรื่องของผลผลิต คือ มีขนาดของผลเล็กต่ำกว่ามาตรฐาน หรือเรียกว่าส้มตกเกรดเป็นจำนวนมากจึงทำให้ไม่สามารถนำผลผลิตออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้ นอกจากนี้ส้มดังกล่าวจะมีผลเล็กต่ำกว่ามาตรฐานแล้วยังพบว่ามีรสฝาด ทำให้เกษตรกรต้องทำการเทส้มทิ้งเป็นจำนวนมาก แต่จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า แม้ส้มดังกล่าวจะมีขนาดเล็ก รสฝาด แต่น้ำส้มที่คั้นออกมากลับมีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง (13 °Brix) และด้วยปริมาณน้ำตาลในน้ำส้มที่สูงดังกล่าวนี้ จึงทำให้ทางคณะวิจัยเล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำส้มตกเกรดนี้มาเพิ่มมูลค่า โดยการแปรรูปเป็นไวน์ส้มและใช้หัวเชื้อยีสต์จากกระบวนการหมักสาโทมาเป็นหัวเชื้อตั้งต้นในกระบวนการหมักเพื่อลดความฝาดที่ติดมากับน้ำส้มลง เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับเกษตรกรของอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และแก้ปัญหาส้มล้นตลาดและการเททิ้งส้มตกเกรดเป็นจำนวนมาก

ระเบียบวิธีวิจัย

1) การเตรียมน้ำส้มสำหรับหมักไวน์

ทำการล้างส้มตากเกรดจากอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ด้วยน้ำเกลือความเข้มข้น 0.4 % (w/v) จากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาด ก่อนนำมาปอกเปลือกและแกะเส้นใยสีขาวที่บริเวณผิวส้มและเมล็ดออกเพื่อลดความขมของส้ม ทำการคั้นเป็นน้ำส้มเพื่อใช้ในการผลิตไวน์

2) กระบวนการเตรียมหัวเชื้อยีสต์จากกระบวนการหมักสาโท

นำข้าวสารเหนียว 1 กิโลกรัม แช่น้ำสะอาด 1 ลิตร เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ก่อนนำมาล้างให้สุก จากนั้นทำการพักข้าวให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ทำการล้างข้าวเหนียวหนึ่งด้วยน้ำสะอาดจำนวน 2 ครั้ง จากนั้นทำการผึ่งข้าวให้หมาด นำลูกแป้งเหล้าและลูกแป้งข้าวหมากมาบดให้ละเอียด ก่อนนำมาคลุกกับข้าวเหนียวที่เตรียมไว้ในอัตราส่วน ข้าวเหนียว 1 กรัม : ลูกแป้งเหล้า 10 กรัม : ลูกแป้งข้าวหมาก 10 กรัม นำข้าวเหนียวที่คลุกด้วยลูกแป้งใส่ลงในกล่องพลาสติกปิดฝาหลวมๆ เพื่อให้อากาศสามารถซึมผ่านเข้าไปด้านในได้เล็กน้อย ทำการหมักไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5-7 วัน ทำการเติมน้ำในอัตราส่วนข้าวเหนียวต่อหน้า 1:1 ทำการหมักต่อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน (วีระสิทธิ์ กัลยาภฤต, วรศักดิ์ ช่างภา, มังกร โรจน์ประภากร, และปราโมทย์ ศิริโรจน์, 2556, น. 523-531) จากนั้นทำการกรองน้ำสาโทที่ได้จากกระบวนการหมักเพื่อใช้เป็นหัวเชื้อยีสต์สำหรับทำการหมักไวน์ส้มต่อไป

3) การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักไวน์ส้ม

ทำการศึกษาถึงอัตราส่วนน้ำตาลทราย น้ำ น้ำส้มและหัวเชื้อยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์ จำนวนทั้งสิ้น 4 สูตร ดังแสดงใน Table 1

Table 1. Amount of ingredients in each recipe

Ingredient quantity	Recipe 1	Recipe 2	Recipe 3	Recipe 4
Sucrose (g)	100	200	400	600
Water (ml)	330	330	330	330
orange juice (ml)	265	265	265	265
Yeast wort (ml)	300	300	300	300

ทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 19 วัน กรองเก็บส่วนใสของไวน์นำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลที่เหลือ ($^{\circ}$ Brix) ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebuliometer) ความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) และค่าสี ($L^*a^*b^*$) โดยใช้ (Portable colorimeter)

4) การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ไวน์ส้มทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภค โดยทำการทดสอบการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิมจำนวน 30 คน จากนั้นรวบรวมผลการทดลอง เพื่อหาสูตรไวน์ส้มที่เหมาะสมจากการวัดความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลและอภิปรายผล

1. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้มที่คั้นได้จากส้มตกรวด อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

น้ำส้มที่คั้นได้จากส้มตกรวด อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ถูกนำมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้ม โดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยพบว่า น้ำส้มที่คั้นได้ดังกล่าวมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ที่ 4.0 (pH=4.0) มีปริมาณความหวานที่ 13 (°Brix) และมีค่าปริมาณกรดทั้งหมด (แสดงเป็นกรดซิตริก) เท่ากับ 43.10 % (v/v)

2. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและจุลชีววิทยาของสาโทที่ใช้เป็นหัวเชื้อยีสต์ในการผลิตไวน์ส้ม

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของสาโทที่หมักได้ พบว่า มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ที่ 2.70 (pH=2.70) มีปริมาณความหวานที่ 13°Brix มีปริมาณกรดทั้งหมด (แสดงเป็นกรดซิตริก) เท่ากับ 106.93 % (v/v) จากการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อยีสต์ที่อยู่ในน้ำสาโทที่ใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตไวน์ (Panchat, 1990, pp. 65-112) พบว่าส่วนใหญ่เป็นเชื้อยีสต์ในกลุ่ม *Saccharomyces* sp. ดังแสดงใน Figure 1

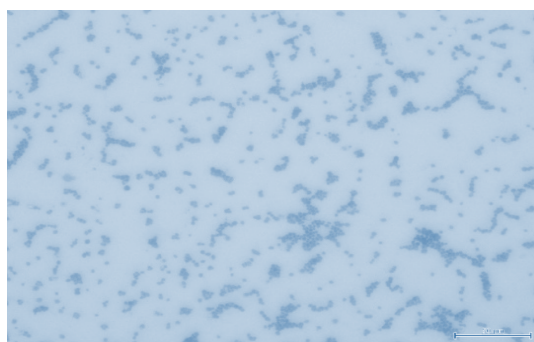


Figure 1. *S. cerevisiae* under a 40x magnification microscope

3. การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์ส้ม

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์ส้ม โดยศึกษาถึงอัตราส่วนของน้ำตาลทราย น้ำส้มและหัวเชื้อยีสต์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 สูตร (Akubor, 1996, pp. 213-219) พบว่า น้ำส้มเริ่มต้นมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.0-4.0 ถือว่ามีค่าความเป็นกรดอ่อน และเมื่อทำการหมักค่า pH จะเริ่มลดลงเล็กน้อยโดยในวันสุดท้ายของการหมักพบว่าไวน์ส้มทั้ง 4 สูตรมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.01-3.07 ซึ่งการลดลงของค่า pH นี้สอดคล้องปริมาณกรดทั้งหมดที่เพิ่มมากขึ้นโดยพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดของไวน์ทั้ง 4 สูตรจะมีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังจากการหมัก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 35.11-47.32 %(v/v) ดัง Figure 2

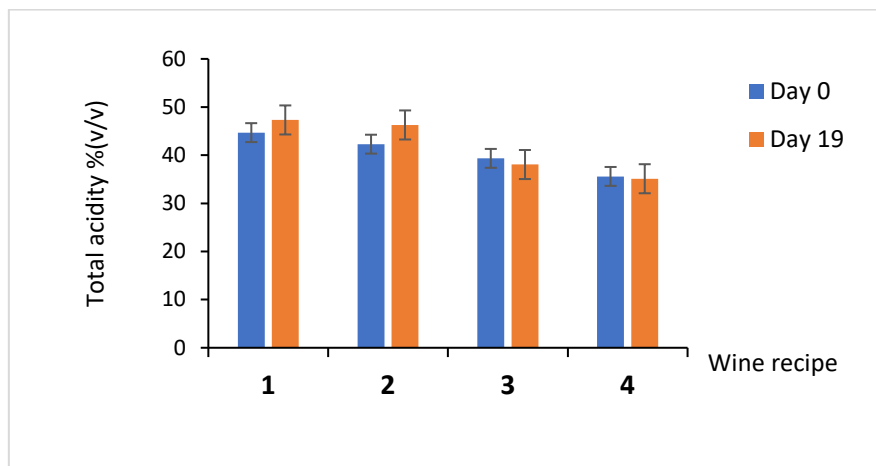


Figure 2. Total Acidity (%v/v) of Orange Wines at 0 and 19 days

เมื่อทำการศึกษาถึงความหวาน ($^{\circ}$ Brix) ของไวน์ทั้ง 4 สูตร พบว่าเริ่มต้นน้ำส้มมีค่าความหวานในระดับที่แตกต่างกันขึ้นกับอัตราส่วนของน้ำตาลทรายที่เป็นส่วนผสม โดยพบว่าอยู่ในช่วง 21-58 $^{\circ}$ Brix และในระหว่างกระบวนการหมักค่าความหวานที่วัดได้จะมีค่าลดลงในทุกการทดลอง (7- 35 $^{\circ}$ Brix) เนื่องจากยีสต์ได้มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารในการเจริญเติบโต ดัง Figure 3

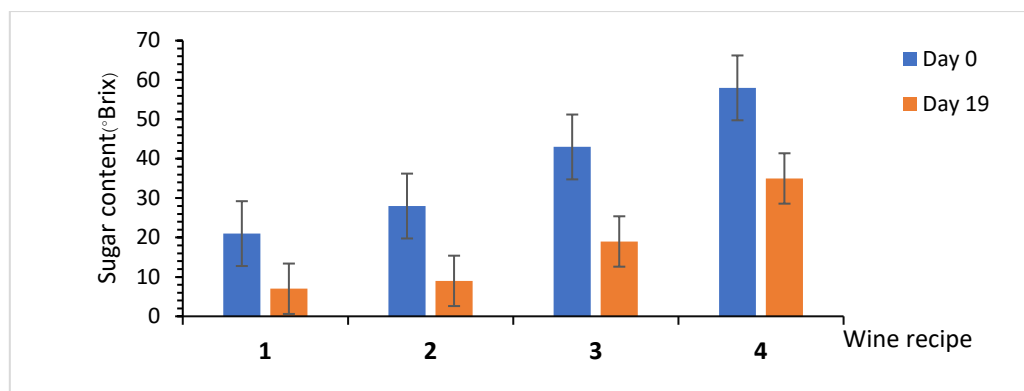


Figure 3. Sweetness values of orange wines at 0 and 19 days

จากการศึกษาถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากกระบวนการหมัก พบว่า ไวน์ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลมากส่งผลให้ภายหลังการหมักจะมีปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นตามลำดับ จากการทดลองพบว่าไวน์สั่มสูตรที่ 3 (ปริมาณน้ำตาล 444.44 g/l) ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด (16.2%(v/v)) ในขณะที่ไวน์สั่มสูตรที่ 1 (ปริมาณน้ำตาล 111.11 g/l) ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าเมื่อปริมาณน้ำตาลมากเกินไป ยีสต์จะสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและผลิตแอลกอฮอล์ ดังเช่นสูตรที่ 4 ที่มีปริมาณน้ำตาลมากที่สุด คือ 666.67 g/l กลับพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ลดลง อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำตาลที่มากเกินไปจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ (Substrate Inhibition) ทำให้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ได้น้อยลง ดังแสดงใน Figure 4

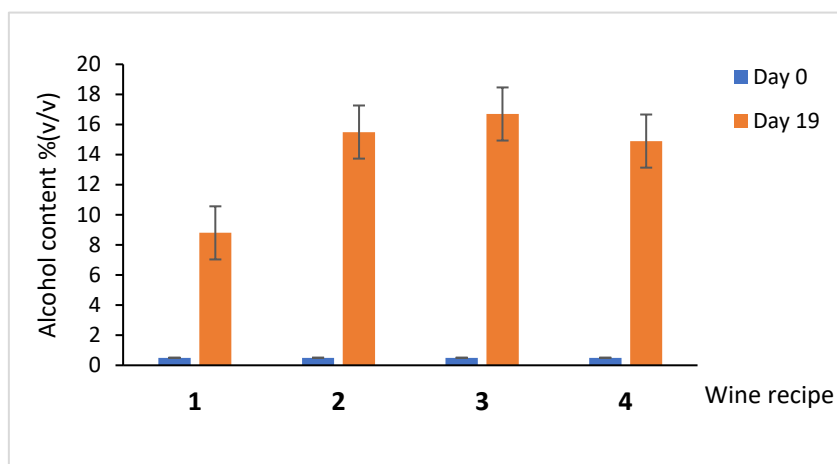


Figure 4. Alcohol content of orange wines at 0 and 19 days

จากการวัดสีไวน์สั่มทั้ง 4 สูตรพบว่า ค่าสีของไวน์สั่มแต่ละสูตรทั้งก่อนและภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 19 วันแสดงใน Table 2 และ 3

Table 2 Color measurement value at 0 days

Sample Number	Sugar content (g)	L*	a*	b*	ΔE
1	100	2.36±0.01	6.61±0.14	9.78±0.28	9.78±0.28
2	200	2.37±0.01	6.64±0.02	9.38±0.06	12.57±0.04
3	400	2.38±0.01	7.01±0.28	8.97±0.15	12.81±0.13
4	600	2.40±0.01	7.58±0.12	8.90±0.07	12.81±0.05

Table 3 Color measurement value at 19 days

Sample Number	Sugar content (g)	L*	a*	b*	ΔE
1	100	7.72±0.22	5.44±0.16	6.70±0.03	6.30±0.37
2	200	3.07±0.71	6.13±0.31	8.46±2.36	1.94±1.65
3	400	2.20±0.12	5.42±0.12	6.32±0.07	3.10±0.31
4	600	6.19±0.04	6.35±0.23	6.32±0.09	4.76±0.09

จากการวิเคราะห์ค่าสี ($L^* a^* b^*$) ของไวน์ส้มที่ทำกรหมัก พบว่า ในวันที่ 0 ไวน์สูตรที่ 1 ให้ค่า $L^* = 2.36 \pm 0.01$, $a^* = 6.61 \pm 0.14$, $b^* = 9.78 \pm 0.28$ และค่า ΔE เท่ากับ 9.78 ± 0.28 สูตรที่ 2 ให้ค่า $L^* = 2.37 \pm 0.01$, $a^* = 6.64 \pm 0.02$, $b^* = 9.38 \pm 0.06$ และค่า ΔE เท่ากับ 12.57 ± 0.04 สูตรที่ 3 ให้ค่า $L^* = 2.38 \pm 0.01$, $a^* = 7.01 \pm 0.28$, $b^* = 8.97 \pm 0.15$ และค่า ΔE เท่ากับ 12.81 ± 0.13 สูตรที่ 4 ให้ค่า $L^* = 2.40 \pm 0.01$, $a^* = 7.58 \pm 0.12$, $b^* = 8.90 \pm 0.07$ และค่า ΔE เท่ากับ 12.81 ± 0.05 และภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 19 วัน พบว่าสูตรที่ 1 ให้ค่า $L^* = 7.72 \pm 0.22$, $a^* = 5.44 \pm 0.16$, $b^* = 6.70 \pm 0.03$ และค่า ΔE เท่ากับ 6.30 ± 0.37 สูตรที่ 2 ให้ค่า $L^* = 3.07 \pm 0.71$, $a^* = 6.13 \pm 0.31$, $b^* = 8.46 \pm 2.36$ และค่า ΔE เท่ากับ 1.94 ± 1.65 สูตรที่ 3 ให้ค่า $L^* = 2.20 \pm 0.12$, $a^* = 5.42 \pm 0.12$, $b^* = 6.32 \pm 0.07$ และค่า ΔE เท่ากับ 3.10 ± 0.31 สูตรที่ 4 ให้ค่า $L^* = 6.19 \pm 0.04$, $a^* = 6.35 \pm 0.23$, $b^* = 6.32 \pm 0.09$ และค่า ΔE เท่ากับ 4.76 ± 0.09 ซึ่งการวัดค่าสีของไวน์ส้มทั้งก่อนและหลังการหมักเป็นเวลา 19 วัน พบว่า สีโดยรวมเป็นไปทางเฉดสีส้มและมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสีไวน์ส้มจากเดิมเพียงเล็กน้อย นั้นแสดงว่ากระบวนการหมักไวน์ส้มโดยใช้หัวเชื้อยีสต์จากกระบวนการหมักสาโทส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีค่อนข้างน้อย อาจเนื่องมาจากกระบวนการหมักเกิดขึ้นได้ไว (ภายในระยะเวลาเพียง 19 วัน) ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงสีอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันค่อนข้างน้อย จึงทำให้สีของไวน์ไม่แตกต่างจากสีของน้ำส้มคั้นในวันเริ่มต้นของการหมัก

4. การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไวน์ส้มเขียวหวาน

จากการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อไวน์ส้มจำนวนทั้งสิ้น 30 คนโดยให้คะแนนความชอบกับไวน์ส้ม พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจโดยรวมในด้านรสชาติ สี และกลิ่นกับไวน์ส้มทั้ง 4 สูตร (Akubor, 2003, pp. 1-6) โดยให้คะแนนด้านการยอมรับกับไวน์ส้มสูตรที่ 3 มากที่สุด (29.10%) รองลงมาคือสูตรที่ 4 (26.66%) สูตรที่ 1 (22.42%) และสูตรที่ 2 (21.81%) ตามลำดับ

สรุป

น้ำส้มที่คั้นได้จากส้มตกรวด อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ถูกนำมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมีก่อนนำไปผลิตเป็นไวน์ โดยพบว่ามีความเป็นกรดต่างอยู่ที่ 4.0 (pH=4.0) มีปริมาณความหวานที่ 13 °Brix ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำส้มเขียวหวานทั่วไป (Xu et al. 2022) ที่พบว่ามีความเป็นกรดต่างอยู่ที่ 4.16 (pH=4.16) ปริมาณความหวานที่ 14.6 °Brix แต่มีปริมาณกรดทั้งหมด (แสดงเป็นกรดซิตริก) มากกว่า คือ 43.10 %(v/v) ในขณะที่น้ำส้มจากส้มเขียวหวานทั่วไปไม่มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 8.96 %(v/v) การที่น้ำส้มตกรวดจากอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ มีปริมาณกรดมาก แสดงในรูปของกรดซิตริก นั้นแสดงว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการผลิตไวน์ เนื่องจากกรดอินทรีย์เป็นส่วนประกอบสำคัญต่อรสชาติและความเข้มของสีไวน์ เนื่องจากในระหว่างกระบวนการหมักจะเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างแอลกอฮอล์กับกรดอินทรีย์เกิดเป็นสารประกอบประเภทอัลดีไฮด์และคีโตนที่มีผลต่อกลิ่นของไวน์ในระหว่างการหมัก ด้วยเหตุนี้กรดอินทรีย์จึงมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดกลิ่นที่ซับซ้อนของไวน์ ดังเช่น Xu et al. (2022) อธิบายว่า กรดจะช่วยปรับปรุงรสชาติของไวน์ในฐานะสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันทำให้กลิ่นและรสชาติที่ไม่พึงประสงค์หมดไป ทำให้ได้ไวน์ที่มีกลิ่นและรสชาติที่ดี ดังนั้นน้ำส้มที่คั้นได้จากส้มตกรวดของอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ จึงมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตไวน์ เนื่องจากมีปริมาณกรด (กรดซิตริก) เริ่มต้นในน้ำค่อนข้างสูง จึงเป็นไปได้ว่าจะสามารถผลิตไวน์คุณภาพดีได้

ในการทดลองครั้งนี้เลือกใช้เชื้อยีสต์จากกระบวนการหมักสาโทเป็นหัวเชื้อตั้งต้นในการผลิตไวน์ส้ม เนื่องจาก ส้มตกรวดมีความขมค่อนข้างมากจากภาวะการขาดน้ำในระหว่างการบำรุงต้น ทำให้ไม่สามารถใช้ยีสต์บริสุทธิ์ในกระบวนการหมักได้ เพราะสาร Limonene ที่ทำให้เกิดความขมในส้มจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ ทำให้ยีสต์ไม่สามารถเจริญเติบโตและผลิตแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมักได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงใช้เชื้อยีสต์ธรรมชาติที่ได้จากการหมักสาโทที่มีการใช้ลูกแป้งเหล้าผสมกับลูกแป้งข้าวหมาก เป็นหัวเชื้อตั้งต้นในกระบวนการผลิตไวน์ เพราะเชื้อยีสต์ธรรมชาติจะมีความแข็งแรงและมีความทนทานต่อสารให้ความขมในน้ำส้มดังกล่าวมากกว่าเชื้อบริสุทธิ์ ดังเช่น Xu et al. (2022) ได้อธิบายไว้ว่า หากทำการหมักไวน์โดยใช้ยีสต์ธรรมชาติจะสามารถทนทานต่อสารโพลีฟีนอลและกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในสารตั้งต้น (วัตถุดิบ) ที่ใช้ในการทำไวน์ได้ดีกว่าการใช้ยีสต์บริสุทธิ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้ยีสต์ธรรมชาติจากการหมักสาโทนอกจากจะได้เชื้อยีสต์ที่แข็งแรงในกระบวนการหมักแล้ว ยังได้กลิ่นและรสที่ดีที่มาจากกระบวนการหมักสาโท และเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในกระบวนการหมักไวน์ส้มต่อไป จึงทำให้ไวน์ส้มที่ได้มีสี กลิ่น รสเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าเชื้อยีสต์ที่อยู่ในสาโทส่วนใหญ่เป็นเชื้อยีสต์ในสกุล *Saccharomyces* sp. ซึ่งเป็นเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์

จากการศึกษากระบวนการหมักไวน์ส้มโดยปรับปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นแตกต่างกัน พบว่า ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตแอลกอฮอล์ของเชื้อยีสต์ โดยพบว่ายีสต์จะมีอัตราการเจริญเติบโตมากขึ้น เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีน้ำตาลปริมาณมาก แต่หากปริมาณน้ำตาลมากเกินไปยีสต์จะสามารถนำไปใช้ได้ น้ำตาลจะเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตและการผลิตแอลกอฮอล์ ดังจะเห็นได้จากการทดลองที่พบว่าอัตราการเจริญเติบโตและการผลิตแอลกอฮอล์ของเชื้อยีสต์จะสูงสุดเมื่อทำการหมักในที่มีปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 444.44 g/l (สูตรที่ 3) แต่เมื่อปริมาณน้ำตาลมากขึ้น (66.67 g/l) กลับพบว่าอัตราการเจริญเติบโตและการผลิตแอลกอฮอล์ลดลง อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำตาลที่มากเกินไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ (Substrate Inhibition) ทำให้ยีสต์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีน้ำตาลสูงดังกล่าว (Nagodawithana & Steinerhaus, 1976, pp. 158-162) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ โดยพบว่าเมื่อปริมาณน้ำตาลตั้งต้นในการผลิตไวน์สูงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้จะมาก (16.2 % (v/v)) และเมื่อปริมาณน้ำตาลมากขึ้นอัตราการผลิตแอลกอฮอล์กลับไม่สูงขึ้นตามลำดับ (non-linear) จากการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 19 วัน มีค่าเท่ากับ 16.2 % (v/v) ซึ่งอยู่ในมาตรฐานการผลิตไวน์ (max=15% (v/v)) เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในวันแรกกับวันสุดท้ายของการหมักมีค่าไม่แตกต่างกัน คืออยู่ในช่วง 35.11-47.32 % (v/v) นั้นแสดงว่า ไวน์ส้มที่ได้ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter* sp. ที่มักจะปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิตไวน์และทำให้ไวน์เกิดรสเปรี้ยวได้

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในตัวผลิตภัณฑ์ และชอบไวน์ส้มสูตรที่ 3 มากที่สุด โดยมีค่าความชอบโดยรวมเท่ากับ 0.7 % ความชอบด้านสี 0.1% ความชอบด้านรส 0.3% ความชอบด้านกลิ่น 0.3 % ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติเข้มข้นและมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นกระบวนการผลิตไวน์ส้มโดยใช้หัวเชื้อสาโทเป็นหัวเชื้อตั้งต้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสหกรณ์จังหวัดแพร่ ที่อนุเคราะห์สัมตกรจากอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ สำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วีระสิทธิ์ กัลยาภฤต, วรศักดิ์ ช่างภา, มังกร โรจน์ประภากร, และปราโมทย์ ศิริโรจน์. (2556). การศึกษาการใช้จุลินทรีย์หัวเชื้อผสมเพื่อการผลิตลูกแบ่งสาโท. ภาควิชา เทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- Xu, A., Xiao, Y., He, Z., Liu, J., Wang, Y., Gao, B., Chang, J., & Zhu, D. (2022). Use of Non-*Saccharomyces* yeast co-fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* to improve the polyphenol and volatile aroma compound contents in Nanfeng Tangerine wines. *Journal of fungi*, 8(128), 1-17. <https://doi.org/10.3390/jof8020128>
- Akubor, P. I. (1996). The suitability of African bush mango juice for wine production. *Plant foods For Human Nutrition*, 49(3), 213-219.
- Akubor, P. I. (2003). Production and quality evaluation of banana wine. *Plant foods for Human Nutrition*, 58(3). 1-6. <https://doi.org/10.1023/B.QUAL.0000041138.29467.b6>
- Nagodawithana, T. W., & Steinaus K. H. (1976). Influence of the rate of ethanol production and accumulation on the viability of *Saccharomyces cerevisiae* in rapid fermentation. *Applied Environmental Microbiology*, 31(31), 158-162.
- Panchat, C. J. (1990). *Yeast Strain Selection*. In W. C. McGregor (Eds.), *Yeast Strain Selection* (1st ed., pp. 65-112). CRC P

การสกัดสีย้อมธรรมชาติจากมะเกี๋ยง

Extraction of Natural Dyes from Makiang

สุดา จันทะบัตร¹ และ พิชญภาพร आयुมัน^{1*}¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: drhillp.a@gmail.com

บทคัดย่อ

สีแดงธรรมชาติส่วนใหญ่ได้จากแก่นฝาง ซึ่งต้องทำการโค่นต้นฝางทั้งต้นเพื่อเอาแก่นไม้ด้านในมาใช้เป็นสีย้อม เปรียบเสมือนโค่นช้างเพื่อเอางา ถือเป็นการทำลายทรัพยากรป่าไม้อย่างรุนแรง ทำให้ฝางมีราคาแพง ดังนั้นต้นทุนในการย้อมผ้าธรรมชาติจึงสูง ทำให้การใช้สีย้อมธรรมชาติค่อนข้างน้อย ขณะที่ตลาดมีความต้องการผ้าย้อมสีธรรมชาติค่อนข้างมาก ดังนั้นการหาวัตถุดิบใหม่ที่สามารถใช้ทดแทนแก่นฝางสำหรับเป็นสีย้อมจึงเป็นสิ่งจำเป็น “มะเกี๋ยง” เป็นพืชพื้นถิ่นทางภาคเหนือของประเทศไทย ให้ผลผลิตปริมาณมากในแต่ละปี มีสีแดง จึงคิดนำมาผลิตเป็นสีย้อมทดแทนการใช้ฝาง จากการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดสีมะเกี๋ยง คือ อุณหภูมิ 95°C เวลา 60 นาที โดยใช้เกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นสารช่วยติดสี และใช้สารส้มที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 เป็นสารช่วยยึดสี ดังนั้นสีแดงจากมะเกี๋ยงสามารถใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้

คำสำคัญ: การย้อมสี การสกัด มะเกี๋ยง สารช่วยติดสี สีย้อมธรรมชาติ

Abstract

Most natural reds are obtained from fang heartwood which must cut down the whole tree to get the heartwood for use to produce colorant. This looks like killing an elephant for its tusks. It is considered as a serious destruction of forest resources making fangs more expensive. Therefore, the cost of dyeing natural fabrics is high and makes the use of natural dyes quite a bit, whereas, the market demands quite a lot of naturally dyed fabrics. Therefore, it is necessary to find new raw materials that can replace heartwood for dyeing. Makiang is a native plant in the north of Thailand. It has a large amount of fruits a year. Its fruit is red, so it should be used to produce red dye instead of fang. From this experiment, it was found that the optimum conditions for the extraction of Makiang was 95°C, 60 min which used 2% (w/v) sodium chloride as color fixing agent and 20% (w/v) alum as color fixing agent. Therefore, red color from Makiang can be used as natural dye in textile industry.

Keywords: Dyeing, Extraction, Makiang, Mordant, Natural dye

บทนำ

สีธรรมชาติ มักเป็นสีที่ได้จากพืช สัตว์และแร่ธาตุต่าง ๆ สีแดง สีชมพูและสีม่วงส่วนใหญ่ได้จากแก่นฝาง ซึ่งจะต้องทำการโค่นต้นฝางทั้งต้นเพื่อเอาแก่นไม้ด้านในมาใช้เป็นสีย้อม เปรียบเสมือนกับการโค่นช้างเพื่อเอางา ถือเป็นการทำลายทรัพยากรป่าไม้อย่างรุนแรง กอปรกับฝางมีราคาแพงทำให้มีต้นทุนในการย้อมผ้าธรรมชาติค่อนข้างสูง จึงทำให้การใช้สีธรรมชาติเป็นสีย้อมผ้าค่อนข้างน้อย ในขณะที่ปัจจุบันตลาดมีความต้องการผ้าย้อมสีธรรมชาติค่อนข้างมาก ดังนั้นการหาวัตถุดิบใหม่ที่สามารถใช้ทดแทนแก่นฝางสำหรับเป็นสีย้อมจึงเป็นสิ่งจำเป็น “มะเกี๋ยง (*Syzygium nervosum* DC. var. *paniala* (Roxb) หรือ *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*)” เป็นพืชท้องถิ่นทางภาคเหนือของไทย มีผลสีแดงเนื่องจากมีสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุ เป็นพืชอนุรักษ์ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ที่ต้องการอนุรักษ์พืชพื้นถิ่นนี้ให้คงอยู่และมีการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน มะเกี๋ยงให้ผลผลิตเป็นจำนวนมากในแต่ละปี แต่มีการใช้ประโยชน์จากมะเกี๋ยงค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การผลิตแยม ไวน์ น้ำมะเกี๋ยงและอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่น การทำเป็นสีของลิปสติก แต่ยังไม่มีการนำสีแดงจากผลมะเกี๋ยงมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดในการยกระดับการใช้ประโยชน์จากมะเกี๋ยง โดยนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยการผลิตเป็นสีย้อมธรรมชาติในเจดสีแดงทดแทนการใช้ฝางที่มีราคาแพงและหายาก แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการย้อมด้วยสีธรรมชาตินอกจากการเลือกวัตถุดิบที่มีสีนั้น ๆ แล้วยังต้องมีตัวช่วยในการย้อมเพื่อให้สีติดเส้นด้ายและทนต่อการซัก เช่น สารประกอบอะลูมิเนียมที่ช่วยให้สีมีความสดใสแต่ไม่คงทนต่อแสง สารประกอบเหล็กช่วยให้สีหม่น

แต่คงทนต่อแสงและการซัก สารประกอบทองแดงทำให้สีคงทนต่อแสงและทนต่อการซัก สารประกอบดีบุกช่วยให้สีสดใสและทนต่อแสงและการซัก เป็นต้น (Parrott, 1978) นอกจากนี้ยังพบว่าสีธรรมชาติบางชนิดตกตะกอนง่ายทำให้เกิดปัญหาผ้าต่างจึงจำเป็นต้องเติมสารช่วยย้อม (drying auxiliaries) ลงในน้ำย้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย้อม เช่น กรด เบส เกลือ สารกันต่างและสารลดแรงตึงผิว ซึ่งกรดจะช่วยให้การดูดซึมสีให้ดีขึ้น เกลือจะช่วยในเรื่องการดูดซึมสีเข้าเส้นใยเซลลูโลส สารกันต่างทำให้สีสม่ำเสมอชะลออัตราเร็วของการดูดติดสีและสารลดแรงตึงผิว (Surfactants) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเปียกและการแทรกซึมของน้ำและสารเคมี (Cannon, 1994) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อการย้อมสีธรรมชาติอีกมากไม่ว่าจะเป็นเวลาของการต้มย้อม ปริมาณสารช่วยย้อมที่ใช้และเวลาการติดผนึกสีและการย้อมทับ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพการย้อมสีธรรมชาติและเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาเพื่อการประยุกต์ใช้สีธรรมชาติในอุตสาหกรรมสิ่งทอมากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการผลิตสีย้อมธรรมชาติชนิดเฉดสีแดงจากมะเขี๋ยงด้วยการต้มสกัดสีและใช้สารช่วยย้อมและสารช่วยติดสีร่วมในกระบวนการย้อมสีบนเส้นด้ายเพื่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การศึกษาวิธีการสกัดสีจากมะเขี๋ยงสด

นำมะเขี๋ยงมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ จากนั้นชั่งผลมะเขี๋ยง 75 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ml เติมน้ำลงไป 300 ml ต้มที่อุณหภูมิ 60°C และ 95°C เป็นระยะเวลา 40, 60, 80 และ 100 นาที ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ทำการกรองแยกกากและน้ำมะเขี๋ยงด้วยผ้าขาวบาง นำสีที่สกัดได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm เพื่อดูปริมาณสีที่สกัดได้ และวัดหาค่าสีของสีที่สกัดได้ด้วยเครื่องวัดสี PORTABLE COLORIMETER (NH300/3NH)

2. การศึกษาการย้อมเส้นด้ายด้วยสีย้อมจากมะเขี๋ยง

นำด้ายฝ้ายมาตัดแบ่งเป็นเส้นแล้วนำไปชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณ 1 g ซักทำความสะอาดเส้นด้ายด้วยผงซักฟอกและล้างออกด้วยน้ำสะอาดจำนวน 3 ครั้ง ตากแดดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปย้อมด้วยสีย้อมมะเขี๋ยงในอัตราส่วนด้าย 1 g ต่อน้ำย้อม 20 ml ที่อุณหภูมิ 95°C ระยะเวลาที่ใช้ย้อม 30 นาที และเติมสารช่วยติดสี คือเติมเกลือปริมาณ 10, 15 และ 20 g ต่อน้ำ 1 L หลังจากนั้นนำเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีมาแช่ในสารส้มที่อัตราส่วนแตกต่างกันคือ 100, 150 และ 200 g ต่อน้ำ 1 L และต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 60 นาที เมื่อครบกำหนดนำเส้นด้ายมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเย็น 3 ครั้ง นำไปตากแดดจนเส้นด้ายแห้ง ทำการวัดหาค่าสีของเส้นด้ายที่ย้อมด้วยเครื่องวัดสี PORTABLE COLORIMETER (NH300/3NH)

ผลและอภิปรายผล

1. ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อการสกัดสีจากผลมะเกี๋ยง

จากการศึกษาการสกัดสีจากมะเกี๋ยงด้วยวิธีการต้มที่อุณหภูมิ 60°C และ 95°C เป็นระยะเวลา 40, 60, 80 และ 100 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm เพื่อศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและเวลาต่อการสกัดสีแดงจากมะเกี๋ยง เมื่ออุณหภูมิในการสกัดเพิ่มขึ้นปริมาณสีแดงของแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากผลมะเกี๋ยงมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสกัดสีแดงของแอนโทไซยานินจากผลมะเกี๋ยง คือ 95°C โดยมีระยะเวลาในการสกัดเท่ากับ 60 นาที ผลแสดงดัง Figure 1

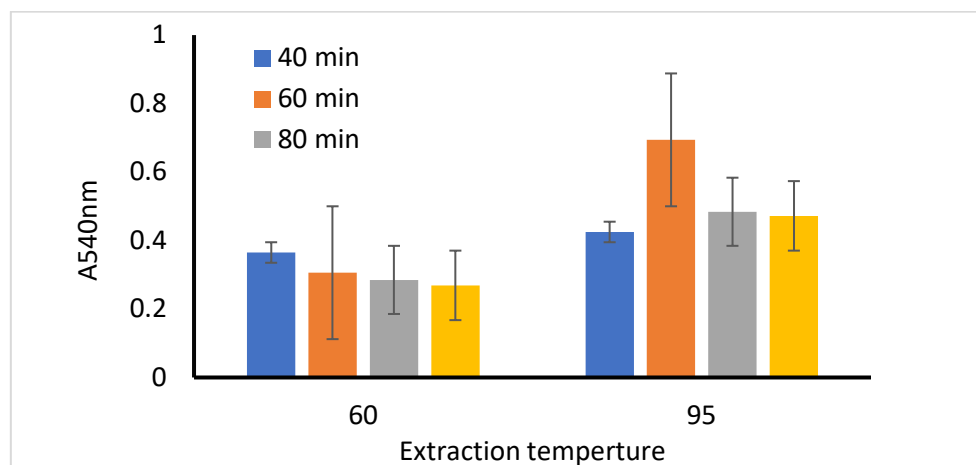


Figure 1. Absorbance of extract dyes from Makiang at various extraction temperatures as a function of time.

2. การศึกษาการย้อมเส้นด้ายด้วยสีย้อมจากมะเกี๋ยง

จากการศึกษาการย้อมเส้นด้ายด้วยสีย้อมจากมะเกี๋ยง ทั้งที่มีและไม่มีการใช้สารช่วยย้อมสี ที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 30 นาที และมีการใช้สารช่วยย้อมสีในอัตราส่วนแตกต่างกัน ก่อนนำไปต้มให้ความร้อนต่อที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 60 นาที ซึ่งความเข้มข้นของเกลือมีผลต่อค่าความเข้มของสี โดยเมื่อปริมาณความเข้มข้นของเกลือมากขึ้นค่าความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่สารส้มไม่มีผลต่อปริมาณสีแต่ช่วยให้ความสม่ำเสมอและความสว่างมากขึ้น ผลแสดงดัง Figure 1



Figure 2. Yarn dyeing results with different concentrations of dye fixing agent and Mordant, respectively.

3. การศึกษาค่าสีย้อมของน้ำมะเข็ญที่สกัดได้

จากการสกัดสีย้อมธรรมชาติจากมะเข็ญที่อุณหภูมิ 60°C และ 95°C เป็นระยะเวลา 40, 60, 80 และ 100 นาที นำสีย้อมที่สกัดได้ไปทำการศึกษาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี PORTABLE COLORIMETER (NH300/3NH) เพื่อหาสภาวะการสกัดน้ำมะเข็ญที่เหมาะสมที่สุด ผลแสดงดัง Table 1

Table 1. Results Under the conditions of 40, 60, 80 and 100 min, natural dyes were extracted at temperatures of 60°C and 95°C, CIE Lab Coordinates.

อุณหภูมิ (°C)	Time (min)	L*	a*	b*	ΔE^*
60	40	7.76±0.01	0.31±0.09	-0.30±0.02	5.63±0.03
	60	7.74±0.01	0.49±0.07	-0.27±0.04	5.66±0.02
	80	7.74±0.01	0.75±0.44	-0.20±0.04	5.70±0.01
	100	7.62±0.08	0.95±0.15	0.09±0.26	5.68±0.01
95	40	2.36±0.02	0.95±0.09	1.01±0.11	10.17±0.05
	60	2.32±0.00	1.30±0.13	0.76±0.05	10.31±0.03
	80	2.32±0.00	1.05±0.14	0.78±0.06	10.26±0.00
	100	2.32±0.00	1.04±0.09	0.71±0.02	10.70±0.01

จากการทดลองพบว่ามะเกลือที่สกัดสีด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 40 นาที มีค่า $L^*=7.76\pm 0.01$ $a^*=0.31\pm 0.09$ $b^*=-0.30\pm 0.02$ และ $\Delta E^*=5.63\pm 0.03$ เป็นเวลา 60 นาที มีค่า $L^*=7.74\pm 0.01$ $a^*=0.49\pm 0.07$ $b^*=-0.27\pm 0.04$ และ $\Delta E^*=5.66\pm 0.02$ เป็นเวลา 80 นาที มีค่า $L^*=7.74\pm 0.01$ $a^*=0.75\pm 0.44$ $b^*=-0.20\pm 0.04$ และ $\Delta E^*=5.70\pm 0.01$ เป็นเวลา 100 นาที มีค่า $L^*=7.62\pm 0.08$ $a^*=0.95\pm 0.15$ $b^*=0.09\pm 0.26$ และ $\Delta E^*=5.68\pm 0.01$ และสีที่สกัดที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 40 นาที มีค่า $L^*=2.36\pm 0.02$ $a^*=0.95\pm 0.09$ $b^*=1.01\pm 0.11$ และ $\Delta E^*=10.17\pm 0.05$ เป็นเวลา 60 นาที มีค่า $L^*=2.32\pm 0.00$ $a^*=1.30\pm 0.13$ $b^*=0.76\pm 0.05$ และ $\Delta E^*=10.31\pm 0.03$ เป็นเวลา 80 นาที มีค่า $L^*=2.32\pm 0.00$ $a^*=1.05\pm 0.14$ $b^*=0.78\pm 0.06$ และ $\Delta E^*=10.26\pm 0.00$ เป็นเวลา 100 นาที มีค่า $L^*=2.32\pm 0.00$ $a^*=1.04\pm 0.09$ $b^*=0.71\pm 0.02$ และ $\Delta E^*=10.70\pm 0.01$ ซึ่งจากการทดลองพบว่าสีที่สกัดได้จากมะเกลือที่ผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 60°C และ 95°C ให้ค่าออกไปทางสีแดง

4. การศึกษาการย้อมเส้นด้ายสีย้อมจากมะเกลือ

จากการศึกษาการย้อมเส้นด้ายด้วยสีย้อมจากมะเกลือด้วยเครื่องวัดสี PORTABLE COLORIMETER (NH300/3NH) ภายใต้สภาวะการใช้สารช่วยติดสี (Mordant) และสารช่วยยึดสี (Fixing) ที่เหมาะสมในการย้อม ผลแสดงดัง Table 2 และ Table 3

Table 2. Results of dyeing experiments on cotton textile material. Temperature of dyeing 95°C type of mordant (Sodium chloride (NaCl)), CIE Lab Coordinates.

No.	Temp (°C)	Time (min)	NaCl (%)	Textile material	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
1	60	40	0	cotton	29.87±4.25	1.97±1.07	0.59±0.77	16.57±4.14
2	60	40	1	cotton	39.89±1.75	3.80±0.37	0.13±0.55	9.57±1.26
3	60	40	1.5	cotton	35.66±3.28	3.53±0.82	-0.01±0.55	12.33±2.57
4	60	40	2	cotton	28.93±1.05	4.61±0.52	-0.12±0.11	17.86±0.91
5	60	60	0	cotton	26.49±1.10	1.11±0.65	-0.21±0.12	19.94±1.08
6	60	60	1	cotton	40.98±2.24	5.73±1.26	-0.59±0.24	10.39±0.74
7	60	60	1.5	cotton	34.78±2.77	3.28±0.37	-0.78±0.22	13.41±2.17
8	60	60	2	cotton	33.42±5.14	4.21±0.81	-0.41±0.38	14.53±3.76
9	60	80	0	cotton	23.90±1.00	-1.06±1.41	-1.04±0.49	22.85±1.31
10	60	80	1	cotton	36.03±6.00	4.54±2.27	-0.95±0.27	13.37±4.09
11	60	80	1.5	cotton	34.07±3.67	3.62±1.00	-0.63±0.13	13.98±2.56
12	60	80	2	cotton	29.78±3.91	4.86±1.86	-0.43±0.14	17.51±2.86
13	60	100	0	cotton	31.27±3.70	2.16±0.21	0.76±0.50	15.26±3.43

No.	Temp (°C)	Time (min)	NaCl (%)	Textile material	L*	a*	b*	ΔE^*
14	60	100	1	cotton	37.95±6.82	5.38±1.78	-0.92±0.34	12.90±2.61
15	60	100	1.5	cotton	29.66±4.82	4.10±0.75	-0.23±0.23	17.36±4.00
16	60	100	2	cotton	33.61±0.34	5.80±1.17	-0.41±0.26	14.43±0.39
17	95	40	0	cotton	29.99±3.62	2.82±1.40	-0.57±0.13	15.72±3.27
18	95	40	1	cotton	27.43±1.40	2.52±1.09	-0.81±0.15	18.09±1.18
19	95	40	1.5	cotton	27.42±0.84	1.46±0.20	-0.47±0.18	17.90±0.84
20	95	40	2	cotton	26.92±1.48	1.79±0.44	-1.01±0.13	18.56±1.41
21	95	60	0	cotton	29.56±2.87	2.50±0.71	-0.51±0.23	16.00±2.69
22	95	60	1	cotton	32.59±5.69	2.29±1.27	-0.29±0.24	13.26±5.16
23	95	60	1.5	cotton	30.48±2.75	2.05±0.20	0.21±0.24	14.84±2.63
24	95	60	2	cotton	27.34±1.73	1.86±0.64	-0.79±0.18	18.11±1.53
25	95	80	0	cotton	28.32±2.08	2.34±0.67	-0.74±0.10	17.21±1.88
26	95	80	1	cotton	25.97±0.45	1.86±0.55	-0.39±0.22	19.28±0.41
27	95	80	1.5	cotton	29.93±0.84	4.19±0.46	-0.64±0.15	15.94±0.63
28	95	80	2	cotton	28.35±3.00	3.05±1.00	-0.19±0.26	17.11±2.72
29	95	100	0	cotton	30.29±1.34	3.37±0.23	-0.57±0.27	15.43±1.29
30	95	100	1	cotton	31.46±4.21	2.49±1.03	-0.17±0.56	14.16±3.97
31	95	100	1.5	cotton	30.19±2.96	3.29±0.87	-0.15±0.25	15.41±2.72
32	95	100	2	cotton	26.56±0.23	2.21±0.12	-1.00±0.09	18.92±0.18

จากการศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายด้วยน้ำมะเข็ญที่สกัดที่อุณหภูมิ เวลาและปริมาณสารช่วยติดสีที่แตกต่างกัน โดยในการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณเกลือที่เหมาะสมต่อการย้อมด้ายด้วยสีจากมะเข็ญคือที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ซึ่งพบว่าความเข้มของสีสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ สีอ่อนใช้เกลือความเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 1 สีกลางร้อยละ 1.5 และสีเข้มใช้ร้อยละ 2 ตามลำดับ แสดงดัง Figure 3 สามารถแยกออกจากกันได้ อย่างชัดเจนด้วยสายตา แต่หากไม่ผนึกสีด้วยเกลือพบว่าไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างความเข้มของสีได้ ดังนั้น เกลือซึ่งเป็นสารช่วยผนึกสีจึงมีความสำคัญในกระบวนการย้อม



Figure 3. Yarn dyeing results with Makiang extract and dyeing agent at concentrations of 0, 1, 1.5 and 2, respectively.

Table 3. Results of dyeing experiments on cotton textile material. Temperature of dyeing 80°C type of mordant (alum), CIE Lab Coordinates.

No.	Temp (°C)	Time (min)	Alum (%)	Textile material	L*	a*	b*	ΔE^*
1	60	40	0	cotton	29.87±4.25	1.97±1.07	0.59±0.77	16.57±4.14
2	60	40	10	cotton	31.18±3.18	0.66±0.08	-0.53±0.19	16.09±2.65
3	60	40	15	cotton	30.13±2.96	0.38±0.13	0.02±0.23	16.70±2.69
4	60	40	20	cotton	28.51±1.48	1.35±0.10	-0.83±0.13	18.43±1.25
5	60	60	0	cotton	26.49±1.10	1.11±0.65	-0.21±0.12	19.94±1.08
6	60	60	10	cotton	27.58±2.73	0.74±0.13	-0.52±0.16	19.14±2.43
7	60	60	15	cotton	26.41±0.53	0.41±0.21	0.16±0.08	19.90±0.50
8	60	60	20	cotton	33.68±6.73	1.50±0.87	-1.86±0.10	15.48±4.13
9	60	80	0	cotton	23.90±1.00	-1.06±1.41	-1.04±0.49	22.85±1.31
10	60	80	10	cotton	26.60±1.76	0.58±0.26	-0.66±0.10	20.07±1.62
11	60	80	15	cotton	29.90±4.61	0.38±0.26	-0.04±0.22	16.98±4.07
12	60	80	20	cotton	26.02±0.51	0.72±0.07	-1.20±0.11	20.81±0.40
13	60	100	0	cotton	31.27±3.70	2.16±0.21	0.76±0.50	15.26±3.43
14	60	100	10	cotton	34.87±2.86	0.76±0.28	-0.52±0.09	13.19±2.20
15	60	100	15	cotton	31.48±5.25	0.58±0.19	1.08±0.51	15.05±4.82

No.	Temp (°C)	Time (min)	Alum (%)	Textile material	L*	a*	b*	ΔE^*
16	60	100	20	cotton	30.48±2.46	1.07±0.10	-1.23±0.18	17.00±2.04
17	95	40	0	cotton	29.99±3.62	2.82±1.40	-0.57±0.13	15.72±3.27
18	95	40	10	cotton	31.73±3.73	0.75±0.08	-0.56±0.80	13.91±3.74
19	95	40	15	cotton	35.96±1.12	1.02±0.10	-0.15±0.58	9.98±0.94
20	95	40	20	cotton	29.93±4.51	0.67±0.14	-1.06±0.49	15.87±3.84
21	95	60	0	cotton	29.56±2.87	2.50±0.71	-0.51±0.23	16.00±2.69
22	95	60	10	cotton	32.72±4.20	1.17±0.30	-0.85±0.11	13.21±3.83
23	95	60	15	cotton	27.97±2.29	0.75±0.24	-0.57±0.40	17.40±2.28
24	95	60	20	cotton	27.26±3.01	0.46±0.42	-0.84±0.09	18.19±2.81
25	95	80	0	cotton	28.32±2.08	2.34±0.67	-0.74±0.10	17.21±1.88
26	95	80	10	cotton	30.29±6.59	1.32±0.60	-0.57±0.36	13.02±5.58
27	95	80	15	cotton	27.08±1.96	1.33±0.29	-1.24±0.16	13.01±1.76
28	95	80	20	cotton	27.40±2.55	0.88±0.17	-0.73±0.33	15.50±2.47
29	95	100	0	cotton	28.65±1.34	3.37±0.23	-0.57±0.27	15.43±1.29
30	95	100	10	cotton	33.08±0.18	0.88±0.08	-0.65±0.20	18.27±0.22
31	95	100	15	cotton	33.09±2.52	0.66±0.12	-1.17±0.21	18.16±2.30
32	95	100	20	cotton	30.07±3.73	0.75±0.20	-0.69±0.19	16.83±3.54

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอุณหภูมิ เวลา และปริมาณมอร์แดนซ์มีผลต่อการย้อมติดสีของมะเขี๋ยงบนเส้นด้าย โดยพบว่าปริมาณมอร์แดนซ์ (สารส้ม) ที่เหมาะสมต่อการย้อมด้ายฝ้ายด้วยสีจากมะเขี๋ยงคือที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 แต่ความเข้มข้นของมอร์แดนซ์ (สารส้ม) ไม่มีผลต่อปริมาณการติดสี โดยพบว่าเมื่อความเข้มข้นของมอร์แดนซ์มากขึ้นปฏิกิริยาการเกิดสีหรือการติดสีจะน้อยลงตามลำดับ แต่สารส้มช่วยให้สีมีความสม่ำเสมอและสว่างขึ้นเล็กน้อย ดังแสดงใน Figure 4



Figure 4. Yarn dyeing results with Makiang and Mordant extracts at concentrations of 0, 10, 15 and 20, respectively.

สรุป

1. ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อการสกัดสีจากผลมะเกี๋ยง

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อการสกัดสีจากผลมะเกี๋ยง พบว่า เมื่ออุณหภูมิในการสกัดเพิ่มขึ้นปริมาณสีแดงของแอนโรไซยานินที่สกัดได้จากผลมะเกี๋ยงมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อรทัยและอุบลรัตน์ (2565) ที่ทำการสกัดแอนโรไซยานินจากข้าวเหนียวดำด้วยวิธีการแช่น้ำและการใช้สนามไฟฟ้าแบบพัลส์ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการสกัดมากขึ้นมีผลให้ความเข้มข้นของสารแอนโรไซยานินทั้งหมดที่สกัดได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากการสกัดแบบไม่ใช้ความร้อนและใช้เวลาน้อย มีผลให้สารแอนโรไซยานินเกิดการสลายตัวได้น้อยกว่า เมื่อระยะเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นปริมาณสีแดงของแอนโรไซยานินที่สกัดได้จากผลมะเกี๋ยงมีค่าลดลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทดลองของ อรทัยและอุบลรัตน์ (2565) ที่ทำการสกัดแอนโรไซยานินจากข้าวเหนียวดำด้วยวิธีการแช่น้ำและการใช้สนามไฟฟ้าแบบพัลส์ที่พบว่าเมื่อเวลาในการสกัดมากขึ้น มีผลให้ความเข้มข้นของสารแอนโรไซยานินทั้งหมดที่สกัดได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารแอนโรไซยานินที่เป็นองค์ประกอบในมะเกี๋ยงมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกับสารแอนโรไซยานินที่อยู่ในข้าวเหนียวดำ จึงทำให้ผลการทดลองไม่สอดคล้องกันดังกล่าว และอาจเป็นไปได้ว่าสารแอนโรไซยานินในมะเกี๋ยงทนความร้อนได้น้อยกว่าสารแอนโรไซยานินในข้าวเหนียวดำ จึงทำให้เมื่อเวลาในการสกัดมากขึ้นปริมาณสีแดงของแอนโรไซยานินที่สกัดได้มีค่าลดลง ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสกัดสีแดงของแอนโรไซยานินจากผลมะเกี๋ยง คือ 95°C โดยมีระยะเวลาในการสกัดเท่ากับ 60 นาที

2. การศึกษาการย้อมเส้นด้ายสีย้อมจากมะเกี๋ยง

จากการทดลองย้อมด้ายฝ้ายด้วยสีจากมะเกี๋ยง โดยใส่และไม่ใส่เกลือแกงในปริมาณต่างกันเพื่อลดประจุไฟฟ้าของเส้นใยทำให้สีซึมเข้าในเส้นใยได้ดีขึ้น ผลปรากฏว่า ความเข้มข้นของเกลือมีผลต่อค่าความเข้มข้นของสี โดยเมื่อปริมาณความเข้มข้นของเกลือมากขึ้นค่าความเข้มข้นของสีจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วุฒินันท์ จันธิมาและคณะ (2545) ที่ทำการย้อมสีผ้าไหมจันด้วยสีกระเจี๊ยบแดงโดยใส่และไม่ใส่เกลือและพบว่า การใส่เกลือจะทำให้ความเข้มข้นสีแดงเพิ่มขึ้น ดังนั้น การต้มย้อมจึงจำเป็นต้องใส่เกลือในปริมาณ

ที่เหมาะสม โดยในการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณเกลือที่เหมาะสมต่อการย้อมด้วยสีจากมะเข็ญคือที่ความเข้มข้นร้อยละ 2

จากการทดลองย้อมด้วยสีจากมะเข็ญ โดยใส่และไม่ใส่มอร์แดนซ์ (สารส้ม) ในปริมาณต่างกัน พบว่าค่าความเข้มสี (สีแดง) จะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณมอร์แดนซ์มากขึ้น แต่ความสว่างและความสม่ำเสมอของสีจะมากขึ้นเมื่อปริมาณมอร์แดนซ์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Iqbal et al. (2022) นั้นแสดงว่า สารส้มไม่มีผลต่อปริมาณสีแต่ช่วยให้ความสม่ำเสมอและความสว่างมากขึ้น โดยในการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณมอร์แดนซ์ (สารส้ม) ที่เหมาะสมต่อการย้อมด้วยสีจากมะเข็ญคือที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ที่ให้ทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วุฒินันท์ คงทัด, จันธิมา มาเจริญและวารุณี ธนะแพสย์. (2545, 4-7 กุมภาพันธ์). *การย้อมผ้าไหมด้วยสีกระเจียวแดง* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 40: สาขาศึกษาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาบริหารธุรกิจ สาขาคหกรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.
- อรทัย บุญทวงค์ และอุบลรัตน์ พรหมพิง. (2565). ผลของการสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำด้วยวิธีการแช่น้ำและการใช้สนามไฟฟ้าแบบพัลส์. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 40 (2), 153-159.
- Connon, J., & Connon, M. (1994). *Dye Plants and Dyeing*. (1st ed.). The Herbert press Ltd, London.
- Iqbal, M., Panhwar, A., Ahmed, K., Kandhro, A., Sultana, R., Mughal, J., & Solangi, Z. (2020). Textile dyeing of cotton and wool textile material with natural dyes extracted from bluish purple grapes. *Bulgarian Chemical Communications*, 54(1), 2-6.
- Parrott, B. (1978). The Chemistry of dyeing. In F. McGourty (Eds.), *Natural Plant Dyeing: A Handbook* (pp. 51-59). Brooklyn, New York.

การหาสภาวะที่เหมาะสมของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) Optimization of Cold Plasma Against Mortality of the Rice Weevil (*Sitophilus oryzae*)

อารีรัตน์ แซ่วุ้น¹ จีรพงศ์ ศรีศักดิ์ภาพ ² และ เอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยั้ง^{1*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แพร่-เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แพร่-เฉลิมพระเกียรติ อ. ร้องกวาง จ. แพร่ 54140

* Corresponding author, Email address: eakartit@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ระยะตัวเต็มวัย โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Completely randomized design (CRD) มี 2 ปัจจัยคือ ระยะห่างและระยะเวลาในการให้พลาสมาเย็นโดยในแต่ละทรีตเมนต์จะใช้แมลงจำนวน 30 ตัว ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ บันทึกผลการตายของด้วงงวงข้าวภายหลังจากได้รับพลาสมา ผลการทดลองพบว่า พลาสมาเย็นมีผลต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสารในภาชนะทรงสี่เหลี่ยม โดยส่งผลให้เกิดอัตราการตายของด้วงงวงข้าวที่สูงที่สุดที่ระยะห่าง 4 เซนติเมตร เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที เฉลี่ยเท่ากับ 17.77 ± 3.84 , 16.66 ± 3.33 , 13.33 ± 3.33 และ 15.55 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นที่ผลิตจากก๊าซอาร์กอนที่อัตราการไหล 1,000 SCCM พบว่า ส่งผลให้เกิดอัตราการตายของด้วงงวงข้าวที่สูงที่สุดที่ระยะห่าง 12 เซนติเมตร เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที เฉลี่ยเท่ากับ 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 และ 1.11 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และผลของจำนวนหัวเจ็ทพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าว พบว่า เมื่อให้พลาสมาเย็นจำนวน 2 หัวเจ็ท เกิดอัตราการตายของด้วงงวงข้าวที่สูงที่สุดที่ระยะห่าง 8 เซนติเมตร เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที เฉลี่ยเท่ากับ 28.33 ± 12.58 , 25.00 ± 5.00 , 28.33 ± 12.58 และ 30.0 ± 18.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ด้วงงวงข้าว พลาสมาเย็น อาร์กอน การตาย อัตราการไหลของก๊าซ

Abstract

The objective of this study was to determine the optimal conditions of cold plasma on mortality of the adult rice weevil (*Sitophilus oryzae*). The treatments were arranged in a factorial in completely randomized design (CRD) with 2 factors as distance between the nozzle of discharge plasma and the insects, and exposure time with 3 replicated on 30 adults. The results showed that cold plasma affected this insect in rectangular containers. As a result, the mortality rates of the rice weevil were highest at distances of 4 centimeters for 30, 60, 90 and 120 seconds, the mortality found 17.77 ± 3.84 , 16.66 ± 3.33 , 13.33 ± 3.33 and 15.55 ± 1.92 percent, respectively. Whereas, after treatment of cold plasma generated by 1,000 SCCM argon gas flow rate, the highest mortality rates were reported at distances of 12 centimeters for 30, 60, 90 and 120 seconds, the mortality found 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 and 1.11 ± 1.92 percent, respectively. Thereafter, two nozzles of cold plasma jet showed the highest mortality rate on insects at 8 centimeters distance, the mortality found 28.33 ± 12.58 , 25.00 ± 5.0 , 28.33 ± 12.58 and 30.00 ± 18.02 percent after exposed to cold plasma for 30, 60, 90 and 120 seconds, respectively.

Keywords: Rice weevil, Cold plasma, Argon, Mortality, Gas flow rate

บทนำ

ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งประชากรโลกบริโภคเป็นอาหารสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย และถือเป็นชีวิตจิตใจของคนไทย การปลูกข้าวจึงเป็นอาชีพหลักของประชาชนส่วนใหญ่ในประเทศ ข้าวถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญยิ่งที่นำรายได้จำนวนมากเข้าสู่ประเทศ ข้าวจึงเป็นสิ่งสำคัญของทุกคนเนื่องจากเป็นเรื่องปากท้องของคน หลังจากเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำผลผลิตไปเก็บรักษาไว้ในโรงเก็บ ยุ้งฉางหรือโกดัง ในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวนั้นความสูญเสียของผลผลิตมักเกิดจากการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสมและการเข้าทำลายของศัตรูในโรงเก็บ (กองศึกษาและการขยายผลฯ, 2562) ซึ่งศัตรูที่เข้าทำลายข้าวในโรงเก็บภายหลังการเก็บเกี่ยวมีอยู่หลายชนิด เช่น นก หนู เชื้อรา ไร่ ตัวงวงข้าว มอดข้าวเปลือก มอดแป้ง และผีเสื้อข้าวสาร (กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2559)

ตัวงวงข้าว (Rice Weevil) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Sitophilus oryzae* L. มีชื่อเดิมว่า *Carandra oryzae* L. จัดอยู่ในวงศ์ Curculionidae อันดับ Coleoptera เป็นแมลงศัตรูโรงเก็บที่สำคัญที่ทำลายเมล็ดข้าว จะสังเกตเห็นตัวเต็มวัยทำลายอยู่ภายในเมล็ด ตัวเมียจะวางไข่ที่เมล็ดข้าวสาร โดยจะใช้ปากซึ่งอยู่ส่วนปลายของงวง เจาะเมล็ดข้าวสารเป็นรูจากนั้นทำการวางไข่ ประมาณ 4-6 ฟองต่อรู แล้วขับเมือกปิดปากรูไว้

ตัวเมีย 1 ตัวสามารถวางไข่ได้ 300-400 ฟอง ไข่จะฟักในระยะ 3-6 วัน ตัวอ่อนที่ฟักจะมีสีขาว ลำตัวสั้นป้อม มีหัวสีน้ำตาลอากัปกัดกินและเจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ดในระยะตัวอ่อนประมาณ 20-30 วัน แล้วเข้าดักแด้อยู่ในเมล็ด เป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้วจึงเจาะเมล็ดออกมา วงจรชีวิตใช้เวลาประมาณ 30-40 วัน (กนกวรรณ, 2547) หลังจากนั้นจะทำลายเมล็ดข้าวสารทำให้เมล็ดข้าวเกิดความเสียหายทั้งคุณภาพและปริมาณ การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ มีหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการทำความสะอาดโรงเก็บไม่ให้มีเมล็ดข้าวเก่าตกค้างอยู่ ควบคุมอุณหภูมิโดยการใช้ความร้อนหรือเย็นจัดเพื่อให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและทำให้บางชนิดตายไป และเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศหรือภาชนะที่ปิดมิดชิด (กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2559) แต่วิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ คือการใช้สารเคมีและสารรมควันที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อควบคุมแมลงในโรงเก็บ แต่การใช้ สารเคมีส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความเป็นพิษตกค้าง และการดื้อยาฆ่าแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน มอดแป้ง (*Tribolium Castaneum*) ได้พัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้กันทั่วไป เช่น สารฟอสฟีน (Gautam et al., 2016; Jagadeesan et al., 2012) และเดลทาเมทริน (Singh and Prakash, 2013) การใช้สารเคมีนอกจากจะมีราคาแพงแล้วยังส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ และอาจมีสารพิษตกค้างในผลผลิต (จารุวรรณ และคณะ, 2536) ดังนั้นจึงได้หาวิธีการที่ปลอดภัยและสะอาดกว่าการใช้สารเคมีและสารรมควัน เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดแมลงดังกล่าว

พลาสมาเกิดจากก๊าซที่ถูกแยกด้วยความต่างศักย์สูงที่ความดันบรรยากาศ ทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่ออกมาใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องประกอบด้วยอิเล็กตรอน ไอออน และอนุภาคของก๊าซในสัดส่วนที่ทำให้ประจุสุทธิเป็นศูนย์ ส่วนพลาสมาเย็น คือก๊าซที่ถูกแยกด้วยความต่างศักย์สูง ณ ความดันบรรยากาศจึงทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่ออกมาเท่ากับอุณหภูมิห้องพลาสมาเย็นได้รับการยอมรับอย่างมากเมื่อไม่นานมานี้ เพราะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ได้แก่ การทำความสะอาดพื้นผิวของเพอริเมออร์ (Laroussi, 2002) วิทยาศาสตร์อาหาร การเกษตร (ปรเมนทร์ และคณะ, 2563) จนถึงปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้พลาสมาเย็นเพื่อเป็นเทคโนโลยีทางเลือกในการควบคุมแมลงแล้วหลายชนิดได้แก่ มอดแป้ง (Red flour beetle) (Zilli et al., 2022) ผีเสื้อกลางคืน (Indian meal moth) (Abd El-Aziz et al., 2014) และมอดพื้นเลื้อย (*Oryzaephilus surinamensis*) (Nasr, 2020) Nasr (2020) ทำการศึกษาถึงความไวของมอดพื้นเลื้อย และมอดอาหารอินเดีย (*Plodia interpunctella*) พบว่า ผลของพลาสมาเย็นต่อแมลงทั้ง 2 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์การตายที่ให้ผลดีที่สุดที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (250 v.) และระยะเวลาที่พลาสมาสัมผัสกับแมลงนานที่สุดที่ 25 นาที คือ 98.9 และ 99.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ *P. interpunctella* และ *O. surinamensis* ตามลำดับ งานวิจัยของ Sutar et al. (2021) ได้ทำการศึกษาผลของพลาสมาเย็นต่อการทำลายของแมลงและการเก็บรักษาคุณภาพของแป้งสาลีที่เก็บไว้ โดยแป้งสาลีจะถูกอบด้วยแมลง 3 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง (Red flour beetle) ตัวงม แป้งสับสน (Confused flour beetle) และมอดอาหารอินเดีย (Indian meal moth) ใช้แรงดันไฟฟ้า 2 ระดับ (40 w และ 60 w) โดยมีช่วงเวลา 20, 25 และ 30 นาที พบว่า พลาสมาเย็นมีผลต่อการตายของแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ผลดีที่สุดที่แรงดันไฟฟ้า 60 w ที่ระยะเวลา 30 นาที ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหา

สถานะที่เหมาะสมของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงวงข้าวระยะตัวเต็มวัย โดยจะศึกษาถึงปัจจัยของระยะห่างและระยะเวลาในการให้พลาสมาเย็น

ระเบียบวิธีวิจัย

การเลี้ยงแมลง

เลี้ยงด้วงวงข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณ โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยจากข้าวสารในโรงเก็บ โรงสีข้าว อำเภอ ร้องกวาง จังหวัดแพร่ มาเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนในโหลพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร โดยจะเลี้ยงด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย 400 ตัว ในข้าว 200 กรัม จำนวน 2 ถัง หลังผ่านไป 14 วัน ทำการนำ ด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยออก จากนั้นนำถังบรรจุข้าวสารที่มีไข่ของด้วงวงข้าวไปไว้ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 25-30 วัน ก็จะได้ด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย รุ่นที่ 1 โดยจะใช้ด้วงวงข้าวในระยะ ตัวเต็มวัยอายุประมาณ 7 วัน เพื่อทำการทดลองต่อไป

ลักษณะของการกำเนิดพลาสมา

สำหรับการทดลองในครั้งนี้จะใช้พลาสมาเจ็ทแบบชนิด DBD (Dielectric Barrier Discharge) สร้างนอนเทอร์มอลพลาสมาที่ระดับความดันบรรยากาศ (Non-thermal Atmospheric Pressure Plasma) โดยก๊าซตั้งต้นที่ใช้ในการทดลอง คือ ก๊าซอาร์กอนที่อัตราการไหลประมาณ 300 Standard Cubic Centimeters per Minute (SCCM) ก๊าซตั้งต้นจะถูกไอออไนซ์กลายเป็นพลาสมาภายใต้อิทธิพลของความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ถูกสร้างโดยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงประมาณ 1 kV ขั้วไฟฟ้ากำลัง (powered electrode) ซึ่งทำจากโลหะสแตนเลสจะถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับตามแผนผังติดตั้งการทดลองดังแสดงใน Figure 1 (a) สำหรับระบบพลาสมาเจ็ท ในขณะหนึ่งที่ประจุไฟฟ้าสะสมตัวจนมากพอที่ปลายของขั้วไฟฟ้าโลหะ จะทำให้เกิดบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าแรงสูงซึ่งเกิดขึ้นมาจากกลุ่มของประจุไฟฟ้าเอง ด้วยสภาพเช่นนี้จึงสามารถทำให้เกิดพลาสมาขึ้นได้และต่อมาพลาสมาจะถูกส่งถ่ายพลังงานออกไปในรูปแบบคลื่นพลาสมาโดยคลื่นพลาสมานี้จะเคลื่อนที่ไปตามช่องทางการไหลของแก๊สตั้งต้นทำให้เห็นเป็นลำแสงของพลาสมา

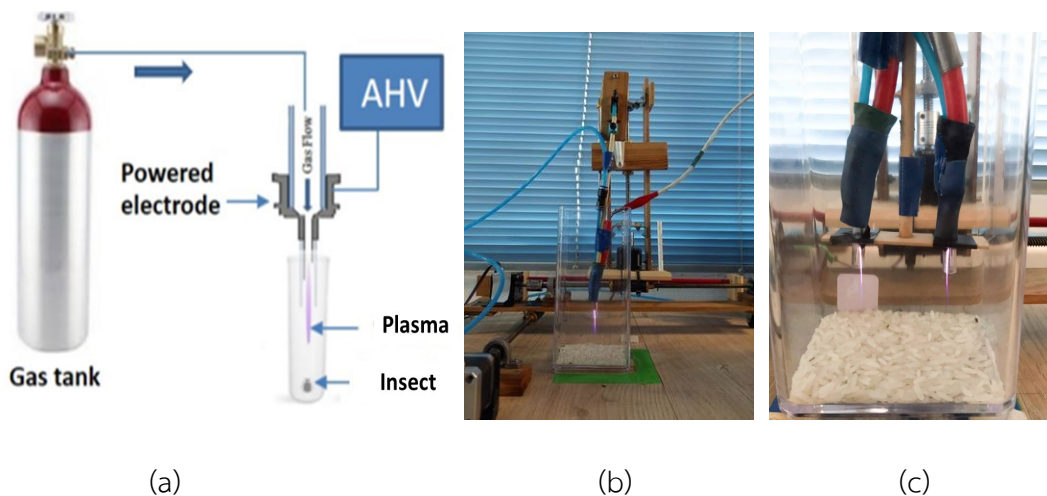


Figure 1 Diagram shown atmospheric pressure cold plasma device (a) exposes directly to insects in square shaped container with a nozzle of plasma jet (b) and two nozzles of plasma jet (c).

1. การทดสอบผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสาร

1.1. ผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสารในภาชนะทรงสี่เหลี่ยม

นำด้วงงวงข้าวในระดว้เต็มวัยที่อายุประมาณ 7 วัน มาใช้สำหรับการทดลอง โดยในการทดสอบผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในระยะดว้เต็มวัยนั้น มีการควบคุม 2 ปัจจัย คือ ระยะระหว่างปลายหัวฉีดพลาสมาเย็นที่ปล่อยออกมาสัมผัสกับแมลงและข้าวสาร (3 ระดับ ได้แก่ 4, 8 และ 12 เซนติเมตร) และระยะเวลาที่แมลงได้รับพลาสมาเย็น (4 ระดับ ได้แก่ 30, 60, 90 และ 120 วินาที) โดยจะนำแมลงใส่ในกล่องทรงสี่เหลี่ยม (ขนาด 7x9x20 เซนติเมตร) ในแต่ละทริตเมนต์จะใช้ด้วงงวงข้าวในระยะดว้เต็มวัยจำนวน 30 ตัว ที่เติมข้าวสาร 20 กรัม ทริตเมนต์ละ 3 ซ้่า แล้วนำไปทดสอบกับพลาสมาเย็นโดยก๊าซตั้งต้นในการทดลองเพื่อสร้างพลาสมา คือ ก๊าซอาร์กอน ที่อัตราการไหล 300 SCCM. ที่ระยะห่าง และระยะเวลาต่างๆ (Figure 1(b)) จากนั้นทำการบันทึกจำนวนด้วงงวงข้าวในระยะดว้เต็มวัยที่ตายเมื่อผ่านไป 0, 24 และ 48 ชั่วโมงหลังจากการให้พลาสมาเย็นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาอัตราการตายเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเป็นแมลงระยะดว้เต็มวัยที่ไม่ได้รับพลาสมาเย็น

1.2. ผลของอัตราการไหลของก๊าซตั้งต้นในการผลิตพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสาร

ทำการทดสอบดั่งการทดลองที่ 1.1 แต่จะเปลี่ยนอัตราการไหลของก๊าซอาร์กอนที่ใช้เป็นก๊าซตั้งต้นจาก 300 SCCM. ไปเป็น 1,000 SCCM.

1.3. ผลของจำนวนหัวเจ็ทพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสาร

ทำการทดสอบดั่งการทดลองที่ 1.1 แต่จะเปลี่ยนหัวเจ็ทพลาสมาเย็น จาก 1 หัวเจ็ทเป็น 2 หัวเจ็ท (Figure 1(c))

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตายของแมลงในแต่ละ ทรีตเมนต์โดยใช้ The Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS version 28

ผลและอภิปรายผล

1. ผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงวงข้าวในข้าวสาร

1.1. ผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงวงข้าวในข้าวสารในภาชนะทรงสี่เหลี่ยม

จากการทดลองพบว่า พลาสมาเย็นมีผลต่อการตายของด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย โดยส่งผลให้เกิดการตายที่มากกว่าชุดควบคุม โดยเมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะห่าง 4 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า ภายหลังจากการให้พลาสมาเย็น มีอัตราการตายของด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่ 17.77 ± 3.84 , 16.66 ± 3.33 , 13.33 ± 3.33 และ 15.55 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่ระยะห่าง 8 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า ภายหลังจากการให้พลาสมาเย็น เกิดอัตราการตายของด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่ 8.88 ± 1.92 , 11.10 ± 5.09 , 3.33 ± 3.33 และ 5.55 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงวงข้าวในระยะ ตัวเต็มวัยที่ระยะห่าง 12 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า ภายหลังจากการให้พลาสมาเย็น เกิดอัตราการตายของด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่ 2.22 ± 1.92 , 5.55 ± 3.84 , 4.44 ± 1.92 และ 5.55 ± 3.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้จากการเก็บผลการทดลองที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงภายหลังจากการให้พลาสมาเย็นนั้นให้ผลอัตราการตายที่ไม่แตกต่างกัน

Table 1. Direct Effect of argon-generated cold plasma on morality of adult *Sitophilus oryzae* with rice in square shaped container.

Distance (cm)	Mortality rate (%) \pm S.D. after indicated exposure time (sec)			
	30	60	90	120
4	17.77 ± 3.84 d	16.66 ± 3.33 d	13.33 ± 3.33 cd	15.55 ± 1.92 d
8	8.88 ± 1.92 abcd	11.10 ± 5.09 bcd	3.33 ± 3.33 ab	5.55 ± 1.92 abc
12	2.22 ± 1.92 ab	5.55 ± 3.84 abc	4.44 ± 1.92 abc	5.55 ± 3.84 abc
Control	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a

Means followed the same letter are not significantly different at $P > 0.05$ by LSD.

1.2. ผลของอัตราการไหลของก๊าซตั้งต้นในการผลิตพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสาร

จากการทดสอบพลาสมาเย็นที่ผลิตจากก๊าซอาร์กอนด้วยอัตราการไหล 1,000 SCCM ต่อการตายของด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย โดยส่งผลให้เกิดการตายที่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมในทุกทริตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยเมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะห่าง 4 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า ภายหลังจากการให้พลาสมาเย็น มีอัตราการตายของด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยเท่ากับ 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 , 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่ระยะห่าง 8 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า ภายหลังจากการให้พลาสมาเย็น เกิดอัตราการตายของด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยเท่ากับ 2.22 ± 1.92 , 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 และ 1.11 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่ระยะห่าง 12 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า ภายหลังจากการให้พลาสมาเย็น เกิดอัตราการตายของด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 , 1.11 ± 1.92 และ 1.11 ± 1.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้จากการเก็บผลการทดลองที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงภายหลังจากการให้พลาสมาเย็นนั้นให้ผลอัตราการตายที่ไม่แตกต่างกัน

Table 2. Direct Effect of argon-generated (flow rate = 1,000 SCCM) cold plasma on mortality of adult *Sitophilus oryzae* with rice.

Distance (cm)	Mortality rate (%) \pm S.D. after indicated exposure time (sec)			
	30	60	90	120
4	1.11 ± 1.92 a	1.11 ± 1.92 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
8	2.22 ± 1.92 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	1.11 ± 1.92 a
12	1.11 ± 1.92 a	1.11 ± 1.92 a	1.11 ± 1.92 a	1.11 ± 1.92 a
Control	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a

Means followed the same letter are not significantly different at $P > 0.05$ by LSD.

1.3. ผลของจำนวนหัวเจี๊พพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในข้าวสาร

จากการให้พลาสมาเย็นที่ผลิตจากก๊าซอาร์กอนที่อัตราการไหล 300 SCCM มีผลต่อการตายของด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย โดยส่งผลให้เกิดการตายที่มากกว่าชุดควบคุมในบางทริตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อให้พลาสมาเย็นจำนวน 2 หัวเจี๊พ กับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะห่าง 4 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า หลังจากการให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยมีอัตราการตายที่ 20.00 ± 13.22 , 25.00 ± 13.22 , 45.00 ± 10.0 และ 18.33 ± 2.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะห่าง 8 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่า หลังจากการให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวโตเต็มวัยมีอัตราการตาย

ที่ 28.33 ± 12.58 , 25.0 ± 5.0 , 28.33 ± 12.58 และ 30.0 ± 18.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะ ตัวเต็มวัย ที่ระยะห่าง 12 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 30, 60, 90 และ 120 วินาที พบว่าหลังจากการให้พลาสมาเย็นกับด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยมีอัตราการตายที่ 25.00 ± 13.22 , 20.00 ± 8.66 , 33.33 ± 11.54 และ 26.66 ± 10.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) ทั้งนี้จากการเก็บผลการทดลองที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงหลังจากการให้พลาสมาเย็นนั้นให้ผลอัตราการตายที่ไม่แตกต่างกัน

Table 3. Direct Effect of argon-generated cold plasma on mortality of adult *Sitophilus oryzae* with rice.

Distance (cm)	Mortality rate (%) \pm S.D. after indicated exposure time (sec)			
	30	60	90	120
4	20.00 ± 13.22 ab	25.00 ± 13.22 ab	45.00 ± 10.0 b	18.33 ± 2.88 ab
8	28.33 ± 12.58 ab	25.00 ± 5.0 ab	28.33 ± 12.58 ab	30.00 ± 18.02 ab
12	25.00 ± 13.22 ab	20.00 ± 8.66 ab	33.33 ± 11.54 b	26.66 ± 10.40 ab
Control	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a

Means followed the same letter are not significantly different at $P > 0.05$ by LSD.

จากการทดลองผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวระยะเต็มวัยในสภาวะต่าง ๆ พบว่าพลาสมาเย็นส่งผลให้เกิดอัตราการตายของด้วงงวงข้าวที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในบางทริตเมนต์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ สุภาพร และคณะ (2566) ที่ทำการศึกษาผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัย พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการให้พลาสมาเย็นกับแมลง พบว่าอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกัน เมื่อระยะห่างในการให้พลาสมาเพิ่มขึ้น อัตราการตายของแมลงลดลง ซึ่งแตกต่างจากการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่าไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกับอัตราการตาย และระยะเวลาที่ให้พลาสมาเย็นต่ออัตราการตาย แต่เนื่องจากการทดลองของ สุภาพร มอญจันทร์ และคณะ (2566) เป็นการทดลองในภาชนะทรงกระบอก จึงมีความเป็นไปได้ว่ารูปแบบของภาชนะที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ซึ่งก็คือทรงสี่เหลี่ยม อาจส่งผลต่อการทดลองที่เปลี่ยนแปลงไป การตายของแมลงที่เกิดขึ้นอาจได้รับผลกระทบจากอนุมูลอิสระจากพลาสมาเย็นในปริมาณที่มากขึ้นของหัวเจ็ท จึงส่งผลต่อการตายที่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามอัตราการไหลของก๊าซที่ใช้ในการสร้างพลาสมาเย็นนั้น ส่งผลต่อปริมาณของอนุมูลอิสระ (free radicals) ในรูปสารออกซิไดซ์แรงสูง (reactive oxygen species) ที่ถูกปลดปล่อยออกมาแตกต่างกัน จึงส่งผลให้เกิดการตายของแมลงที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดและระยะเวลาการเจริญของแมลงที่นำมาทดสอบด้วย (Kwon et al., 2019; Sayed et al., 2021) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อเลี้ยงแมลงในข้าวแล้วยังด้วยพลาสมาเย็น จะส่งผลให้เกิดอัตราการตายที่ลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าการมีข้าวปะปนอยู่กับแมลงทำให้เกิดการบดบังพลาสมาเย็นต่อแมลงตลอดจนพบพฤติกรรมหลบหนีของแมลงในข้าว การศึกษาครั้งนี้ถือเป็นการศึกษาในขั้นต้นในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของพลาสมาเย็นต่อการกำจัดด้วงงวงข้าวนั้น จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงปัจจัย และสภาวะที่เหมาะสมต่อ เช่น ขนาดพื้นที่และรูปแบบของภาชนะที่ใช้ในการ

บรรจุแมลงสำหรับการทดลอง ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการให้พลาสมา เป็นต้น สภาวะที่เหมาะสมเหล่านี้จะถูกนำไปเป็นข้อมูลในการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องยิงพลาสมาเริ่มต้นแบบในการกำจัดด้วงวงข้าวสำหรับการทดลองต่อไปในอนาคต

สรุป

จากผลของการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของพลาสมาเริ่มต้นต่อการตายของด้วงวงข้าวสรุปได้ว่าผลของรูปแบบของภาชนะบรรจุแมลง อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอนที่ใช้ในการผลิตพลาสมาเย็น และจำนวนหัวเจ็ทพลาสมาเย็นส่งผลให้เกิดอัตราการตายของด้วงวงข้าว โดยจะเห็นได้ว่าภาชนะทรงสี่เหลี่ยมที่ใช้ในการบรรจุแมลง อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอนที่ใช้ในการผลิตพลาสมาเย็นที่ 300 SCCM และการให้พลาสมาเย็นจำนวน 2 หัวเจ็ทให้ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงวงข้าว ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ ดร. จิรพงศ์ ศรศักดิ์านุกภาพ อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่-เฉลิมพระเกียรติ ที่ได้ให้ความรู้ในเรื่องของพลาสมาเย็น การเรียนรู้เครื่องสร้างพลาสมาเย็น ได้ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไขตลอดจนงานวิจัยสำเร็จลงได้

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ คักดีสุริยา. (2547). ผลของข้าวสารพันธุ์ต่างๆต่อการเจริญเติบโตและการทำลายของด้วงวงข้าว. <https://search.lib.cmu.ac.th/search/?searchtype=&searcharg=b1362170>
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. (2559, 9 กันยายน). วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว. <https://www.ricethailand.go.th/rkb3/Postharvest.htm>
- กองศึกษาและขยายผลฯ. (2562, 22 กันยายน). องค์ความรู้ข้าว. <https://www.rdpb.go.th>
- จารุวรรณ บางแวก, นิวัติ เจริญศิลป์ และ ประโยชน์ เจริญธรรม. (2536). วิธีป้องกันการทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกในโรงเก็บโดยใช้สารคลุกเมล็ด. *วารสารวิชาการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. 11, 15-23.
- ปรเมนทร์ พอใจ, ญัฐพงศ์ จันจุฬา และ พิมพรรณ พิมลรัตน์. (2563). การทำลายการพักตัวของเมล็ดผักบุ้งโดยใช้พลาสมาเย็นชนิดไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จ. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(2), 325-332. <https://doi.org/10.14456/tjst.2020.43>
- สุภาพร มอญจันทร์, ทินนากรณ์ หล้าชู, จิรพงศ์ ศรศักดิ์านุกภาพ, และ เอกอาทิตย์ ฤทธิเดชขิง. (2566). ผลของพลาสมาเย็นต่อการตายของด้วงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในระยะตัวเต็มวัย. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*; 41(1), 62-69.

- Abd El-Aziz, M. F., Mahmoud, E. A. & Elaragi, G.M. (2014). Non thermal plasma for control of the indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, 59, 215-221. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.03.002>
- Gautam, S. G., Opit, G.P. & Hosoda, E., (2016). Phosphine resistance in adult and immature life stages of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Plodia interpunctella* (lepidoptera: Pyralidae) populations in California. *Journal of Economic Entomology*, 109(6), 2525-2533. <https://doi.org/10.1093/jee/tow221>
- Jagadeesan, R., Collins, P.J., DGLISH, G.J., Ebert, P.R. & Schlipalius, D.I., (2012). Phosphine resistance in the rust red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae): inheritance, gene interactions and fitness costs. *PLoS One*, 7(2), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031582>
- Kwon, D.H., Kim, H.S. H. & Park, M.R. (2019). Plasma-based organism evaluation equipment using atmospheric-pressure plasma jets: efficacy for controlling insect pests. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(3), 868-873. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.06.011>
- Laroussi, M. (2002). Non thermal decontamination of biological media by atmospheric pressure plasma: review, analysis, and prospects. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 30(4), 1409-1415. <https://doi.org/10.1109/TPS.2002.804220>
- Nasr, M. E. H. (2020). Susceptibility of The Saw-Toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and The Indian Meal Moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) Infested Stored Products to Cold Plasma. *Journal of Plant Protection and Pathology, Mansoura University*, 11(6), 299-302. <https://doi.org/10.21608/JPPP.2020.111727>.
- Sayed, W.A.A., Hassan, R, S., Sileem, T.M. & Rumpold, B.A. (2021). Impact of plasma irradiation on *Tribolium castaneum*. *Journal of pest Science*, 94(9), 1405-1414.
- Singh, S. & Prakash, S., (2013). Development of resistance in *Tribolium castaneum*, Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) towards deltamethrin in laboratory. *International journal of scientific research publisher*, 3(8), 2250-3153.
- Sutar, S. A., Thirumdas, R., Chaudhari, B.B. & Deshmukh, R.R. (2021). Effect of cold plasma on insect infestation and keeping quality of stored wheat flour. *Journal of Stored Products Research*, 92(6), 101774. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101774>



Zilli, C., Pedrini, N., Prieto, E., Girotti, J.R., Vallecorsa, P., Ferreyra, M., Chamorro, J.C., Cejas, E., Fina, B., Prevosto, L. & K. Balestrasse. (2022). Non-thermal plasma as emerging technology for *Tribolium castaneum* pest-management in stored grains and flours. *Journal of Stored Products Research*, 99, 102031. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/11/11/115015>

การกำจัดสีย้อมจากน้ำทิ้งโรงงานฟ้ามัดย้อม โดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์
จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย
Removal of Dyes from Traditional Dyeing Wastewater Via Adsorption Process
Using Activated Carbons from Durian and Macadamia Shells

จิรัฐ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์¹ ธนกร ช่างเหล็ก¹ ศิริสิทธิ์ แนวพิชิต¹ พิทักษ์ วงษ์ชัย¹ และ ศุภณัฐ พัฒนสารินทร์^{1*}

¹โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่ แพร่ 54000

*Corresponding author. E-mail address: supanut.p@piriyalai.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้เตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและแมคคาเดเมีย และศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมจากน้ำทิ้ง กระบวนการแบบดั้งเดิม โดยนำเปลือกทุเรียนและแมคคาเดเมียเผาคาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส 30 นาที แล้วกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เเผาที่อุณหภูมิ 500 600 และ 700 องศาเซลเซียส 90 นาที จากนั้นนำถ่านกัมมันต์ผสมกับวัสดุประสาน ได้แก่ ยิปซัม ดินขาว ดินดำ ปูนขาว และไดอะตอมไมต์ อัดขึ้นรูป เเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมพบว่า สภาวะที่เหมาะสม คือการกระตุ้นด้วย KOH 40% ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพดูดซับสีย้อมของถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและแมคคาเดเมียเท่ากับ 82.16 และ 85.58 % นำถ่านกัมมันต์จากเปลือกแมคคาเดเมียผสมกับวัสดุประสาน พบว่า ผสมกับดินขาว อัตราส่วน 1:1 มีประสิทธิภาพดูดซับสีย้อมสูงสุด เมื่ออัดขึ้นรูปที่อัตราการไหล 1, 2 และ 3 ลิตรต่อชั่วโมงพบว่า ประสิทธิภาพดูดซับสีย้อมของถ่านกัมมันต์อัดแบบแท่ง เท่ากับ 67.11, 64.88 และ 58.12% และแบบป้อนอิสระ 59.67, 57.67 และ 47.15% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์ น้ำทิ้ง เปลือกทุเรียน เปลือกแมคคาเดเมีย สีย้อม

Abstract

This project prepared activated carbon from durian and macadamia shells. To study the efficiency of absorption process removal of dye from traditional dyeing wastewater. Durian and macadamia shells were carbonized at 500 °C for 30 minutes and then activated with potassium hydroxide at 500, 600 and 700 °C for 90 minutes. The activated carbon was then mixed with cementitious materials including gypsum, kaolin, black clay, lime, and diatomite, extruded and burned at 500 °C for 3 hours to test the color adsorption efficiency. The result found the optimum condition was activation with 40% KOH at 700 °C. The dye adsorption efficiency of activated carbon from durian and macadamia shells were 82.16 and 85.58%, respectively. When activated carbon mixed with a binder, it was found that mixed with kaolin at the ratio of 1:1 had the highest dye absorption efficiency. The extruding at the flow rates of 1, 2 and 3 liters per hour in bar and free form the dye adsorption efficiency of the bar model activated carbon was 67.11, 64.88, 58.12% and the free molding was 59.67, 57.67, 47.15% respectively.

Keywords: Activated carbons, Durian shells, Dyes, Macadamia shells and wastewater

บทนำ

ผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อมถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างชื่อเสียงและรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการในจังหวัดแพร่มาอย่างยาวนาน ในปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น มีการขยายตัวของผู้ประกอบการมากขึ้นตามสภาพเศรษฐกิจและสังคม แต่การย้อมสีผ้าจำนวนมากส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของสีย้อมผ้าลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติก่อให้เกิดผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมสู่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ถ้าน้ำเสียมีปริมาณของสีปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่สูงจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ นอกจากนี้สีบางตัว เช่น สีที่มีสารประกอบพวอะโซ (Azo Compound) อาจเกิดการเปลี่ยนรูปไปเป็นสารประกอบอันตรายบางตัวที่อาจเป็นสารก่อมะเร็ง ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้อย่างถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นโครงการนี้จึงมุ่งประเด็นไปที่การศึกษาหาความเป็นไปได้ที่จะนำเอาวัสดุเหลือทิ้ง 2 ชนิดคือ เปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย มาเป็นสารตั้งต้นในการผลิตถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในกระบวนการดูดซับสีย้อมจากน้ำทิ้ง และศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสีของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้ง

ระเบียบวิธีวิจัย

ตอนที่ 1 : การเตรียมถ่านและถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย

1.1 การเตรียมตัวอย่างเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย

ตัดตัวอย่างให้มีขนาด 8-10 เซนติเมตร ทำความสะอาดแล้วอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.2 การเตรียมถ่าน โดยการเผาคาร์บอนเซชัน (Carbonization)

เผาคาร์บอนที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปล่องให้เย็นลง จากนั้นบดและร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 0.25 มิลลิเมตร

1.3 การเตรียมถ่านกัมมันต์ โดยการกระตุ้นทางเคมี (Chemical activation)

นำผงถ่าน 50 กรัม ผสมกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 20 40 และ 60 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 600 และ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น จนพีเอชเท่ากับ 7 แล้วอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ให้แห้ง

1.4 การวิเคราะห์ขนาดรูพรุนด้วยค่าการดูดซับไอโอดีน

ตามมาตรฐาน ASTM D4607 - 94

1.5 การวิเคราะห์ร้อยละเถ้า

ตามมาตรฐาน AOAC 1990 ของถ่านกัมมันต์

1.6 การวิเคราะห์ร้อยละความชื้น

ตามมาตรฐาน AOAC 1990 ของถ่านกัมมันต์

1.7 การวิเคราะห์ปริมาณสีย้อมผ้ามัดย้อมโดยวิธีกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานสีย้อมผ้ามัดย้อมสีน้ำเงินที่ความเข้มข้น 0.8, 1.6, 3.1, 6.2, 12.5, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 575 นาโนเมตร

ตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับจากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย

ชั่งถ่านกัมมันต์ 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ซึ่งบรรจุน้ำสีย้อมผ้ามัดย้อมความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10, 15, 30, 60 และ 90 นาที กรองสารละลายตัวอย่างและวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

ตอนที่ 3 การทดลองแบบไม่ต่อเนื่องในถังปฏิกรณ์แบบเทเพื่อหาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย

ชั่งถ่านกัมมันต์ 1.0 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ซึ่งบรรจุตัวอย่างน้ำทิ้งสีย้อมผ้ามัดย้อม ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที ที่เวลา 0-7 ชั่วโมง กรองสารละลายและวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

ตอนที่ 4 การดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยถ่านกัมมันต์อัดแท่ง

เตรียมถ่านกัมมันต์ผสมกับวัสดุประสาน ดัง Table 1 แล้วอัดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ เเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นลงในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งแท่งถ่านกัมมันต์ 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ซึ่งบรรจุตัวอย่างน้ำทิ้งสีย้อมผ้ามัดย้อม ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที ที่เวลา 0-7 ชั่วโมง กรองสารละลายและวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

Table 1. The ratio of activated carbon mixed with cementitious materials.

formula	charcoal	gypsum	diatomite	lime	kaolin	black clay
1	1	-	-	-	-	-
2	1	1	7	1	-	-
3	1	1	1	1	-	-
4	1	-	1	-	1	-
5	1	-	-	-	1	-
6	1	-	-	-	-	1

ตอนที่ 5 การทดลองแบบต่อเนื่องในถังปฏิกริยาแบบคอลัมน์เดี่ยว เพื่อหาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยถ่านกัมมันต์อัดแท่ง

นำถ่านกัมมันต์จากเปลือกแมคคาเดเมีย ผสมกับดินขาว ในอัตราส่วน 1:1 แล้วอัดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ แล้วเผาที่อุณหภูมิ 200 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ชั่งถ่านกัมมันต์อัดแท่งแบบแท่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร และแบบป็นทรงกลมอิสระ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร 5 กรัม ใส่ในถังปฏิกริยา โดยถังปฏิกริยาสร้างจากหลอดฉีดยา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร ดัง Figure 1 น้ำทิ้งตัวอย่างสีย้อมผ้ามัดย้อมจะถูกนำเข้าที่ด้านบน โดยควบคุมอัตราการไหลที่แตกต่างกัน 3 อัตรา ซึ่งเท่า 1 2 และ 3 ลิตรต่อชั่วโมง กรองสารละลายและวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

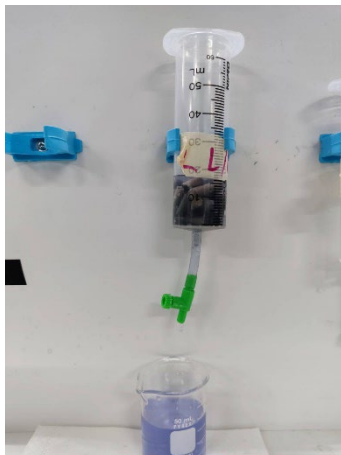


Figure 1. single column reactor

ผลและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 : ผลการเตรียมถ่านและถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย

เปลือกทุเรียนให้ร้อยละผลผลิตต่ำที่สุด อาจเป็นเพราะว่าเปลือกทุเรียนที่แห้งแล้วเบากว่าเปลือกแมคคาเดเมียเป็นอย่างมาก เมื่อนำไปเผาคาร์บอนซ์ จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ของถ่านมากเกินไป ผลผลิตที่ได้จึงค่อนข้างต่ำกว่าเปลือกแมคคาเดเมีย ร้อยละผลผลิตของถ่านจากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมียแสดงดัง Table 2

Table 2. yield of charcoal from durian and macadamia shells

charcoal	order	Weight before	Weight after	%yield	average %yield
		burning (grams)	burning (grams)		
durian shells	1	302.58	90.78	30.00	
	2	310.14	98.50	31.76	30.99
	3	305.75	95.43	31.21	
macadamia shells	1	301.36	250.87	83.25	
	2	304.68	247.49	81.23	82.47
	3	300.97	249.65	82.95	

ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาหลังจากการกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์กับค่าการดูดซับไอโอดีน แสดงใน Figure 2 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 500 ไป 600 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าการดูดซับไอโอดีนเพิ่มขึ้น ขณะที่การเพิ่มจาก 600 ไป 700 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับไอโอดีนไม่ได้เพิ่มขึ้นต่างกันอย่างชัดเจนจากการทดลองพบว่า เมื่อทำการกระตุ้นด้วย 40%w/w KOH ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ได้ถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมียที่มีค่าเลขไอโอดีนสูงสุด ดัง Table 3

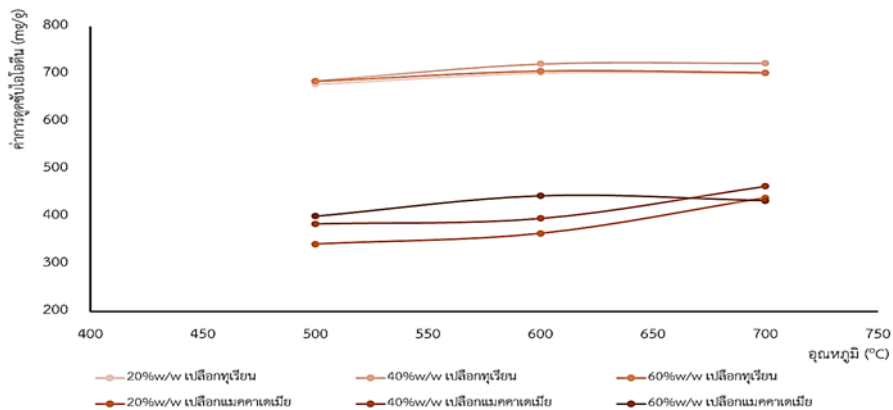


Figure 2. Effect of temperature after activation with potassium hydroxide on iodine adsorption values

Table 3. Potassium hydroxide concentration and temperature of activated carbons

charcoal	KOH (%w/w)	temperature (°C)	Iodine adsorption (mg/g)
durian shells	20	500	678.93
	40	500	685.41
	60	500	684.65
	20	600	702.27
	40	600	721.49
	60	600	705.87
	20	700	701.79
	40	700	723.18
	60	700	702.70
macadamia shells	20	500	342.27
	40	500	385.12
	60	500	401.26
	20	600	364.58

charcoal	KOH (%w/w)	temperature (°C)	Iodine adsorption (mg/g)
	40	600	396.45
	60	600	443.42
	20	700	439.45
	40	700	463.82
	60	700	433.53

1.2 ผลการวิเคราะห์ร้อยละเถ้าและความชื้น

ถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย มีค่าร้อยละเถ้าและร้อยละความชื้นโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก ดัง Table 4

Table 4. ash and average moisture content

activated carbon	ash content	average moisture content
durian shells	15.33	6.87
macadamia shells	13.85	5.4

ตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อม

เมื่อพิจารณาเวลาสัมผัสที่เวลาต่างๆ กันในการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อม พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาสัมผัสให้ยาวนานขึ้นค่าความเข้มข้นที่เหลือของสีย้อมผ้ามัดย้อม จะมีค่าที่ลดลง โดยอัตราการลดลงของสีจะมีค่าที่สูงมากในช่วง 5-15 นาทีแรก และจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้า ดัง Figure 3

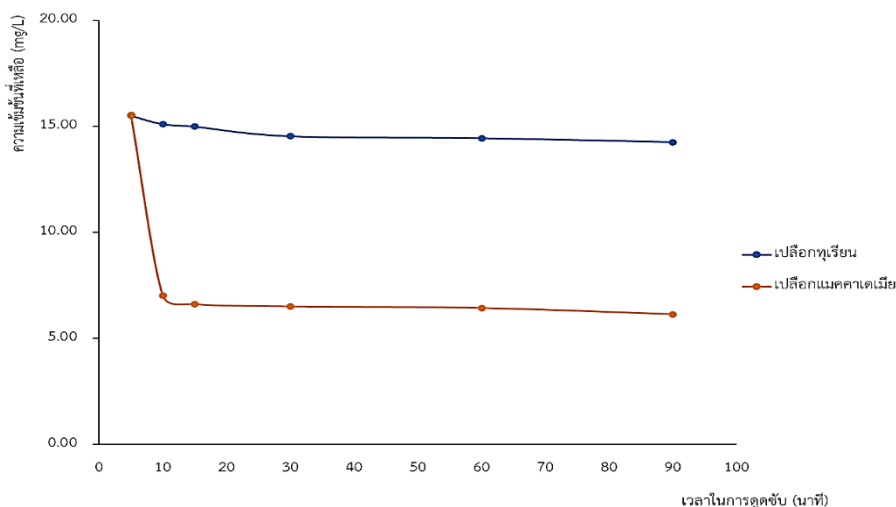


Figure 3. concentration of dye standard solution over time

ตอนที่ 3 การทดลองแบบไม่ต่อเนื่องในถังปฏิกรณ์แบบเทเพื่อหาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย

จากทดลองพบว่า ถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมียมีอัตราการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมในช่วงแรกจะสูง ตั้งแต่ชั่วโมงแรก ดัง Figure 4 เนื่องจากในตอนแรกนั้นพื้นที่ผิวของตัวดูดซับยังว่างอยู่ ทำให้อนุภาคของสารละลายสีย้อม สามารถเข้าไปจับบนพื้นที่ผิวของตัวดูดซับได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการดูดซับจะลดลง โดยประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมีย แสดงดัง Table 5

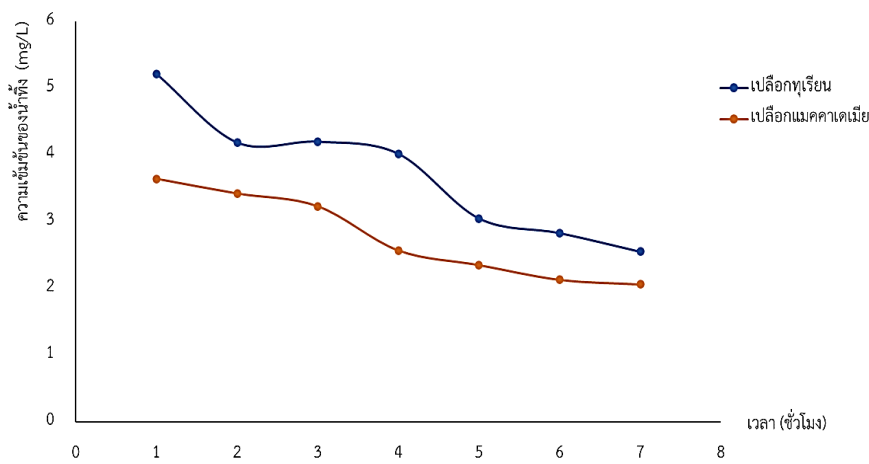


Figure 4. concentration of dye effluent over time

Table 5. Dye absorption efficiency (%)

solution	Dye absorption efficiency (%)	
	durian shells	macadamia shells
dye effluent	82.16	85.58

ผู้วิจัยได้เลือกถ่านกัมมันต์จากเปลือกแมคคาเดเมียมาอัดแท่ง เพื่อศึกษาดูดการซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้ง

ตอนที่ 4 การดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยถ่านกัมมันต์อัดแท่ง

ผู้วิจัยได้พยายามค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเรื่องการใช้วัสดุประสานในการอัดแท่งถ่านกัมมันต์ แต่ไม่ปรากฏข้อมูล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วัสดุประสานของโรงงานผลิตเซรามิกท้องถิ่น ได้แก่ คำมีสตูดิโอ ตำบลแม่คำมี อำเภอมะเอย่ง จังหวัดแพร่ โดยเตรียมถ่านกัมมันต์ผสมกับวัสดุประสานแล้วอัดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ เภาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ดัง Figure 5

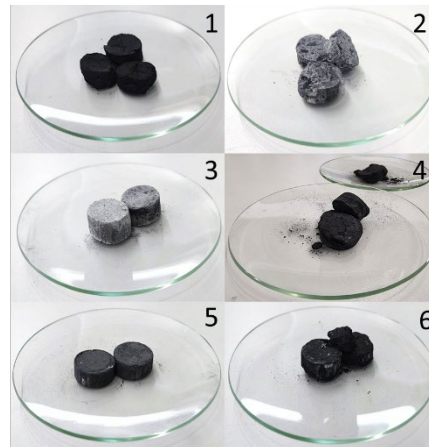


Figure 5. activated charcoal formula 1-6

จากการทดลองพบว่า ถ่านกัมมันต์อัดแท่งมีอัตราการดูดซับสีย้อมผ้าเม็ดย้อมในช่วงแรกจะสูง ตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 1 – 3 จากนั้นจะลดลงอย่างช้า ๆ ดัง Figure 6

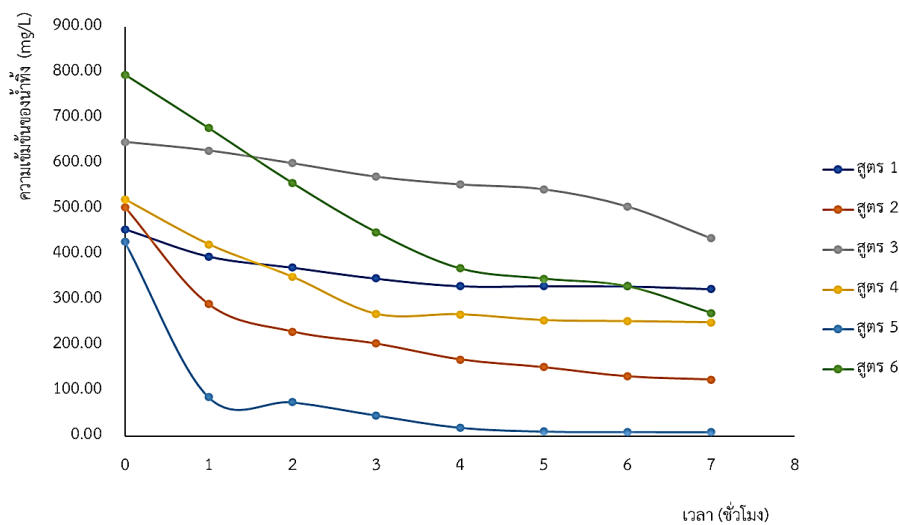


Figure 6. concentration of dye effluent over time 7 hour

และประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมของถ่านกัมมันต์อัดแท่งแต่ละสูตร ดัง Table 6

Table 6. Efficiency of absorbing dyed from wastewater

formula 1	formula 2	formula 3	formula 4	formula 5	formula 6
64.62 %	86.37 %	52.42 %	72.68 %	99.00 %	70.40 %

**ตอนที่ 5 การทดลองแบบต่อเนื่องในถังปฏิกริยาแบบคอลัมน์เดี่ยว เพื่อหาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้า
มัดย้อมจากน้ำทิ้งด้วยถ่านกัมมันต์อัดแท่ง**

ผู้วิจัยได้เลือกวัสดุประสานเป็นดินขาว เนื่องจากมีประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมจากน้ำทิ้ง
สูงสุด เมื่อนำไปศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อม ได้ผลดัง Table 7 ส่วนถ่านกัมมันต์อัดแท่งที่
เผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ไม่สามารถคงรูปได้

Table 7. Efficiency of absorbing dyes from wastewater When mixing activated carbon
briquettes in bar form and free form at 500 °C

activated carbon	Dye absorption efficiency (%)		
	1 L/hr.	2 L/hr.	3 L/hr.
briquettes			
bar form	67.11	64.88	58.12
free form	59.67	57.67	47.15

สรุป

การเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมียโดยวิธีการกระตุ้นด้วยสารละลาย
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส โดย
ถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนให้ค่าการดูดซับไอโอดีนสูงสุด

ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมของถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและ
เปลือกแมคคาเดเมีย พบว่า อัตราการลดลงของสีจะมีค่าที่สูงมากในช่วง 5-15 นาทีแรก และค่อยๆ ลดลงอย่าง
ช้า โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาความเข้มข้นที่เหลือและระยะเวลาในการดูดซับน้ำทิ้งสีย้อมผ้ามัดย้อมของ
ถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมียที่ปรากฏว่า ถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือก
แมคคาเดเมียมีอัตราการดูดซับสีจากน้ำทิ้งในช่วงชั่วโมงแรกจะสูง เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการดูดซับจะลดลง
โดยประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมของถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกแมคคาเดเมียเท่ากับ
82.16 และ 85.58 % ตามลำดับ

เมื่อนำถ่านกัมมันต์ผสมกับวัสดุประสานต่างๆ แล้วอัดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ เผาที่อุณหภูมิ 200 องศา
เซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง การดูดซับน้ำทิ้งสีย้อมผ้ามัดย้อมของถ่านกัมมันต์อัดแท่งจากเปลือกแมคคาเดเมีย
ด้วยวัสดุประสานสูตร 1-6 พบว่า สูตร 5 ถ่านกัมมันต์ผสมดินขาว ในอัตราส่วน 1:1 มีประสิทธิภาพการดูด
ซับสีย้อมผ้ามัดย้อมสูงสุด เท่ากับ 99.00 % และเมื่อถ่านกัมมันต์ผสมดินขาว ในอัตราส่วน 1:1 อัดแท่งรูปแบบ
แท่งและแบบปั้นอิสระ เผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหล 1 2 และ 3 ลิตรต่อชั่วโมง
ประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมผ้ามัดย้อมของถ่านกัมมันต์อัดแบบแท่งเท่ากับ 67.11, 64.88, 58.12% และ
แบบปั้นทรงกลมอิสระ 59.67, 57.67, 47.15 % ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ ควรนำถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาค่าพื้นที่ผิวจำเพาะ ปริมาตรของรูพรุน และขนาดของรูพรุน เพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.อุกฤษ สมัครสมาน มหาวิทยาลัยนเรศวร และ ดร.วันทนีย์ แพงศรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณ คุณธวัชชัย ชัยธวัชวิถี ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ ผอ.เลิศชาย รัตนะ พร้อมด้วยผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่ทุกท่านที่สนับสนุนช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฉวีวรรณ เพ็งพิทักษ์ (2562) ถ่านกัมมันต์. กองเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์บริโภค. กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/chem-2-62-charcoal.pdf

ประพันธ์ พุ่มพร และ สุภาพร พงศ์ธรพุกษ์ (2562) การใช้ประโยชน์จากเปลือกทุเรียนสำหรับผลิตสารกรองน้ำเพื่อดูดซับธาตุเหล็ก. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์*. (2)กรกฎาคม – ธันวาคม, 33-44.

Tadda, M.A., Ahsan, A., Shitu, A., ElSergany, M., Arunkumar, T., Jose, B., Abdur Razzaque, M., Nik Daud, N.N. (2016). A review on activated carbon: process, application and prospects. *Journal of Advanced Civil Engineering Practice and Research*. 2(1), 7-13.

อุปกรณ์ตรวจจับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์

Fire Detector with Greater Invention

รพีพงศ์ ลี้มชวพันธ์กุล^{1*} ณัฐวุฒิ ประเสริฐ¹ และ เกนกี ทามานากะ¹
¹โรงเรียนวาริชียงใหม่ เชียงใหม่ 50000

*Corresponding author. E-mail address: rapeepong05084@varee.ac.th

บทคัดย่อ

นวัตกรรมนี้จัดทำมาเพื่อการพัฒนาวิธีการตรวจจับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์เทคนิคที่ใช้ คือการตรวจจับควันไฟและเปลวไฟร่วมกับสภาพแวดล้อมเพื่อความแม่นยำ อุปกรณ์ประกอบด้วยกล้อง webcam เซนเซอร์จับความชื้น DHT22 เซนเซอร์จับคาร์บอน MHZ19B บอร์ด Jetson nano และแผงโซลาร์เซลล์ โดยมีขั้นตอนการทำงานคือเมื่อกำลังสามารถจับควันไฟหรือเปลวไฟได้ก็จะนำมาประมวลผลกับค่าความชื้นและค่าคาร์บอน ด้วยและจะส่งแจ้งเตือนไปยัง Line notify และวิธีการทดลองกลุ่มเราจะทดลองโดยการตั้งอุปกรณ์และจุดกองไฟขนาดราว ๆ 30 เซนติเมตรและวัดระยะที่กล้องจับได้เริ่มจาก 5 เมตร ถึง 100 เมตร และมุมองศากล้องโดยเริ่มจาก 0 องศา ถึง 180 องศา และผลการทดลองที่ได้คือระยะทางจะสามารถจับได้ตั้งแต่ 5 เมตร ถึง 60 เมตร และองศาที่กล้องจับได้คือตั้งแต่ 50 องศา ถึง 160 องศา

คำสำคัญ: เทคนิคตรวจจับควันไฟและเปลวไฟ Object detection ไฟป่า

Abstract

This innovation is developed for wildfire detection using artificial intelligence techniques. The detection method involves smoke, flames, and environmental conditions for more detection precision. The equipment consists of a webcam camera, a DHT22 humidity sensor, a MHZ19B carbon dioxide sensor, a Jetson Nano board, and a solar panel. The working process involves the camera detecting smoke or flames, which are then processed along with humidity and carbon dioxide values. Then it will send notifications to Line Notify. In our experimental setup, we placed the equipment and created a fire pile of approximately 30 centimeters in size. The camera was set away from flame ranging from 5 to 100 meters, and the rotation angles between 0 to 180 degrees. The results showed that the camera could detect distances from 5 to 60 meters and capture angles from 50 to 160 degrees.

Keywords: Utilizing techniques to detect smoke and flames. Object detection, Wildfire

บทนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าต่อมนุษย์อย่างมากในป่าไม้เป็นแหล่งกำเนิดของปัจจัยที่ใช้ในการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานของมนุษย์และปัจจุบันไฟป่าที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีจะทวีความรุนแรงและความถี่บ่อยมากขึ้นจนทำให้ป่าไม้ไม่สามารถฟื้นตัวได้ทันตามวงจรธรรมชาตินอกจากนี้ไฟปายังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมส่วนอื่น ๆ อีกทั้งต่อ ดิน น้ำ อากาศ สัตว์ป่าและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในป่าสถานที่ท่องเที่ยวชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์รวมถึงสภาวะอากาศของโลกด้วย จากรายงานโดยส่วนควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้รายงานถึงความรุนแรงของไฟป่าสามารถลุกลามได้ถึง 10.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมงส่วนพื้นที่โล่งอย่างทุ่งหญ้าความเร็วในการลุกลามจะสูงถึง 22 กิโลเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้ สภาพอากาศโดยเฉพาะทิศทางลม และปริมาณเชื้อเพลิงในพื้นที่ยังมีส่วนช่วยให้ไฟไหม้ในพื้นที่เล็ก ๆ สามารถไหม้กระหน่ำรุนแรงจนกลายเป็นไฟป่าขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถควบคุมได้

จากการศึกษาทางคณะผู้จัดทำได้พบว่าวิธีการจับไฟป่าในปัจจุบันที่ใช้ดาวเทียมในการจับซึ่งดาวเทียมจะจับไฟป่าได้ต่อเมื่อไฟป่ามีขนาด 1.21 ตารางกิโลเมตรขึ้นไป ซึ่งถ้าเล็กกว่านั้นก็ไม่สามารถจับได้และถ้ามีเมฆมากก็จับไม่ได้เพราะว่ารังสีอินฟราเรดไม่สามารถผ่านความชื้นได้ปัญหาไฟป่าที่ผ่านมาก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดมลพิษ หมอกควัน เกิดอันตรายด้านสุขภาพอนามัยส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม การคมนาคม และการท่องเที่ยวตลอดจนการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเฝ้าระวังป้องกันและควบคุมไฟป่าอย่างเข้มข้นในทุกพื้นที่จากสถิติไฟป่านั้นเกิดขึ้นบ่อยในเดือนมีนาคม - เมษายน มากที่สุดมักเกิดในช่วงเวลา 14.00-16.00 น บ่อยที่สุด (Gistda)

คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์จับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้มีการตรวจจับและแจ้งเตือนได้อย่างรวดเร็วโดยที่ผลลัพธ์ทั้งหมดจะถูกประมวลผลผ่านระบบปัญญาประดิษฐ์ machine learning เพื่อตรวจสอบว่ามีไฟป่าเกิดขึ้นในบริเวณนั้นหรือไม่ ซึ่งมีการทำงานคือ ตัวเครื่องจะตรวจจับค่าอุณหภูมิและความชื้น เพื่อนำมาประมวลผลด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ว่ามีอุณหภูมิความชื้นในอากาศ และค่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิความชื้นในอากาศและค่าคาร์บอนไดออกไซด์สภาวะที่จะเกิดไฟป่าหรือไม่ ถ้ามีสภาวะใกล้เคียงกับการเกิดไฟป่าในอากาศจะทำการถ่ายภาพเพื่อหาจุดที่เกิดไฟป่าโดยใช้เทคนิค Object Detection หากพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดไฟป่าก็จะส่งการแจ้งเตือนเป็นรูปภาพและข้อความไปยัง Line notify ของเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานดับไฟป่า ต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

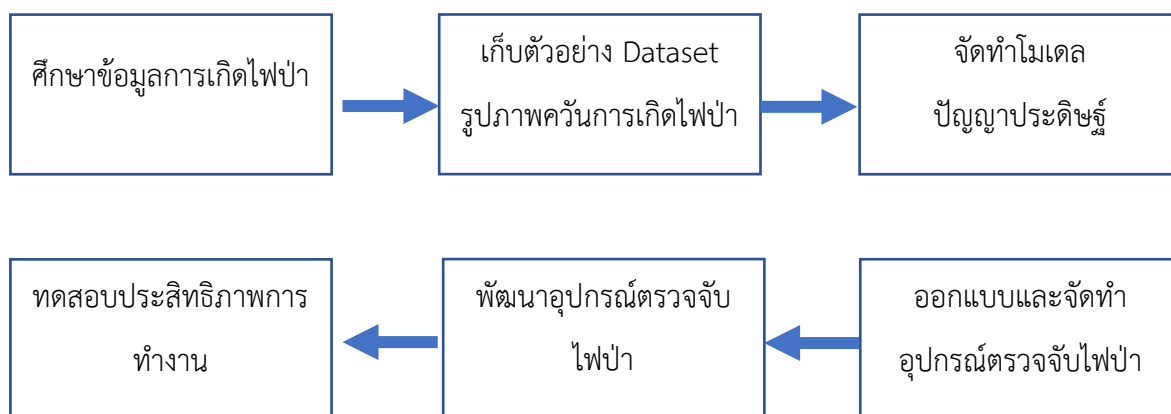


Figure 1. Workflow diagram

1. การค้นคว้าศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับไฟป่าเช่นการเกิดไฟป่า สภาพแวดล้อมของการเกิดไฟป่าและช่วงเดือนกับช่วงเวลาที่เกิดไฟป่า (Gistda)
2. เก็บตัวอย่าง Dataset รูปภาพควันการเกิดไฟป่าซึ่งมีรูปควันของการเกิดไฟป่าทั้งหมด 500 รูป เมื่อได้ Dataset รูปภาพที่ต้องการ มาเราก็จะนำรูปภาพในDataset มาทำการ Annotating Preprocessing และ Generate ผ่าน Roboflow เมื่อ Generate เสร็จจะได้ทั้งหมด 1,596 รูป

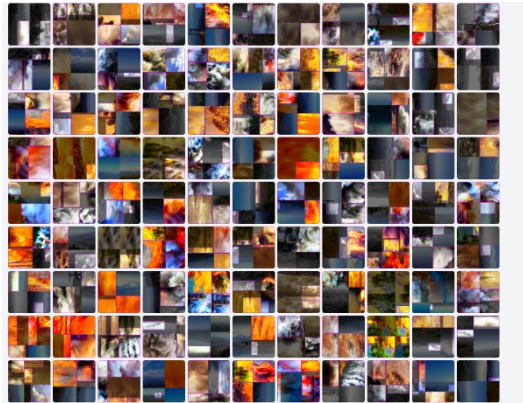


Figure 2. Example images of dataset

3. จัดทำโมเดลปัญญาประดิษฐ์โดยใช้เทคนิค Object Detection เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพเพื่อทำการแยกรูปภาพสภาพแวดล้อมการเกิดไฟฟ้า และไม่เกิดไฟฟ้า
4. ออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ตรวจจับไฟฟ้า บอร์ดควบคุม Jetson nano เซนเซอร์จับอุณหภูมิและความชื้น DHT22 เซนเซอร์จับคาร์บอนไดออกไซด์ MHZ19B แผงโซล่าเซลล์ และ กล้องเอนกประสงค์
5. ทำการเก็บค่า อุณหภูมิความชื้นและค่าคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการสร้าง Model Classification เพื่อแยกว่าควันหรือเปลวไฟนี้จะใช้ไฟฟ้าหรือไม่ พร้อมทำระบบแจ้งข้อมูลที่ได้ผ่าน Line Notify
6. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน อุปกรณ์ตรวจจับไฟฟ้าด้วยปัญญาประดิษฐ์

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการเทรนโมเดล yolov5

1.1 ค่าความแม่นยำ

ผลการเทรนโมเดล yolov5 นั้นมีค่าความแม่นยำอยู่ที่ 0.9879 จาก 1.000 ซึ่งเท่ากับ 98.7%

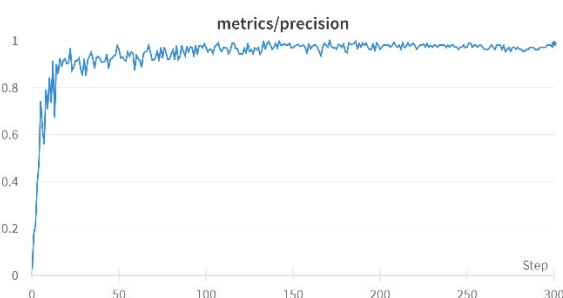


Figure 3. Accuracy graph

1.2 ค่าความผิดพลาด

ผลการเทรนโมเดล yolov5 นั้นมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 0.01218 จาก 1.000 คิดเป็น 0.12%



Figure 4. Training loss graph

2. ผลการทดลองระยะที่กล้องจับได้

Tabel1. We experimented by setting a small fire about 10cm in diameter and setting the camera distance from 5m to 100m.

distance	detection	probability
5m	Found	0.97
10m	Found	0.90
15m	Found	0.88
20m	Found	0.83
25m	Found	0.79
30m	Found	0.75
35m	Found	0.67
40m	Found	0.61
45m	Found	0.56
50m	Found	0.47
60m	Found	0.41
65m	Not Found	-
70m	Not Found	-
75m	Not Found	-
80m	Not Found	-
85m	Not Found	-
90m	Not Found	-
95m	Not Found	-
100m	Not Found	-

Tabel2. We experimented by setting a small fire about 10cm in diameter and setting the camera from 0 degrees to 180 degrees.

Degree	Detection	Probability
0	Not Found	-
10	Not Found	-
20	Not Found	-
30	Not Found	-
40	Not Found	-
50	Found	0.47
60	Found	0.53
70	Found	0.78
80	Found	0.84
90	Found	0.89
100	Found	0.82
110	Found	0.54
120	Found	0.43
130	Found	-
140	Found	-
150	Not Found	-
160	Not Found	-
170	Not Found	-
180	Not Found	-

สรุป

โครงการอุปกรณ์ตรวจจับไฟป่าด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจจับไฟป่า ด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์โดยอาศัยข้อมูลจากสภาพแวดล้อม อุณหภูมิความชื้นในอากาศ ค่าคาร์บอนไดออกไซด์และการตรวจจับภาพไฟไหม้โดยใช้เทคนิค Object Detection ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับไฟป่าด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์จะสามารถถ่ายภาพไฟป่าได้ไกลที่สุดในระยะ 5 – 60 เมตร และมีความกว้างรัศมีของกล้องอยู่ที่ 50 – 120 และเมื่อนำไปพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับไฟป่าจะมีความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 98.79

กิตติกรรมประกาศ

นวัตกรรมอุปกรณ์จับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่เราทำการทดลองในครั้งนี้เราได้รับการสนับสนุนและได้รับคำปรึกษาจากการสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ จากมาสเตอร์ สรพงษ์ สมสอน และ มาสเตอร์ สรวัดน์ ยามสุข ผู้บริหารโรงเรียนและคุณครูหรือมาสเตอร์ ที่ให้คำปรึกษาต่าง ๆ ระหว่างการทดลองโครงการนี้ตั้งแต่เริ่มจนเสร็จสิ้นทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ

เอกสารอ้างอิง

ส่วนควบคุมไฟป่า (2553). สถิติการเกิดไฟป่า

<https://portal.dnp.go.th/Content/firednp?contentId=15705>

นายกิตติพิศ ต้นตระกูล นายรชต รัตนกิจ นายอนุศาสน์ เอื้องอุดมสิน อาจารย์ศรัณย์ นวจิน (2023)

เซนเซอร์ตรวจจับไฟป่าด้วยปัญญาประดิษฐ์

https://inewgen.nrct.go.th/index.php/newgen/project_detail/02AD001108

อุปกรณ์จับไฟป่าด้วยดาวเทียม (ม.ป.ป.)

https://www.dnp.go.th/forestfire/firescience/lesson%205/lesson5_5.htm

พลาย ภิรมย์ สาเหตุและผลกระทบจากไฟป่า(ม.ป.ป.)

https://www.wwf.or.th/our_news/our_blog_th/fire_forest_scp/

สรพงษ์ สมสอน(14 พฤษภาคม 2022) ทำ Object Detection ด้วย YoloV5 ที่หนุ่ยอยากได้ EP3 : Model deploy <https://sorapong.medium.com/ทำ-object-detection-ด้วย-yolov5-ที่หนุ่ยอยากได้-ep3-model-deploy-2d446b23acd2>

Inabia Solutions & Consulting Inc(16 พ.ย. 2020) How to Train A Wild Fire Detector with Yolov5 on Google Colab <https://www.youtube.com/watch?v=bRbn8laPXpU>

AHIALE DARLINGTON Forest fire Dataset (31 กรกฎาคม 2560)

<https://www.kaggle.com/datasets/elikplim/forest-fires-data-set>

Intouchkunarntum Image detection โดยใช้ YOLOv5 จากต้นจวบ (ตอน 1) (27 กรกฎาคม 2564)

<https://medium.com/@intouchkunarntum/image-detection-โดยใช้-yolov5->

จากต้นจวบ-ตอน-1-77faf04b0579 MySQL Database คืออะไร ? (ม.ป.ป.)

<https://zixzax.net/database/mysql-database->

การประยุกต์ใช้งาน Line Notify กับระบบงานสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์(ม.ป.ป.)

https://computer.ru.ac.th/images/Km2Article/1605067899_Article.pdf

การพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2

Development Solar Oven Version 2

ทองแห หมื่นฟิล์มทอง¹ เจศ¹ ชมพูนิก อัครมานะกิจ¹ และ สุภารัตน์ พงษ์ตระกูล¹¹โรงเรียนสรรพวิทยาคม ตาก 63110

*Corresponding author. E-mail address: bentyt4@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างและพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 (2) เพื่อหาประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์รุ่น 2 (3) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 กับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ESIGMA ของศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานทดแทน (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูและบุคลากรด้านพลังงานที่มีต่อเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้แก่ครูและบุคลากรด้านพลังงานที่ใช้งานเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 (2) เครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอบ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของบุคลากร ที่มีต่อเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 สถิติที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1) เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ที่สร้างขึ้น มีการพัฒนาจากรุ่นแรกในด้านรูปทรงโคมสร้างจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต แข็งแรง ยืดหยุ่น กันน้ำได้ มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอบด้วยพัดลมดูดอากาศ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นเชื่อมต่อกับบอร์ด ESP8266 ควบคุมด้วยสมาร์ตโฟน มีเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ทุกตัวดังนั้นจึงมีผล การประเมินคุณภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.651) (2) เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และสามารถสร้างอุณหภูมิในช่วง 40 - 80 องศาเซลเซียส ความชื้น 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลอุณหภูมิและความชื้นบนสมาร์ตโฟนด้วยแอปพลิเคชัน Blynk สามารถควบคุมการสั่งปิดเปิดชุดพัดลม 3 ระดับในระยะไกล (3) เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 มีประสิทธิภาพในการตากอาหารแห้งสูงกว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ESIGMA ของศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เนื่องจากผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและความชื้นได้ตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ (4) ความพึงพอใจของบุคลากรที่ใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.619)

คำสำคัญ: เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This research aimed to (1) create and develop Solar oven version 2 (2) evaluate the efficiency of Solar oven version 2 (3) compare the efficiency between Solar oven version 2 and ESIGMA Solar oven (4) evaluate personal satisfaction toward Solar oven version 2 for dried food. The population and sample used in this research were teachers and personnel operating the Solar oven version 2. Tool used in research were quality evaluation questionnaire, thermometer humidity sensor. Statistical analysis used in research included frequency, percentage, mean and standard deviation.

The results showed that (1) Solar oven version 2 has developed features on the machine dome, which was built from UV-resistant polycarbonate sheets, making it strong, flexible and water repellent. There is a temperature and humidity control system inside the oven with an air ventilation fan. Temperature and humidity sensors are connected to ESP8266 board, which is controlled by smartphone. Solar cell is used to generate electricity for all devices. Thus, the Solar oven version 2 has high quality evaluation level with $\bar{X} = 4.21$ and S.D. = 0.651. (2) It is efficient in receiving solar energy and can control temperatures and humidity in the ranges of 40-80 °C and 10-20%, respectively. They are displayed on Blynk application on smartphone. The ventilation fans can be remotely controlled by 3 levels. (3) The Solar oven version 2 has better drying efficiency than ESIGMA solar oven. Moreover, users can tune temperature and humidity according to product property. (4) The Solar oven version 2 showed high satisfaction level with $\bar{X} = 4.32$ and S.D. = 0.619.

Keyword: Solar oven

บทนำ

ประเทศไทยประชากรส่วนใหญ่เป็นอาชีพเกษตรกร ผลิตสินค้าเกษตรเพื่อบริโภคและจำหน่ายแต่ก็ยังคงประสบปัญหาในเรื่องของราคาผลผลิต ผลผลิตที่ออกมาสู่ตลาดมากกว่าความต้องการทำให้จำหน่ายไม่ทัน เน่าเสียและราคาตกต่ำ การแก้ปัญหาดังกล่าวอาจต้องมองหาวิธีแปรรูปอาหาร ซึ่งการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเป็นการช่วยป้องกันปัญหาผลผลิตล้นตลาด ได้รสชาติที่แปลกออกไป เก็บรักษาได้นานขึ้น ช่วยยกระดับราคาผลผลิตไม่ให้ตกต่ำ และเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตผลทางการเกษตร ทำให้เกิดการกระจายอาหารไปยังชุมชนที่มีความขาดแคลน สามารถขยายตลาดการค้าออกไปสู่ต่างประเทศ จะช่วยเพิ่มพูนรายได้ให้แก่ประเทศได้เป็นอย่างดี (พนิตา, 2563)

โดยทั่วไปการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในเมืองไทยนั้นนิยมใช้วิธีการตากแห้งด้วยแสงแดด เนื่องจากเหมาะกับสภาพภูมิอากาศร้อน แดดจัดไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม แต่ก็ยังประสบกับปัญหาการปนเปื้อนฝุ่นละออง แมลงสัตว์รบกวนหรือเปียกฝน ทำให้ผลิตภัณฑ์ตากแห้งไม่ได้คุณภาพ การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งสมุนไพรเครื่องเทศ) ประกอบกับปัญหาด้านการขาดแคลนและราคาพลังงานที่สูงขึ้นเนื่องจากมีปริมาณความต้องการใช้พลังงานในด้านต่างๆ เพิ่มขึ้นทุกปีโดยกลุ่มอุตสาหกรรมการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรเพื่อแปรรูปและเพิ่มมูลค่าสินค้าเป็นกลุ่ม ที่ควรส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พลังงานในกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนทางด้านพลังงานเนื่องจาก กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการทางความร้อน มีการใช้พลังงานค่อนข้างสูงโดยทั่วไปวิธีการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายวิธีเช่นการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดและการอบแห้งด้วยฮีตปั๊มนอกจากนี้การอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นเทคนิคหนึ่งที่มีการใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจาก ต้นทุนในการสร้างเครื่องที่ต่ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์เป็น หลักเนื่องจาก เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาด ปราศจากมลพิษ มีศักยภาพสูงและเหมาะแก่การนำมาใช้ประโยชน์ทดแทน พลังงานฟอสซิล ซึ่งมีแนวโน้มราคาเพิ่มขึ้น และกำลังหมดไปอย่างรวดเร็ว อีกทั้งเป็นสาเหตุหลักของภาวะ โลกร้อน (จารุวัฒน์, 2555)

การอบแห้งระบบ Active คือระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น จะมีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อรับความร้อนจากแผง รับแสงอาทิตย์ อากาศร้อนที่ไหลผ่านพัดลมและห้องอบแห้งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของพืชผล จึงพาความชื้นจากพืชผลออกสู่ภายนอกทำให้พืชผลที่อบไว้แห้งได้

ประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรจึงทำให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปีซึ่งความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่า กับ 18.2 MJ/m² /day หรือ 5.05 kWh/m² /day จัดอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหลาย ๆ ประเทศ ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอสำหรับการพัฒนาและใช้ประโยชน์ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง เทคโนโลยีที่มีการใช้งานในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย และมีความคุ้มค่าในปัจจุบันได้แก่เทคโนโลยีการใช้

พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ประเทศไทยได้เริ่มมีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อปี พ.ศ.2519 ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520 - 2524) ตัดตั้งใช้งานอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรมในช่วงท้ายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534).

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งระบบหรือInternet of Things (IoT) หมายถึง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกล ผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ทโฟน เพื่อสร้างรายได้ โอกาสและความสะดวกสบายยิ่งขึ้นในอุตสาหกรรมและโครงการต่าง ๆ. (ขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0 ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, 2563).

จากปัญหาด้านการจัดการผลผลิตทางการเกษตรทั้งในระดับครัวเรือนและภาคธุรกิจขนาดเล็กนำไปสู่การเลือกใช้วิธีการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร โดยพิจารณาความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่นและคำนึงถึงผลกระทบต่อพลังงานกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการสร้างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์รุ่นแรก (Solar oven) จากนั้นได้ต่อยอดนวัตกรรมด้วยการนำเทคโนโลยี IoT ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์รุ่น 2 (Solar oven version 2) เพื่อประโยชน์ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อบแห้งอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวก สะอาด ประหยัด ปลอดภัยและทันสมัยสามารถใช้เป็นเครื่องอบแห้งต้นแบบให้กับชุมชนและผู้สนใจทั่วไปได้ เพื่อสร้างและพัฒนาเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์รุ่น 2 ใช้เป็นเครื่องอบแห้งต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับชุมชนและผู้สนใจทั่วไป และเพื่อหาประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์รุ่น 2 กับเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ ESIGMA ของศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของบุคลากรที่มีต่อเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์รุ่น 2

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นบุคลากรด้านพลังงาน กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มแม่บ้าน ในเขตจังหวัดตากที่ใช้งานเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ในปี พ.ศ. 2564
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนายช่างเทคนิคพลังงานจังหวัดตาก เกษตรอำเภอมะสอย เกษตรกรจากตำบลแม่ตาว ตำบลแม่ปะและตำบลมหาวัน อำเภอมะสอย จังหวัดตาก กลุ่มสตรีมุสลิม แม่สอยและครูผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและ IoT ที่ใช้งานเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 จำนวน 9 คน ได้กลุ่มตัวอย่างมาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 แบบสอบถามประเมินการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean)
2. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ระยะเวลาการวิจัย ระหว่าง เดือนมกราคม 2562 – เดือนกันยายน 2564

วิธีการดำเนินงานตามแผนการดำเนินงาน

1. ออกแบบแผนภาพการทำงาน

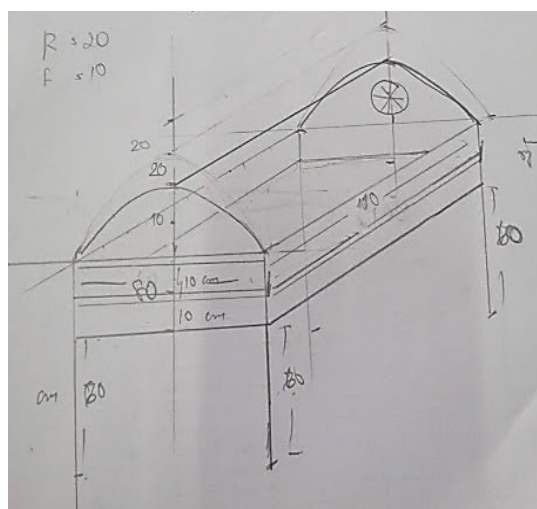


Figure 1. draft

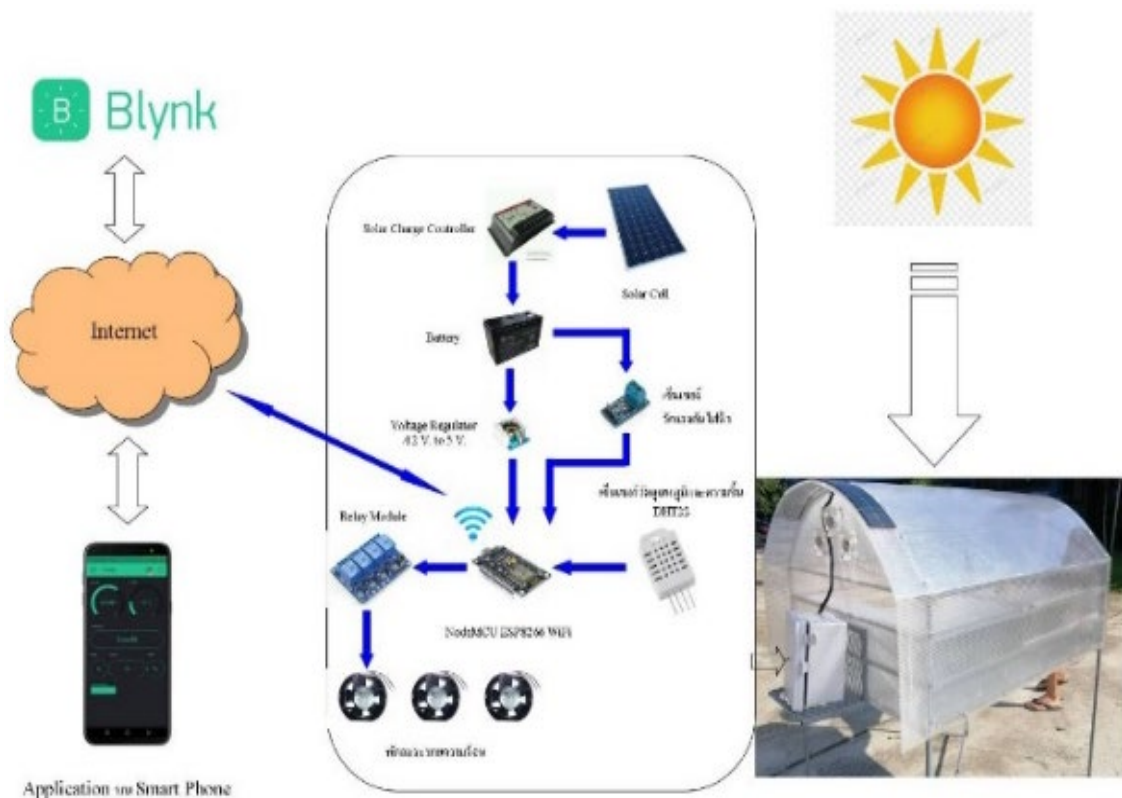


Figure 2. Diagram of the solar oven version 2.

ในการออกแบบรูปทรงของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาคือรูปทรงของเตาอบ ออกแบบจำลองเลนส์นูน เพื่อรวมแสงเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาอบ จึงออกแบบหลังคาเตาอบเป็นรูปทรงโดม พาราโบลา ที่มา : (อยากใช้พลังงานแสงอาทิตย์, 2563)

2. การเลือกใช้อุปกรณ์ในการจัดทำ

2.1 การเลือกใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนต มาทำผนังเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์

ในการเลือกใช้วัสดุมาสร้างเตาอบมีความสำคัญมาก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งคุณสมบัติของแผ่นโพลีคาร์บอเนต จะช่วยป้องกันรังสียูวี 100 % มีความโปร่งใสใยมแสงสามารถผ่านได้ 25 - 88% ขึ้นอยู่กับความหนาและสีของแผ่นโพลีคาร์บอเนต ทนทุกสภาพอากาศป้องกันน้ำ ทนความร้อน มีความยืดหยุ่นสามารถดัดโค้งได้สูงถึง 160 เท่า แข็งแรง ทนต่อแรงกระแทกและการแตกหัก น้ำหนักเบา อายุการใช้งานยาวนานถึง 10 ปี

2.2 การเลือกใช้อุปกรณ์

2.2.1 โซล่าเซลล์ชุดแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้านี้ใช้โซล่าเซลล์ชนิดแผ่นขนาด 0.4 มิลลิแอมป์ 24 โวลต์

2.2.2 โซล่าชาร์จเจอร์ (solar charge) ใช้สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เงินเต็ม และกระจายไฟฟ้า

2.2.3 แบตเตอรี่ ชนิด Pb (ตะกั่ว) สามารถเก็บไฟได้นาน และอายุการใช้งานยืนยาว มีแรงดันสมำเสมอที่ 14.3 โวลต์

2.3 ชุดอุปกรณ์ IoTประกอบด้วย แผงควบคุมเตาอบ

2.4 DHT22 วัดอุณหภูมิและความชื้นของเตาอบ

2.5 Relay Module ไว้สำหรับปิดเปิดความร้อน และ เปิดพัดลมระบายความชื้น

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.651)

2. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีคุณภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.654) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50

3. ค่าอุณหภูมิและความชื้นของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 มีค่าเฉลี่ย 61 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นเฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในเตาอบ สูงกว่าภายนอกเตาอบ 25.5 องศาเซลเซียส และความชื้นภายในเตาอบต่ำกว่าภายนอก

4. เปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 (Solar oven version 2) กับตู้อบพลังงานทั่วไปพบว่าเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอบได้ตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ สามารถกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ มีน้ำหนักเบาและมีระบบบันทึกข้อมูล ติดตามตรวจสอบสภาพอุณหภูมิความชื้นได้ทุกที่ทุกเวลาและสามารถสำรองไฟไว้ใช้ได้

5. เปรียบเทียบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 กับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานทดแทนพบว่าเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นได้ในสภาวะที่กว้างกว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไป เหมาะสมกับการทำผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งในแต่ละแบบที่ต้องการค่าอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน

Table 1 Temperature and humidity measurements of the solar oven version 2.

Time	outside temperature degrees Celsius	inside temperature degrees Celsius	humidity
7:00 a.m.	27	32	25
8:00 a.m.	29	45	23
9:00 a.m.	32	60	22
10:00 a.m.	38	70	20
11:00. a.m.	42	80	18
12:00. noon	41	75	18
1:00 p.m.	40	72	18
2:00 p.m.	39	70	18
3:00 p.m.	37	68	19
4:00 p.m.	35	55	20
5:00 p.m.	30	43	24
average	35.5	61	20

6. เปรียบเทียบการนำเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 กับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปในการอบกล้วยน้ำว้าสุกพบว่า เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 มีประสิทธิภาพในการอบผลิตภัณฑ์กล้วยตากดีกว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปทั้งนี้ พิจารณาตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยอบมาตรฐานยุโรปด้านสี กลิ่น รสสัมผัสและความสะอาด ส่วนเวลาแสดงถึงประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ที่ดีกว่า

7. ผลการอบผลิตภัณฑ์กล้วยตากด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 เดือน เมษายน - สิงหาคม 2564 พบว่า ได้กล้วยตากที่มีสีน้ำตาลอ่อน หอม รสชาติหวาน เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่มีสิ่งเจือปน นำรับประทานในระยะเวลาการตาก 3 วัน ซึ่งเร็วกว่าการตากแบบธรรมชาติและตากด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ESIGMA

8. ผลการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่อายุสูงกว่า 41 ปีขึ้นไป ร้อยละ 77.77 รองลงมาอายุ 31 - 40 ปี ร้อยละ 22.22 เป็นครูวิทยาศาสตร์และกลุ่มเกษตรกร ร้อยละ 33.33 รองลงมาผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ร้อยละ 11.11 โดยส่วนใหญ่ มีประสบการณ์ในการประกอบอาชีพตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 77.77 รองลงมา มีประสบการณ์ในช่วง 6 - 10 ปี ร้อยละ 22.22

9. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของของบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 พบว่า จำนวน 9 คน มีความคิดเห็นว่าเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ที่นำไป ใช้งาน มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.619) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50 เมื่อพิจารณารายด้านคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ 1. คุณภาพอาหารดี สะอาด ปลอดภัย 2. ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย แสดงผล ควบคุม

อุณหภูมิและความชื้นได้ และ 3. มีประโยชน์และประสิทธิภาพในการแปรรูปอาหารอบแห้งในครัวเรือนหรือเชิงธุรกิจขนาดเล็ก

สรุป

การนำเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ไปใช้เป็นเครื่องอบแห้งต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับชุมชนและผู้สนใจทั่วไป โดยบุคลากรด้านพลังงาน เกษตรอำเภอแม่สอด กลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้านในเขตจังหวัดตากและครูผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและ IoT เพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยตากอบน้ำผึ้ง มีผลการประเมินคุณภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ดังนี้ ประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 มีคุณภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.651) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50 เมื่อพิจารณารายด้าน คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ ด้านการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน ด้านโครงสร้าง ค่าอุณหภูมิภายในเตาอบสูงสุด 80 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย 61 องศาเซลเซียส เมื่อวัดค่าความชื้นภายในเตาอบต่ำสุดเวลา 18 เพอร์เซ็นต์และมีค่าเฉลี่ย 20 เพอร์เซ็นต์ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอบได้ตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ กั้นรังสีUVได้ มีน้ำหนักเบาและมีระบบบันทึกข้อมูล ติดตามตรวจสอบสภาพอุณหภูมิความชื้นได้ทุกที่ตลอดเวลาและสำรองไฟไว้ใช้ได้แม้ในเวลาปริมาณแสงน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของเตาอบพลังงาน แสงอาทิตย์ รุ่น 2 กับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไป พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นได้ในสภาวะที่กว้างกว่า เหมาะสมกับการทำผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งในแต่ละแบบที่ต้องการ ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกันเพราะสามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอบได้ โดยการเปลี่ยนโค้ดในบอร์ดควบคุมผลการเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารตากแห้งจากเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 มีประสิทธิภาพในการอบผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ดีกว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปทั้งนี้พิจารณาตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยอบมาตรฐานยุโรปด้านสี กลิ่น รสสัมผัสและความสะอาด ส่วนเวลาแสดงถึงประสิทธิภาพของเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 ที่ดีกว่าใช้เวลาในการตากอาหาร 3 วัน ซึ่งเร็วกว่าการตากแบบทั่วไป ผลการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.619) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50 เมื่อพิจารณารายด้าน คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ ด้านคุณภาพอาหารดี สะอาด ปลอดภัย ด้านการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย แสดงผลควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้และด้านประโยชน์และประสิทธิภาพในการแปรรูปอาหารอบแห้งในครัวเรือนหรือเชิงธุรกิจขนาดเล็กสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของกัวการ์ และคณะ Gauhar , et al (2007) ได้สร้างเครื่องอบแห้งอุโมงค์ลมที่มหาวิทยาลัย AIT และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของเวียง (2560) ได้ศึกษาการใช้แบบจำลอง โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกสำหรับการทำแห้งยางแผ่นดิบ โดยกรุ่นแห้งทุกด้านด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตใสที่สามารถการป้องกันรังสียูวีได้ 100% ติดตั้งพัดลมขนาด 0.125 kw จำนวน 3 units เพื่อ ระบายความชื้นอากาศ โดยมีอุปกรณ์ควบคุมเปิด-ปิดพัดลมตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ทดสอบค่ายูวีเป็น 0 ใช้เวลา 4 - 5 วัน ผลการวิเคราะห์ คุณภาพยางแผ่นหลังอบแห้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งสีและสมบัติความยืดหยุ่นและยังสอดคล้องกับศรีรุ่ง (2561) ได้พัฒนาระบบ

ควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วยInternet of Things (IoT) ผ่าน Android และ IOS โดยใช้อาศัยซอฟต์แวร์ Arduino และอุปกรณ์เมนบอร์ด NodMCU V3 และซอฟต์แวร์ BlynK จากการวิจัยพบว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจต่อระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IoT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต อยู่ในระดับพึงพอใจมากโดยมีค่าเฉลี่ยมาตรฐานรวม เท่ากับ 4.19 และมีเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น 2 สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้และสามารถเก็บข้อมูลด้วยระบบรายงานผลได้ทันทีและตลอดเวลา (real time) และกราฟแสดงค่าอุณหภูมิความชื้นย้อนหลังสูงสุด 1 เดือนดังนั้นควรทำการศึกษาค่าอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งแต่ละชนิด อาทิ ก๋วยเตี๋ยวอบน้ำผึ้ง ข้าว ตะไคร้ ใบมะกรูดอบแห้ง หรือประเภทเนื้อสัตว์ตากแห้ง ปลาแดดเดียว เนื้อแดดเดียวเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารตากแห้งที่มีคุณภาพนำไปต่อยอดสู่ธุรกิจเชิงพาณิชย์ได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนา ระบบ IoT ให้สามารถตั้งค่าอุณหภูมิ ความชื้นและการปรับเปลี่ยนสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้ง่ายขึ้น
2. ควรพัฒนาให้มีราคาถูกลง
3. ควรขยายผลสู่เชิงพาณิชย์ โดยขึ้นทะเบียนบัญชีสิ่งประดิษฐ์ไทยหรือบัญชีนวัตกรรม

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ธานินทร์ สินพรมมาและอาจารย์ เฉลา วงศ์แสง อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุฒิต่าง เป็นที่ปรึกษาเรื่องของระบบ IOT และการออกแบบโครงสร้าง อาจารย์สุรศักดิ์ ยะกัน ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคตาก นายธีระพล ยมล้ำภู นายช่างเทคนิคชำนาญการจากพลังงานจังหวัดตาก ดร.กฤษดา จักรเสน อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จังหวัดสกลนคร นายธนสิน ชูเกียรติกุล ครูชำนาญการพิเศษ นายศักดิ์นรินทร์ สุกันทา ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนสรรพวิทยาคม จังหวัดตาก นางลลนา ไหลเจริญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียน ยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ นางปราวีณา ธาตุบุรมย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงวงกตวิทยาคม จังหวัดขอนแก่น ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องที่ใช้ในการวิจัยนายกฤษณะ เกรืออยู่ ผู้อำนวยการโรงเรียนสรรพวิทยาคม ส.ต.ต.นปดล นพเคราะห์ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตาก ดร.ธีรวัฒน์ บุญสม จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) นักเรียนในโครงการสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ และกัลยาณมิตรทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยเป็นกำลังใจในการทำงานอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มทำโครงการจนโครงการประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จรรย์ คนแรง และคณะ. (2557). คู่มือสับปะรดอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชนนางแลจังหวัด เชียงราย. เชียงราย: โปรแกรมวิชาวิศวกรรมพลังงานและเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- จารุวัฒน์ เจริญจิต. (2555). เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ (Solar Drying Technology). วารสารวิจัย มข., 17(1), 5-10.
- ธีรพงศ์ สงฆ์. (2562). การออกแบบเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT). สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.), 6(1), 25-26.
- พินิตา พงษ์ไพบูลย์. (2563/06/เมษายน) ขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0 ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง./ <https://www.slideshare.net/PanitaPongpaibool1/-driving-thailand-40-with-internet-of-things-67921694>.
- พลังงาน, กระทรวง. (2563/18/เมษายน) แนวทางการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า./ http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/-home/home_photovoltaic.html.
- พัชรี ทับทิมศรี. (2561). การผลิตกล้วยน้ำว้าอบด้วยอินฟราเรดร่วมกับลมร้อน. วารสารการประชุมวิชาการ ระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3, 1(3), 8.
- วิลาวรรณ คำหาญ. (2556). การศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมสำหรับ อบแห้งพริก ในตำบลนางาม อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม. สกลนคร: ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เวียง อากรซี. (2560). ศึกษาการใช้แบบจำลองโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกสำหรับการทำแห้งยางแผ่นดิบ. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 23(1).18.
- ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์. (2561). ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วยInternet of Things (IOT)ผ่าน Android และ IOS ในการประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13 ปีการศึกษา 2561. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรม.(2563/01/เมษายน)แนวทางการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร./ <https://www.sme.go.th>.
- สาริณี ดีคำ. (2563/09/เมษายน)ทฤษฎีการอบแห้ง./<https://sites.google.com/site/solarcelldryer/>.
- เสริม จันทร์ฉาย. (2560). เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ Solar Drying Technology. นครปฐม: ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2563/06/เมษายน)อยากใช้พลังงานแสงอาทิตย์./<http://www.อยากใช้พลังงานแสงอาทิตย์.com/พาราโดม/>.
- (2563/05/เมษายน)การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์./<https://www.xn-12cmaam3eno6bybj3a2e7ak2dmhe5b1u9a3ktd.com/>.



(2563/01/เมษายน)เกษตร 4.0./<https://www.sme.go.th>.

(2563/06/เมษายน) ขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0 ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง./

<https://www.slideshare.net/PanitaPongpaibool1/driving-thailand-40-with-internet-of-things-67921694>.

Gauhar, P. H., et al. (2007). Experimental investigation of a solar dryer with natural convective heat flow. *Renewable Energy*, 32(11), 1817-1829.

Yuttachai Keawsuntia. (2014). Study and Development of a Solar Tunnel Dryer for Chili in Nangam Sub-District, Renunakhon District, Nakhon Phanom Province. Sakonnakhon: Sakonnakhon Rajabhat University.

เครื่องคัดแยกเกรดมะม่วงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ Mango Grading Machine Using Image Processing Techniques

รพีภัทร ศรีปัญญา^{1*} ณิชมน ธารพิพิธชัย¹ และ นิพัทธ์ บัญเต็ม¹

¹โรงเรียนวาริชียงใหม่ เชียงใหม่ 50000

*Corresponding author. E-mail address: rapeepatsepanya@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้พัฒนาเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วงจากปริมาณตำหนิบนผิวของมะม่วง โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และการพัฒนาเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วง

ในส่วนการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ จะใช้การตรวจจับตำหนิบนผิวมะม่วง โดยคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละเมื่อเทียบกับพื้นผิวมะม่วงทั้งหมด เพื่อทำการแบ่งคลาสคุณภาพของมะม่วงออกเป็น 3 คลาส ได้แก่ Extra Class, Class 1 และ Class 2 โดยเรียงจากคลาสนี้ที่ตำหนิน้อยที่สุดไปหามาก ตามลำดับ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยอาศัยข้อมูลที่ทางผู้จัดทำเก็บไว้เบื้องต้นในการเปรียบเทียบ

ในส่วนการพัฒนาเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วง มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ จุดเทมะม่วง จุดลำเลียงมะม่วง และจุดคัดแยก ซึ่งจะประกอบไปด้วย สายพานสำหรับลำเลียงมะม่วง ลูกกลิ้งสำหรับหมุนมะม่วง กล้อง Webcam สำหรับตรวจหาตำหนิ และ Servo ที่ติดกับแผ่นกระดานสำหรับการผลักมะม่วง

คำสำคัญ: การกรองค่าสี HSV การคัดแยกเกรดมะม่วง ตำหนิบนผิวมะม่วง เทคนิคการประมวลผลภาพ
เทคโนโลยีเกษตร

Abstract

In this project, we developed a mango grading machine that classifies mangoes based on the amount of defects on their skin. The machine consists of two parts: the development of artificial intelligence models and the development of the mango grading machine

In the development of artificial intelligence models, we detected defects on mango skin and expressed the results as percentages of the total mango texture. We classified mango quality into three classes. Extra Class, Class 1, and Class 2. The classes were ranked from least defective to most defective, and the information used to classify the mangoes was based on images that were provided by the researchers.

The mango grading machine consists of several important components, including a mango pouring area, a mango conveying area, and a sorting area. The mango pouring area is where the mangoes are poured into machine. The mango conveying area is where the mangoes are transported to the sorting area. The sorting area is where the mangoes are classified according to their quality. The machine also includes a webcam for detecting on the mangoes' skin and a servo attached to a board for pushing the mangoes.

Keywords: HSV Filter, Mango Grading Classification, Defects, Image Processing, Agricultural Technology

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกมะม่วงมากที่สุดในโลกโดยมะม่วงที่ส่งออกมากที่สุดคือมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งสร้างรายได้กว่า 4,500 ล้านบาทต่อปีซึ่งเป็นสถิติในปี 2564 ที่ผ่านมา (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2565) และมีแนวโน้มว่าจะเติบโตเพิ่มมากขึ้นต่อไปเรื่อย ๆ โดยในปี 2564 ประเทศไทยส่งออกมะม่วงราว ๆ กว่า 140,000 ตันจากปริมาณ ซึ่งในการส่งออกมะม่วงนั้น มะม่วงที่ทำการส่งออกจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานในการส่งออก โดยการส่งออกจะทำการแบ่งคลาสมะม่วงออกเป็น 3 คลาส แต่ละคลาสจะมีเปอร์เซ็นต์ตำหนิบนผิวมะม่วงที่แตกต่างกัน ซึ่งการส่งออกมะม่วงในปริมาณมากนั้นส่งผลให้ต้องใช้แรงงานในการคัดแยกมะม่วงจำนวนมากและผู้คัดแยกต้องใช้ความเร็วในการแยกสูงซึ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาเครื่องคัดแยกเพื่อลดการใช้แรงงานและลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากแรงงาน

โดยเกณฑ์ในการคัดแยกจะใช้เปอร์เซ็นต์ตำหนิบนผิวของมะม่วงเป็นเกณฑ์ในการคัดแยกโดยแบ่งเป็น 3 คลาสคือ Extra Class, Class 1 และ Class 2 โดยเรียงจากคุณภาพที่ดีที่สุดไปจนถึงคุณภาพปาน

กลาง ซึ่งแต่ละคลาสจะมีเปอร์เซ็นต์ตำหนิบนพื้นผิวที่ต่างกันโดยส่วนนี้จะใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อหาขนาดของมะม่วงและขนาดของตำหนิบนพื้นผิวเพื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์ตำหนิและแยก Class โดยเครื่องคัดแยกของเราจะมีสายพานเพื่อลำเลียงมะม่วงไปยังจุดคัดแยกโดยจะมีลูกกลิ้งทำหน้าที่หมุนมะม่วงเพื่อให้กล้องสามารถจับภาพมะม่วงได้ทั่วทุกด้านเมื่อสามารถตรวจคลาสได้แล้วมะม่วงก็จะไหลไปตามช่องตามคลาสที่ตรวจได้และถูกแผ่นกระดานปลักลงในตะกร้าตามคลาสของมะม่วงโดยเครื่องนี้จะสามารถช่วยแบ่งเบาภาระของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงและช่วยเหลือการส่งออกของมะม่วงได้เป็นอย่างมาก

คณะผู้จัดทำจึงได้มีการพัฒนาเครื่องคัดแยกมะม่วงที่สามารถคัดแยกเกรดของมะม่วงโดยวัดจากเปอร์เซ็นต์ตำหนิบนพื้นผิวของมะม่วงตามที่สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกำหนดไว้โดยจะสามารถลดการใช้แรงงานคนและลดค่าใช้จ่ายอีกด้วยคณะผู้จัดทำต้องการพัฒนาเครื่องคัดแยกเกรดของมะม่วงเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรกลุ่มผู้ปลูกมะม่วงและกลุ่มผู้ส่งออกมะม่วงในประเทศไทยรวมถึงเพื่อพัฒนามาตรฐานการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.1 ศึกษาค้นคว้าเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดแยกเกรดของมะม่วงเรื่องความสัมพันธ์ของตำหนิบนผิวมะม่วงกับคลาสของมะม่วง และศึกษาเรื่องคลาสของมะม่วงในแต่ละคลาสโดยอ้างอิงเกณฑ์จากสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

1.2 เก็บตัวอย่างมะม่วงในแต่ละคลาสแบบคละขนาด (คลาสละ 50 ลูก) โดยการเก็บจากสวนมะม่วงและนำมาหาเปอร์เซ็นต์ตำหนิบนพื้นผิวมะม่วงด้วยการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) และ HSV Filter ในการหาช่วงเปอร์เซ็นต์ตำหนิบนพื้นผิวของมะม่วงในแต่ละ Size

1.3 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วง โดยแบ่งการทดสอบเป็นสามส่วน ได้แก่ การทดสอบอัลกอริทึมที่ใช้ในการคัดแยกมะม่วง ได้แก่ Image Processing, Decision Tree, Support Vector Machine (SVM) และ Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อเลือกอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำมากที่สุด โดยทำการทดสอบความแม่นยำในการคัดแยกของเครื่องคัดแยกเทียบกับการคัดแยกของเกษตรกรโดยแบ่งการทดสอบเป็น 5 รอบรอบละ 10 - 18 ลูก และการทดสอบความเร็วในการคัดแยกของตัวเครื่องต่อนาที

1.4 พัฒนาเครื่องคัดแยกมะม่วงประกอบไปด้วย โครงสร้างที่ทำจากอะลูมิเนียม สายพานลำเลียง ระบบขับเคลื่อนใช้ DC Motor จำนวน 4 ตัว เพื่อทำการลำเลียงและหมุนมะม่วง ให้สามารถต่อถ่ายภาพมะม่วงในทุกด้าน มีการติดตั้งไฟส่องสว่างเพื่อควบคุมปริมาณแสงที่จะส่งผลการประมวลผลและส่วนแยกมะม่วงลงกล่องจะใช้ servo motor ในการดันมะม่วงตามคลาสที่คัดแยกได้

1.5 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วง

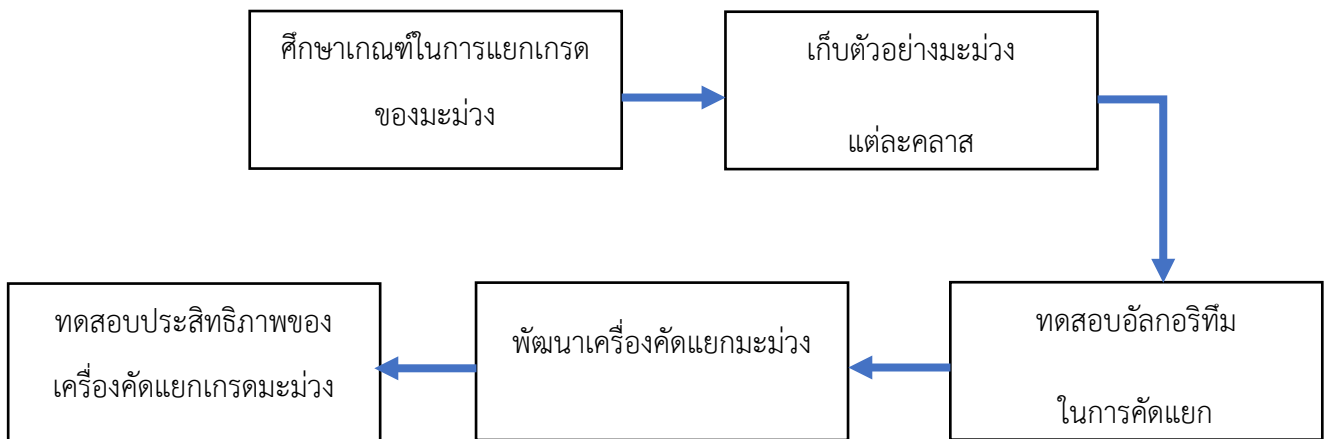


Figure 1. A flowchart of research methodology.

2. การออกแบบเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วง

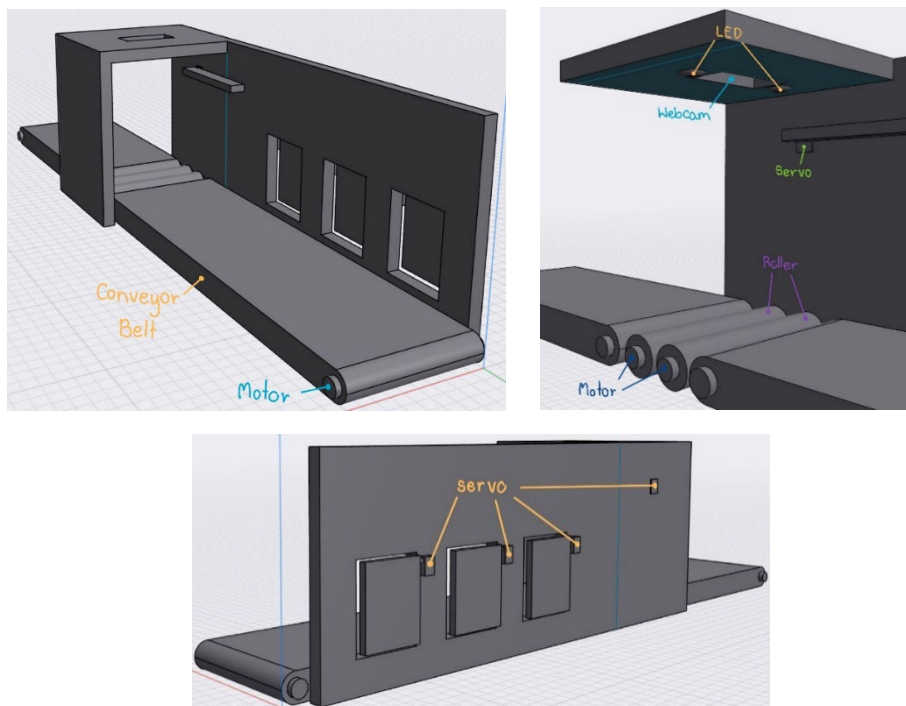


Figure 2. Mango Grading Machine design.

3. ต้นแบบเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วง



Figure 3. A prototype of Mango Grading Machine.

ผลและอภิปรายผล

การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยก จะใช้การทำซ้ำ 5 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะให้เกษตรกรคัดแยกเกรดของมะม่วงด้วยมือ และให้ตัวเครื่องทดสอบการคัดแยกและนำความแม่นยำของเกษตรกรกับเครื่องมาเปรียบเทียบกัน และหาความแม่นยำออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์เพื่อเปรียบเทียบกัน

1. การทดลองทดสอบประสิทธิภาพการคัดแยกเกรดมะม่วง

1.1 จากการคัดแยกของเกษตรกรพบว่าความแม่นยำของเกษตรกรนั้นอยู่ที่ 82.535 อาจด้วยเนื่องจากเกษตรกรนั้นอาจมีระยะเวลาการดูที่ค่อนข้างจำกัด ซึ่งอาจจะทำให้ได้ความแม่นยำที่ได้นั้นต่ำลง

1.2 จากการคัดแยกด้วยเครื่องจักรคัดแยกนั้นพบว่ามีความแม่นยำที่ 95.193 % และสามารถเพิ่มความแม่นยำมากกว่านี้ด้วยการควบคุมปัจจัยแสง

2. ผลการทดลองทดสอบประสิทธิภาพการคัดแยกเกรดมะม่วงของอัลกอริทึมต่างๆ

โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการคัดเลือกอัลกอริทึม 4 อัลกอริทึม ได้แก่ Image Processing, Decision Tree, SVM (Support Vector Machine) และ CNN (Convolutional Neural Network) ซึ่งจะทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมทั้งหมด 5 รอบ และได้ผลลัพธ์ออกมาดังตาราง โดยจากการทดลองทั้ง 5 ครั้งพบว่า Image Processing นั้นมีความแม่นยำสูงที่สุด โดยมีความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 95.193 % ดัง Table 1

Table 1. Algorithm Accuracy Test by comparing accuracy between each algorithm.

Algorithm	Round 1	Round 2	Round 3	Round 4	Round 5	Average
Image Processing	94.728	95.637	94.516	96.397	94.685	95.193
Decisiontree	93.682	91.354	91.968	92.684	91.554	92.248
Support Vector Machine (SVM)	91.338	91.869	90.388	91.298	92.152	91.409
Convolutional Neural Network (CNN)	85.398	74.622	95.689	67.349	92.968	83.205

3. ผลการทดลองทดสอบประสิทธิภาพการคัดแยกเกรดมะม่วงของเครื่องมือเปรียบเทียบกับคัดแยกโดยเกษตรกร

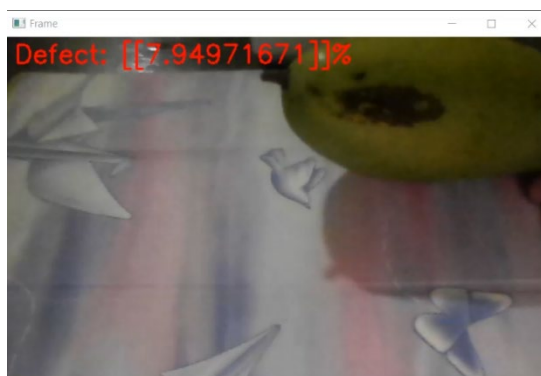
โดยในครั้งแรก คณะผู้จัดทำเตรียมมะม่วงไว้ 30 ลูกโดยผลลัพธ์ปรากฏว่าการแยกเกรดของเกษตรกรมีความถูกต้อง 24 จาก 30 ครั้ง และเครื่องจักรแยกเกรดได้ถูกต้อง 27 จาก 30 ครั้ง และในครั้งที่สองคณะผู้จัดทำเตรียมมะม่วงไว้ 42 ลูก โดยเกษตรกรคัดแยกถูกต้อง 32 ลูก และเครื่องจักรคัดแยกถูกต้อง 40 ลูก หลังจากได้ทำการทดลองครั้งที่ 3 4 และ 5 และได้ผลลัพธ์ออกมาดังตาราง โดยจากการทดลองทั้ง 5 ครั้งพบว่า ความแม่นยำของเกษตรกรอยู่ที่ 82.353% และความแม่นยำของเครื่องอยู่ที่ 95.193 % ดัง Table 2

Table 2. Machine Accuracy Test by comparing accuracy between human and machine.

Round	Amount of mangoes	Correct / Wrong (Sort by Human)	Correct / Wrong (Sort by Machine)
1	30	26 / 4	27 / 3
2	42	32 / 10	40 / 2
3	42	35 / 7	40 / 2
4	36	27 / 9	36 / 0
5	54	48 / 6	51 / 3
Average Accuracy		82.353	95.193

Table 3. Machine Speed Test by comparing accuracy speed between human and machine.

Round	Human Sorting Speed (Mangoes Per Minute)	Machine Sorting Speed (Mangoes Per Minute)
1	22	30
2	21	29
3	22	30
4	19	30
5	20	31
Average speed	20.8	30



```
Average Defect Percentage: 5.405758748436096
Mango Class: Class 2
Average Defect Percentage: 5.828921257280782
Mango Class: Class 2
Average Defect Percentage: 7.866943069410635
Mango Class: Class 2
Average Defect Percentage: 7.914094452558366
Mango Class: Class 2
```

Figure 4. An example of how the model works for grading mangoes.

สรุป

โครงการเครื่องคัดแยกมะม่วงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการคัดแยกมะม่วงจากตำหนิบนผิวมะม่วง โดยการแยกคลาสตามร้อยละตำหนิออกเป็น 3 คลาส คือ Extra Class มีตำหนิบนพื้นผิวไม่เกิน ร้อยละ 1, Class 1 มีตำหนิบนพื้นผิวมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่เกิน ร้อยละ 6 และ Class 2 มีตำหนิบนพื้นผิวตั้งแต่ ร้อยละ 6 ขึ้นไป โดยการทดลองด้วยการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเปรียบเทียบกับอัลกอริทึม Decision Tree, SVM (Support Vector Machine) และ CNN (Convolutional Neural Network) สรุปได้ว่าเทคนิคประมวลผลภาพมีความแม่นยำมากที่สุด มีความแม่นยำที่ร้อยละ 95.193 มีความเร็วในการคัดแยกเฉลี่ยที่ 20 ลูกต่อ 1 นาที

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Mango Grading Machine Using Image Processing Techniques) นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้จากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ม.สรพงษ์ สมสอน ม.สรวิวัฒน์ ยามสุข และผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ ชี้แนะทางการศึกษา ให้ความรู้ และให้ประสบการณ์ที่ดีในการจัดทำโครงการเครื่องคัดแยกเกรดมะม่วงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Mango Grading Machine Using Image Processing Techniques)

ขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวาริชียงใหม่ที่ให้โอกาสการเรียนรู้และทำโครงการนี้ โดยคณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์มากมาย ขอขอบคุณครูผู้สอนทุกท่านในโรงเรียนวาริชียงใหม่ที่ได้อบรมสั่งสอนความรู้ทุกสาขาวิชาและสามารถนำมาใช้ในโครงการนี้ได้ ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ช่วยกันทำงานจนงานสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2565, 13 ธันวาคม). *สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้า*

ส่งออกโลก.<https://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomRecode&ImExType=1&Lang=Th>

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2558, 4 สิงหาคม). *มาตรฐานสินค้าเกษตร*.

<https://www.acfs.go.th/standard/download/MANGO.pdf>

สรพงษ์ สมสอน. (2564, 10 กรกฎาคม). *เขียน AI (Computer Vision) ด้วย Python : Workshop2 แยกผลไม้สุกมากที่สุดน้อย*. Youtube https://www.youtube.com/watch?v=N7r6ikK2wYE&ab_channel=Givemecode.

ณัฐพล พิมพา และคณะ. (พฤษภาคม 2561). *เครื่องคัดน้ำหนักของผลไม้(มะม่วง)*. มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี.

<https://www.princess-it-foundation.org/project/wp-content/uploads/2019/09/B05->

โครงการเครื่องคัตน้ำหนัคมะม่วง.pdf

พีรพล คำพันธ์ และคณะ. (2562, 7 สิงหาคม). การประยุกต์ใช้เบียร์เขียนและการประมวลผลภาพสำหรับการ
คัตแยกมะม่วง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. [https://ph02.tci-thaijo.org/index
.php/psru-jite/article/view/233295/160131](https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/psru-jite/article/view/233295/160131)

มาวิน โสมภิมรัมย์. (2565, 6 พฤษภาคม). *SUPERAI2-496 Skin Detect Mango*. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=dQELVDtGCPk>

ชูรัตน์ ธารารักษ์. (2537). การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัตผลมะม่วงโดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์.
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. [https://www.phtnet.org/research/
viewabstract.asp?Research_id=aa008](https://www.phtnet.org/research/viewabstract.asp?Research_id=aa008)

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. (ม.ป.ป.). การคัตเกรดและคัตคุณภาพมะม่วงงานวิจัยครบวงจร
ศูนย์ฯ. <https://www.phtnet.org/phtic-research/view-article.asp?alD=5>

จริโมภาส พันธุ์ศักดิ์ และคณะ. (สิงหาคม 2532). ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. เครื่องคัตขนาด
ผลมะม่วง. https://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research_id=wf289

ThairathPlus. (ม.ป.ป.). ไทยส่งออกมะม่วงเป็นอันดับ 1 ของโลก ทำเงินปีละ 4,500 ล้านบาท แต่ยังไม่พอ
ต้องหาตลาดใหม่ๆ เพิ่ม. <https://plus.thairath.co.th/topic/money/101401>

ThailandPlus. (2564, 19 ตุลาคม). เปิดตัวนวัตกรรมอัจฉริยะโดดเด่นบนเวที AI Innovation JumpStart
Batch 3 สวทช. พร้อมผลักดันต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ [https://www.thailandplus.tv/archives
/396819](https://www.thailandplus.tv/archives/396819)

RoboSign (หุ่นยนต์คัดกรองผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน) RoboSign (A Screening Robot for Hearing Impaired Patients)

นรภัทร พรหมบุตร¹ ปภินวิช ตรีอินทอง¹ และ ปรานต์ แดงสกุล^{1*}

¹โรงเรียนวาริชเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50000

*Corresponding author. E-mail address: prandd.cnx@gmail.com

บทคัดย่อ

นวัตกรรม RoboSign (หุ่นยนต์คัดกรองผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน) พัฒนาขึ้นจากปัญหาของผู้พิการทางการได้ยินในการสื่อสารกับบุคคลทั่วไปให้เข้าใจความหมาย ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านการเข้าถึงสิทธิและบริการทางสังคม โดยเฉพาะในการเข้ารับบริการสุขภาพ ณ สถานพยาบาล โดยการพัฒนา RoboSign จะประกอบด้วย 2 องค์ประกอบได้แก่ การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และการพัฒนาหุ่นยนต์บริการ

ในส่วนของการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ มีจุดประสงค์เพื่อนำมาแปลท่าภาษามือที่ผู้พิการทางการได้ยินใช้ในการสื่อสาร โดยจะสกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะแสดงท่าภาษามือด้วยเทคนิค MediaPipe แล้วนำไปศึกษาพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ประเภท Time Series ผลการทดลองพบว่า โมเดล GRU มีความถูกต้องในการแปลภาษามือแบบ REAL TIME มากที่สุด โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 91%

ในการพัฒนาหุ่นยนต์บริการ เป็นองค์ประกอบสำหรับการพัฒนาหุ่นยนต์ โดยมีหน้าที่สนทนาเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นของผู้พิการทางการได้ยินที่มาเข้ารับ หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เพื่อนำส่งผู้ป่วยไปยังจุดที่เหมาะสม พร้อมทั้งส่งมอบข้อมูลเบื้องต้นของผู้พิการให้แก่บุคลากรทางการแพทย์

คำสำคัญ: ผู้พิการทางการได้ยิน ภาษามือ โมเดลปัญญาประดิษฐ์ หุ่นยนต์บริการ สิทธิและบริการทางสังคม

Abstract

The RoboSign innovation (a screening robot for hearing-impaired patients was developed to deal with the communication barrier faced by hearing-impaired people when communicating with others, which can lead to problems accessing social rights and services, particularly in medical facilities. The development of RoboSign comprises two components: the development of an artificial intelligence (AI) model and the development of a service robot.

The AI model development aims to translate the sign language used by hearing-impaired people. It extracts data from the body movements while doing sign language using the MediaPipe technique, and applies this data to develop a Time Series AI model. Experiments have shown that the GRU model has the highest real-time accuracy of 91% in translating sign language.

The service robot development is a component that collects basic information from hearing-impaired patients during conversations. The robot then moves the patients to the appropriate location and provides their personal information to medical personnel.

Keywords: Hearing-impaired People, Sign Language, AI Model, Service Robot, Social rights and services

บทนำ

ผู้พิการที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน คือ บุคคลที่สูญเสียการได้ยินหรือมีความบกพร่องทางการได้ยินจากโครงสร้างหรือระบบการได้ยิน ปัญหาหลักของคนพิการประเภทนี้ คือ การสื่อสารกับบุคคลอื่นให้เข้าใจความหมายที่ต้องการจะสื่อ แม้ผู้พิการจะมีการใช้ภาษามือในการสื่อสารแทนการออกเสียง แต่ภาษานี้กลับเป็นภาษาที่ไม่แพร่หลายนัก ส่งผลให้ผู้อื่นก็ยังไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้พิการสื่อสารอยู่ได้

ล่ามภาษามือ ถือเป็นหนึ่งในทางเลือกหลักที่ผู้พิการทางการได้ยินเลือกใช้เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการสื่อสารของตนเอง โดยล่ามภาษามือมีหน้าที่เป็นสื่อกลางในสื่อสารระหว่างผู้พิการทางการได้ยินกับคนปกติให้สามารถสนทนากันจนเกิดความเข้าใจกันได้ แต่ทว่าจำนวนของล่ามภาษามือนั้นมีไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้พิการทางการได้ยิน

ด้วยข้อจำกัดทางด้านการสื่อสารของผู้พิการทางการได้ยินนี้ จึงส่งผลให้เกิดปัญหาด้านการเข้าถึงสิทธิและบริการได้อย่างไม่เต็มที่ตามมา โดยข้อจำกัดนี้ก็จะเกิดขึ้นมากในโรงพยาบาลที่ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้พิการทางการได้ยินมักจะประสบปัญหาในการเข้ารับบริการเป็นจำนวนมาก

จากที่กล่าวมาแล้ว ผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนานวัตกรรมสำหรับช่วยเหลือให้ผู้พิการทางการได้ยินให้สามารถสื่อสารความต้องการของตน ส่งผลให้สามารถเข้ารับบริการแบบเบื้องต้นได้ โดยจะอาศัยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกาย แล้วนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงมาสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ซึ่งสามารถนำไประบุท่าภาษามือได้ หลังจากนั้นนวัตกรรมจะทำความเข้าใจในความประสงค์ที่ผู้พิการสื่อสารมาจากการวิเคราะห์ท่าภาษามือ แล้วสามารถนำผู้พิการทางการได้ยินไปเข้ารับบริการพร้อมมอบข้อมูลของผู้พิการจากบทสนทนาแก่บุคลากรที่ให้บริการได้ โดยวิธีการที่การพัฒนานวัตกรรมนี้เลือกใช้ ได้แก่ การสกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยเทคนิค Mediapipe ที่จะแสดงตำแหน่งของมือและนิ้วมือในทิศทางต่าง ๆ ชนิด Time series และทดสอบการใช้ Convolutional neural network กับการซ้อนภาพของแต่ละเฟรมก่อนไปทำการตัดแยกน่าจะทำให้แปลท่าภาษามือได้ และการทำความเข้าใจความหมายที่ผู้พิการทางการได้ยินประสงค์จะสื่อสารผ่านการวิเคราะห์ท่าภาษามือที่สามารถระบุได้ด้วยเทคนิค Natural Language Processing

ระเบียบวิธีวิจัย

1. สอบถามผู้พิการทางการได้ยินถึงปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

จากการสอบถามผู้พิการทางการได้ยิน ณ โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทรจังหวัดเชียงใหม่ ผู้พัฒนาได้ทราบว่าหนึ่งในปัญหาหลักที่ผู้พิการต้องประสบพบเจอในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ปัญหาด้านการเข้าถึงสิทธิและบริการทางสังคมที่ทางภาครัฐได้จัดเตรียมไว้ให้ โดยเฉพาะกับสถานให้บริการอย่างโรงพยาบาล ที่ซึ่งเคยเกิดเหตุการณ์ที่ผู้พิการทางการได้ยินไม่สามารถได้รับการรักษาได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากประสบปัญหาในการสื่อสารกับบุคลากรทางการแพทย์ทำให้บุคลากรไม่สามารถเข้าใจอาการของโรคที่ผู้พิการเป็นอยู่ได้



Figure 1. The image shows an inquiry about the problems encountered by hearing-impaired.

2. ระบุท่าภาษามือที่ต้องใช้ในการสนทนา

เมื่อได้ทราบถึงปัญหาแล้ว ผู้พัฒนาจึงได้เลือกคำศัพท์ภาษามือที่มักจะถูกใช้ใน โรงพยาบาลจากหนังสือ “คู่มือสื่อสารเรื่องสุขภาพด้วยภาษามือไทย” โดยการพัฒนานวัตกรรมนี้ได้ทำการเลือกท่าภาษามือมาทั้งหมด 2 หมวดหมู่เป็นหลัก ได้แก่ บุคลากรและอาการของโรค รวมทุกคำศัพท์ได้จำนวนทั้งสิ้น 120 คำศัพท์

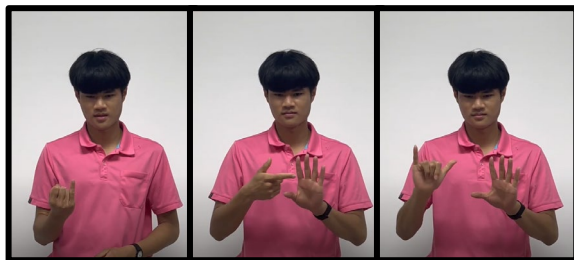


Figure 2. “Drug allergy”



Figure 3. “Vomit”



Figure 4. “Cough”

3. รวบรวมข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะทำท่าภาษามือ

ผู้พัฒนาได้รวบรวมข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายในการทำท่าภาษามือกับผู้พิการทางการได้ยิน และล่ามภาษามือที่มีความเชี่ยวชาญในการทำท่าภาษามือ เพื่อให้ได้ข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ถูกต้องที่สุด โดยผู้พัฒนาได้ร่วมมือกับโรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทรจังหวัดเชียงใหม่ สำหรับการขอความร่วมมือนักเรียนและคุณครูผู้ซึ่งเป็นผู้พิการทางการได้ยิน รวมถึงล่ามแปลภาษามือประจำโรงเรียนจำนวนทั้งสิ้น 30 คน เพื่อนำมารวบรวมข้อมูลการทำท่าภาษามือ โดยแต่ละคนจะถูกรวบรวมข้อมูลการทำท่าภาษามือทั้งหมด 120 ท่า จำนวนท่าละ 2 ครั้ง ในรูปแบบของวิดีโอขนาด 40 เฟรม ดังนั้นจะมีชุดข้อมูลสำหรับพัฒนาโมเดลรวมทั้งสิ้น 7,200 ตัวอย่าง



Figure 4. An example of collecting data on body movement while performing sign language.

4. สกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวร่างกาย

ในการสกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกาย มีการสกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้เชี่ยวชาญด้านภาษามือทั้งหมด 30 คน แต่ล่ามคนทำท่าภาษามือทั้งหมด 120 ท่า ท่าละ 2 ครั้งในรูปแบบของวิดีโอขนาด 40 เฟรม และในแต่ละเฟรมของวิดีโอจะมีค่าข้อมูลทั้งหมด 1530 ค่า โดย 1530 ค่าข้อมูลนี้มาจาก

- ค่าในแกน X, Y, และ Z ของจุด Landmark ทั้งหมด 468 จุดบนใบหน้า
- ค่าในแกน X, Y, และ Z ของจุด Landmark ทั้งหมด 21 จุดบนมือข้างซ้าย
- ค่าในแกน X, Y, และ Z ของจุด Landmark ทั้งหมด 21 จุดบนมือข้างขวา

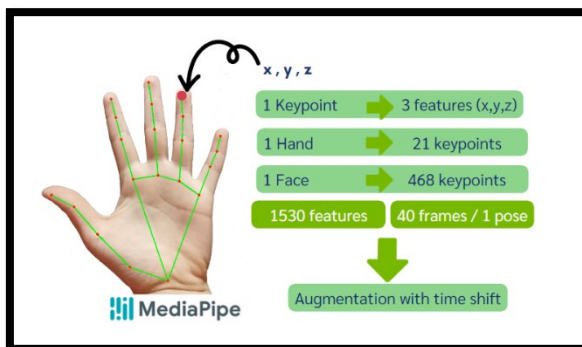


Figure 5. An illustration explaining the number of landmark points in each body part.

5. การทดลองหาอัลกอริทึมและเทคนิคที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ตอนที่ 1 การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุด Landmark ต่อประสิทธิภาพการใช้งาน

ผู้พัฒนาได้ตั้งสมมติฐานว่าในการตรวจจับการทำท่าภาษามือเมื่อเลือกใช้ข้อมูล Landmark จำนวนมากจะทำให้โมเดลมีความแม่นยำมาก และในทางกลับกันจะส่งผลต่อการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว จึงมีแนวคิดที่เราอาจไม่จำเป็นต้องใช้ Landmark ครบทุกจุดบนร่างกายเพื่อที่จะนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์และการทำนายท่าภาษามือ ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนจุด Landmark ที่เลือกใช้ต่อประสิทธิภาพในการทำนายของนวัตกรรม โดยได้แบ่งกลุ่มสำหรับการทดลอง ดังนี้

- เลือกใช้จุด Landmark บริเวณใบหน้า มือ และแขน
- เลือกใช้เฉพาะจุด Landmark บริเวณมือและแขน

ตอนที่ 2 การทดสอบหาประสิทธิภาพในการสกัดข้อมูลของอัลกอริทึม

ผู้พัฒนาได้สันนิษฐานว่าอัลกอริทึมที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพและความเสถียรในการสกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายที่แตกต่างกัน ส่งผลให้แต่ละโมเดลมีความแม่นยำในการทำนายท่าภาษามือที่แตกต่างกัน ผู้พัฒนาจึงได้คิดค้นอัลกอริทึมหลากหลายวิธีเพื่อนำมาทดลองความเสถียรและประสิทธิภาพในการสกัดข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกาย เพื่อหาอัลกอริทึมที่เหมาะสมกับการนำมาทำนายท่าภาษามือมากที่สุด โดยอัลกอริทึมที่ทางผู้พัฒนาได้วางแผนนำมาทดลอง ได้แก่

- ใช้ Meidiapipe ในการตรวจจับร่างกาย แล้วนำมาสอนโมเดลด้วยเทคนิค LSTM
- ใช้ Meidiapipe ในการตรวจจับร่างกาย แล้วนำมาสอนโมเดลด้วยเทคนิค RNN
- ใช้ Meidiapipe ในการตรวจจับร่างกาย แล้วนำมาสอนโมเดลด้วยเทคนิค GRU
- ตรวจจับภาพทีละเฟรมนำมาซ้อนกันให้เป็นภาพหลายมิติ แล้วนำภาพนั้นมาสอนโมเดล CNN

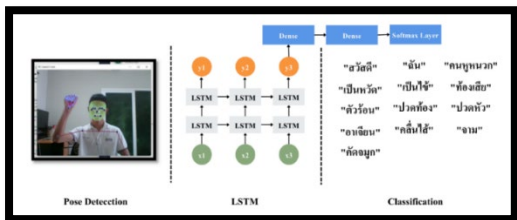


Figure 6. The structure of an LSTM model

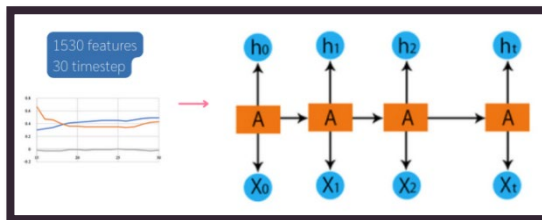


Figure 7. The structure of an RNN model

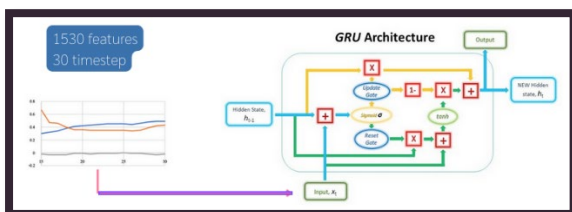


Figure 8. The structure of a GRU model

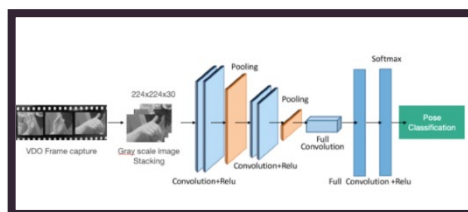


Figure 9. The structure of a CNN model

จากการศึกษานี้ได้ทำการออกแบบโครงสร้างของโครงข่ายแต่ละชนิด ดังภาพ โดยจะนำข้อมูลจากภาพเคลื่อนไหว แล้วนำข้อมูล x, y, z ของแต่ละ Landmark ที่เปลี่ยนแปลงในวินาทีต่าง ๆ มาเป็นชุดข้อมูลสำหรับสอนโมเดล

ตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์และทำความเข้าใจในบทสนทนาของนวัตกรรม

อีกหนึ่งระบบที่สำคัญสำหรับการพัฒนานวัตกรรมในครั้งนี้ คือระบบการทำความเข้าใจความต้องการของผู้พิการทางการได้ยินจากบทสนทนาด้วยเทคนิค Natural Language Processing เพื่อที่นวัตกรรมจะสามารถช่วยเหลือผู้พิการทางการได้ยินตามความประสงค์ได้ ผู้พัฒนาจึงมีความต้องการที่จะสืบค้นหาอัลกอริทึมหลากหลายวิธี นำมาทำการทดลองการทำความเข้าใจและสรุปสาระสำคัญจากบทสนทนาจับผู้พิการทางการได้ยิน เพื่อหาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพในการเข้าใจภาษาของมนุษย์มากที่สุด

การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

ผู้พัฒนาได้นำโมเดลที่ถูกสอนด้วยอัลกอริทึมที่แตกต่างกันมาทดลองใช้งานจริงกับนวัตกรรมเพื่อทดสอบหาโมเดลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในการทดลองใช้งานจริงจะทดลองทั้งกับผู้พัฒนาและผู้พิการทางการได้ยินเพื่อหาประสิทธิภาพอย่างแม่นยำที่สุด โดยกำหนดการเปรียบเทียบ ดังนี้

Table 1. The performance testing of the model.

Order	Training Data	Algorithm
1	Landmark points on the face, hands, and arms.	LSTM
2	Landmark points on the hands and arms.	LSTM
3	Landmark points on the face, hands, and arms.	GRU
4	Landmark points on the hands and arms.	GRU
5	Landmark points on the face, hands, and arms.	RNN
6	Landmark points on the hands and arms.	RNN
7	Overlay multiple images to create a multidimensional image.	CNN

6. การพัฒนาหุ่นยนต์บริการ

หลังจากการทดลองเพื่อหาอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเสร็จสิ้น ผู้พัฒนาจึงเริ่มต้นการพัฒนาหุ่นยนต์บริการ โดยหุ่นยนต์บริการจะเปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้พิการทางการได้ยินที่มาเข้ารับบริการกับระบบที่สามารถช่วยเหลือให้ผู้พิการสามารถบรรลุความต้องการของตนได้ หุ่นยนต์บริการมีหน้าที่ในการสนทนาเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นของผู้พิการทางการได้ยินที่มาเข้ารับบริการ หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เพื่อนำส่งผู้ป่วยไปยังจุดที่เหมาะสม พร้อมทั้งส่งมอบข้อมูลเบื้องต้นของผู้การให้แก่บุคลากรทางการแพทย์ โดยในหุ่นยนต์บริการจะมีส่วนประกอบอยู่ทั้งสิ้น 3 ส่วนประกอบ ได้แก่

1. ระบบติดต่อสื่อสารผู้ใช้

ทำการออกแบบระบบ User Interface โดยประกอบด้วยสองส่วนได้แก่ การถามคำถามด้วยการแสดงผลเป็นตัวอักษร และส่วนแปลท่าภาษามือจะแสดงผลเป็นภาพเคลื่อนไหวแบบ Realtime ที่รับภาพผ่านกล้องเว็บแคมแล้วแปลผลการแสดงภาษามือบันทึกไปยังหน่วยความจำ

2. ระบบขับเคลื่อนและนำทาง

การออกแบบระบบเคลื่อนที่ ใช้นมอเตอร์เตอร์แบบ 12V DC ที่มีอัตราทด 1100 รอบต่อนาที ควบคุมล้อ จำนวน 4 ล้อ และนำทางด้วยการตรวจจับเส้นทางที่อยู่บนพื้น

3. โครงสร้างและระบบพลังงาน

การออกแบบโครงสร้างจะใช้ลูมิเนียมโปรไฟล์ในการพัฒนาโครงสร้างให้มีความแข็งแรง มีความสูง 120 ซม จากพื้น และใช้ระบบพลังงานจากแบตเตอรี่ 12 V ขนาด 10 A

ผลและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุด Landmark ต่อประสิทธิภาพการใช้งาน

จากการทดลอง ผู้พัฒนาได้ข้อสรุปว่าการเลือกใช้จุด Landmark บริเวณใบหน้า มือ และแขนมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการนำไปใช้งานจริง เนื่องจากสีหน้าเป็นหนึ่งในจุดสำคัญของการทำท่าภาษา มือ ดังนั้นหากมีการลดจำนวนจุด Landmark บริเวณใบหน้าลง แม้ในการใช้งานจะส่งผลให้การประมวลผลของระบบรวดเร็วขึ้นและเฟรมเรทคงที่มากขึ้น แต่ก็จะเปรียบได้เหมือนกับการตัดตัวแปรสำคัญที่ช่วยในการวิเคราะห์และทำนายการทำท่าภาษามือออกไป ส่งผลให้ความแม่นยำในการทำนายท่าภาษามือลดลงอย่างมาก

Table 2. The correlation between the number of landmarks and the performance.

Experiment	Landmark selection	Algorithm	Accuracy
1	Landmark points on the face, hands, and arms.	LSTM	78%
2	Landmark points on the hands and arms.	LSTM	70%

ตอนที่ 2 การทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของอัลกอริทึม

จากการทดลอง ผู้พัฒนาได้ทดลองจนพบว่าการสกัดจุด Landmark บริเวณใบหน้า มือ และแขนเพื่อนำข้อมูลมาสอนโมเดลด้วยเทคนิค GRU นั้นส่งผลให้เกิดการทำนายที่มีความแม่นยำมากที่สุด รองลงมาคือการสอนโมเดลด้วยเทคนิค RNN และรูปแบบที่มีค่าความแม่นยำต่ำที่สุดคือการสอนโมเดลด้วย LSTM

Table 3. The results of the performance testing of the algorithm.

Experiment	Training Data	Algorithm	Accuracy
1	Landmark points on the face, hands, and arms.	LSTM	78%
2	Landmark points on the hands and arms.	LSTM	70%
3	Landmark points on the face, hands, and arms.	GRU	98%
4	Landmark points on the hands and arms.	GRU	91%
5	Landmark points on the face, hands, and arms.	RNN	94%
6	Landmark points on the hands and arms.	RNN	87%
7	Overlay multiple images to create a multidimensional image.	CNN	75%

ผู้พัฒนาได้ข้อสรุปว่าโมเดลแบบ GRU มีความแม่นยำในการทำนายท่าภาษามือมากที่สุด ผู้พัฒนาจึงนำโมเดลดังกล่าวมารวมเข้ากับโปรแกรมการทำนายท่าภาษามือสำหรับการทดลองหาประสิทธิภาพการทำนายท่าภาษามือในการใช้งานจริง โดยค่า BLEU-SCORE จากการที่ผู้ฝึกการทางการได้ยื่นทำท่าภาษามือเป็นรูปประโยคเพื่อให้โปรแกรมได้ทำนายสิ่งที่ผู้ฝึกการสื่อสารออกมานั้น มีค่าอยู่ที่ 91%

Table 4. The results of the accuracy for predicting sentences using the algorithm.

Experiment	Training Data	Algorithm	Accuracy
1	จุด Landmark บริเวณใบหน้า มือ และแขน	GRU	91%

ตอนที่ 3 การทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์บริการ

ผลการพัฒนาหุ่นยนต์บริการได้ดำเนินงานพัฒนาหุ่นยนต์ และได้ผลดังนี้

ระบบติดต่อสื่อสารผู้ใช้

ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาระบบติดต่อสื่อสารผู้ใช้งานจนเสร็จสิ้น โดยในระบบจะมีองค์ประกอบ ได้แก่ ประโยคคำถามเพื่อแสดงให้ผู้พิการทางการได้ยินทราบถึงคำถามที่จะต้องตอบ โดยก่อนหน้าจะเข้าสู่ระบบติดต่อสื่อสารผู้ใช้จะมีคลิปแสดงท่าภาษามือสำหรับถามคำถามเดียวกันเพื่อให้ผู้พิการทางการได้ยินสามารถเข้าใจคำถามได้ง่ายมากยิ่งขึ้น มีหน้าจอสื่อสำหรับแสดงผู้พิการทางการได้ยินพร้อม Pose Detection กล้องข้อความสำหรับแสดงประโยคที่แปลได้จากการทำท่าภาษามือ ปุ่มสำหรับแก้ไขข้อความที่แปลออกมาในกรณีที่แปลผิดพลาด ปุ่มสำหรับยืนยันเพื่อดำเนินสู่ขั้นตอนต่อไป และปุ่มสำหรับถอยหลังกลับสู่ขั้นตอนก่อนหน้า

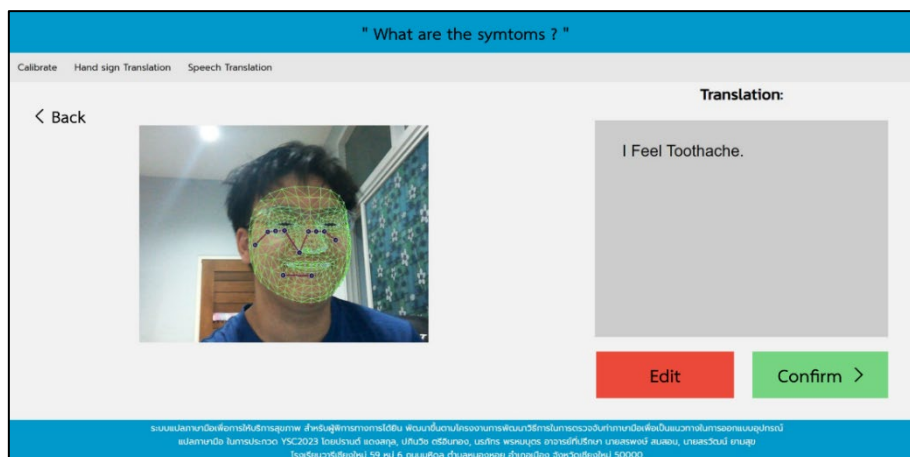


Figure 10. An illustration of user interface system.

ในการทดสอบการใช้งานระบบติดต่อสื่อสารผู้ใช้ จะทำการทดสอบและสอบถามโดยผู้พิการทางการได้ยิน ที่โรงเรียนโสตศึกษาอนุสารสุนทร เชียงใหม่เพื่อนำมาปรับปรุงต่อไป

สรุป

ในส่วนของการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ผู้พัฒนาได้ข้อสรุปว่าโมเดลแบบ GRU มีความแม่นยำในการทำนายท่าภาษามือมากที่สุด ผู้พัฒนาจึงนำโมเดลดังกล่าวมารวมเข้ากับโปรแกรมการทำนายท่าภาษามือสำหรับการทดลองหาประสิทธิภาพการทำนายท่าภาษามือในการใช้งานจริง โดยค่า BLEU-SCORE จากการทำผู้พิการทางการได้ยินท่าภาษามือเป็นรูปประโยคเพื่อให้โปรแกรมได้ทำนายสิ่งที่ผู้พิการสื่อสารออกมานั้น มีค่าอยู่ที่ 91%

ในการพัฒนาหุ่นยนต์บริการ ผู้พัฒนาได้ออกแบบการทำงานให้โดยมีหน้าที่สนทนาเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นของผู้พิการทางการได้ยินที่มาเข้ารับ หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เพื่อนำส่งผู้ป่วยไปยังจุดที่เหมาะสม พร้อมทั้งส่งมอบข้อมูลเบื้องต้นของผู้พิการให้แก่บุคลากรทางการแพทย์สำหรับดำเนินงานขั้นถัดไป โดย ณ ปัจจุบัน ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาระบบติดต่อสื่อสารผู้ใช้งานเสร็จสิ้น และในส่วนประกอบอื่นได้มีการดำเนินการจนเกือบเสร็จสิ้นสมบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

นวัตกรรม RoboSign (หุ่นยนต์คัดกรองผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน) เป็นอีกหนึ่งนวัตกรรมที่ผู้พัฒนาให้ความสนใจและทำกิจกรรมตามความสนใจในเรื่องนี้จนเกิดเป็นองค์ความรู้ ความสำเร็จในการทำกิจกรรมในครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้รับความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์วารี ภัทรราชวิชัย ผู้อำนวยการโรงเรียนวาริชียงใหม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือเกี่ยวกับสถานที่ ขอขอบคุณครูสรพงษ์ สมสอน และคุณครูสรวิวัฒน์ ยามสุข ที่คอยสนับสนุนและให้คำแนะนำมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่สามารถกล่าวถึงได้ทั้งหมดใน ที่นี้ด้วย

ผู้พัฒนาหวังว่านวัตกรรมนี้จะสามารถนำไปใช้งานได้ สถานการณ์จริง และสามารถมอบประโยชน์ในการช่วยเหลือทั้งบุคลากรทางการแพทย์ในดำเนินงาน และผู้พิการทางการได้ยินในการเข้ารับสิทธิและบริการให้สะดวกมากขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

สายทิพย์ ปิ่นเจริญ. (2558). ปัญหาอุปสรรคในการสื่อสารระหว่างคนพิการทางการได้ยิน หรือสื่อความหมาย กับพนักงานสอบสวน : กรณีศึกษาสถานีตำรวจในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร[สารนิพนธ์ปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์บัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์].มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2558). คู่มือหลักสูตรอบรมจิตอาสา/อาสาสมัคร สำหรับดูแลคนพิการทางร่างกายและการเคลื่อนไหว.

http://www.snmri.go.th/wp-content/uploads/2019/11/voice_book.pdf

ส่วนสื่อการศึกษาเพื่อคนพิการ.(2560). คู่มือสื่อสารเรื่องสุขภาพ ด้วยภาษามือไทย [Video].

Youtube.<https://www.youtube.com/watch?v=rRva490dRpU>

Avola et al, (2018).Exploiting Recurrent Neural Networks and Leap Motion Controller for Sign Language and Semaphoric Gesture Recognition[Unpublished master’s thesis].Sapienza University

Ayush Gupta. (2021). Human Pose Estimation Using Machine Learning in Python. analytics Vidhya. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/human-pose-estimation-using-machine-learning-in-python/?fbclid=IwAR3ukQxAlbtpWLANM3-aez6H1g9zJmjZc62uapsA7UDtbgWXSaSX1EFtlyY>

Data Science Retreat. (2020). Deep Learning for Sign Language translation - project by Tomasz IŻycki at DSR[Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=J7uCXoLdS1M>

NicholasRenotte. (2021).Sign Language Detection using ACTION RECOGNITION with Python | LSTM Deep Learning Model[Video]. Youtube.<https://www.youtube.com/watch?v=doDUihpj6ro>

NicholasRenotte. (2021).AI Hand Pose Estimation with MediaPipe and Python[Video]. Youtube.<https://www.youtube.com/watch?v=vQZ4lvB07ec>

NicholasRenotte. (2021).AI Face Body and Hand Pose Detection with Python and Mediapipe[Video]. Youtube.<https://www.youtube.com/watch?v=pG4sUNDOZFg>

Nopparatchannel. (2556).ภาษามืออาการของโรค [Video]. Youtube.<https://www.youtube.com/watch?v=Z6GcjxxRqdg>

Surapong Kanoktipsatharporn. (2563).Python ตัดคำภาษาไทย ด้วย PyThaiNLP API ตัดคำ Word Tokenize ภาษาไทย ตัวอย่างการตัดคำภาษาไทย อัลกอริทึม deepcut, newmm, longest, pyicu, attacut – PyThaiNLP ep.2.BUA Lab.<https://www.bualabs.com/archives/3740/python-word-tokenize-pythainlp-example-algorithm-deepcut-newmm-longest-python-pythainlppep2?fbclid=IwAR1KkBBFdhLzNI28i9PRnN-rIYZhwHFJIKapTPh6N0hS64g1xcdj5GJaE>

การพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูป

Development of Ready-made Mor Hom Natural Dyes

กรณ์ เย็นอารมย์^{1*} ลักษิกา สังสิริ¹ อัญศญา บุญประจวบ¹ และ ณัฐพร จันทร์ฉาย¹¹สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: aezakmikorn9@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ด้วยวิธีชีววัตกรรมการจากจุลินทรีย์ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการย้อมหม้อห้อมธรรมชาติโดยการศึกษาการพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำก๋อหม้อธรรมชาติ ห้อมผงจากห้อมเปียก ผงกรดจากมะขามเปียก และผงต่างจากน้ำต่างของซีไถ้ไม้ต่าง ๆ พบว่า สามารถคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่ให้คุณภาพสีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมสีธรรมชาติที่ดีที่สุด พบว่า เป็นสายพันธุ์ *Bacillus cereus* จากโรงย้อมผ้าธรรมชาติ ในพื้นที่จังหวัดแพร่ ส่วนห้อมผงและผงกรดนั้นควรอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ และผงต่างจากน้ำต่างของซีไถ้ไม้รวม ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการย้อมติดสีผ้าดีขึ้น (136.42) และคุณภาพสีน้ำเงินเข้ม (L^* 0.26, a^* -0.07 และ b^* 0.67) และช่วยลดระยะเวลาของการหมักน้ำย้อมโดยไม่มีสารมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ผ้าที่มีสีเป็นธรรมชาติ จึงมีผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ธรรมชาติบำบัดได้ขอซื้อสิทธิบัตร “ผลิตภัณฑ์ชุดย้อมหม้อห้อมและกรรมวิธีการผลิต” โดยร่วมกับสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในปีงบประมาณ 2566 เพื่อผลิตชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ต่อไป

คำสำคัญ: ชีววัตกรรมการย้อม หม้อ ห้อมเปียก ลิวโคอินดิโก หม้อห้อมย้อมธรรมชาติ

Abstract

The development of a commercial ready-made Mor Hom natural dyes with bioinnovation from microorganisms that can increase the efficiency of Hom natural dyes by studying the development of microbial inoculum from natural dyeing water, Hom powder from indigo paste, acid powder from tamarind and lye powder from various wood ashes, we were found to be able to isolate the best color quality bacteria involved in the natural dyeing process. This bacteria is *Bacillus cereus*, which originates in natural dyeing factories in the area of Phrae Province. Hom powder and acid powders should be dried at 60 °C for 72 and 10 hours, respectively. The lye powder from wood ash lye can improve fabric dyeing efficiency (136.42) and deep blue quality ($L^* 0.26$, $a^* -0.07$ and $b^* 0.67$). It can also reduce the time of dyeing fermentation without polluting the environment. Therefore, the operators of community enterprises, Natural Therapy Learning Centers have applied to purchase patents “Moh Hom tie-dye products and production methods” in collaboration with the National Innovation Agency (Public Organization) in the fiscal year 2023 in order to continue producing commercial ready-made Mor Hom natural dyes.

Keywords: Bioinnovation, Assam indigo, Indigo paste, Leuco indigo, Mor Hom natural dyes.

บทนำ

การส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ เพื่อให้ชุมชนมีแนวคิด และแนวทางในการนำทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนมาใช้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ในการพัฒนาเศรษฐกิจระดับประเทศ ภายใต้แนวคิด “เศรษฐกิจสร้างสรรค์” หรือกระบวนการสร้างสรรค์สินค้าให้เป็นจุดขายที่แตกต่าง มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า มีมูลค่าเพิ่ม สร้างรายได้ มีการนำชีวนวัตกรรมมาใช้ และเชื่อมโยงภาคธุรกิจอื่น ๆ เช่น ธุรกิจท่องเที่ยว ธุรกิจโรงแรม ธุรกิจอาหารและภัตตาคาร เป็นต้น ในจังหวัดแพร่ผลิตภัณฑ์ผ้าย้อมสีธรรมชาติเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่ดำรงเอกลักษณ์ในรูปแบบและสีสันทัน ซึ่งผ้าย้อมสีธรรมชาติที่นิยมกันมากในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ คือ การย้อมสีจากครามและห้อม ที่เรียกว่า อินดิโก (Indigo) จนมีคำกล่าวที่ว่า “ใครมาเมืองแพร่ต้องซื้อหม้อห้อม” ดังนั้น จึงมีแนวคิดการพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปขึ้น เพื่อพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปที่มีส่วนประกอบ คือ หัวเชื้อจุลินทรีย์แบบแห้ง ห้อมผง ผงกรด และผงด่าง เพื่อสะดวกต่อการก่อกำหม้อของผู้สนใจในการย้อมผ้าหม้อห้อมสามารถทำได้ง่ายด้วยตัวเอง

การศึกษาการคัดแยกและการคัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็น ลิวโคอินดิโกจึงยังเป็นที่สนใจสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม (ณัฐพร, 2564) นอกจากนี้ในน้ำ ย้อมหอมแบบธรรมชาติมีเชื้อจุลินทรีย์เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก โดย ส่วนใหญ่เป็น *Bacillus* sp. มีรายงานว่า *Clostridium isatidis* สามารถเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก ได้จากการเข้าไปจับกับอนุภาคของอินดิโกบลูแล้วทำการย่อยไปเป็นลิวโคอินดิโก (Compton *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2015) กันต์กนิษฐ์ และคณะ (2562) พบ *Bacillus kochii* SKTU 5 สามารถเปลี่ยนรูปอินดิแคนเป็น อินดอกซิลและกลูโคส และจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถนำไปผลิตเป็นหัวเชื้อสำหรับประยุกต์ใช้ในกระบวนการ ย้อมสีหอมแบบธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีในอนาคต ซึ่งอาจช่วยลดระยะเวลาของการระหมักน้ำย้อม อาจ ช่วยให้กระบวนการย้อมผ้าให้สั้นลง สามารถควบคุมคุณภาพของสีย้อมที่ได้ อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและ คุณภาพของผ้าหม้อหอมได้ ในประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีการเตรียมสีในการย้อมผ้าคราม โดยนำใบคราม (*Polygonum tinctorium* Lour.) มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วจึงพรมน้ำให้เปียกเพื่อให้เหมาะสำหรับปฏิกิริยา ออกซิเดชันของแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต (Aerobic microbial oxidation) สำหรับการ ผลิตสีอินดิโกโดยการหมักในสภาวะที่เป็นด่างสูง (pH >10) ซึ่งในสภาพเช่นนี้ สีอินดิโกจะถูกเปลี่ยนเป็นลิว โคอินดิโก ซึ่งสามารถซึมผ่านเข้าไปในผ้าได้ โดยในปี ค.ศ. 2004 Yumoto *et al.* (2004) ได้คัดแยก เชื้อจุลินทรีย์จากหม้อครามที่บริเวณเกาะฮอกไกโด ประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ที่ชื่อ *Alkalibacterium psychrotolerans* sp. nov. เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างเป็นแท่ง เจริญได้ดีในที่มี อากาศและไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง (NaCl 0-17%w/v), pH 9-12 มีความสามารถในการรีดิวซ์สีอินดิโกให้เป็นลิวโคอินดิโกได้ Aino *et al.* (2010) แยกและศึกษาความสามารถของจุลินทรีย์ที่สามารถรีดิวซ์สีครามจากหม้อย้อมครามในประเทศญี่ปุ่น เช่นเดียวกับการศึกษาของสมพงษ์ และเบญจวรรณ (2556) ซึ่งแยกจุลินทรีย์จากหม้อย้อมครามที่ได้จากพืช *Indigofera indica* โดยใช้เทคนิค denaturing gradient gel electro-phoresis (DGGE) พบจุลินทรีย์หลาย ชนิด ได้แก่ *Bacillus* sp. , *Atopostipes* sp, *Clostridiales bacterium*, *Sporomusa acidovorans*, *Amphi-bacillus* sp, *Alkalibacterium* sp., *Lactobacillus* sp. และ *Actinomycetales* sp.

นอกจากนี้สารพวกลิวโคอินดิโก (Leuco indigo) ที่ไม่มีสีแต่ละลายน้ำได้ สารไม่มีสีละลายน้ำได้ในนี้ สามารถแทรกซึมในเนื้อผ้าและเกาะติดเนื้อผ้าได้ในขณะย้อม ภายหลังจากการย้อมเสร็จแล้วจะทำการคลี่ เนื้อผ้าออกให้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ สารลิวโคจะถูกออกซิไดซ์กลับไปเป็นสีน้ำเงินที่ไม่ละลายน้ำ และจะ เกาะจับกับเนื้อผ้า โดยปกติการล้างจะไม่ทำให้สีตก แต่เนื่องจากสีอินดิโกนี้จะค่อย ๆ เปลี่ยนไปอยู่ในรูปเป็น Reduced form ในระหว่างการย้อม ดังนั้น การย้อมเพียงครั้งเดียวอาจทำให้สีไม่ติดเนื้อผ้าจึงต้องทำการย้อม หลาย ๆ ครั้ง ดังนั้น ปริมาณของลิวโคอินดิโกจึงเป็นตัวบ่งบอกประสิทธิภาพการติดสี (ณัฐพร, 2564) และ การศึกษาค่าการบอกประสิทธิภาพการให้สีตามมาตรฐาน CIELAB L*, a* และ b* ณัฐพร และอัญศญา (2564) รายงานการย้อมผ้าหม้อหอม โดยมีค่า L* เท่ากับ 21.38, a* เท่ากับ -3.18 และ b* เท่ากับ -5.93 โดย

ค่า L^* บ่งบอกว่าเป็นสีเข้ม เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0 ค่า $-a^*$ บ่งบอกว่าเป็นสีเขียว และค่า $-b^*$ บ่งบอกว่าเป็นสีน้ำเงิน และพบปริมาณลิวโคอินดิโกเท่ากับ 88.53 ไมโครมิลลิกรัม

การศึกษาและพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปโดยชีวนวัตกรรมโดยศึกษาการพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำก๋อหม้อห้อมย้อมธรรมชาติในรูปแบบแห้ง ห้อมผงจากห้อมเปียก ผงกรดจากมะขามเปียก และผงต่างจากน้ำต่างของขี้เถ้าจากไม้ชนิดต่าง ๆ พร้อมประกอบเป็นชุดย้อมหม้อห้อมสำเร็จรูปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน GI “ผลิตภัณฑ์ผ้าหม้อห้อมแพร่” โดยศึกษาถึงคุณภาพสีโดย Hunter Lab และประสิทธิภาพการติดสีโดยการวิเคราะห์ปริมาณลิวโคอินดิโกด้วยวิธีทางเคมีเพื่อพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูปในเชิงพาณิชย์

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การศึกษาและพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์

ทำการคัดแยกหัวเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำก๋อหม้อบนอาหาร PDA ด้วยวิธี Spread plated จากน้ำก๋อหม้อนำมาทดสอบการสร้างวงใส ด้วยวิธี Agar well บนอาหารที่มีอินดิแคน เมื่อได้เชื้อที่มีคุณภาพสูงในการกระตุ้นกระบวนการย้อมสีธรรมชาติ จึงนำเชื้อที่ได้ 0.1 ml มาทำการศึกษาคุณภาพการเปลี่ยนสีอินดิโกโดยนำมาเติมอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวอินดิแคน 1 มิลลิกรัม นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และเติมสารละลายอิมมูโนตัวโซเดียมไดไทโอไนท์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ลงไป 1 มิลลิกรัม แล้วจึงนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

เมื่อได้หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอินดิโกเป็นลิวโคอินดิโก แล้วจึงทำการระบุสายพันธุ์โดยการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA ด้วยเทคนิคอณูชีววิทยา จากนั้นนำหัวเชื้อมาทำให้แห้ง โดยทำการเก็บรักษาเชื้อในกระดาศกรงขนาด 2x2 เซนติเมตร โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร จากนั้นนำมาปริมาณ 1 มิลลิกรัม กระดาศกรงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปก๋อหม้อ และทดสอบคุณภาพการให้สี และการติดสี เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่มีหัวเชื้อ

2. การศึกษาและพัฒนาห้อมผง

นำห้อมเปียกจากห้อมสายพันธุ์ *Baphicaconthus cusia* voucher หรือห้อมใบใหญ่ (ณัฐพร, 2564) มาทำการศึกษาความชื้นเริ่มต้นของห้อมเปียก โดยชั่งตัวอย่างห้อมเปียกใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่อบแล้ว 70 กรัม แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักก๋อหม้อ และหลังอบ จากนั้นนำผลมาคำนวณหา % ความชื้นเริ่มต้น ดังสูตรต่อไปนี้

$$\% \text{ ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ และหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

นำตัวอย่างห่อมเปียกมาผลิตเป็นห่อมผง โดยเครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) ขนาด 220 โวลต์ 50 เฮอร์ซ 1,000 วัตต์ ศึกษาประสิทธิภาพการให้สีของผงห่อมที่ชั่วโมงต่าง ๆ โดยชั่งตัวอย่างห่อมเปียกใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่อบแล้ว 70 กรัม แล้วนำไปอบที่ตู้อบลมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ชั่วโมงที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง หลังจากได้ห่อมผงแล้ว จึงนำมาบดด้วยเครื่องบดขนาด 1 กิโลกรัมจนละเอียด จากนั้นนำห่อมผงแต่ละชั่วโมงมาก่อหุ้ม และนำมาศึกษาคุณภาพสี โดย Hunter Lab และศึกษาประสิทธิภาพการติดสี โดยการวิเคราะห์ปริมาณลิวโคอินดิโก

3. การศึกษาและพัฒนาผงต่างจากน้ำต่าง

นำน้ำต่าง (เถ่า 1 ส่วน ต่อน้ำ 1 ส่วน) ที่มาจากไม้หลายชนิด ได้แก่ ต้นมะละกอ เหง้ากล้วย ใบกล้วย ก้านกล้วย ในมะขาม ต้นมะขาม กาบมะพร้าว ไม้ยูคาลิปตัส และเปลือกเพกา เป็นต้น ทำการวัดปริมาณ pH เริ่มต้นของน้ำต่างแต่ละชนิด และบันทึก และ pH หลังจากการก่อก่อหุ้มเรียบร้อยแล้ว และทำการศึกษาคูณภาพสี ย้อมที่ได้โดยการวิเคราะห์ค่า L^* a^* b^* และการสร้างสีลิวโคอินดิโกด้วยวิธีทางเคมี จากนั้นนำน้ำต่างคุณภาพสูงมาทำให้แห้งโดย วิธี Spray dry

4. การศึกษาและพัฒนาผงกรด

นำมะขามเปียกแกะเม็ด 1 กิโลกรัมมาอบที่ตู้อบลมร้อน ขนาด 220 โวลต์ 50 เฮอร์ซ 1,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จนมีลักษณะแห้งแข็ง นำมาบดจนละเอียดเป็นผง ด้วยเครื่องบดสมุนไพร ขนาด 1 กิโลกรัม โดยมะขามเปียก 1 กิโลกรัม จะได้ผงกรดเท่ากับ 750-800 กรัม วัดปริมาณ pH เริ่มต้น เปรียบเทียบกับน้ำมะขาม แช่น้ำในอัตราส่วน 1 : 2 โดยนำมาก่อก่อหุ้ม และนำมาศึกษาคุณภาพสี โดย Hunter Lab และศึกษาประสิทธิภาพการติดสี โดยการวิเคราะห์ปริมาณลิวโคอินดิโก

5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดย้อมห่อมสำเร็จรูป (ชุด Kit)

หลังจากได้ส่วนประกอบของชุด Kit ได้แก่ หัวเชื้อจุลินทรีย์ ผงต่าง และผงกรด แล้วจึงทดสอบการก่อก่อหุ้มร่วมกัน โดยมีอัตราส่วนสำหรับชุด Kit ดังต่อไปนี้ ผงห่อม 40 กรัม ผงต่าง 5 กรัม ผงกรด 5 กรัม เชื้อจุลินทรีย์ 10% น้ำ 600 มิลลิลิตร จากนั้นนำน้ำก่อก่อหุ้มไปศึกษาคุณภาพสี โดย Hunter Lab และศึกษาประสิทธิภาพการติดสี โดยการวิเคราะห์ปริมาณลิวโคอินดิโก

6. การวิเคราะห์และทดสอบ

6.1 การก่อก่อหุ้มเพื่อทดสอบ

ผงห่อม 15 กรัม น้ำต่างจากซี่เถ่ารวม ปริมาณ 100 มิลลิลิตร น้ำมะขามเปียก 10 มิลลิลิตร/ผง 5 กรัม หัวเชื้อที่คัดแยกได้ 10% โดยการบิบผสมผงห่อม และน้ำต่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงเติม น้ำมะขามเปียก และหัวเชื้อลงไป และตีให้เกิดฟองอากาศ ทิ้งไว้ 1 คืน และตักน้ำก่อก่อหุ้มดังกล่าวเทกลับไปกลับมา (การโจก) เข้า-เย็น เป็นเวลา 3 วัน ซึ่งการโจกจะใช้น้ำก่อก่อหุ้มไม่เน่าเสียและเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้แก่จุลินทรีย์

6.2 การศึกษาคุณภาพสี โดย Hunter Lab

ตวงสีจากน้ำก่อกมย้อมผ้าที่ได้จากการก่อกมย้อมผงแต่ละชั่วโมงมา 3 กรัม ใช้ฟุ้งกระจายสีของน้ำก่อกมย้อมผ้า ลงบนกระดาษพิมพ์เขียนสีขาวคุณภาพกระดาษขนาด 80 แกรม ในพื้นที่ 20×20 ตารางเซนติเมตร ผึ่งทิ้งไว้ให้แห้ง นำกระดาษที่ได้ตามข้อ 5.2 ไปวัดคุณภาพสีโดยวัดจากค่าความสว่าง L*, a* และ b* โดยใช้เครื่อง Hunter Lab

6.3 การศึกษาประสิทธิภาพการติดสีโดยการวิเคราะห์ปริมาณลิวโคอินดิโกด้วยวิธีทางเคมี

การวัดปริมาณสีอินดิโก ด้วยวิธี Spectrophotometric determination โดยใช้ ด้วยวิธี Ethyl acetate method นำตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณลิวโคอินดิโกที่สร้างขึ้น วิเคราะห์จากค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร โดยนำตัวอย่างหรือน้ำก่อกมจากผงก่อกมแต่ละชั่วโมงมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลายอิมิตัวโซเดียมไดโทไอโนทีในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ลงไป 1 มิลลิลิตร เพื่อรีดิวซ์อินดิโกให้เป็นลิวโคอินดิโก จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของลิวโคอินดิโก

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาและพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 17 ไอโซเลท ได้แก่ TC213, TC224, TC225, TC228, TC233, TC234, TC236, TC241, TC242, HH314, HH321, HH341, HH342, HH344, PL412, PG537 และ PG544 ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกไปเป็นลิวโคอินดิโกได้นั้น จากการสร้างวงใสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Table 1) ถูกนำมาทดสอบหาปริมาณการสร้างลิวโคอินดิโกจากการเลี้ยงเชื้อในอาหารที่มีการเติมอินดิแคน พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกไปเป็นลิวโคอินดิโกมากที่สุด คือ TC228 รองลงมา TC236 และ TC213 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.5688, 6.2740 และ 5.7343 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Concentration in the production of leuco indigo related to the natural dyeing process.

Isolate	Ratio	Leuco-indigo contents ($\mu\text{g/mL}$)
TC213	2.067	5.7343 ^c ±0.2183
TC224	2.750	4.9068 ^{ef} ±0.1124
TC225	2.100	5.4196 ^d ±0.1850
TC228	2.000	9.5688 ^a ±0.3249
TC233	2.909	3.8228 ^l ±0.1577
TC234	1.800	5.1981 ^d ±0.1324
TC236	1.655	6.2704 ^b ±0.2275

Isolate	Ratio	Leuco-indigo contents ($\mu\text{g/mL}$)
TC241	1.875	5.2797 ^d \pm 0.2098
TC242	2.917	3.5664 ^k \pm 0.1398
HH314	1.440	5.2564 ^d \pm 0.1068
HH321	1.682	4.4755 ^{hi} \pm 0.1049
HH341	1.475	3.3100 ^l \pm 0.2826
HH342	2.110	4.9883 ^e \pm 0.0534
HH344	1.615	4.1725 ⁱ \pm 0.0202
PL412	2.00	5.1282 ^{de} \pm 0.0880
PG537	2.368	4.6737 ^{gh} \pm 0.1413
PG544	3.167	4.7436 ^{fg} \pm 0.1068

นำเชื้อไอโซเลทที่ TC228 ไปทำการระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบูลไปเป็นลิวโคอินดิโกโดยการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA จากการเปรียบเทียบลำดับเบสของยีน 16S rRNA ของเชื้อจุลินทรีย์ไอโซเลทที่เปลี่ยนสีอินดิโกบูลไปเป็นลิวโคอินดิโกได้ดีที่สุด คือ TC228 ซึ่งเป็นไอโซเลทที่พบจากน้ำหมักในหม้อที่ก่อของร้านผ้าธรรมชาติ (TC) กับลำดับเบสของ ยีน 16S rRNA ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่มีความเหมือนมากที่สุด พบว่า ไอโซเลท TC228 มีความเหมือนกับ *Bacillus cereus* NR_115714.1 ที่ Length 1535 bp. ซึ่งมีค่า Identity เท่ากับ 99% (Fig.1)

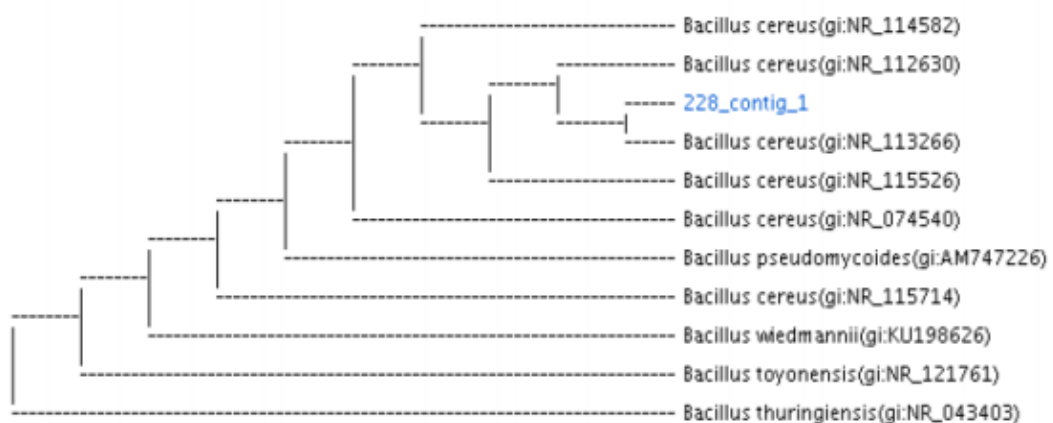


Figure 1. Phylogenetic tree of isolate TC228

Table 2. Dye quality, color fixing efficiency and pH

Sample	pH	Leuco-indigo (µg/mL)	L*	a*	b*
Control (with out Bacteria)	10.835 ^a	93.680 ^b	23.453 ^b	-4.603 ^a	-6.310 ^a
Bacteria	10.593 ^a	157.080 ^a	1.030 ^a	-0.023 ^b	0.367 ^b

จาก Table 2 การใส่หัวเชื้อเพื่อกระตุ้นกระบวนการก่อหม้อมีผลต่อการสร้างลิวโคอินดิโก ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมธรรมชาติ และเนื่องจากในชุดควบคุมที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ มีค่าลิวโคอินดิโก เท่ากับ 93.680 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งต่ำกว่าตัวอย่างที่ใส่หัวเชื้อ ที่ให้ปริมาณความเข้มข้นในการสร้างลิวโคอินดิโก เท่ากับ 157.080 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยค่าลิวโคอินดิโกจะบ่งบอกถึง การติดสีของผ้าในกระบวนการย้อมสีธรรมชาติ ยิ่งค่าความเข้มข้นของลิวโคอินดิโกมากการติดสีก็จะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Nakajima *et al.* (2005) สามารถทำการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ คือ *Alkalibacterium iburiense* sp. nov. ที่มีความสามารถในการรีดิวซ์สีอินดิโกไปเป็นลิวโคอินดิโกได้ โดยแบคทีเรียดังกล่าวมีลักษณะเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างแท่ง ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็น *Bacillus* sp. และ *Clostridium isatidis* สามารถเปลี่ยนสีอินดิโกไปเป็นลิวโคอินดิโกได้จากการเข้าไปจับกับอนุภาคของอินดิโกบลูแล้วทำการย่อยไปเป็นลิวโคอินดิโก ตามรายงานของ Compton *et al.* (2005)

2. ผลการศึกษาและพัฒนาห้อมผงจากห้อมเปียก

จากการศึกษาและพัฒนาห้อมผง (Table 3) พบว่า ห้อมผงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ชั่วโมงที่ 10 เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการอบห้อมเพื่อนำมาก่อหม้อม มีความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 77.4165 % และมีคุณภาพสีน้ำเงินทึบ เนื่องจากมีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 27.560, -4.490 และ -7.130 และมีปริมาณลิวโคอินดิโกสูงที่สุด เท่ากับ 167.74 สอดคล้องกับค่าสี CIELAB (1976) และ Li *et al.* (2015) รายงานว่า โดยปกติในห้อมมีสารอินดิแคน ซึ่งจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นอินดิโก ซึ่งไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่งผลให้เม็ดสีไม่แตกตัว และเส้นใยไม่สามารถดูดซับได้ แต่สามารถรีดิวซ์ให้เป็นลิวโคอินดิโกซึ่งสามารถละลายน้ำได้ ส่งผลให้เม็ดสีแตกตัวและเข้าไปยึดติดในเส้นใยได้ ดังนั้น ปริมาณลิวโคอินดิโกจึงบ่งบอกถึงคุณภาพการติดสี และณัฐพร และอัญศญา (2564) มีรายงานการย้อมผ้าหม้อห้อม โดยมีค่า L* เท่ากับ 21.38 a* เท่ากับ -3.18 และ b* เท่ากับ -5.93 โดยค่า L* บ่งบอกว่า เป็นสีเข้ม เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0 ค่า -a* บ่งบอกว่า เป็นสีเขียว และค่า -b* บ่งบอกว่า เป็นสีน้ำเงิน และพบปริมาณลิวโคอินดิโกเท่ากับ 88.53 ไมโครมิลลิลิตร

Table 3. Dye quality, color fixing efficiency and pH of indigo powder.

Time (hr.)	Leuco-indigo contents (µg/ml)	L*	a*	b*
0	93.68298	23.453	-4.603	-6.310
1	85.72261	34.060	-6.190	-6.747
2	120.9907	14.150	-3.187	-7.813
3	76.67832	17.700	-5.55	-6.540
4	116.9464	30.310	-6.017	-7.690
5	137.7622	23.607	-4.830	-8.327
6	125.8625	24.697	-5.790	-5.667
7	126.4336	19.583	-3.787	-7.227
8	125.4895	8.970	-5.597	-9.577
9	147.6923	24.180	-4.333	-8.930
10	167.7389	27.560	-4.490	-7.130
11	111.0606	27.923	-4.360	-5.500
12	124.2890	14.707	-5.7967	-9.460

3. การศึกษาและพัฒนาผงต่างจากน้ำต่างจากขี้เถ้า

จากการศึกษาและพัฒนาผงต่างจากน้ำต่างจากขี้เถ้า (Table 4) โดยศึกษา pH เริ่มต้น และ pH เมื่อทำการก่อก้อนหรือร้อยที่เหมาะสม และประสิทธิภาพการติดสีโดยวิเคราะห์ปริมาณลิควโคอินดิโก โดยวิธีเคมี และคุณภาพสีจากวิธี Hunter Lab

Table 4. Dye quality, color fixing efficiency and pH of lye

Sample	Initial pH	pH after	Leuco-indigo (µg/ml)	L*	a*	b*
Mixed wood	8.48	10.59	157.08	1.03	-0.02	0.37
Banana rhizomes	9.84	11.49	149.54	14.16	-1.64	-2.15
Banana stem	10.04	11.77	142.86	0.78	0.45	0.01
Banana leaves	8.60	11.09	134.98	0.60	0.99	-1.01
Broken Bones bark	8.94	10.65	121.00	0.45	0.73	0.28
Tamarind	11.04	11.16	140.02	0.51	0.23	-1.24
Tamarind leaves	6.15	10.57	107.69	0.97	0.39	0.14
Bamboo scraps	7.70	10.86	105.87	1.80	0.41	-3.84
Coconut husk	9.64	11.03	142.00	1.06	-0.99	0.47
Papaya	11.06	11.00	136.34	0.80	0.69	-0.75
Eucalyptus wood	8.46	10.77	1393.45	0.30	0.99	-0.66

จาก Table 4 พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของไม้ชนิดต่าง ๆ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการก่อกหม้อ ซึ่งมีค่าระหว่าง 10-13 ซึ่งแสดงว่าน้ำต่างจากขี้เถ้าที่เหมาะสมต่อการนำมาก่อกหม้อที่สุด ได้แก่ น้ำต่างจากขี้เถ้า มะละกอ ต้นมะขาม ก้านกล้วย ตามลำดับ และเมื่อทำการก่อกหม้อเรียบร้อยแล้วทำการวัดค่า pH พบว่า ค่า pH ก็ยังคงมีความเหมาะสมตามมาตรฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 10-12 อย่างไรก็ตามเมื่อทำการทดสอบน้ำต่างจากขี้เถ้าไม่รวมเป็นน้ำต่างที่เหมาะสมต่อการก่อกหม้อที่สุด เนื่องจากค่าการสร้างลิวโคอินดิโก ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมธรรมชาติ และการติดสี เท่ากับ 157.08 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำต่างชนิดอื่น ๆ นอกจากนั้นค่าที่บอกถึงประสิทธิภาพของสี $L^* a^* b^*$ พบว่า น้ำต่างจากขี้เถ้ารวมให้ผลได้เหมาะสมแก่การก่อกหม้อที่สุด ซึ่งเป็นค่า L^*, a^* และ b^* เท่ากับ 1.03 -0.233 และ 0.367 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าเป็นสีย้อมที่เป็นสีน้ำเงินเข้ม ตรงตามมาตรฐานของสีผ้าหม้อห้อม สอดคล้องกับในประเทศญี่ปุ่น พบว่า เพื่อให้เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชันสำหรับการผลิตสีอินดิโกโดยการหมักในสภาวะที่เป็นด่างสูง คือ มีค่า $pH > 10$ ซึ่งในสภาพเช่นนี้ สีอินดิโกจะถูกเปลี่ยนเป็นลิวโคอินดิโก ซึ่งสามารถซึมผ่านเข้าไปในผ้าได้ นอกจากนี้ Yumoto *et al.* (2004) รายงานว่า pH 9-12 มีความสามารถในการรีดิวซ์สีอินดิโกให้เป็นลิวโคอินดิโกได้ ซึ่งเห็นได้ชัดว่า ปริมาณลิวโคอินดิโกนั้นมีผลต่อการย้อมผ้าหม้อห้อมอย่างยิ่ง

4. ผลการศึกษาและพัฒนาผงกรด

จากการศึกษาการพัฒนาผงกรด พบว่า น้ำมะขามเปียก ผงกรด มี pH อยู่ระหว่าง 1-4 ตามค่าความเป็นกรดที่เหมาะสม และผงกรดนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเป็นส่วนผสมในชุดย้อมหม้อห้อมสำเร็จรูป เนื่องจากสามารถทำให้เกิดลิวโคอินดิโกได้ สอดคล้องกับรายงานของ Nichoson *et al.* (2005) รายงานว่า น้ำกรดหรือน้ำส้มมีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์อย่างอ่อน ซึ่งสารดังกล่าวจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีอินดิโกที่อยู่ในรูป Oxidized form (ไม่ละลายน้ำ) ซึ่งเป็นสารพวกลิวโคอินดิโกสามารถแทรกซึมในเนื้อผ้าและเกาะติดเนื้อผ้าได้ในขณะย้อม โดยปกติการล้างจะไม่ทำให้สีตก (Table 5)

Table 5. Dye quality, Color fixing efficiency and pH of acid powder

Sample	Initial pH	pH after	Leuco-indigo ($\mu\text{g/ml}$)	L^*	a^*	b^*
Tamarind juice	3.04	10.67	121.59	4.01	0.95	0.48
Acid powder	3.16	10.88	138.03	4.48	0.13	0.51

5. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดย้อมหม้อห้อมสำเร็จรูป (ชุด Kit)

โดยหลังจากได้ส่วนประกอบของชุด Kit ได้แก่ หัวเชื้อจุลินทรีย์แบบแห้ง ผงต่าง และผงกรด

Table 6. Dye quality, color fixing efficiency and pH

Sample	pH	Leuco-indigo ($\mu\text{g/mL}$)	L*	a*	b*
Set kit	10.61	136.42	0.26	-0.07	0.67
Indigo paste form Indigo	10.59	157.08	1.03	-0.02	-0.37
Indigo paste form Hom	10.73	142.32	0.80	-0.69	-0.75

จาก Table 6 พบว่า ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก ของเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus cereus* พบว่า มีการสร้างลิวโคอินดิโกได้สูงถึง 157.08 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีหัวเชื้อจุลินทรีย์แม้ในสภาวะที่ค่า pH ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของคุณภาพสี โดยตัวอย่างน้ำก่อนย้อมที่มีหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้ค่า L*, a* และ b* ที่ต่ำที่สุด คือ 1.03, -0.02 และ 0.36 ตามลำดับ แสดงถึงคุณภาพสีที่มีความเข้ม รวมถึงความเป็นสีน้ำเงิน และเขียว ที่มากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ในการย้อม สอดคล้องกับธนพร (2564) เพราะจะทำให้เส้นฝ้ายสามารถดูดน้ำสีย้อมได้ดี และทำให้ติดสีที่เส้นใยได้ง่าย แล้วนำไปย้อมกับสีอินดิโกในหม้ออินดิโกครั้งละประมาณ 15 นาที จากนั้นนำไปบิดให้หมาด ฝ้ายหรือไหมนั้นจะมีสีเขียวอมเหลืองเพราะอินดิโกยังอยู่ในรูป Reduced form เมื่อนำฝ้ายหรือไหมนั้นทิ้งแดดสีอินดิโกจะถูกอากาศซึ่งมีออกซิเจนอยู่และจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปอยู่ในรูป Oxidized form ซึ่งมีสีน้ำเงินภายในเวลา 2-3 นาที หากสียังไม่เข้มให้นำไปย้อมในหม้ออินดิโกซ้ำอีกประมาณ 6-10 ครั้ง เพราะสีอินดิโกจะค่อย ๆ แทรกซึมเข้าไปในเนื้อฝ้ายหรือไหมแล้วเปลี่ยนไปอยู่ในรูป Oxidized form จนได้สีน้ำเงินเข้มที่สุด จากนั้นจึงนำมาซักด้วยน้ำเปล่าจนได้น้ำใส บิดให้หมาดกระตุ้นเส้นฝ้ายหรือไหมให้ตึงเพื่อเป็นการคลี่เส้นใย และนำไปฟึ่งในร่มหรือฟึ่งแดดก็ได้จะได้เส้นฝ้ายหรือไหมสีน้ำเงินตามต้องการ โดยชุด Kit ประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการรีดิวซ์สีอินดิโกให้เป็นลิวโคอินดิโก ทำให้เม็ดสีอินดิโกมีขนาดเล็กลงทำให้เหมาะต่อการย้อมหม้อ (Nicholson and John, 2005; Compton *et al.*, 2005) สอดคล้องกับรายงาน Herbert *et al.* (2000) ได้ศึกษาปฏิกิริยาเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการย้ายหมู่ของน้ำตาลกลูโคสจาก Uridine diphosphate glucose ในอินดอกซิลไปเป็นอินดิแคนที่ผลิตจาก *Baphicacanthus cusia* Bremek (Acanthaceae) Indoxyl-uridine diphosphate glucose (UDPG)-Glucosyltransferase พบว่าค่า pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ คือ 8.5 และ pH 6.5 ตามลำดับ

สรุป

การพัฒนาชุดย้อมหม้อห้อมธรรมชาติสำเร็จรูป โดยการศึกษาการพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำก๋อหม้อธรรมชาติ ห้อมผงจากห้อมเปียก ผงกรดจากมะขามเปียก และผงต่างจากน้ำต่างของซีเถ้าไม้ต่าง ๆ พบว่าสามารถคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่ให้คุณภาพสีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมสีธรรมชาติที่ดีที่สุด พบว่า เป็นสายพันธุ์ *Bacillus cereus* และทำการเก็บรักษาเชื้อให้แห้งในกระดาศกรองขนาด 2x2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากน้ำย้อมผ้าจากโรงย้อมผ้าธรรมชาติ ในพื้นที่จังหวัดแพร่ และพบว่าห้อมผง 40 กรัม นั้นควรอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง และผงกรด 5 กรัม จากมะขามเปียก ที่ถูกอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และผงต่าง 5 กรัม จากน้ำต่างของซีเถ้าไม้รวม จึงจะเป็นส่วนประกอบในชุด Kit ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการย้อมติดสีผ้าดีขึ้น สีเข้มขึ้น และสามารถควบคุมคุณภาพของเฉดสีได้ในแต่ละกระบวนการย้อม นำที่จะช่วยลดระยะเวลาของการหมักน้ำย้อม ทำให้ขั้นตอนกระบวนการย้อมผ้าลดลง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของผ้าหม้อห้อม โดยไม่มีสารมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ผ้าที่มีสีเป็นธรรมชาติ ด้วยเหตุดังกล่าว จึงมีผู้ประกอบการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ธรรมชาติบำบัด ได้ซื้อสิทธิบัตร เรื่อง ผลิตภัณฑ์ชุดมัดย้อมหม้อห้อมและกรรมวิธีการผลิตการผลิตเลขที่คำขอ 2103001572 วันที่ขอ 7 มิถุนายน 2564 โดยร่วมกับสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

- กัณฑ์นิษฐ สุขชะ, เฉลิมวุธ สมปาก, ชีระชัย ธนานันต์ และนิรมล ศากยวงศ์. (2562). การคัดแยกแบคทีเรียจากน้ำย้อมครามในหม้อย้อมและดินบริเวณย้อมครามเพื่อประยุกต์ใช้ในการย้อมและบำบัดน้ำเสีย. *Thai Journal of Science and Technology*, 8(5), 552-564.
- ณัฐพร จันทรฉาย. (2564). หม้อห้อมแพร่ย้อมธรรมชาติเชิงพาณิชย์. บริษัทสมาร์ทโคตติ้ง แอนด์ เซอร์วิส จำกัด. 202.
- ณัฐพร จันทรฉาย และอัญญา บัญประจวบ. (2564). ผลของความเป็นกรด-ด่างของดินต่อการเติบโตและคุณภาพการให้สีครามของห้อม (*Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek.) ในพื้นที่จังหวัดแพร่, *วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย*, 5(1), 91-104
- สมพงศ์ โอทอง และเบญจวรรณ บัวขวัญ. (2556). การพัฒนากล้าเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในกระบวนการหมักสีครามจากต้นครามและการเก็บรักษาสีครามในสภาพเหมาะสมต่อการย้อม, รายงานวิจัยโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา, 65 หน้า.

Aino, K., Narihiro, T., Minamida, K., Kamagata, Y., Yoshimune, K. & Yumoto, I. (2010) Bacterial community characterization and dynamics of indigo fermentation, *FEMS Microbiol. Ecol.* 74, 174-183.

Compton, R.G. Welch, C.M. Bank, C.E. & Simm, A.O. (2005). Silver nanoparticle assemblies supported on glassy-carbon electrodes for the electro-analytical detection of hydrogen peroxide.

for Analytical and Bioanalytical Chemistry, 1, 12-21.

Herbst, W. and Hunger, K. (2000). *Industrial Organic Pigment : Production, Properties, Application*, VCH Verlagsgesellschaft, Germany.

Li, H.X., Xu, B., Tang, L., Zhang, J.H. & Mao, Z.G. (2015). Reductive decolorization of indigo carmine dye with *Bacillus* sp. MZS10, *Int. for Biodeterior. Biodegrad.* 103, 30-37.

Nakajima, K., Hirota, K., Nodasaka, Y. & Yumoto, I. (2005). *Alkalibacterium iburiense* sp. Nov., and obligate alkaliphile that reduce an indigo dye. *Int J Syst Evol Microbiol.* 55(4), 1525-1530.



การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์
(Poster Presentation)

กลุ่ม 1

เทคโนโลยีและนวัตกรรม
ทางการเกษตรและอาหาร

ทรัพยากรพันธุกรรมข้าวเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์

Utilization of Rice Genetic Resources: Exploring Opportunities and Applications

จิตรา สุวรรณ^{1*} พิรพล ม่วงงาม¹ วัชรี สุขวิวัฒน์¹ ปราณี มณีนิล¹ ธารารัตน์ มณีนุ่ม¹ กนกอร วุฒิมวงศ์¹
บงอร ธรรมสามิสรณ์² ประจักษ์ เหล็งบำรุง³ มานิกา น้อยเอี่ยม³ อาทิตยา ยอดใจ⁴ อรุสยาน์ ขวัญเรือน⁵
ศิลาวัน จันทรบุดร⁶ กุลชนา ดาร์เวล⁷ คคนางค์ ปัญญาลือ⁷ พันนิภา ยาใจ⁷ เปรมกมล มุลนิลตา⁸
อนรรฆพล บุญช่วย⁹ ชณินพัฒน์ ทองรอด⁹ เกสินี ทบตัน¹⁰ สุรเชษฐ์ ขามนตรี¹¹ อังคณา กันทาจันทร์¹¹
คณินิจ ศรีวิสัย¹¹ ยุพดี รัตนพันธ์¹¹ อุไรวรรณ คชสฤตย์¹² ขวัญใจ คชภักดี¹³ เอกราช แก้วนางโอ¹³
ธนาภา สมใจ¹³ รอยบุญ จำรัสกาญจน์¹⁴ วันพร เข้มมุกต์¹⁵ จินตนา ไชยวงศ์¹⁵ และ อุดมพรรณ กลาสี¹⁶

¹ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปทุมธานี 12110

²สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ สุพรรณบุรี 72000

³ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี ราชบุรี 70000

⁴ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50120

⁵ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย เชียงราย 57120

⁶ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง เชียงใหม่ 50250

⁷ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ แพร่ 54000

⁸ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก พิษณุโลก 65130

⁹ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ชัยนาท 17000

¹⁰ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี ลพบุรี 15120

¹¹ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร สกลนคร 47000

¹²ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

¹³ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง พัทลุง 93000

¹⁴ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช 80330

¹⁵กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹⁶ข้าราชการบำนาญ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: Jitra.s@rice.mail.go.th

บทคัดย่อ

ประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวน 2,000 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ปลูกศึกษาในฤดูนาปี 2563-2564 ที่ศูนย์วิจัยข้าว 16 แห่ง วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี จำนวน 800 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ และทดสอบปฏิกริยาต่อแมลงที่สำคัญ จำนวน 700 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ผลการทดลอง พบเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะดีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ออกดอกเร็ว จำนวน 71 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ จำนวนรวมมาก จำนวน 9 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ลักษณะรวงยาว จำนวน 11 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ขนาดเมล็ดเล็ก จำนวน 2 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ขนาดเมล็ดใหญ่ จำนวน 35 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ปริมาณอมิโลสต่ำ จำนวน 13 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ปริมาณอมิโลสสูง จำนวน 20 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ และพบเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานต่อแมลงในระดับต้านทานสูง (HR) ได้แก่ เพ็ญกระโดดสีน้ำตาล จำนวน 33 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ หอนกอข้าว จำนวน 13 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ และแมลงบัว จำนวน 20 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ นักปรับปรุงพันธุ์สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนการผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวและสามารถเลือกใช้พันธุ์ข้าวได้ตรงกับความต้องการ

คำสำคัญ: การประเมิน ข้าว เชื้อพันธุ์กรรม

Abstract

This research study aimed to evaluate the morphological characteristics of 2,000 rice accessions during the period of 2020-2021 at 16 rice research centers. Among the evaluated accessions, 800 were assessed for their grain physical and chemical qualities, while 700 were evaluated for their reactions to rice insects. The results identified several rice accessions with distinct traits that hold potential for further utilization. Specifically, 71 accessions exhibited early flowering, 9 accessions displayed a high panicle number, 11 accessions possessed long panicles, 2 accessions had small grain size, and 35 accessions had large grain size.

Furthermore, a subset of the evaluated accessions (800) underwent analysis for grain chemical quality, revealing 13 accessions with low amylose content and 20 accessions with high amylose content. Additionally, the evaluation of reactions to major rice pests identified several rice accessions demonstrating high resistance (HR) to rice insects. Especially, 33 accessions displayed resistance to brown planthopper, 13 accessions exhibited resistance to stem borers, and 20 accessions showcased resistance to rice gall midge. These findings provide valuable insights for rice breeders in selecting desirable rice germplasm for various objectives in future rice breeding programs.

Keywords: Evaluation, Genetic resources, Rice

บทนำ

ประเทศไทย อยู่ในบริเวณของศูนย์กลางแหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของพันธุ์ข้าว ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศในแหล่งปลูกข้าวของแต่ละภาคมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าว ทั้งในข้าวปลูก พันธุ์พื้นเมืองและข้าวป่า โดยเฉพาะข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยแต่ละพันธุ์ต่างมีลักษณะเฉพาะตัว บางพันธุ์แม้ให้ผลผลิตต่ำแต่ก็มีลักษณะดีบางประการ เช่น คุณภาพเมล็ด คุณภาพในการหุงต้ม ความต้านทานโรคแมลง เป็นต้น ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมืองบางพันธุ์ในปัจจุบันไม่มีการปลูกแล้ว ปัจจุบันศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ดำเนินการอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวไว้มากกว่า 24,000 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ (สมทรง, 2550) เชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่อนุรักษ์ไว้ นับได้ว่าเป็นแหล่งพันธุกรรมสุดท้ายเปรียบเสมือนสมบัติของชาติ และเป็นแหล่งของความแปรปรวนทางพันธุกรรมอย่างดี สำหรับนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ภารกิจหลักของศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติที่ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องคือ การประเมินลักษณะและคุณค่าของเชื้อพันธุ์กรรมข้าว โดยแต่ละปีได้จัดส่งเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวไปปลูกศึกษาและประเมินลักษณะที่ศูนย์วิจัยข้าวต่างๆ ซึ่งอยู่ในบริเวณแหล่งที่เก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์ข้าวและมี

สภาพนิเวศที่เหมาะสมกับพันธุ์ข้าวนี้ๆ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และลักษณะที่สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ (สงกรานต์, 2537) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ ของเชื้อพันธุ์ข้าวยังมีค่อนข้างน้อยจึงต้องทำการประเมินลักษณะของเชื้อพันธุ์ข้าวเพิ่มเติม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินคุณค่าของเชื้อพันธุ์ข้าว ได้แก่ ลักษณะสัณฐานวิทยาและความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญๆ ตลอดจนคุณภาพของเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถให้บริการแก่บุคคลทั่วไปที่ต้องการค้นหาพันธุ์ข้าวซึ่งมีลักษณะที่เหมาะสม สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการพัฒนาพันธุ์หรือปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาดในอนาคตต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การปลูกศึกษาและประเมินลักษณะประจำพันธุ์ข้าว

วิธีปฏิบัติการทดลอง ปลูกประเมินลักษณะประจำพันธุ์ข้าวที่ศูนย์วิจัยข้าว 16 แห่งๆ ละ 50-100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์/ปี ดังนี้ ข้าวนาสวน ข้าวขึ้นน้ำ นำตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวไปปลูกเป็นแถวแบบsystematic arrangement จำนวน 1 ไร่ โดยปักดำกอลละ 1 ต้น ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาว 5 เมตร ระยะปลูก 25x33.33 ซม. ปลูกพันธุ์มาตรฐานไว้เปรียบเทียบกับทุกๆ 10 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ข้าวไร่ ปลูกตัวอย่างเชื้อพันธุ์ละ 10 แถวๆ ยาว 5 เมตร หยอดหลุมละ 5 เมล็ด เมื่อข้าวอายุ 20 วัน ถอนให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก./ไร่ (N-P₂O₅-K₂O) ก่อนปักดำ และ 3-0-0 กก./ไร่ ในระยะข้าวเริ่มตั้งท้อง ดูแลรักษา ตัดข้าวปน บันทึกข้อมูล และเก็บเกี่ยวแยกแต่ละตัวอย่างเชื้อพันธุ์

การบันทึกข้อมูล บันทึกลักษณะข้าวในแปลงทดลอง ตามแบบบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ข้าวของศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ จำนวน 33 ลักษณะ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ได้แก่ ระยะแตกกอเต็มที่ ระยะออกรวง 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะออกรวงแล้ว 20-25 วัน และระยะเก็บเกี่ยว (อรพิน, 2550)

สถานที่ดำเนินงาน ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวปราชญ์บุรี ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ศูนย์วิจัยข้าวสระเม็ງ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง และศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช

2. การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี

ขั้นตอนและวิธีการ วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี จำนวน 400 ตัวอย่าง/ปี ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวมาทำความสะอาด แบ่งส่วนหนึ่งออกไปดูสีเปลือก สีกลีบรองดอก และวัดขนาดของกลีบรองดอก จากนั้นนำไปกะเทาะเปลือกเพื่อตรวจสอบสีข้าวกล้อง วัดขนาด ความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ด โดยสุ่มตัวอย่างละ 10 เมล็ด แล้วหาค่าเฉลี่ย แบ่งตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวส่วนหนึ่งนำไปกะเทาะและขัดขาวเพื่อประเมินค่าท้องไข และชนิดของ Endosperm ด้วยตาเปล่า และนำตัวอย่างเมล็ดข้าวที่เหลือไปหาน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยสุ่มนับ 3 ไร่ ซึ่งวัดความชื้น และคำนวณหาพื้นที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางเคมี นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวบางส่วนมากระเทาะให้เป็นข้าวกล้อง และขัดสีให้เป็นข้าวขาว นำข้าวขาวมาทำการวิเคราะห์หาอุณหภูมิแป้งสุก (Little *et al*, 1958) โดยประเมินจากค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Juliano *et al*, 1984) และกลิ่นหอม โดยผู้ที่ได้รับการฝึกมาก่อน แบ่งตัวอย่างข้าวมาบดให้เป็นแป้งด้วยเครื่อง Cyclone sample mill ให้มีความละเอียด 80-100 เมช แล้ววิเคราะห์ปริมาณอมิโลส (Juliano *et al*, 1981) และความคงตัวของแป้งสุก (Cagampang *et al*, 1973)

สถานที่ดำเนินงาน ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

3. การศึกษาปฏิกิริยาของเชื้อพันธุ์ข้าวต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุ์ข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แห่งละ 150 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์/ปี ทดสอบในสภาพโรงเรือนทดลอง ปลูกข้าวแบบ systematic arrangement 3 ซ้ำ โดยมีข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบ และพันธุ์ TN1 เป็นพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ ปลูกข้าวทดสอบในกระบะไม้โดยปลูกเป็นแถว ๆ ละ 20-25 ต้นต่อสายพันธุ์ กระบะหนึ่งปลูกได้ 24 สายพันธุ์ เมื่อข้าวมีใบ 2-3 ใบ ปล่อยตัวอ่อนแมลงวัยที่ 2-3 ลงบนต้นข้าวประมาณ 5-8 ตัวต่อต้น

การบันทึกข้อมูล ตรวจสอบผลการทดลองเมื่อพันธุ์ TN1 แห่งตายหมด ตามมาตรฐานการประเมินความต้านทานของสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI, 1996)

สถานที่ดำเนินงาน ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร กองวิจัยและพัฒนาข้าว

หนอนกอข้าว

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุ์ข้าวต่อหนอนกอข้าว แห่งละ 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์/ปี ปลูกข้าวแบบ systematic arrangement 3 ซ้ำ โดยมีข้าวพันธุ์ TKM6 เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบ และ พันธุ์ IR8 เป็นพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ ปลูกข้าวทดสอบในแปลงทดลองโดยวิธีปักดำ ระยะปักดำ 25x25 ซม. แถวละ 20 กอๆ ละ 1 ต้น สายพันธุ์ละ 1 แถว ทุกๆ 10 แถวของพันธุ์ทดสอบปลูกคั่นด้วยพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ

การบันทึกข้อมูล ตรวจสอบผลการทดลองในระยะข้าวแตกกอ ตั้งท้อง และออกรวง ตามมาตรฐานการประเมินความต้านทานของสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI, 1996)

สถานที่ดำเนินงาน ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร

แมลงบัว

วิธีการปฏิบัติทดลอง ทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุ์ข้าวต่อแมลงบัว แห่งละ 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์/ปี ทดสอบในสภาพโรงเรือนทดลอง เตรียมดินปลูกใส่กระบะปลูกข้าว ทำแผนผังการปลูก สุ่มและจัดลำดับการปลูก ตามแผนผัง กระบะขนาด 50x60x7 ซม. แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 15 แถว แต่ละแถวยาว 8 ซม. ระยะระหว่างแถว 3 ซม. ทุกกลุ่มของพันธุ์ทดสอบจะมีพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบได้แก่ เหมยนอง 62 เอ็ม และพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ ได้แก่ กข1 กข4 กข6 และ ขาวดอกมะลิ 105 โดยการปลูกสลับทุกพันธุ์ทดสอบ

5 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกข้าวโดยใช้ข้าวที่เริ่มงอก 1 วัน แลวละประมาณ 25-30 ต้น แล้วครอบด้วยกรงตาข่ายถี่ ให้ข้าวได้รับแสงแดดเพียงพอ แล้วถอนต้นข้าวที่เหลือแลวละ 25 ต้น ที่สมบูรณ์สม่ำเสมอ และย้ายกระบะเข้าไปใส่ในกรงฟักไข่ขนาด 44x55x44 นิ้ว ในที่ร่ม ฟนละองน้ำให้ชุ่ม แลวปล่อยแมลงบั่วในอัตราเฉลี่ยตัวเมีย 30 ตัว ตัวผู้ 15 ตัว ต่อ 1 กระบะ อยู่ในกรงฟักไข่ประมาณ 3-5 วัน แลวย้ายออกมากลางแจ้ง จนต้นข้าวเกิดหลอดบั่ว เก็บตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้นไปขยายพันธุ์ต่อไป แลวรอให้แมลงบั่วออกจากหลอดแล้วประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของหลอดที่เกิดขึ้นทั้งหมด

การบันทึกข้อมูล ตรวจนับการทำลายที่เกิดขึ้น ตามมาตรฐานการประเมินความต้านทานของสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI, 1996)

สถานที่ดำเนินงาน ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร กองวิจัยและพัฒนาข้าว

ผลและอภิปรายผล

1. การปลูกศึกษาและประเมินลักษณะประจำพันธุ์ข้าว

ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของเชื้อพันธุ์ข้าว ที่ปลูกศึกษาและประเมินลักษณะในฤดูนาปี 2563-2564 ที่ศูนย์วิจัยข้าว 16 แห่ง จำนวน 2,000 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ดังนี้

ระยะแตกกอเต็มที่ พบส่วนใหญ่มีขนบนแผ่นใบ แผ่นใบและกาบใบมีสีเขียว บางพันธุ์แผ่นใบมีสีม่วงที่ขอบ ม่วงและม่วงผสมเขียว กาบใบสีเขียวมีเส้นม่วงและม่วง พบทุกตัวอย่างเชื้อพันธุ์มีลิ้นใบสีขาวและรูปร่างของลิ้นใบมี 2 ยอด หูใบและข้อต่อใบสีเขียว บางพันธุ์พบมีสีม่วงหรือเส้นม่วง ความยาวลิ้นใบมีค่าเฉลี่ย 16.6-23.6 มิลลิเมตร

ระยะออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ พบวันออกดอกอยู่ระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือน พฤศจิกายน ส่วนใหญ่ทรงกอตั้ง พบบางพันธุ์ กอเบะ และกอแผ่ สีของยอดเกสรเพศเมียส่วนใหญ่มีสีขาว บางพันธุ์พบสีม่วงดำ และม่วงอ่อน ยอดดอกและกลีบรองดอกสีขาวหรือฟาง บางพันธุ์พบสีอื่น ๆ เช่น ม่วง แดง น้ำตาล ส่วนใหญ่เมล็ดไม่มีหางพันธุ์ที่เมล็ดมีหางมักพบหางมีสีฟาง ปล้องมีสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ พบสีเหลืองอ่อนและเขียวเส้นม่วงในบางพันธุ์ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยตั้งแต่ 4.0-7.4 มิลลิเมตร

ระยะออกรวงแล้ว 20-25 วัน พบส่วนใหญ่มีลักษณะลำต้นค่อนข้างแข็ง แข็งปานกลางและแข็งมาก ใบธงตั้งตรง บางพันธุ์พบใบธงแบบอื่น ๆ เช่น เป็นแฉนวนอน ปานกลาง และหักลง ความยาวของลำต้นเฉลี่ยตั้งแต่ 96.50 - 155.50 เซนติเมตร ความยาวแผ่นใบเฉลี่ย 40-54 เซนติเมตร ความกว้างแผ่นใบเฉลี่ย 1.2-1.5 เซนติเมตร จำนวนรวงพบตั้งแต่ 8 ถึง 30 รวงต่อกอ ความยาวของรวงพบตั้งแต่ 20-41 เซนติเมตร ส่วนใหญ่มีคอรวงยาว พบทุกตัวอย่างเชื้อพันธุ์มีลักษณะก้านรวงทั้งรวงอ่อน และส่วนใหญ่แตกกระแงปานกลางถึงระแงถี่

ระยะเก็บเกี่ยว พบส่วนใหญ่มีลักษณะใบแก่ปานกลาง เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม ติดเมล็ดปานกลางถึงดี การร่วงของเมล็ดมีทั้งร่วงยาก ร่วงน้อย และร่วงง่าย ส่วนใหญ่ร่วงปานกลาง การนวดง่ายถึงปานกลาง

พบเชื้อพันธุ้ข้าวที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้ ออกดอกเร็ว พบเชื้อพันธุ้ข้าวที่ออกดอกช่วงเดือนกันยายน จำนวน 71 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ จำนวนรวมมาก (> 25 รวงต่อกอ) จำนวน 9 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ และรวงยาว (> 35 เซนติเมตร) จำนวน 11 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ ตามลำดับ (Table 1)

2. การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพของเชื้อพันธุ้ข้าวที่ปลูกประเมินลักษณะในฤดูนาปี 2563-2564 จำนวน 800 ตัวอย่าง แบ่งออกได้เป็นข้าวเจ้า 522 ตัวอย่าง ข้าวเหนียว 238 ตัวอย่าง และเป็นข้าวปน 40 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ พบว่า เมล็ดข้าวทุกตัวอย่างมีกลีบรองดอกสั้น มีสีฟางเป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับสีของเปลือกเมล็ด ในข้าวเจ้า สีข้าวกล้องที่พบได้แก่ สีขาวและแดง เมล็ดมีรูปร่างเรียวยาว เมล็ดข้าวส่วนใหญ่มีความยาวเมล็ด 7.01-7.50 มิลลิเมตร มีค่าท้องไร่ระดับมาก ส่วนข้าวเหนียว มีข้าวกล้องสีขาว ม่วง และแดง ส่วนใหญ่เมล็ดมีรูปร่างค่อนข้างป้อม ผลการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางเคมี พบว่า ข้าวเจ้าส่วนใหญ่มีปริมาณอมิโลสปานกลาง มีความคงตัวแป้งสูงตั้งแต่แข็งจนถึงปานกลาง และมีค่าการสลายเมล็ดในต่างอยู่ในระดับปานกลาง อัตรายัดตัวของเมล็ดข้าวสุกมีค่าอยู่ระหว่าง 1.42-2.08 เท่า และทุกตัวอย่างไม่มีกลิ่นหอม ข้าวเหนียวส่วนใหญ่มีค่าความคงตัวแป้งสูงอ่อน ค่าการสลายเมล็ดในต่างอยู่ในระดับปานกลาง และทุกตัวอย่างไม่มีกลิ่นหอม

จากการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมีของเชื้อพันธุ้ข้าว พบเชื้อพันธุ้ข้าวที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้ เช่น เมล็ดเล็ก (น้ำหนัก 100 เมล็ด น้อยกว่า 1.5 กรัม) จำนวน 2 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ ได้แก่ NAN TE (G.S. No. 8543) และ ดอกหอม (G.S. No. 13975) เมล็ดใหญ่ (น้ำหนัก 100 เมล็ด มากกว่า 4.0 กรัม) จำนวน 35 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ ปริมาณอมิโลสต่ำ (10-14 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 13 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ และปริมาณอมิโลสสูง (> 27เปอร์เซ็นต์) จำนวน 20 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ ตามลำดับ (Table 1)

3. การศึกษาปฏิกิริยาของเชื้อพันธุ้ข้าวต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผลการทดสอบปฏิกิริยาต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ของเชื้อพันธุ้ข้าวที่ปลูกประเมินลักษณะในฤดูนาปี 2563-2564 จำนวน 300 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ้ข้าวที่ผลทดสอบปฏิกิริยามีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระดับต้านทานสูง (HR) จำนวน 33 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ (Table 2)

หนอนกอข้าว ผลการทดสอบปฏิกิริยาต่อหนอนกอข้าว ของเชื้อพันธุ้ข้าวที่ปลูกประเมินลักษณะในฤดูนาปี 2563-2564 จำนวน 200 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ้ข้าวที่ผลทดสอบปฏิกิริยามีความต้านทานต่อหนอนกอ ระดับต้านทานสูง (HR) จำนวน 13 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ (Table 2)

แมลงบัว ผลการทดสอบปฏิกิริยาต่อแมลงบัว ของเชื้อพันธุ้ข้าวที่ปลูกประเมินลักษณะในฤดูนาปี 2563-2564 จำนวน 200 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ้ข้าวที่ผลทดสอบปฏิกิริยามีความต้านทานต่อแมลงบัวระดับต้านทานสูง (HR) จำนวน 20 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ (Table 2)

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินลักษณะของเชื้อพันธุ้ข้าว แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ้ในหลายลักษณะ ซึ่งในพันธุ้กรรมของข้าวพื้นเมืองโดยทั่วไปแล้ว จะยังคงรักษาความหลากหลายเอาไว้ เพื่อให้สามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน สอดคล้องกับ สมทรง และคณะ (2554) ทำการศึกษาและประเมินลักษณะพันธุ้ข้าว จำนวน 3,600 ตัวอย่างเชื้อพันธุ้ ระหว่างปี 2551-2553 พบว่า ส่วนใหญ่แผ่นใบและกาบใบมี

สีเขียว ใบมีขนหรือมีขนบ้าง บางพันธุ์แผ่นใบมีสีม่วงหรือเขียวเส้นม่วง หรือแผ่นใบเกลี้ยงไม่มีขน ปล้องมีสีเขียวหรือเหลืองอ่อน ลิ่นใบสีขาว รูปร่างลิ่นใบมี 2 ยอด หูใบและข้อต่อใบสีเขียว ทรงกอมมีทั้งกอดตั้ง กอแบน กอแผ่ กอแผ่มาก และแผ่เป็นแนวนอน ออกดอกตั้งแต่เดือนกันยายนถึงธันวาคม ยอดดอกและกลีบรองดอกสีขาวหรือฟาง บางพันธุ์มีสีเขียวดอกและกลีบรองดอกอื่นๆ เช่น น้ำตาล แดง ม่วง ส่วนใหญ่เมล็ดไม่มีหาง พันธุ์ที่เมล็ดมีหางมักพบหางข้าวสีฟาง ลำต้นตรงถึงล้มมาก ใบธงมีหลายแบบ ได้แก่ ตั้งตรง ปานกลาง เป็นแนวนอน และหักลง รวงจับกันปานกลางถึงค่อนข้างแน่น คอรวงยาว ก้านรวงอ่อน การแตกกระแจะปานกลาง ถึงระแจะถี่ การแก่ของใบปานกลาง ติดเมล็ดปานกลางถึงดี การร่วงของเมล็ดมีทั้งร่วงยาก ร่วงน้อย ปานกลาง และร่วงง่าย การนวดง่ายถึงปานกลาง จากการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดของเชื้อพันธุ์ข้าว จำนวน 2,384 ตัวอย่าง พบว่า แบ่งออกได้เป็น ข้าวเจ้า 1,609 ตัวอย่าง ข้าวเหนียว 763 ตัวอย่าง ข้าวปน 12 ตัวอย่าง ลักษณะที่พบใน ข้าวเจ้า เมล็ดมีกลีบรองดอกสั้น สีฟางเป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นมีสีน้ำตาลและม่วง สีของเปลือกเมล็ด มักพบสีฟาง นอกนั้นมีสีเหลือง น้ำตาล และดำ สีของข้าวกล้องพบสีขาวและแดง เมล็ดมีรูปร่างเรียวย ท้องไข่น้อยถึงมาก ส่วนใหญ่มีปริมาณอมิโลสปานกลางถึงสูง อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกมีค่าตั้งแต่ 1.5-1.9 ไม่มีกลิ่นหอม ในข้าวเหนียว เมล็ดมีกลีบรองดอกสั้น สีฟางเป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นมีสีน้ำตาลและม่วง สีของเปลือกเมล็ดมักพบสีฟาง นอกนั้นมีสีเหลือง น้ำตาล และดำ ส่วนสีของข้าวกล้องที่พบ ได้แก่ ขาว ดำ แดง และน้ำตาล เมล็ดมีรูปร่างค่อนข้างป้อม ไม่มีกลิ่นหอม ผลการทดสอบปฏิกิริยาต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จำนวน 1,832 ตัวอย่าง พบส่วนใหญ่ไม่ต้านทาน ผลการทดสอบปฏิกิริยาต่อแมลงบั่ว จำนวน 900 ตัวอย่าง พบเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานสูงและต้านทาน จำนวน 12 และ 22 ตัวอย่าง ตามลำดับ

Table 1. Identification of Rice Accessions with Potential Traits for Further Utilization

Traits	Accession (G.S. No.)
Early-flowering	LEUANG KHAMIN (1312), LEUANG DONG (1365), KUAB LOK (1417), SENG (1804), PAE (1807), MALAGKIT SUNGSONG (2328), IR 1480-147-3-2 (2407), MRC 172-9 (2415), C 22 (2416), DAW PAWNG AEW (2725), DAWK DOO (2872), JA CHIH (2879), DAW KHAO (3363), E-GAWM (3904), SAHM HONG (3907), NAHNG SUAN (4046), GLUAY (4434), DAW LEUANG NAM PUENG (4448), KHAO NGONG (4997), DAW DAENG (5568), NIAW HAWM (5595), DAW NOI (5649), E-NAWN KHAO (5657), DAW YUAN (5664), KHAO' DAENG JONG (5867), KHAO' HOK (5927), KHAO MAHK KHAEK (6511), SALUMPIKIT (6772), MALED YAO (6967), PRAE (7507), SEW (7723), JED SIB WAN (7726), DAW NOK GAEN (7730), DAW BUN MAH (7731), SAHM DEUAN (7733), SIM (7742), BUENG ENG WAWNG (8090), KHAO MED YAO (8967), LEB NOK (11131), DAW NOI (12156), DAW RONG BOM (13807), MAHK PAHNG (13905), JAO DAM (13914), KHAO NOI (13993), YAH TAW (14040), BLE CHAI (15171), DAW PON (15918), PRAE DAM (19741), NO NAME (19759), SPRLR81081-89-2-1 (20351), IR 56376-CPA-5-3-1-3 (20359), SPT7202-PRE-8-1 (20733), IRNET78027-SKN-B3-3 (20734), IR 62558-SRN-17-2-1-B (20861), DAW SAYAN (21620), KHAO' DAW (21622),

Traits	Accession (G.S. No.)
	NIAW PLAH SEW (21627), DAO YUAN (21671), RD 10 (22199), DAW PAWNG AEW (22308), LEUANG BUN MAH (22698), DAW KHAO (22702), NAH SUAN (24457), KHAO' DAW (22748), PLAH SEW (22753), E-YI (22769), GON DAM LEK (22782), HAO (22810), PAH-TAWNG DAW (24464), MAE HAHNG (24467)
High panicle number (> 25)	T 52 (282), JA CHIH (2879), KHUA NIAW (3089), LEUANG RAHAENG (3769), LEUANG RAWD NI (4072), PUANG HAHNG MAH (6172), LEUANG HAWM (6192), KHAO PRAYAH CHOM (15972), KHAO TAH HAENG NAK (15981)
long panicle (> 35 cm.)	AH NAW GA YAW 5 1 3-5-196 (1567), LEUANG HAWM (1751), PAYAH CHOM (3699), KHAO AH-GAHD (3761), JAN TE (9811), NAHNG PIM (10272), LEB NOK (11131), GAM LAHNG (12744), CHAW JAMPAH (15674), SA LA MA (15740), GAEN TAWNG (23112)
Large grain size (> 4.0 g.)	MAN PED 36-32-118 (49), KHITOM YAI 34-7-48 (150), KHITOM KHAO 222-42-5 (598), DAW POOTAN (1408), GAEW (1447), NAHNG GOW DAW (3155), E-AHNG (3260), E-LEUANG (3299), E-PUN (3327), E-LON (3342), NIAW DAENG (3413), NIAW LAO (3429), NIAW LAMPAHNG (3436), KHITOM NAHK (4485), KHAO' YAI (4503), MAN PED (4504), NAH PRANG (4991), DAWK JAN (5612), MAN PED (5732), GAEN TAENG (5748), MAN PED (5840), KHAO' PRAE (6022), TON SOD (6321), LEUANG TAWNG DAW (6401), RIAN TAWNG (6414), LAEM TAWNG (6672), GAHB AOI (6676), DAW SI JAI (6706), PAH TAHN (9236), GAHB YAHNG (10675), SIN SAMUT (11821), MAHK BAHNG (12098), LEB CHAHNG (20901), NAHNG TIP (21649), GAHB MAHK (21683)
Low amylose content (10-14 %)	EMATA 1-3 (1), KHAO DAWK MALI 105 (1625), KHAO' HAWM (4869), KHAO DAWK MALI 105 (6723), SANG YOD (7000), KHAO DAWK MALI 105 (13743), KHAO DAWK MALI 105 (13744), KHAO DAWK MALI 105 (18431), KHAO DAWK MALI 105 (22789), KHAO DAWK MALI 105 (22791), KHAO' PRAE (24426), HA YI GAW (24574), KHAO DAWK MALI 105 (24844)
High amylose content (> 27 %)	PAD HIN 39-12-7 7 (140), LOOK PLAH 77-23-23 (252), HIN GAWNG 105-1-81 (395), BK 307 (423), LEUANG NOI 31-1-39 (588), SKN 13 (1658), SURIN-1 (2705), LEUANG TAWNG (3249), LEUANG DONG (3471), NIAW LOI (4496), KHAO CHAHNG (5781), TAH JAI (5794), LEUANG GOO (7603), LEUANG TAWNG (7952), KHAO NAHNG LONG (9415), SPRLR77110-PSL-45-4-2 (18063), GAHB MAHK (21683), BEU HAI (21880), PSBRC 2 (23905), RD 29 (24534)

Table 2. Identification of Rice Accessions with High Resistance (HR) to Major Insect Pests

Insects	Accession (G.S. No.)
Brown planthopper	BK 891 (32), LEUANG TAWNG 5 (953), EK1240 (1729), KHAO' GLAHNG (1852), BI E-GAW (1856), IR790-80-4-1 (2200), IR1614-332-1 (2411), IR4427-72-3 (2762), MA TAHN (3135), LEUANG YAI (3841), TAH PAE (4969), KHAO' RAI (5037), CHENG KIN SEN KO (18911), DAW DAM (19557), GAEW (19564), HAWM PAMAH (19844), DOM-SOFID (19906), GON JUD (21144), PUANG NGERN (21256), LEUANG TAWNG (21267), LUANG BOW (21378), NAHNG TAH KUI (21758), TAY HAW (21767), KHAO HAWM (22374), IR64 (22684), FAI MAI (22903), PTT9007-1-93-8-1-1 (23068), DAENG NOI (21741), JE WA (23799), KHAO ' HAWM DAENG (24399), LOOK NAWN (24406), MALI HAWM (24444), PHITSANULOK 2 (24551)
Stem borer	PAMAH LEUANG 31-6-23 (169), FAO 5797 (274), FI 6264 (376), KHAO DAWN (4091), TAH KOD (4944), PI LAO (5140), FEUANG NGAHM (5151), JAO LEUANG (5705), JIKKOKU SERANAI (5842), GAHN DIAW (6242), DAW PRAE (13790), KHAO NOI (13993), KHAO (14176)
Rice gall midge	DAW NOK GAEN (7730), LOOK KHAW (12693), IR 12721-4-1-1 (13681), MAHK PO (13937), IR 9763-11-2-3 (15259), TONG BANLA (15290), TBAUNG KHMUM (15296), ARITH (15429), BKN6973-295-3 (16374), NGTLR77005-3NSR (16386), KGT7239-37-1-1 (16392), NAHNG MUI (16401), LOOK NAHK (16407), PN-43-20-9 (16412), SPTR82022-PRE-12-3-2-GM-1 (16522), SPTR82022-PRE-25-2-1-GM-3 (16523), BASMATI NAROT 439 (17874), BASMATI SURKH 161 (17886), WC 1256 (18130), SPRLR75001-68-2-2 (20653)

สรุป

เชื้อพันธุ์ข้าวที่อนุรักษ์ไว้ในศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ มีความหลากหลายทางพันธุกรรม แสดงออกมาในลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร ผลจากการประเมินลักษณะและคุณค่าของเชื้อพันธุ์ข้าว พบเชื้อพันธุ์ข้าวที่อนุรักษ์ไว้จำนวนหนึ่งมีลักษณะดีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้ ออกดอกเร็ว พบเชื้อพันธุ์ข้าวที่ออกดอกช่วงเดือนกันยายน จำนวน 71 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ จำนวนรวมมาก (> 25 รวงต่อกอ) จำนวน 9 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ รวงยาว (> 35 เซนติเมตร) จำนวน 11 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เมล็ดเล็ก (น้ำหนัก 100 เมล็ด น้อยกว่า 1.5 กรัม) จำนวน 2 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เมล็ดใหญ่ (น้ำหนัก 100 เมล็ด มากกว่า 4.0 กรัม) จำนวน 35 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ปริมาณอมิโลสต่ำ (10-14 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 13 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ปริมาณอมิโลสสูง (> 27เปอร์เซ็นต์) จำนวน 20 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนกอข้าว และแมลงบั่ว ในระดับต้านทานสูง จำนวน 33, 13 และ 20 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลของ

ข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ได้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าว หรือศึกษาการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ และใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ปีงบประมาณ 2563-2565

เอกสารอ้างอิง

- สงกรานต์ จิตรากร. (2537). *ข้าว: ทรัพยากรพันธุกรรม*. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- สมทรง โชติชื่น. (2550, 19-21 กุมภาพันธ์). *การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์เชื้อพันธุกรรมข้าว: อดีต ปัจจุบัน และอนาคต* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2550. ปทุมธานี, ประเทศไทย.
- สมทรง โชติชื่น, เกษม สุนทรจารย์, อภิชาติ ลาวัณย์ประเสริฐ, วาสนา พันธุ์เพ็ง, กัญญา เชื้อพันธุ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, วัชร สุขวิวัฒน์, อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ, นลินี เจียงวรรณนะ, ปิยะพันธ์ ศรีคุ้ม, รณชัย ช่างศรี, เปรมฤดี ปินทยา, ปรีดา เสียงใหญ่, พันนิภา ยาใจ, วันชัย โรจนหัสติน, สุวัฒน์ เจียรคงมัน และ ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์. (2554, 3-4 มิถุนายน). *แหล่งพันธุกรรมข้าวเพื่อการใช้ประโยชน์* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการข้าว เนื่องในโอกาสวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ปี 2554. กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- อรพิน วัฒนเสก. (2550, 17-19 กันยายน). *การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ข้าวตามแบบบันทึกมาตรฐานของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ* [เอกสารนำเสนอ]. เรื่อง การจำแนกและประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรมข้าว, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- Cagampang, G. B., Perez, C. M., & Juliano, B. O. (1973). A gel consistency test for eating quality of rice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 1589-1594.
- IRRI. (1996). *Standard Evaluation System for Rice*. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines. 52 p.
- Juliano, B. O., Perez, C. M., Blankeney, A. B., Castillo, D. T., Kongseree, N., Laignelet, B., Lapis, E. T., Murty, V. V. S., Paule, C. M., & Webb, B. D. (1981). International Cooperative Testing on the Amylose Content of Milled Rice. *Starch*, 33, 157-162.
- Juliano, B. O. & Perez, C. M. (1984). Results of a Collaborative Test on the Measurement of Grain Elongation of Milled Rice during Cooking. *Journal of Cereal Science*, 2, 281-292.
- Little, R. R., Hilder, G. B., & Dawson, E. H. (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chemistry*. 35, 111-126.

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการฆ่ามอดข้าวเปลือก

Insecticidal Potential of Different Plant Extracts Against Lesser Grain Borer

Rhyzopertha Dominica Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae)กนกอร วุฒิวงศ์^{1*} นพดล ประยูรสุข² รัตติกาล อินทมา³ และ ชาญชัย ทองโสภา⁴¹ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปทุมธานี 12110²ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา ฉะเชิงเทรา 24170³สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ สุพรรณบุรี 72000⁴สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

*Corresponding author. E-mail address: kanokon003@gmail.com

บทคัดย่อ

การควบคุมมอดข้าวเปลือกนิยมใช้สารเคมีคลุกเมล็ดและรม ทำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ โดยสกัดสารจากพืช 8 ชนิด ได้แก่ อบเชย ขมิ้นชัน ผิวมะกรูด กระชาย ตะไคร้หอม กานพลูกลีบ เปลือกส้ม และโหระพา ด้วยการกลั่นด้วยน้ำ นำสารที่ได้ทดสอบความเป็นพิษในการรม สัมผัส และยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือกภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารสกัดจากโหระพา มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการเป็นสารรม สารสัมผัส และยับยั้งการออกลูกออกหลาน เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดชนิดอื่นๆ ที่ความเข้มข้นเดียวกัน โดยทำให้มอดข้าวเปลือกตายร้อยละ 98 ที่ความเข้มข้น 400 $\mu\text{L L}^{-1}$ air หลังจากรรม 96 ชั่วโมง และทำให้มอดข้าวเปลือกตายร้อยละ 100 ที่ความเข้มข้น 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ หลังจากสัมผัสสาร 7 วัน นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการออกลูกออกหลานได้ร้อยละ 100 ที่ความเข้มข้น 75 $\mu\text{L L}^{-1}$ หลังจากคลุกเมล็ด 14 วัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสารสกัดจากโหระพาเป็นพืชที่มีศักยภาพป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือกได้ดี จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีได้ในอนาคต

คำสำคัญ: มอดข้าวเปลือก ยับยั้งการออกลูกออกหลาน สารรม สารสกัดโหระพา สารสัมผัส

Abstract

Chemical seed treatments and fumigation have been traditionally employed to control the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* Fabricius), but their usage has led to insecticide resistance. This study aimed to investigate the effectiveness of various plant extracts as natural insecticides for controlling the mortality of the lesser grain borer under warehouse conditions. Eight plant extracts, including cinnamon, turmeric, kaffir lime, finger root, citronella, clove, orange peel, and sweet basil, were obtained using the water distillation method. Their fumigation toxicity, direct contact toxicity, and progeny deterrent activities against *R. dominica* were evaluated in laboratory experiments.

The results revealed that the sweet basil extract exhibited the highest efficacy as a natural insecticide against *R. dominica*. Fumigation treatment with 400 μ l L⁻¹ air concentration of sweet basil extract resulted in 98% mortality after 96 hours, and application at 150 μ l L⁻¹ caused 100% mortality after 7 days. Furthermore, seed coating treatment with sweet basil extract at a concentration of 75 μ l L⁻¹ inhibited 100% of *R. dominica* progeny after 14 days.

These findings highlight the significant potential of sweet basil extract as an alternative method for controlling *R. dominica*, offering a safer alternative to harmful synthetic chemicals.

Keywords: Contact, Fumigant, Lesser grain borer, Progeny deterrent, Sweet basil extract

บทนำ

แมลงศัตรูในโรงเก็บเป็นศัตรูทางเศรษฐกิจที่สำคัญที่ทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลง (Srivastava and Subramanian, 2016) โดยสามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ เช่น การกัดกินเมล็ด ทำให้เป็นรูพรุน กลวง เป็นขุยผง สร้างใยทำให้เมล็ดเกาะติดกันเป็นก้อนและการถ่ายมูล มีกลิ่นเหม็น ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต สูญเสียคุณภาพและน้ำหนักและคุณค่าทางโภชนาการ (Rees, 2007) ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานของตลาดต่างประเทศ แมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถทำให้ผลผลิตลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Stejskal *et al*, 2014 และ Sori and Ayana, 2012) รวมทั้งทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกอีกด้วย

มอดข้าวเปลือก (lesser grain borer) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวเปลือกและข้าวสาร ตัวเต็มวัยมีรูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง ส่วนหัวสั้นและงุ้มซ่อนอยู่ใต้อกปล้องแรก ตัวหนอนมีลักษณะขาวขุ่น อาศัยอยู่ภายในเมล็ดข้าว วงจรชีวิตเฉลี่ยใช้เวลา 1 เดือน และตัวเต็มวัยมีชีวิตรอดอยู่นานมากกว่า 5 เดือน (Edde, 2012; Srivastava and Subramanian, 2016) จากรายงานของ Pires and Nogueira (2018) พบว่า มอดข้าวเปลือกเป็นสาเหตุหลักในการระบาดของและ

ทำลายข้าวสารและผลผลิตอื่นๆ โดยสร้างความเสียหายถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันนี้เกษตรกรและโรงสีข้าวส่วนใหญ่มักป้องกันกำจัดโดยวิธีการรมด้วยฟอสฟีน เนื่องจากคุณสมบัติของสารรมฟุ้งกระจายและแทรกซึมผ่านเข้าไปยังกองเมล็ดพันธุ์ และมีประสิทธิภาพสามารถกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต (Liu and Liu, 2014) แต่การใช้สารรมในการควบคุมมักมีผลกระทบต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อมและหากใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้แมลงสร้างความต้านทานได้ (Pimentel *et al.* 2008) โดย Song *et al.* (2011) พบว่ามอดข้าวเปลือกสามารถสร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน ความเข้มข้น 0.017 ถึง 4.272 mg/L และค่าความเป็นพิษ (LC₅₀) สูงกว่าชุดควบคุม การนำสารสกัดจากพืชมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความปลอดภัยมนุษย สัตว์ และไม่ตกค้างสิ่งแวดล้อม (Koul *et al.*, 2008) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาน้ำมันหอมระเหยที่จะสกัดจากพืชมาประยุกต์ใช้เป็นสารฆ่าแมลงมากขึ้น เนื่องจากสามารถสลายตัวได้ง่ายและปลอดภัย สามารถนำมาทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ซึ่งมีอันตรายและตกค้างในผลผลิต สารสกัดจากพืชเป็นหนึ่งในสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่พืชผลิตขึ้นสามารถนำมาใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยมีคุณสมบัติยับยั้งการวางไข่ ยับยั้งการกิน การทำให้เป็นหมันและเป็นพิษต่อแมลง เช่น จากการรายงานของ Souza *et al.* (2016) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพา และสเปียร์มินต์มีความเป็นพิษทางการรมมอดข้าวเปลือก นอกจากนี้มีรายงานที่ชี้ให้เห็นว่า Monoterpenoids ทำให้แมลงตายด้วยการไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholinesterase (Oka *et al.*, 2000) ดังนั้นการนำสารสกัดจากพืชมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ และเพื่อลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีฆ่าแมลงสังเคราะห์ที่เป็นอันตรายในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเลี้ยงและขยายพันธุ์มอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica* Fabricius)

เก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือกจากโรงสีเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี มาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-85 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ข้าวสารสีเป็นอาหาร ใส่ตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือก 300 ตัว ในขวดสีใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร ที่บรรจุข้าวสารสีปริมาณ 250 กรัม ปล่อยให้มอดข้าวเปลือกผสมพันธุ์และวางไข่ 7 วัน หลังจากนั้นนำตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือกออก ไข่ที่ถูกวางจะเจริญเติบโตพัฒนาเป็นระยะหนอน ดักแด้และตัวเต็มวัยรุ่นที่ (F1) ใช้เวลาประมาณ 28-30 วัน ตัวเต็มวัยอายุประมาณ 7-14 วัน จะนำมาใช้ในการทดลอง

2. การเตรียมสารสกัดจากพืชสมุนไพร

นำพืชจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ เปลือกต้นอบเชย เหง้าขมิ้นชัน ผิวมะกรูด เหง้ากระชาย ใบตะไคร้หอม ดอกกานพลู เปลือกส้ม และใบโหระพา ที่ได้มาจากบริษัท ฮงฮวด จำกัด มาสกัดโดยการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) ในอัตราส่วน 1:3 ด้วยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย (clevenger-type apparatus) ทำการกลั่น

8-12 ชั่วโมง เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหย จากนั้นไซเออส่วนที่เป็นน้ำมันออก และทำการกำจัดน้ำที่ปนออกมา โดยเติม sodium sulphate anhydrous นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้บรรจุในขวดแก้วที่ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อป้องกันแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

3. การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการเป็นสารรบกวนต่อมอดข้าวเปลือก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืช จำนวน 8 ชนิด ข้างต้น ให้มีความเข้มข้น 100 150 200 250 300 และ 400 $\mu\text{L L}^{-1}$ air โดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย หยดสารละลายของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ปริมาตร 100 ไมโครลิตร/ความเข้มข้น ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. ทิ้งให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำกระดาษกรองวางบนขวดแก้ว (glass vial) ขนาด 20 มิลลิลิตร ใส่ข้าวกล้องหอมมะลิจำนวน 20 เมล็ด/ขวด จากนั้นปล่อยมอดข้าวเปลือกตัวเต็มวัยอายุ 7-14 วัน จำนวน 10 ตัว ปิดฝาขวดให้สนิท โดยมีอะซิโตนเป็นชุดควบคุม ทำการทดลอง 5 ซ้ำ/ความเข้มข้น นำขวดแก้ววางไว้ภายใต้อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้น 75-80 เปอร์เซ็นต์) บันทึกอัตราการตายของมอดข้าวเปลือกเมื่อเวลาผ่านไป 96 ชั่วโมง

4. การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการเป็นสารสัมผัสต่อมอดข้าวเปลือก

ทำการทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชในการเป็นสารสัมผัสตายด้วยวิธีการคลุกเมล็ด ดัดแปลงจากวิธีการทดลองของดวงสมร และคณะ (2554) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืช จำนวน 8 ชนิด ความเข้มข้น 10 25 50 75 100 และ 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ โดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย นำข้าวเปลือกมาบรรจุลงในขวดแก้วขวดละ 40 กรัม หยดสารละลายจากพืชที่ความเข้มข้นต่างๆ ลงบนข้าวเปลือก ปริมาตร 1 มิลลิตร ทำการเขย่าขวดประมาณ 10 นาที เพื่อให้สารละลายคลุกเคล้ากับเมล็ด ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 10 นาที จากนั้นนำมาบรรจุลงในกล่องพลาสติก ขนาด $9 \times 6.5 \times 4$ เซนติเมตร ปล่อยตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือก อายุ 7-14 วัน จำนวน 20 ตัว/กล่อง วางกล่องที่มีเมล็ดข้าวเปลือกที่คลุกสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ ไว้ภายใต้อุณหภูมิห้อง บันทึกอัตราการตายของแมลง เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน

5. การทดสอบการเป็นสารยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือก

นำข้าวเปลือกที่คลุกด้วยสารสกัดจากพืชทั้ง 8 ชนิด จากการทดลองพิษในการสัมผัสต่อมอดข้าวเปลือก เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้คลุกสาร โดยนำแมลงตัวเต็มวัยที่รอดชีวิตออกจากกล่อง จากนั้นบันทึกจำนวนในการเจริญเติบโตของมอดข้าวเปลือกและคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการออกลูกออกหลานโดยอ้างอิงจากสูตรของ Devi and Devi (2013) ดังนี้

$$\% \text{ การยับยั้งการออกลูกออกหลาน} = \frac{\text{จำนวนตัวเต็มวัยในชุดควบคุม} - \text{จำนวนตัวเต็มวัยในชุดทดลอง}}{\text{จำนวนตัวเต็มวัยในชุดควบคุม}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ดังสูตร
เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (%mortality) = $(A-B) \times 100 / (100-B)$ (โดยที่ A = จำนวนการตายของแมลง
กลุ่มทดลอง และ B = จำนวนการตายของแมลงกลุ่มควบคุม) จากนั้นนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมา
วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range
Test (DMRT)

ผลและอภิปรายผล

1. การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการเป็นสารรมต่อมอดข้าวเปลือก

ผลการทดลองประสิทธิภาพในการรมฆ่ามอดข้าวเปลือก พบว่าสารสกัดจากพืชที่มีผลทำให้มอด
ข้าวเปลือกตายมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย และโหระพา โดยทำให้มอด
ข้าวเปลือกตาย เท่ากับ 90.00 ± 6.32 และ 98.00 ± 4.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากการรม 96 ชั่วโมง ที่
ความเข้มข้น $400 \mu\text{L L}^{-1}$ รองลงมา คือ เปลือกส้ม และอบเชย โดยมีผลทำให้มอดข้าวเปลือกตาย 89.50 ± 4.50
และ 80.67 ± 6.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดจากมะกรูด ตะไคร้หอม กานพลู และขมิ้นชัน มีผล
ให้การตายของมอดข้าวเปลือกต่ำที่สุด เท่ากับ 60.00 ± 4.47 55.11 ± 2.24 52.89 ± 3.08 และ 52.39 ± 5.74
เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น $400 \mu\text{L L}^{-1}$ หลังจากการรม 96 ชั่วโมง (Table 1) จากผลการทดลอง
ดังกล่าวอาจเป็นไปได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของโหระพาและกระชายมีผลต่ออัตราการตายของมอด
ข้าวเปลือก โดยในโหระพาพบสารประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ methylchavicol, linalool และ 1,8-
cineol ในขณะที่กระชายพบสารประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ 1,8-cineol และสารในกลุ่ม flavonoid
(กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) โดยสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ogendo *et al.* (2017) ที่
พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น $1 \mu\text{L L}^{-1}$ air ทำให้มอดข้าวเปลือก มอดพื้นเลี้ยง และ ดั้ว
ถั่วเขียว ตาย 98.99 และ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการรม 24 ชั่วโมง ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในพืช
ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่ม momoterpenoid ซึ่งมีรายงานว่าพิษของสารสกัดจากพืชจะผ่านเข้าสู่ตัวแมลงทางรู
หายใจ (spiracle) ซึ่งมีผลต่อการหายใจระดับเซลล์ของแมลง โดยไปยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของโค
เอนไซม์ NADH-coenzyme ubiquinon reductase (complex I) และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนใน
ไมโทคอนเดรีย ซึ่งส่งผลทำให้แมลงขาดก๊าซออกซิเจนและตายในที่สุด (El-Wakeil, 2013)

2. การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการเป็นสารสัมผัสต่อมอดข้าวเปลือก

ผลการทดลองประสิทธิภาพในการสัมผัสต่อการตายของมอดข้าวเปลือกของสารสกัดจากพืชทั้ง 8
ชนิด หลังจากคลุกเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัดจากพืชที่มีผลทำให้มอดข้าวเปลือกตายมากกว่า 90
เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ อบเชย ขมิ้นชัน กระชาย กานพลู เปลือกส้ม และโหระพา โดยสารสกัดจากขมิ้นชัน กานพลู
เปลือกส้ม และโหระพา มีผลให้มอดข้าวเปลือกตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 7 วัน ที่ความเข้มข้น $150 \mu\text{L L}^{-1}$
(Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ouko *et al.* (2017) รายงานว่า ที่ความเข้มข้นของโหระพาที่สกัด
ด้วยเมทานอล 100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ด้วงงวงข้าวตาย 74.36 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง นอกจากนี้

จากการทดลองพบว่า (Table 3) ซึ่งจากการศึกษาของ Wuttiwong (2018) รายงานว่าประสิทธิภาพการคลุกเมล็ดด้วยสารสกัดจากกานพลูที่ความเข้มข้น $100 \mu\text{L}^{-1}$ ส่งผลให้มอดข้าวเปลือกตาย 92.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสัมผัสสารเป็นระยะเวลา 7 วัน นอกจากนี้มีรายงานว่าสารประกอบทางเคมีของพืชสามารถเข้าสู่ลำตัวแมลง โดยการสัมผัสตามข้อต่อ ข้อขา หนวด และเนื้อเยื่อระหว่างคอเข้าสู่เซลล์ และเนื้อเยื่อของแมลงและไปเป็นพิษกับแมลงโดยไปมีพิษต่อระบบประสาทของแมลงส่งผลทำให้แมลงตายในที่สุด (Guo *et al.*, 2016)

3. การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการเป็นสารยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือก

จากผลการทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชทั้ง 8 ชนิด มีต่อการยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือกหลังจากการคลุกเมล็ด 14 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่คลุกเมล็ด โดยพบว่า สารสกัดจากพืชทุกชนิดที่มีผลยับยั้งการออกลูกออกหลานได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น สารสกัดจากกระชาย โดยสารสกัดจากขมิ้นชัน ผิวมะกรูด กานพลู และโหระพาสามารถยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น $150 \mu\text{L}^{-1}$ แต่ทั้งนี้สารสกัดจากกานพลูและโหระพา สามารถยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ $75 \mu\text{L}^{-1}$ (Table 3) ซึ่งจากผลการทดลองมีการรายงานว่าองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากพืชมีผลต่อการยับยั้งการออกลูกของแมลง โดยไปยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนการลอกคราบ (ecdysone) ของแมลงทำให้แมลงไม่สามารถสร้างเซลล์เนื้อเยื่อและอวัยวะ ส่งผลให้การเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ หดขยับงักและตายในที่สุด (Brari and Thakur, 2017)

สรุป

การนำสารสกัดจากพืชทั้ง 8 ชนิด มาทดสอบกับมอดข้าวเปลือก พบว่าสารสกัดจากโหระพา มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือกได้ดีที่สุด ทั้งการรม สัมผัส และยับยั้งการออกลูกออกหลาน ซึ่งไม่แตกต่างกับสารสกัดจากกระชาย แต่สารสกัดจากกระชายแสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูกออกหลานได้น้อย สารสกัดจากพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ในการเป็นสารสัมผัสตายต่อมอดข้าวเปลือก เช่นสารสกัดจากขมิ้นชัน กานพลู และเปลือกส้ม โดยใช้ความเข้มข้น $150 \mu\text{L}^{-1}$ ดังนั้นการใช้สารสกัดจากโหระพาจึงเป็นสารสกัดจากพืชที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำจัดมอดข้าวเปลือกได้ดีทั้งในรูปแบบการรม การสัมผัสโดยการคลุกเมล็ด และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูกออกหลานของมอดข้าวเปลือก นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ได้ และสามารถนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมในรูปแบบของการรม หรือการคลุกเมล็ดสำหรับใช้ในการป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือกในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพพื้นที่จริงได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช*. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ดวงสมร สุทธิสุทธิ, Paul, G.F. และ อังศุมาลย์ จันทราปัติ. (2554). ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลขิงในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)). *แก่นเกษตร*, 39(4), 345-358.
- Abbott, W.S. (1925). Method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.
- Brari, F. and Thakur, D.R. (2017). Bioefficacy of four essential oils against *Callosobruchus analis* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), A seed pest of stored legumes worldwide. *International Journal of Entomology Research*, 2(6), 71-75.
- Devi, K.C. and Devi, S.S. (2013). Insecticidal and oviposition deterrent properties of some spices against coleopteran beetle, *Sitophilus oryzae*. *Journal of Food Science and Technology*, 50(3), 600-604.
- Edde, P.A. (2012). A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal of Stored Products Research*, 48(1), 1-18.
- El-Wakeil, N.E. (2013). Botanical pesticides and their mode of action. *Gesunde Pflanzen*, 65(4), 125-149.
- Guo, S., Zhang, W., Liang, J., You, C., Geng, Z., Wang, C. and Du, S. (2016). Contact and repellent activities of the essential oil from *Juniperus formosana* against two stored product insects. *Molecules*, 21(4), 1-11.
- Koul, O., Walia, S. and Dhaliwai, G.S. (2008). Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopesticides International*, 4(1), 63-84.
- Liu, S.S. and Liu, Y.B. (2014). Reducing injury of lettuce from phosphine fumigation. *HortTechnology*, 24(2), 188-195.
- Ogendo, J.O., Kostyukovsky, M., Ravid, U., Matasyoh, J.C., Deng, A.I. and Omolo, E.O. (2008). Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *Journal of Stored Products Research*, 44(4), 328-334.
- Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z. and Spiegel, Y. (2000). Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology*, 90(7), 710-715.



- Ouko, R.O., Koech, S.C., Arika, W.M., Njagi, S.M., Oduor, R.O. and Ngugi, M.P. (2017). Bioefficacy of organic extracts of *Ocimum basilicum* against *Sitophilus zeamais*. *Entomology Ornithology and Herpetology*, 6(1), 1-7.
- Pimentel, M.A.G., Faroni, L.A.D., Batista, M.D. and da Silva, F.H. (2008). Resistance of stored-product insects to phosphine. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(12), 1671-1676.
- Pires, E.M. and Nogueira, R.M. (2018). Damage caused by *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) in stored Brazil nuts. *Scientific Electronic Archives*, 11(1), 57-61.
- Rees, D. (2007). *Insects of Stored Grain: A Pocket Reference*. 2nd ed. CSIRO Publishing, Melbourne.
- Song, X.H., Wang, P.P. and Zhang, H.Y. (2011). Phosphine resistance in *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) from different geographical populations in China. *African Journal of Biotechnology*, 10(72), 16367-16373.
- Sori, W. and Ayana, A. (2012). Storage pests of maize and their status in Jimma Zone, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 7(28), 4056-4060.
- Souza, V.N.D., Carlos, R.F.D.O., Claudia, H.C.M. and Daiany, K.F.D.A. (2016). Fumigation toxicity of essential oils against *Rhyzopertha dominica* (F.) in stored maize grain. *Revista Caatinga*, 29(2), 435-440.
- Srivastava, C. and Subramanian, S. (2016). Storage insect pests and their damage symptoms: an overview. *Journal of Grain Storage Research*, 78(special), 53-58.
- Stejskal, V., Aulicky, R. and Kucerova, Z. (2014). Pest control strategies and damage potential of seed-infesting pests in the czech stores – a review. *Plant Protection Science*, 50(4), 165–173.
- Wuttiwong, K. (2018). *Efficiency of plant oils to control lesser grain borer (Rhyzopertha dominica (Fabricius)) and maize weevil (Sitophilus zeamais Motschulsky) in rough rice*. [Doctoral dissertation]. Prince of Songkla University.

การพัฒนาเครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโลสแบบพกพาสำหรับข้าวสาร Development of Portable Amylose Content Analyzer for Milled Rice

ธารารัตน์ มณีนุ่ม^{1*} รณฤทธิ์ ฤทธิธรม² บุษกร พลดงนอก¹ วัชรี สุขวิวัฒน์¹
ปราณี มณีนิล¹ และ รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร³

¹ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ปทุมธานี 12110

² ภาควิชาวิศวกรรมกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

³ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ กรมการข้าว สุพรรณบุรี 72000

*Corresponding author. E-mail address: Thararat.m@rice.mail.go.th

บทคัดย่อ

อมิโลสเป็นองค์ประกอบของข้าวที่บ่งบอกถึงคุณภาพข้าวหลังจากหุงต้ม การตรวจวัดปริมาณอมิโลสตามวิธีมาตรฐาน ต้องใช้สารเคมี ระยะเวลาานาน และผู้วิเคราะห์ต้องมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ การศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องตรวจวัดปริมาณอมิโลสในข้าวสารแบบพกพา โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงช่วงเนียร์อินฟราเรด ระบบการตรวจวัดเป็นแบบสะท้อนกลับ ความยาวคลื่น 900-1700 นาโนเมตร ตัวเครื่องมีขนาดเล็ก (0.92 กิโลกรัม) สามารถเคลื่อนย้ายและปฏิบัติงานนอกพื้นที่ได้ โดยสมการประเมินอมิโลสในตัวเครื่องถูกพัฒนาขึ้นจากตัวอย่างข้าวสารจำนวน 199 ตัวอย่าง มีปริมาณอมิโลส ระหว่าง 15.18-28.75 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลอง พบว่า สมการที่ได้มีค่า R สูง, ค่า SEP และค่า bias ต่ำ คือ 0.71, 2.63 และ -0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเครื่องตรวจสอบอมิโลสดั้งแบบที่พัฒนาขึ้น สามารถประเมินปริมาณอมิโลสในข้าวสารได้ในระดับการคัดเลือกเบื้องต้น โดยใช้เวลาไม่เกิน 1 นาทีต่อตัวอย่าง และไม่ใช้สารเคมี

คำสำคัญ: คุณภาพข้าว เนียร์อินฟราเรด แป้งข้าว อมิโลส

Abstract

Amylose is one of the components of rice starch that greatly affects the quality of cooked rice. Amylose content in rice is analyzed by a standard method that uses chemical reagents. In addition, this method is time-consuming and experienced technicians are needed. The purpose of this study is to develop a portable analyzer that can determine amylose content for milled rice. A light source is near infrared with a reflectance mode in the region of 900-1700 nm. This machine is compact (0.92 kg) and can be operated in the field. A total of 199 milled rice samples with amylose content of 15.18-28.75% were scanned and developed equations for this portable amylose analyzer. The results found that our calibration equation showed a high correlation coefficient (R) with low standard error of prediction (SEP) and the bias at 0.71, 2.63, and -0.05%, respectively. Therefore, it can be concluded that this portable amylose analyzer can be applied for rough evaluation of amylose content at the screening level of milled rice and it takes only one minute per sample for measurement without using chemical reagents.

Keywords: Rice quality, Near infrared, Starch, Amylose

บทนำ

อไมโลส (amylose) เป็นองค์ประกอบหลักชนิดหนึ่งของแป้งข้าว ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาล กลูโคส จัดเรียงตัวเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น (linear polymer chains) ด้วยพันธะ α -1,4 glycosidic (อรอนงค์, 2550) ปริมาณอไมโลสถูกใช้เป็นตัวชี้วัดในการแบ่งประเภทของกลุ่มข้าว เช่น ข้าวเหนียวมีปริมาณ อไมโลส 0-2% เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะเหนียวมาก ข้าวเจ้านุ่มมีอไมโลสระหว่าง 10-19% เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะนุ่มเหนียว หุงแฉะง่าย ส่วนข้าวเจ้าร้อนจะมีปริมาณอไมโลสระหว่าง 20-25% เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะค่อนข้างนุ่มร้อน และ ข้าวแข็งจะมีปริมาณอไมโลส 25% ขึ้นไป เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะร้อน แข็ง หุงขึ้นหม้อ (งามชื่น, 2539) การวิเคราะห์ปริมาณอไมโลสในปัจจุบันสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีวิเคราะห์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ วิธี Colorimeter เป็นการเกิดปฏิกิริยาระหว่างอไมโลสและสารละลายไอโอดีน จะได้สารที่มีสี โดยสามารถตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (Juliano, 1971) นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ปริมาณอไมโลสด้วยวิธี High performance size-exclusion chromatography (HPSEC) หรือ การวัดค่า Enthalpy ด้วยวิธี Differential scanning calorimeter (DSC) และการตรวจวิเคราะห์โดย Megazyme amylose/amylopectin kit เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีเหล่านี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง ต้องทำลายตัวอย่างข้าว ใช้สารเคมี รวมถึงต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์

ปัจจุบันมีการนำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี มาใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพขององค์ประกอบแบบที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ไม่ใช้สารเคมี รวมถึงประหยัดเวลา สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบหลายๆ ลักษณะได้ในครั้งเดียว โดยมีรายงานการใช้เทคนิคดังกล่าวกับผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิดสำหรับประเทศไทยมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ แต่ส่วนมากจะใช้ในห้องปฏิบัติการ จากการศึกษาของ Shao *et al.* (2011) พบว่า รังสี Infrared Spectroscopy สามารถประเมินปริมาณแป้งและโปรตีนของข้าวที่ผ่านการฉายรังสีได้ โดยช่วง Near-Infrared region จะให้ผลดีที่สุด Wu and Shi (2004) ศึกษาการใช้เทคนิค NIR เพื่อทำนายน้ำหนักเมล็ดและปริมาณอมิโลสในข้าวกล้อง พบว่ามีความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์อมิโลสด้วยวิธีทางเคมี

กรมการข้าวได้พัฒนาวิธีการประเมินปริมาณอมิโลสในข้าวแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี (เร็นฤติ และคณะ, 2563) ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้หลักการดูดกลืนหรือสะท้อนกลับของแสง และแปลผลออกมาในรูปของสมการ ข้อดีของการใช้เทคนิคดังกล่าวคือ ใช้ระยะเวลาสั้น รวมถึงไม่ใช้สารเคมี ในเบื้องต้นสามารถสร้างและพัฒนาสมการจนประเมินปริมาณอมิโลสได้ถูกต้องประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐาน อย่างไรก็ตามการประเมินดังกล่าวต้องส่งตัวอย่างมาวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยข้าวที่มีเครื่องมือและสมการประเมิน รวมถึงต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งอาจจะไม่สะดวกในกรณีที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการพัฒนาเครื่องวิเคราะห์ปริมาณอมิโลสในข้าวสารแบบพกพาพร้อมสมการ โดยใช้หลักการและช่วงแสงของ near infrared เน้นเครื่องที่มีขนาดเล็กกะทัดรัด สะดวกกับการวิเคราะห์ และสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานในโรงสีหรืองานทดสอบนอกห้องปฏิบัติการได้ รวมถึงผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้ง่าย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโลสแบบพกพา
 - 1.1 ออกแบบเครื่องโดยวางแผนและศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวสาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบ เลือกรูปแบบในการวัดตัวอย่าง รวมถึงอุปกรณ์ในการใส่ตัวอย่างที่เหมาะสม
 - 1.2 จัดหาอุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการสร้างเครื่อง และขึ้นรูปชิ้นส่วนและประกอบเครื่องตามแบบ
 - 1.3 สร้างโปรแกรมการควบคุมการทำงาน และโปรแกรมในการ interface กับผู้ใช้
2. การสร้างสมการเทียบมาตรฐานให้กับเครื่องวิเคราะห์ ดังนี้
 - 2.1 เก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่มีปริมาณอมิโลสครอบคลุมทุกกลุ่ม นำมาสีเป็นข้าวสารด้วยเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก แล้วนำไปผ่านการคัดแยกด้วยเครื่องคัดเมล็ดหัก 1 รอบ
 - 2.2 ชั่งตัวอย่างข้าว 25 กรัม เช็ดทำความสะอาดด้วยผ้า และใส่ในอุปกรณ์สำหรับวัดตัวอย่างของเครื่อง

2.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างข้าวด้วยเครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโลสแบบพกพาที่พัฒนาขึ้น ภายใต้อนุมัติห้อง

2.4 ตัวอย่างข้าวที่วัดค่าการดูดกลืนแสงแล้ว นำไปวิเคราะห์ปริมาณอมิโลสในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐาน

2.5 สร้างสมการเทียบมาตรฐานการประเมินปริมาณอมิโลส โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอมิโลสที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ และค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากเครื่องตรวจสอบอมิโลสแบบพกพา ปรับแต่งสมการเพื่อให้ได้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด โดยโปรแกรม The Unscrambler Version 9.7 (CAMO Software AS, Norway)

3. การวิเคราะห์ปริมาณอมิโลส ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2564)

3.1 บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบดให้เป็นแป้ง ความละเอียด 80-100 เมช (mesh) และชั่งแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร กวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก นาน 10 นาที แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร

3.2 เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตรในขวดแก้ว เติมกรดแกลซีลอะซีติก 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร

3.3 ดูดน้ำแป้งจากข้อ 3.1 จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วในข้อ 3.2 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร ปิดจุก เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดความเข้มข้นของสารละลายด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร

3.4 นำค่า absorbance ไปหาปริมาณอมิโลส โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้

3.5 ปรับปริมาณอมิโลสในแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้ให้เป็นที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ จากสูตร

$$\text{ปริมาณอมิโลสในแป้งข้าวที่ความชื้นร้อยละ 14.0} = \frac{A \times 86}{100 - M}$$

เมื่อ A = ปริมาณอมิโลสในแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้ เป็นร้อยละ

M = ปริมาณความชื้นของแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้ เป็นร้อยละ

4. วิเคราะห์และสรุปผลการพัฒนาเครื่องและการสร้างสมการ

ผลและอภิปรายผล

1. การพัฒนาเครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโลสแบบพกพา

การออกแบบเครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโลสแบบพกพา มุ่งเน้นการสร้างเครื่องมือที่มีขนาดเล็ก ใช้งานง่าย และราคาถูก ในเบื้องต้นเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงในช่วงเนียร์อินฟราเรด (near infrared) เนื่องจากมีรายงานการประเมินปริมาณแป้งข้าวโดยใช้ช่วงแสงดังกล่าว พบว่า ช่วง near-infrared region ให้ผลดีที่สุด โดยให้ค่าการประเมินได้ถูกต้องและแม่นยำ (Shao et al., 2011 และ Bao et. al., 2001) โหมดการวัดเป็นแบบสะท้อนกลับ (reflection) เนื่องจากเหมาะสมกับการวัดวัตถุที่เป็นของแข็ง สำหรับการวัดจะเลือกใช้ปี

เกอร์เป็นวัสดุบรรจุตัวอย่างข้าว เนื่องจากมีความแข็ง ทนทานต่อแรงขีดข่วน หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง และไม่ดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงเนียร์อินฟราเรด ซึ่งใช้ในเครื่องที่พัฒนาขึ้น ปีกเกอร์ที่ใช้จะเลือกที่มีบริเวณกันเป็นแนวระนาบ ไม่โค้งเว้า เพื่อลดปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนของสมการที่จะใช้ทำนายอมีโลสในอนาคต โดยมีการทดสอบรูปแบบการวัดตัวอย่างจากหลายตำแหน่งของปีกเกอร์ (Figure 1) ซึ่งให้ผลการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกันออกไปดังแสดงใน Figure 2 เส้นสเปกตรัมของข้าวที่วัดผ่านบริเวณกันและด้านข้างปีกเกอร์ มีค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียงกัน รวมถึงภายในซ้ำของการวัดแต่ละตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่การวัดบริเวณด้านบนของปีกเกอร์ซึ่งเป็นการวัดผ่านเมล็ดข้าวโดยตรง มีค่าการดูดกลืนต่ำกว่าและมีความเบี่ยงเบนของการวัดซ้ำมากกว่า เนื่องจากการกดตัวเครื่องลงบนตัวอย่างข้าวโดยตรงในขณะที่วัดแต่ละครั้งมีน้ำหนักไม่เท่ากัน ความหนาแน่นของข้าวที่ถูกกดแต่ละครั้งจึงไม่เท่ากัน มีผลให้ค่าการดูดกลืนแสงแต่ละครั้งมีความแตกต่างกันมากกว่าการวัดผ่านปีกเกอร์ สำหรับการวัดที่ตำแหน่งกันและด้านข้างของปีกเกอร์ ซึ่งให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามหากวัดบริเวณด้านข้างของปีกเกอร์ จะต้องเลือกด้านที่ไม่มีตัวเลขระบุระดับปริมาตรอยู่ เพื่อหลีกเลี่ยงการหักเหของแสงในขณะที่วัด ดังนั้นในงานวิจัยนี้ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงานจึงเลือกการวัดโดยผ่านกันปีกเกอร์แทน

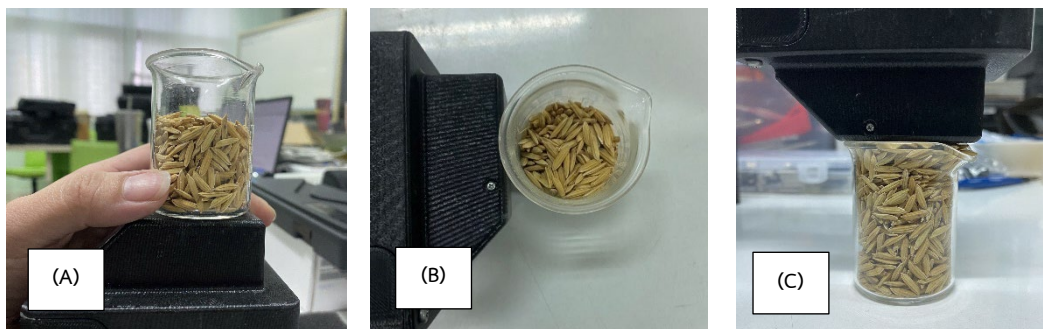


Figure 1. Position of sample measurement by near infrared spectroscopy technique from the bottom of sample cell (A) the side of sample cell (B) and the top of sample cell (C)

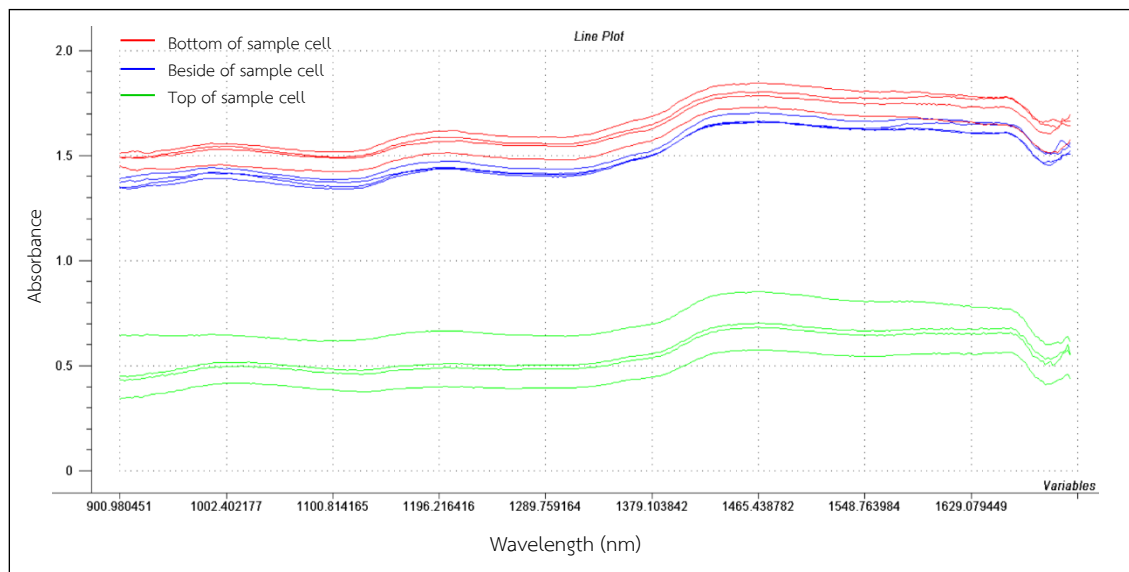


Figure 2. Spectra of rice sample measured by near infrared spectroscopy technique from the bottom of sample cell (red line) the side of sample cell (blue line) and the top of sample cell (green line)

ตัวเครื่องที่ออกแบบมีขนาด 120x132x75 มิลลิเมตร น้ำหนัก 0.92 กิโลกรัม ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ความจุ 3500 mAh, 3.6V สามารถถอดออกมาชาร์จและเปลี่ยนใหม่ได้ ตัวเครื่องด้านหน้าที่ใช้วัดทำจากสแตนเลส เพื่อให้มีความทนทานต่อรอยขีดข่วน และทำความสะอาดง่าย ตัวอย่างข้าวที่ต้องการวัดจะใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร (Duran, Germany) ใช้แหล่งกำเนิดแสงในช่วงเนียร์อินฟราเรด (near infrared) ช่วงความยาวคลื่น 900-1700 นาโนเมตร มีระบบการวัดแบบสะท้อนกลับ (Reflection mode) ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวัดจะถูกควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (androids) มีการส่งงานผ่านการเชื่อมต่อด้วยระบบบลูทูธ เพื่อประมวลผลและแสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์ (Figure 3)

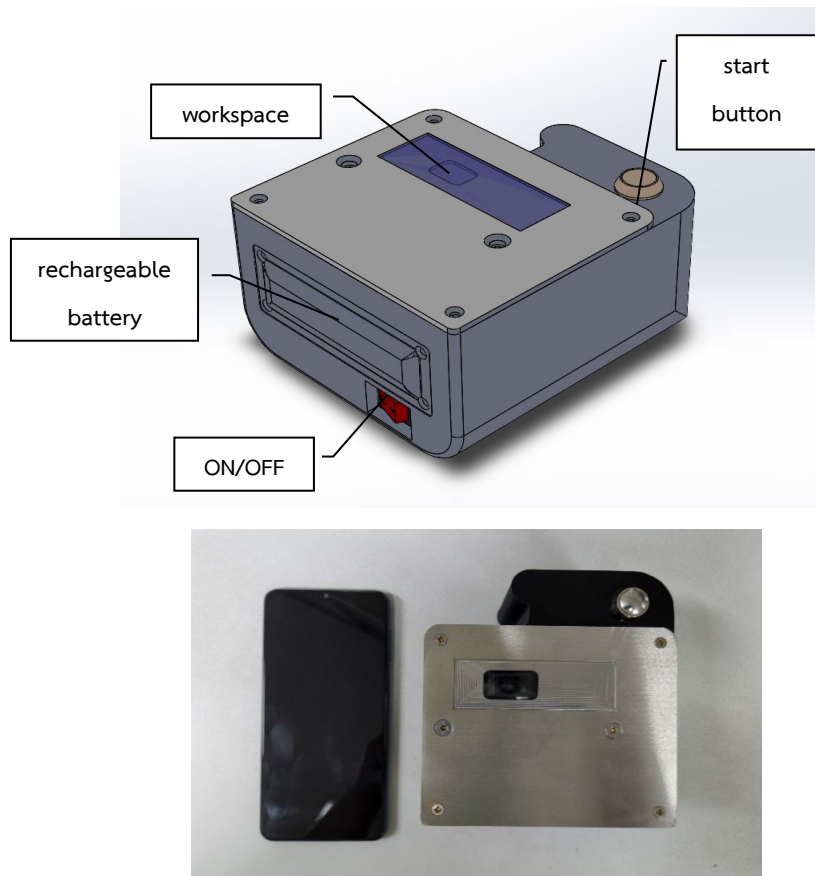


Figure 3. The model of the portable amylose analyzer

2. การสร้างสมการตรวจสอบปริมาณอมิโลสในข้าวสาร

ตัวอย่างข้าวสารที่ใช้สร้างสมการ จำนวน 199 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ข้าวอมิโลสต่ำ 115 ตัวอย่าง ข้าว อมิโลสปานกลาง 13 ตัวอย่าง และข้าวอมิโลสสูง 71 ตัวอย่าง ปริมาณอมิโลสที่นำมาใช้สร้างสมการมีค่าระหว่าง 15.18-28.75 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) สแกนเพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง ทดลองกับตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วจึงเฉลี่ยให้เหลือเพียง 1 เส้นสเปกตรัมต่อตัวอย่าง (Figure 4) หลังจากนั้นแบ่งข้าวออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสำหรับสร้างสมการ (calibration set) จำนวน 133 ตัวอย่าง และกลุ่มทดสอบสมการ (validation set) จำนวน 66 ตัวอย่าง โดยให้กลุ่มสร้างสมการมีปริมาณอมิโลสที่ครอบคลุมตัวอย่างในกลุ่มทดสอบสมการ หาความสัมพันธ์กับปริมาณอมิโลสที่วิเคราะห์ได้จากวิธีมาตรฐานและปรับแต่งสมการด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างการวิเคราะห์ ด้วยวิธี Smoothing + 2nd Derivative +Smoothing หลังจากนั้นตรวจสอบค่า outlier และตัดตัวอย่างที่มีค่าเกินออก เพื่อให้ได้สมการที่ดีที่สุด ผลการทดลอง พบว่า สมการที่พัฒนาขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) ของกลุ่มสร้างสมการเท่ากับ 0.73 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มทดสอบสมการเท่ากับ 0.71 ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในกลุ่มสร้างสมการ (Standard error of calibration: SEC) เท่ากับ 2.50 และกลุ่มทดสอบสมการ (Standard error of prediction: SEP) เท่ากับ 2.63 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างค่าที่ได้จากวิธีมาตรฐานกับเครื่องแบบพกพา (Bias) ในกลุ่มสร้างสมการและ

กลุ่มทดสอบสมการ เท่ากับ 2.35 และ -0.55 ตามลำดับ (Figure 5) ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่า สมการที่พัฒนาขึ้นด้วย เครื่องวิเคราะห์ปริมาณอมิโลสแบบพกพา สามารถวิเคราะห์ห่ออมิโลสในข้าวสารได้ในระดับการสกรีนเบื้องต้น (rough screening) เนื่องจากในการทดลองนี้ใช้ตัวอย่างข้าวสารทั้งเมล็ด การมีพื้นผิวที่สะท้อนแสงได้ดีของข้าวสารอาจเป็น อีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะท้อนและดูดกลืนขององค์ประกอบแท้จริงในตัวอย่างข้าว ความคลาดเคลื่อนในการ วิเคราะห์จึงสูงกว่าการใช้ตัวอย่างข้าวแบบบด Delwiche *et. al.* (1995) รายงานว่า สมการเพื่อประเมินอมิโลสด้วย เทคนิค near infrared spectroscopy ที่พัฒนาขึ้นให้ค่า r^2 สูง เท่ากับ 0.95 และค่า SEP ต่ำ (1.0 เปอร์เซ็นต์) ซึ่ง ให้ความแม่นยำในการประเมินสูง แต่สมการดังกล่าวพัฒนาจากตัวอย่างข้าวแบบบด ซึ่งต้องใช้เวลาในการเตรียม ตัวอย่างก่อนประเมิน อย่างไรก็ตามสมการที่ได้จากการทดลองนี้สามารถพัฒนาให้มีความแม่นยำเพิ่มขึ้นได้ โดย การเพิ่มตัวอย่างข้าวที่มีอมิโลสปานกลางให้มากขึ้น อาจส่งผลให้การกระจายตัวของข้อมูลที่ใช้สร้างสมการดี ขึ้น สำหรับสมการประเมินอมิโลสในข้าวสารที่ปรับแต่งและพัฒนาขึ้น แสดงในรูปแบบของ regression coefficient plot (Figure 6) จากภาพจะแสดงสัมประสิทธิ์ที่เด่นชัดในตำแหน่งการดูดกลืน 1162 และ 1574 นาโนเมตร ซึ่งสัมพันธ์กับการสั่นของโมเลกุล starch เช่นเดียวกับตำแหน่งการดูดกลืนที่ 1450, 1490 และ 1540 สัมพันธ์กับการสั่นของพันธะ O-H ของ starch และ polymeric alcohol (Workman and Weyer, 2012) แสดงว่าสมการที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบของอมิโลสที่ต้องการวิเคราะห์อยู่ เนื่องจากมีตำแหน่งการ ดูดกลืนของพันธะที่เกี่ยวข้องกับ starch ในสมการ

Table 1. The distribution of amylose content in milled rice samples

Level of amylose	No. of rice sample	Amylose content (%)	Average (%)
Low	113	15.18-20.00	17.46
Intermediate	15	23.30-24.93	23.81
High	71	26.07-28.75	27.44

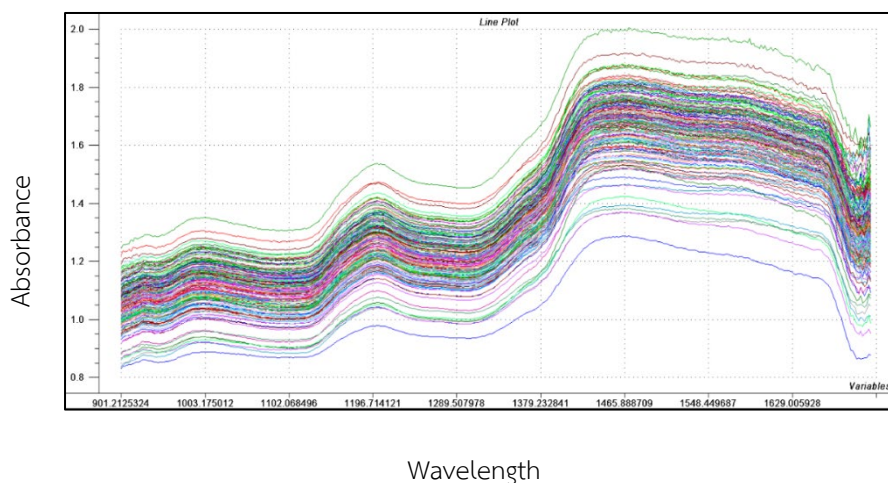


Figure 4. Original spectra of milled rice from portable amylose analyzer

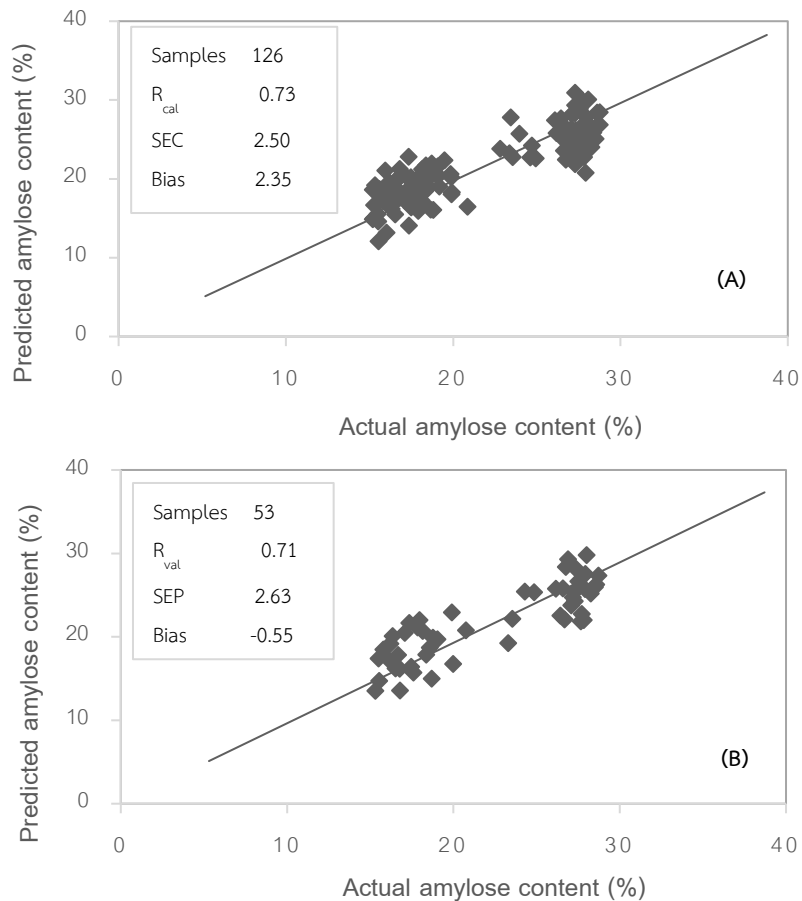


Figure 5. Scatter plots of actual amylose content and predicted amylose content by portable amylose analyzer in calibration set (A) and validation set (B)

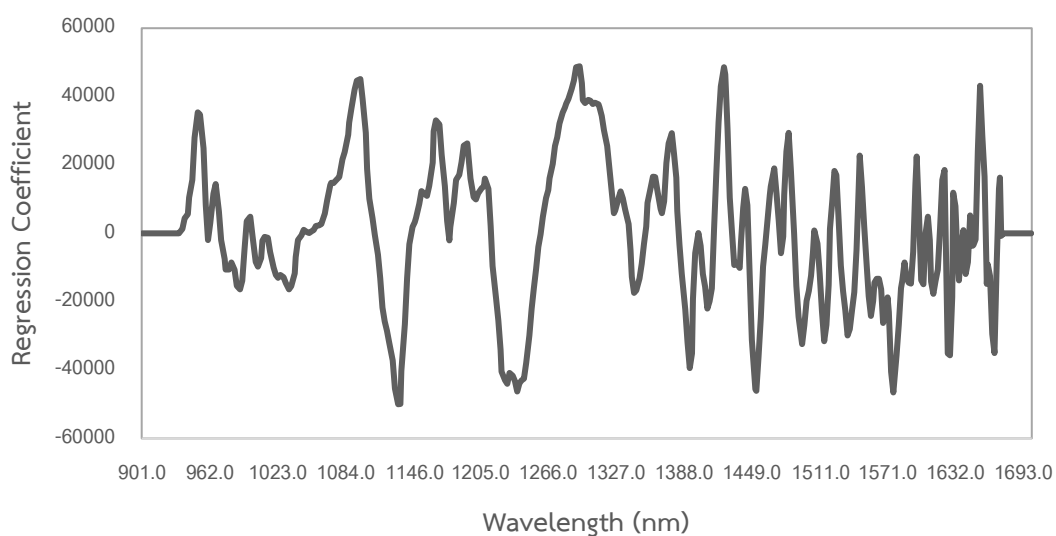


Figure 6. Regression coefficient plots of calibration equation for predicting amylose content in milled rice

สรุป

เครื่องตรวจสอบปริมาณอมิโลสในข้าวสารที่พัฒนาขึ้น ใช้แหล่งกำเนิดแสงในช่วงเนียร์อินฟราเรด ความยาวคลื่นระหว่าง 900-1700 นาโนเมตร ตัวเครื่องมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ได้นาน 7 ชั่วโมง สามารถเคลื่อนย้ายและใช้งานที่ต้องทำเป็นประจำได้ (routine analysis) โดยมีการควบคุมเครื่องผ่านโทรศัพท์มือถือในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (androids) และสั่งงานผ่านการเชื่อมต่อด้วยระบบบลูทูธ ความถูกต้องของผลการประเมินปริมาณอมิโลสในตัวเครื่อง สามารถใช้ทำนายได้ในระดับการสืบเบื้องต้น ใช้เวลาในการประเมินไม่เกิน 1 นาทีต่อตัวอย่าง โดยไม่ต้องใช้สารเคมี

กิตติกรรมประกาศ

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สนับสนุนงบประมาณ ภายใต้แผนงานนวัตกรรมด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตข้าวเพื่อรองรับเกษตรสมัยใหม่ โครงการย่อย นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิตข้าว

เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี. (2539). คุณภาพข้าวและผลิตภัณฑ์, น. 241-259. ใน: *สัมมนาวิชาการครบรอบ 80 ปี ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี*. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- รินฤติ แก้วชื่นชัย, อภัสรา แสงอรุณ, รัตนาภรณ์ สุจิตร์จุล, ศตวรรษ คงสมจิตต์, รัตนาภรณ์ จันทร์ศศิธร, วัชรวิฑูรย์ และปราณี มณีนิล. (2563). การประเมินความชื้น ปริมาณโปรตีนและอมิโลสสำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวอย่างรวดเร็วด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี. *การประชุมวิชาการข้าวกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลางและตะวันตก และกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปี 2563*, 264-265.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2546). *มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช.4000: ข้าวหอมมะลิไทย*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). *ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- Bao, J.S., Cai, Y.Z. and Corke, H. (2001). Prediction of rice starch quality parameter by near-infrared reflectance spectroscopy. *J Food Sci.*, 66(7), 936-939.
- Delwiche, S.R., Bean, M.M., Miller, R.E., Webb, B.D. and William, P.C. (1995). Apparent amylose content of milled rice by near-infrared reflectance spectroscopy. *Cereal Chem.*, 72(2), 182-187.
- Juliano, B.O. (1971). A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today*, 16, 334-336.
- Shao, Y., Cen, Y., He, Y. and Liu, F. (2011). Infrared spectroscopy and chemometrics for the starch and protein prediction in irradiated rice. *Food Chem.*, 126, 1856-1861.



Workman, J.Jr. and Weyer, L. (2012). *Practical guide and spectral atlas for interpretive near-infrared spectroscopy*. 2nd edition, CRC Press, Florida, USA

Wu, J.G. and Shi. C.H. 2004. Prediction of grain weight, brown rice weight and amylose content in single rice grains using near-infrared reflectance spectroscopy. *Field Crop Research*. 87: 13-21.

เมแทบอลอเมติกส์ในข้าวพันธุ์ต้านทานโรคไหม้

Metabolomics of Blast Disease Resistant Rice Varieties

รัตนาวรรณ จันทร์ศศิธร^{1*} สุพัทธรา นราวัดณะ¹ ภัทรศยา สายยี่ด¹ ดวงกมล บุญช่วย²
และ ชณินพัฒน์ ทองรอด²¹สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ สุพรรณบุรี 72000²ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ชัยนาท 17000

*Corresponding author. E-mail address: rattanawan.j@rice.mail.go.th

บทคัดย่อ

เมแทบอลอเมติกส์ เป็นการศึกษาชนิดและปริมาณของสารเมแทบอไลต์ที่เกิดความเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาในระหว่างกระบวนการเจริญเติบโตและเมื่อต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะนำวิทยาการเมแทบอลอเมติกส์มาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอไลต์ที่เกิดขึ้นในข้าวพันธุ์ต้านทานต่อโรคไหม้ (ข้าวพันธุ์หางยี 71 และ กข59) และกลุ่มพันธุ์อ่อนแอต่อโรคไหม้ (ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1) เมื่อถูกนำมาทดสอบด้วยเชื้อ *Pyricularia oryzae* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคไหม้ เป็นเวลา 8 และ 12 ชั่วโมง 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน และทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารเมแทบอไลต์ทำโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GCxGC-TOFMS) ผลการทดลองพบการเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอไลต์ที่แตกต่างกันในข้าวพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ โดยพบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของกรดอะมิโนพวก phenylalanine รวมไปถึง salicylic acid และ shikimic acid ในข้าวพันธุ์ต้านทานภายหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 3 วันขึ้นไป โดยสาร phenylalanine และ shikimic acid เป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์สารในกลุ่ม phenylpropanoid และใน shikimate pathway ตามลำดับ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกลไกความต้านทานของพืช เช่นเดียวกับ salicylic acid ที่ทำหน้าที่สำคัญในการส่งสัญญาณในการสร้างความต้านทานหลังจากที่พืชถูกเชื้อสาเหตุเข้าทำลาย จากผลการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงกลไกความต้านทานเชื้อก่อโรคไหม้ในข้าว ที่สามารถนำไปสู่การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน้าที่และการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารเมแทบอไลต์เหล่านี้ เพื่อพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความต้านทานต่อโรคไหม้ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าว เมแทบอลอเมติกส์ โรคไหม้

Abstract

Metabolomics is the analytical study for measuring changes in metabolites during the growth and development of living organisms. This research aimed to analyze changes in metabolites of blast-resistant varieties (Hangyee 71 and RD59) and susceptible varieties (KDML 105 and PTT1) after inoculation by *Pyricularia oryzae* for 8 and 12 hours, 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 days. The analysis of metabolites was conducted by comprehensive two-dimensional gas chromatography with a time-of-flight mass spectrometer (GCxGC-TOFMS). The results showed significant metabolite differences between the blast-resistant and susceptible rice varieties. Significant increases in phenylalanine, salicylic acid, and shikimic acid were found in resistant rice varieties after 3 days of inoculation. Both phenylalanine and shikimic acid are identified as the precursor in the phenylpropanoid pathway and shikimate pathway, respectively, which are related to plant defense mechanisms. In addition, salicylic acid, a plant hormone, is a signal that induces resistance against pathogen infection. This research sheds light on important metabolomic pathways influencing the resistance to blast disease of the blast-resistant varieties. Our findings will lead to further functional analysis of the genes related to the biosynthesis of the metabolites in rice and can be useful in developing molecular markers for blast-resistant rice variety breeding.

Keywords: Blast disease, Metabolomics, Rice

บทนำ

โรคไหม้ (Blast Disease) เป็นโรคระบาดในข้าวที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตข้าว โดยมีสาเหตุจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* และพบการเข้าทำลายตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว โดยพบลักษณะอาการแผลจุดสีน้ำตาลคล้ายรูปตาบนใบข้าว กลางแผลมีสีเทา และสามารถกระจายไปทั่วทั้งใบ หากอาการของโรครุนแรง ข้าวจะแห้งตายคล้ายถูกไฟไหม้ หากพบในระยะออกรวง เมล็ดจะลีบ พบรอยแผลข้าวบริเวณออกรวง ทำให้รวงเปราะ หักง่าย หล่นเสียหาย หรือจะเรียกอาการในระยะนี้ว่าโรคไหม้คอรวง หนึ่งในวิธีที่ใช้ในการป้องกันคือการใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน โดยในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานแบบปกติ (conventional breeding) เป็นวิธีที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน จึงนำมาสู่ความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีเมแทบอลอมิคส์มาช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยเมแทบอลอมิคส์เป็นการศึกษารวบรวมชนิดและปริมาณของสารเมแทบอลิต์ที่เปลี่ยนแปลงไปในกระบวนการต่างๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งการศึกษาและตรวจติดตามความเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอลิต์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะนำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเมแทบอลิซึมที่เป็นผลจากการแสดงออกทางพันธุกรรม รวมถึงการ

เชื่อมโยงการทำงานกับกระบวนการอื่นๆ ในการควบคุมการเจริญเติบโตและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจและการค้นพบกลไกการทำงานของพืชภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยการศึกษาดังกล่าวจะทำให้เกิดความเข้าใจถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่สัมพันธ์กับลักษณะปรากฏ (phenotype) หรือคุณลักษณะเฉพาะ (characteristics) ซึ่งส่งผลให้สิ่งมีชีวิตแสดงออกภายใต้สภาวะแวดล้อมต่างๆ (सानต์และมยุรี, 2560) งานวิจัยด้านเมแทบอลอเมทิกส์ในข้าวที่ผ่านมามีความพยายามที่จะศึกษาสารเมแทบอลอเมทิกส์ในสภาวะต่างๆ เช่น Xiao *et al.* (2018) เสนอให้ใช้ histidinol, pinoresinol, และ coumarin 106 เป็นตัวบ่งชี้ข้าวจากนาอินทรีย์ เนื่องจากพบการสะสมของสารเมแทบอลอเมทิกส์ที่เกี่ยวข้องกับ histidine biosynthesis, lignin biosynthesis และ phenylpropanoid metabolism pathway ซึ่งเป็นกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชต่อความเครียด ที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารและการรุกรานจากโรคและแมลง หรือการค้นพบกลไกที่ก่อให้เกิดโรคใหม่ในข้าว พบว่าสารที่พบในใบข้าวที่ติดเชื้อราส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มเมแทบอลอเมทิกส์ปฐมภูมิ (primary metabolites) และสารในกลุ่มลิกนิน (lignin monomers) โดยเชื้อราก่อโรคนี้นี้จะไปยับยั้งการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและสามารถดึงอาหารจากเนื้อเยื่อข้าวไปใช้ได้ โดยมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของวิถี shikimate pathway ทำให้ข้าวอ่อนแอลง (Parker *et al.*, 2009) ซึ่งจากองค์ความรู้ทางเมแทบอลอเมทิกส์ดังกล่าว จะสามารถนำไปใช้ตรวจสอบพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ต้านทานโรคใหม่โดยมุ่งการวิเคราะห์ไปที่ยีนที่เกี่ยวข้องกับ shikimate pathway โดยตรง เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีเมแทบอลอเมทิกส์มาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอลอเมทิกส์ในข้าวพันธุ์ต้านทานโรคใหม่ เพื่อนำไปหาคำตอบของความสามารถในการต้านทานที่แตกต่างกัน และนำไปสู่การค้นพบเครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงข้าวพันธุ์ต้านทานโรคใหม่ต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การแยกเชื้อสาเหตุโรคใหม่และการเตรียมสปอร์แขวนลอยของเชื้อสาเหตุโรคใหม่

แยกเชื้อสาเหตุโรคใหม่ โดยเก็บตัวอย่างใบข้าวที่แสดงอาการของโรคใหม่ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท นครสวรรค์ และอุทัยธานี นำตัวอย่างใบข้าวมาล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นตัดเนื้อเยื่อขนาด 0.5 x 1 เซนติเมตร บริเวณที่มีแผลรูปตา โดยตัดผ่ากลางแผล ให้เนื้อเยื่อที่ต้องการมีบริเวณแผลและส่วนสีเขียวอย่างละครึ่งใบ นำเนื้อเยื่อที่ตัดแล้วใส่กล่องพลาสติกและให้ความชื้นโดยวิธี moist chamber method หลังจากนั้น 1-2 วัน เชื้อราสาเหตุโรค จะสร้างสปอร์บริเวณรอยตัดที่ผ่ากลางแผล นำเนื้อเยื่อดังกล่าวมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า จากนั้นแยกสปอร์เดี่ยวของเชื้อราด้วยวิธี single-spore technique โดยใช้เข็มเขี่ยปลายมน (ดัดแปลงจากพาสเจอร์ปีเปตแก้ว ที่ลนไฟแล้วตัดให้ปลายโค้งงอ) และกลุ่มสปอร์ และนำมาเลี้ยงบนอาหาร water agar (WA) 1-2 วัน นำจานเพาะเชื้อดังกล่าวมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า เพื่อนำสปอร์ที่ขึ้นบนอาหาร WA ไปเลี้ยงบนอาหาร PDA (1 สปอร์ต่อ 1 จานเพาะเชื้อ) นำเชื้อที่แยกได้มาตรวจพิสูจน์การเข้าทำลายตามวิธี Koch's postulates และเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์แบบแห้งบนกระดาษกรอง เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

การเตรียมสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ของเชื้อรา *P. oryzae* โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-14 วัน จากนั้นเทน้ำนิ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร และใช้เข็มเขี่ยชุดสปอร์เชื้อราบนผิวหน้าอาหาร กรองผ่านผ้าขาวบางหนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อกรองเส้นใยและวุ้นออก นำไปนับจำนวนสปอร์ของเชื้อราด้วย haemocytometer ปรับระดับความเข้มข้นให้ได้ 50,000 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ด้วย tween 80 ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

2. การเตรียมตัวอย่างข้าวและการปลูกเชื้อสาเหตุโรคไหม้

เตรียมตัวอย่างข้าว โดยทำความสะอาดและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยสารละลายคลอโรกซ์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ แช่นาน 10 นาที และล้างด้วยน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ผสมดินที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 10 กรัมต่อดิน 12 กิโลกรัม ปลูกในกระบะพลาสติก ขนาด 28x42x8 เซนติเมตร โดยปลูกข้าวทดสอบ จำนวน 4 พันธุ์ ดังนี้ พันธุ์อ่อนแอ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 และ ปทุมธานี 1 พันธุ์ต้านทาน ได้แก่ หางยี 71 และ กข59 โดยปลูกข้าวจำนวน 6 กระบะต่อ 1 พันธุ์ อัตราเมล็ดพันธุ์ 50 กรัมต่อกระบะ

การปลูกเชื้อ *P. oryzae* สาเหตุโรคไหม้ โดยวิธีการพ่นสปอร์แขวนลอยเชื้อลงบนต้นข้าว เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน (พูนศักดิ์และวีณา, 2559) จำนวน 3 กระบะต่อพันธุ์ โดยมีกระบะที่พ่น tween 80 ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ (ไม่ปลูกเชื้อ) จำนวน 3 กระบะต่อพันธุ์ เป็นชุดควบคุม (control) สุ่มเก็บตัวอย่างใบข้าวหลังปลูกเชื้อ 8 และ 12 ชั่วโมง 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน (Hata EM. *et al*, 2021 and Zhan SW. *et al*, 2020) โดยเก็บใบจากต้นข้าวที่ปลูกเชื้อจำนวน 2 ต้นต่อกระบะๆละ 2-3 ใบ โดยเก็บใบตำแหน่งที่ 3 และ 4 จากใบยอด จากนั้นส่งตัวอย่างใบข้าวเพื่อวิเคราะห์เมแทบอลอไมกส์ต่อไป

3. การสกัดและวิเคราะห์เมแทบอลอไมกส์ในพันธุ์ข้าวต้านทานโรคไหม้

ดำเนินการสกัดตัวอย่างใบข้าวจากข้อ 2 โดยบดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลวและนำมาชั่งปริมาณ 100 มิลลิกรัม จากนั้นเติม เมทานอล:คลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 2:1 ที่แช่เย็นปริมาตร 600 ไมโครลิตร และ Adonitol ซึ่งเป็น Internal Standard ปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไป Sonicate ในน้ำแข็งเป็นเวลานาน 15 นาที จากนั้นเติมคลอโรฟอร์มและน้ำกลั่นอย่างละ 300 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปปั่นเหวี่ยงที่ $\times 13,200$ รอบต่อนาที นาน 20 นาที จากนั้นแยกส่วนใสในหลอด Eppendorf จากนั้นนำไปทำให้แห้งภายใต้สุญญากาศไนโตรเจน ก่อนวิเคราะห์นำตัวอย่างที่สกัดได้มาทำ Derivatization โดยเติม Methoxyaminhydrochloride ใน Pyridine (20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาณ 70 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส (ความเร็ว 950 รอบต่อนาที) เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง จากนั้นเติม N-methyl-trimethylsilyltrifluoroacetamide, MSTFA เขย่าที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที กรองตัวอย่างใส่ขวดเพื่อเตรียมฉีดวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography with Time-of-Flight Mass Spectrometer (GCxGC-TOFMS) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลสารเมแทบอไลต์ที่วิเคราะห์ได้จากเครื่อง GCxGC-TOFMS จะถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ChromaTOF-GC ที่ความเหมือนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 และ signal-to noise ratio เท่ากับ 100 จากนั้นนำข้อมูลไปจัดเรียงด้วยโปรแกรม Statistical compare และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis, PCA) และสร้าง heatmap ด้วยโปรแกรม R ทำการเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของสารเมแทบอไลต์ของพันธุ์ด้านทานกับพันธุ์อ่อนแอ โดยสารเมแทบอไลต์ที่มีปริมาณแตกต่างกันที่ระดับมากกว่า 1.5 fold change 1 ($P \leq 0.1$) จัดเป็นสารเมแทบอไลต์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลและอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์สารเมแทบอไลต์ด้วยเครื่อง GCxGC-TOFMS

จากการวิเคราะห์สารเมแทบอไลต์ในตัวอย่างใบข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 (พันธุ์อ่อนแอ) ข้าวพันธุ์ กข59 และหางยี 71 (พันธุ์ด้านทาน) ที่ผ่านการปลูกเชื้อเป็นเวลา 8 และ 12 ชั่วโมง และ 1-7 วัน พันธุ์ด้านทานโรคไหม้ พบสารเมแทบอไลต์ทั้งหมด 169 สาร ซึ่งประกอบด้วยสารกลุ่มกรดอินทรีย์ กรดอมิโน น้ำตาล แอลกอฮอล์ กรดไขมัน และสารอื่นๆ เช่น oxalic acid, shikimic acid, salicylic acid, phenylalanine, proline, valine, methionine, palmitic acid เป็นต้น (Figure 1) สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบสารเมแทบอไลต์จำนวน 99 สาร ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม primary metabolites โดยพบการเปลี่ยนแปลงของสารในกลุ่ม aromatic amino acids, phenylpropanoids, polyamines และน้ำตาล เมื่อข้าวถูกเข้าทำลายด้วยเชื้อ *P. oryzae* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคไหม้ (Madhavan *et al.*, 2019)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis, PCA)

เมื่อนำข้อมูลสารเมแทบอไลต์มาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของสารเมแทบอไลต์ของข้าวพันธุ์ด้านทานและพันธุ์อ่อนแอหลังการปลูกเชื้อที่ระยะเวลาต่างๆ สามารถอธิบายค่าความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 47.6 (PC1 และ PC2) และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบที่ 1 (PC1) (แกน X) พบว่าในช่วง 8-12 ชั่วโมงแรกหลังปลูกเชื้อข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีองค์ประกอบของสารเมแทบอไลต์ใกล้เคียงกัน และภายหลังการปลูกเชื้อตั้งแต่ 2 วันขึ้นไปข้าวพันธุ์หางยี 71 มีองค์ประกอบของสารเมแทบอไลต์แตกต่างกับข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 หลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง และ 1 วันหลังปลูกเชื้อ กลุ่มที่ 2 หลังปลูกเชื้อเป็นเวลา 2-4 วัน และกลุ่มที่ 3 หลังปลูกเชื้อเป็นเวลา 5-7 วัน (Figure 2) อาจกล่าวได้ว่าเริ่มพบความเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอไลต์ในข้าวพันธุ์ด้านทานตั้งแต่ 2-3 วันหลังปลูกเชื้อในข้าวพันธุ์ด้านทาน และ 5 วันในข้าวพันธุ์อ่อนแอ โดยจากการรายงานที่ผ่านมาเมื่อข้าวพันธุ์ Hwacheong ได้รับเชื้อโรคไหม้ *Magnaporthe grisea* สายพันธุ์แบบ compatibility (KJ201) และแบบ incompatibility (KJ401) พบว่ามีการสร้างสารเมแทบอไลต์ไม่แตกต่างกันในช่วงแรกหลังการปลูกเชื้อ (24 ชั่วโมง) จากนั้นพบการเพิ่มขึ้นกรดอะมิโน alanine ในข้าวที่ถูก

เข้าทำลายด้วยเชื้อแบบ compatibility รวมทั้งสารเมแทบอไลต์อื่นๆ ได้แก่ malate, glutamine, proline และ cinnamate เป็นต้น (Jones *et al.*, 2011)

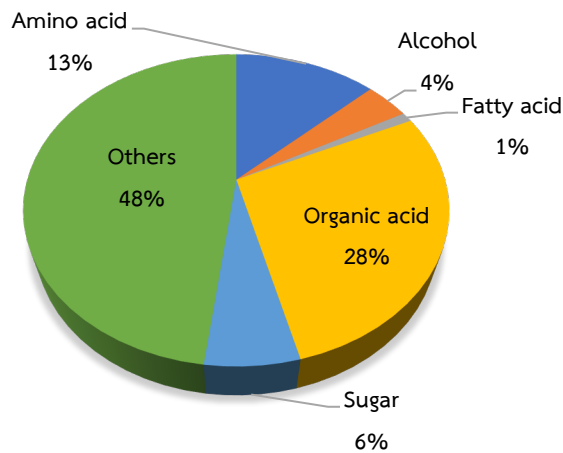


Figure 1. Metabolites found in leaves of KDML105, PTT1, RD59, and Hangyee 71 after 8-12 hours and 1-7 days of *P. oryzae* inoculation

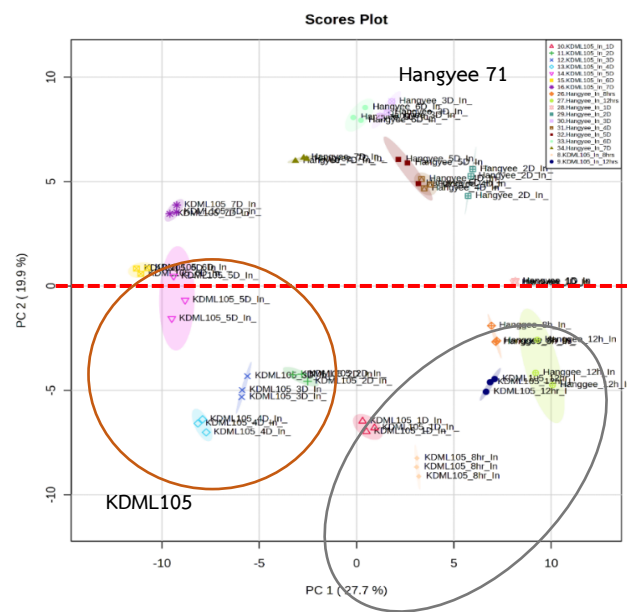


Figure 2. Principal component analysis (PCA) of metabolites found in leaves of KDML105 and Hangyee 71 after 8-12 hours and 1-7 days of *P. oryzae* inoculation

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม R

เมื่อนำข้อมูลสารเมแทบอไลต์ที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยเลือกเฉพาะสารที่มีความแตกต่างกันที่ระดับมากกว่า 1.5 fold change ระหว่างข้าวพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอมาสร้าง heatmap เพื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของสารเมแทบอไลต์ในข้าวแต่ละพันธุ์ด้วยโปรแกรม R พบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสารเมแทบอไลต์ประเภทกรดอะมิโน กรดไขมัน และน้ำตาล ได้แก่ asparagine,

alanine, linolenic acid, palmitic acid และ ribofuranose ในข้าวพันธุ์ต้านทานช่วงแรกหลังปลูกเชื้อ และเริ่มพบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของกรดอะมิโนพวก phenylalanine และ citrulline ในข้าวพันธุ์หางยี 71 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทาน โดยสารทั้งสองเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในกระบวนการสร้างสารในกลุ่ม phenylpropanoids และ polyamines ตามลำดับ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวเองของพืช กระบวนการ phenylpropanoids pathway จะถูกกระตุ้นเมื่อพืชถูกเข้าทำลายโดยเชื้อสาเหตุ ทำให้พืชเกิดการตอบสนองต่อการเข้ารุกรานของเชื้อโรค เช่น การสร้างสารลิกนินและซูเบอร์อินที่ทำให้ผนังเซลล์ที่อยู่บริเวณรอบแผลหนาและแข็งแรงขึ้นเพื่อป้องกันการลุกลามของเชื้อหรือสร้างสาร phytoalexins เพื่อต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรค เป็นต้น (Yadav *et al.*, 2022) ในขณะที่สารในกลุ่ม polyamines เช่น spermidine มีการรายงานถึงความเกี่ยวข้องกับโรคไหม้ในข้าวโดยพบการเพิ่มขึ้นหรือ up-regulation ของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง salicylic acid ในกระบวนการป้องกันตัวเองของพืช (Moselhy *et al.*, 2016) นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มขึ้นของสารในกลุ่ม methoxyflavone ในข้าวพันธุ์ต้านทานโรคไหม้ทั้งสองพันธุ์ ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ที่มีการรายงานว่ามียฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และน่าจะมีความเกี่ยวข้องกับสาร sakuranetin ซึ่งเป็น phytoalexins ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบในข้าว โดยสารดังกล่าวมียฤทธิ์ต่อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรค (Shimizu *et al.*, 2012 และ Valletta *et al.*, 2023) และมีรายงานพบการเพิ่มขึ้นของสาร sakuranetin ในข้าวที่มีการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคไหม้ (Kodama *et al.*, 1992, Dillon *et al.*, 1997 และ Stompor, 2020) ในขณะที่ใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอพบกรดอะมิโน phenylalanine ในวันที่ 5 หลังปลูกเชื้อ (Figure 3) ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Figure 2) ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ ที่พบความเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอไลต์ในใบข้าวพันธุ์อ่อนแอหลังการปลูกเชื้อตั้งแต่ 5 วันขึ้นไป

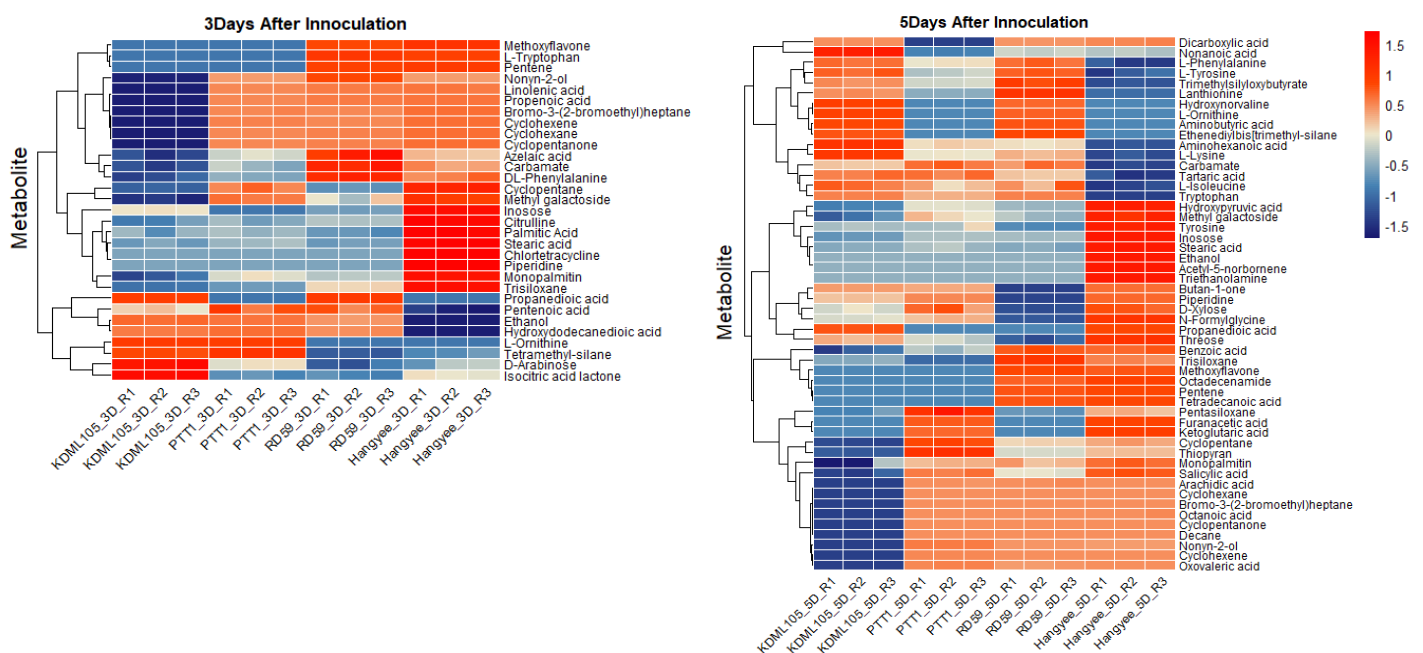


Figure 3. Heatmap of metabolites found in leaves of KDML105, PTT1, RD59, and Hangyee 71 after 3 and 5 days of *P. oryzae* inoculation

ในขณะที่พบการเพิ่มขึ้นหรือ up-regulation ของสารเมแทบอไลต์ประเภท shikimic acid ในใบข้าวพันธุ์ต้านทาน กข59 และหางยี 71 หลังปลูกเชื้อสาเหตุโรครไหมเป็นเวลา 6 วันขึ้นไป (Figure 4) โดยสารดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับ shikimate pathway ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการกลไกความต้านทานของพืช ทำให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรงเชื้อโรครไหมไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Wu *et al.*, 2021) โดยใน shikimic pathway ประกอบด้วยสารในกลุ่มฟีนอลิกที่พบในพืชหลากหลายชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดสี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การส่งสัญญาณ และกลไกการป้องกันตัวเองของพืช เป็นต้น (Francenia Santos-Sánchez *et al.*, 2019) นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มขึ้นของ salicylic acid ในข้าวพันธุ์หางยี 71 กข59 และปทุมธานี 1 ตั้งแต่วันที่ 5 หลังปลูกเชื้อ ซึ่งมีการรายงานพบการเพิ่มขึ้นของ benzoic acid ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ salicylic acid ในเซลล์แขวนลอย (suspension cultured cell) ของข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อเชื้อโรครไหม (CO39) ภายหลังจากการถูกกระตุ้นด้วยเชื้อโรครไหม *Pyricularia oryzae* (Madhavan *et al.*, 2019) และในวันที่ 6 มีการเพิ่มขึ้นของสารดังกล่าวในข้าวพันธุ์หางยี 71 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย salicylic เป็นฮอร์โมนพืชที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณในการสร้างความต้านทานหลังจากที่พืชถูกเชื้อสาเหตุเข้าทำลาย หรือที่เรียกว่า Systemic Acquired Resistance (SAR) ซึ่งเป็นระบบป้องกันตัวเองตามธรรมชาติของพืชที่จะถูกกระตุ้นเมื่อเชื้อโรครไหม เชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัสเข้าทำลาย นอกจากนี้ยังมีการรายงานถึงการพบ salicylic acid ในข้าวพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ต้านทานโรครไหม พบกลไกควบคุมความต้านทานในข้าวทั้งสองพันธุ์ (Sun *et al.*, 2019) (Figure 4) อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์สารเมแทบอไลต์ด้วยเครื่อง GCxGC-TOFMS ในงานวิจัยนี้ เป็นเพียงการวิเคราะห์สารตั้งต้นที่เกี่ยวข้องในกระบวนการต่างๆ จึงควรมีการวิเคราะห์สารเมแทบอไลต์ในกลุ่มทุติยภูมิ (secondary metabolite) เพื่อหาสารที่มีความจำเพาะและสามารถเชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรครไหม เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มเติมต่อไป

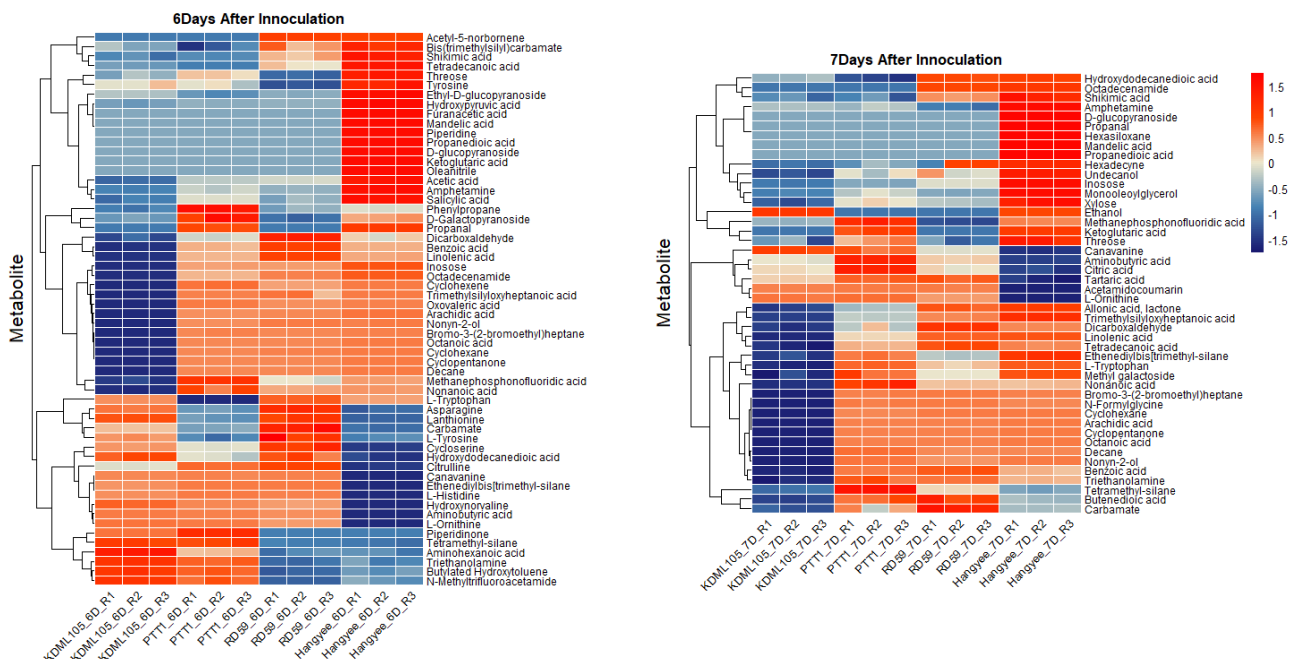


Figure 4. Heatmap of metabolites found in leaves of KDML105, PTT1, RD59, and Hangyee 71 after 6 and 7 days of *P. oryzae* inoculation

สรุป

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารเมแทบอไลต์ที่เกิดขึ้นในข้าวพันธุ์ต้านทาน (ทางยีน 71 และ กข59) และพันธุ์อ่อนแอ (ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1) เมื่อนำมาทดสอบด้วยเชื้อ *Pyricularia oryzae* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคไหม้ เป็นเวลา 8 และ 12 ชั่วโมง 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน และทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารเมแทบอไลต์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GCxGC-TOFMS) พบว่าสารเมแทบอไลต์ในข้าวกลุ่มพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในข้าวพันธุ์ต้านทานพบการเพิ่มขึ้นของสารเมแทบอไลต์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวเองภายหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลาตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป ได้แก่สาร phenylalanine และ shikimic acid โดยสารดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการ phenylpropanoid และใน shikimate pathway ตามลำดับ รวมไปถึง salicylic acid ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชสำคัญที่ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณในการสร้างความต้านทานหลังพืชถูกเชื้อสาเหตุเข้าทำลาย จากผลการทดลองข้างต้นทำให้นักวิจัยทราบถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคไหม้ของข้าว อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อยอดในการหาสารเมแทบอไลต์ที่มีความจำเพาะในการสร้างความต้านทานต่อโรคไหม้ในข้าว โดยใช้เทคนิค Liquid chromatography mass spectrometry (LC-MS/MS) เป็นต้น เพื่อเชื่อมโยงหายีนที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้พัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความต้านทานต่อโรคไหม้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ส่งเสริมและสนับสนุนงบประมาณ แผนงานวิจัยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพยุคใหม่และศาสตร์ทางโอมิกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและรักษาเสถียรภาพการผลิตข้าว แผนงานวิจัยย่อย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมแทบอลอิกส์และโปรตีโอมิกส์ในการศึกษาลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจของข้าว ทีมงานวิจัย และผู้ช่วยนักวิจัยจากสถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ กรมการข้าว ในการดำเนินงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์ และวีณา เมฆวัฒนากาญจน์. 2559. โรคไหม้ของข้าว. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ศานต์ เศรษฐชัยมงคล และมยุรี เหลืองวิสัย. 2560. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมตาโอมิกส์ในการศึกษาข้อมูลแบบแผนทางชีวโมเลกุล ของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยสยาม. 12(1): 1-16.
- Dillon, V. M., Overton, J., Grayer, R. J. and Harborne, J. B. (1997). Differences in Phytoalexin Response among Rice Cultivars of Different Resistance to Blast. *Phytochemistry*, 44, 599–603.

- Francenia Santos-Sánchez, N., Salas-Coronado, R., Hernández-Carlos, B., & Villanueva-Cañongo, C. (2019). Shikimic Acid Pathway in Biosynthesis of Phenolic Compounds. *IntechOpen*, 83815.
- Hata EM., Yusof MT., and Zulperi D. 2021. Induction of systemic resistance against bacterial leaf streak disease and growth promotion in rice plant by *Streptomyces shenzhenesis* TKSC3 and *Streptomyces* sp. SS8. *Plant Pathol. J.* 37(2): 173-181.
- Jones, O., Maguire, M., Griffin, J., Young Ho, J., Shibato, J., Rakwal, R., Agrawal, G. and Jwa, N. S. (2011). Using Metabolic Profiling to Assess Plant-Pathogen Interactions: An Example using Rice (*Oryza sativa*) and the Blast Pathogen *Magnaporthe grisea*. *European Journal of Plant Pathology*, 129, 539-554.
- Kodama, O., Miyakawa, J., Akatsuka, T. and Kiyosawa, S. (1992). Sakuranetin, A Flavanone Phytoalexin from Ultraviolet-Irradiated Rice Leaves. *Phytochemistry*, 31, 3807–3809.
- Madhavan, S., Paranidharan, V., Erban, A., Al-sadi, A. M., Kopka, J., and Velazhahan, R. (2019). The Metabolic Response of Suspension-Cultured Cells from Blast-Resistant and -Susceptible Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes to a *Pyricularia oryzae* Elicitor. *Indian Phytopathology*, 72, 195–202.
- Moselhy, S.S., Asami, T., Abualnaja, K.O., Al-Malki, A.L., Yamano, H., Akiyama, T., Wada, R., Yamagishi, T., Hikosaka, M., Iwakawa, J., Okada, K., Mori, M. and Kumosani, T.A. (2016). Spermidine, A Polyamine, Confers Resistance to Rice Blast. *J Pesticide Sciencei*, 41(3), 79-82.
- Parker, D., M. Beckmann, H. Zubair, D. Enot, D., and Z. Caracuel-Rios. 2009. Metabolomic analysis reveals a common pattern of metabolic re-programming during invasion of three host plant species by *Magnaporthe grisea*. *Plant J.* 59: 723–37.
- Shimizu, T., Lin, F., Hasegawa, M., Nojiri, H., Yamane, H. and Okada, K. (2012). The Potential Bioproduction of the Pharmaceutical Agent Sakuranetin, A Flavonoid Phytoalexin in Rice. *Bioengineered*, 3(6), 352-357.
- Stompor, M. (2020) A Review on Sources and Pharmacological Aspects of Sakuranetin. *Nutrients*, 12, 513.
- Sun, R., Qin, S., Zhang, T., Wang, Z., Li, H., Li, Y. and Nie, Y. (2019). Comparative Phosphoproteomic Analysis of Blast Resistant and Susceptible Rice Cultivars in Response to Salicylic Acid. *BMC Plant Biology*, 19, 454.



- Valletta, A., Iozia, L.M., Fattorini, L. and Leonelli, F. (2023). Rice Phytoalexins: Half a Century of Amazing Discoveries; Part I: Distribution, Biosynthesis, Chemical Synthesis, and Biological Activities. *Plants*, 12(2), 260.
- Wu, Z., Wang, G., Zhang, B., Dai, T., Gu, A., Li, X., Cheng, X., Liu, P., Hao, J. and Liu, X. (2021). Metabolic Mechanism of Plant Defense against Rice Blast Induced by Probenazole. *Metabolites*, 11(4), 246.
- Xiao, R., Y. Ma, D. Zhang, and L. Qian. 2018. Discrimination of conventional and organic rice using untargeted LC-MS-based metabolomics. *J. Cereal Sci.* 82: 73-81.
- Yadav, V., Wang, Z., Wei, C., Amo, A., Ahmed, B., Yang, X. and Zhang, X. (2020). Phenylpropanoid Pathway Engineering: An Emerging Approach towards Plant Defense. *Pathogens*, 9. 312.
- Zhan SW., Yang Y., Wu ZM., and Li KT. 2020. Induced defense responses against *Rhizoctonia solani* in rice seedling by a novel antifungal mycin N2 from *Streptomyces* sp. N2. *Australasian Plant Pathology*. 49:267–276.

การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบ ของกฤษณา

Antibacterial and Anti-tyrosinase Enzyme Activities of Crude Extract from Agarwood (*Aquilaria crassna*)

ภัทราพร ผูกคล้าย¹ วิวัฒน์ คล้ายสุทธิ์² ตูลาลักญ์ เพิ่มนิตย์²
พรรณพร กุลมา³ และ ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด^{1*}

¹กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

³สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน น่าน 55000

*Corresponding author. E-mail address: thanyaratc@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสกัดหยาบของกฤษณา เช่นฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ทำการศึกษาโดยนำใบและกิ่งกฤษณาสกัดในเอทานอล จากนั้นทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชัน พบว่าสารสกัดใบกฤษณา ที่ความเข้มข้น 1,000 µg/mL พบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.81±2.68 ซม. ของเชื้อ *Bacillus cereus* มีค่าเฉลี่ย 0.66±0.56 ซม. ของเชื้อ *Escherichia coli* และ 0.66±0.07 ซม. ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และไม่พบความสามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* เมื่อใช้ความเข้มข้นที่ 5,000 µg/mL พบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.80±0.71 ซม. ของเชื้อ *B. cereus* และมีค่าเฉลี่ย 0.66±0.49 ซม. ของเชื้อ *E. coli* ดังนั้นสารสกัดใบกฤษณาออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *B. cereus* และ *E. coli* ได้ดีที่สุด การทดสอบผลของสารสกัดหยาบจากกิ่งกฤษณาในเอทานอล มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้ดี 2 สายพันธุ์ คือ *S. aureus* และ *E. coli* หลังจากนั้นนำสารสกัดทั้ง 2 ชนิด ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส พบว่าสารสกัดทั้ง 2 ชนิดสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สารสกัดใบและกิ่งกฤษณา มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบที่สำคัญจากสารสกัดกฤษณา เพื่อนำไปใช้ลดกลิ่นปากที่เกิดจากแบคทีเรียช่องปาก

คำสำคัญ: กฤษณา ต้านแบคทีเรีย เอนไซม์ไทโรซิเนส

Abstract

Antibacterial activity of leaf and twig extracts of *A. crassa* was examined by using disc diffusion method. The results at the concentration 1,000 µg/mL of leaf extract showed that the clear zone was obvious with the size of 0.81 ± 2.68 cm. from *Bacillus cereus*. The extract inhibited *Staphylococcus aureus* (0.66 ± 0.07 cm.) and *Escherichia coli* (0.66 ± 0.56 cm.) It did not make clear zone with *Bacillus subtilis*. The results at concentration 5,000 µg/mL of leaf extract showed that the clear zone was 0.80 ± 0.71 cm. from *B. cereus* and 0.66 ± 0.49 cm. from *E. coli*. It was possible that the leaf extract could show the antibacterial to *B. cereus* and *E. coli*. Twigs extract of *A. crassa* could inhibit with clear zone with *S. aureus* and *E. coli*. Subsequently, the extracts were performed as an assay tyrosinase enzyme inhibition. It also showed the decreasing of enzyme activity with the leaves and twigs extracts. In this study, the result showed that *A. crassa* leaves and twig extracts had antibacterial and anti-tyrosinase activities. Product development has active ingredients including *A. crassa* leaves extract can be used to reduce bad breath from oral bacteria.

Keywords: *Aquilaria crassna*, Antibacterial, Tyrosinase enzyme

ผลของพลาสมาความดันบรรยากาศต่อการแสดงออกของยีนที่ก่อโรคแอนแทรกโนสในพริก
Effect of Atmospheric Pressure Plasma on Genes Expression
in Chili Anthracnose Disease

กมลพร ปานง่อม^{1*} ขนิษฐา สมพงษ์¹ ศิริโสภา อินขะ วรณวงศ์² และ วีรนนท์ ไชยมณี³

¹สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

³สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: kamonpornp@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพลาสมาความดันบรรยากาศต่อการแสดงออกของยีนก่อโรคแอนแทรกโนสในพริก โดยการฉายพลาสมาในสปอร์เชื้อราที่ละลายในน้ำกลั่น เป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาที และบ่มสปอร์เชื้อราที่ 0 และ 3 ชั่วโมง เมื่อสกัดอาร์เอ็นเอด้วยน้ำยาสำเร็จรูปชนิด Trizol และศึกษาการแสดงออกของยีนก่อโรคแอนแทรกโนสในพริกชนิด Cutinase และ Cap-20 ด้วยเทคนิค Real Time Polymerase Chain Reaction (PCR) โดยใช้ยีน Calmodulin เป็นยีนอ้างอิง ผลพบว่าการแสดงออกของยีน Cutinase และ Cap-20 ของการบ่มสปอร์เชื้อราที่ 0 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการแสดงออกของยีนก่อโรคได้ดีกว่าการบ่มสปอร์เชื้อราที่ 3 ชั่วโมง โดยเฉพาะการฉายพลาสมาเป็นเวลา 1 และ 3 นาที สามารถยับยั้งการแสดงออกของยีนได้เท่ากับ 0.204 และ 0.381 ตามลำดับ มากกว่านี้พลาสมาสามารถยับยั้งการแสดงออกของยีน Cutinase มากกว่ายีน Cap-20 อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างยีนก่อโรคกับลักษณะอื่นร่วมกัน เพื่อบ่งชี้ประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้พลาสมาในการควบคุมโรคแอนแทรกโนสในพริก

คำสำคัญ: โรคแอนแทรกโนส พริก พลาสมาความดันบรรยากาศ การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับโรค

Abstract

This research aimed to study the effect of atmospheric pressure plasma on genes expression in chilli anthracnose disease. The fungus spore which dissolved in distilled water was treated with plasma for 1, 3, and 5 min and incubated for 0 and 3 hr. Spores were extracted for RNA by using the Trizol reagent. Genes expression in chili anthracnose disease namely Cutinase and Cap-20 were investigated by Real-Time Polymerase Chain Reaction (PCR) with calmodulin as a reference gene. The results showed that Cutinase and Cap-20 genes of spore incubation for 0 hr. restrained pathogenic genes expression better than that of spore incubation for 3 hr. Atmospheric pressure plasma treatment for 1 and 3 min inhibited pathogenic genes expression of 0.204 and 0.381, respectively. Moreover, atmospheric pressure plasma can inhibit gene expression in chili anthracnose fungus of Cutinase better than Cap-20. However, the relation between pathogenic genes and other features should be studied to validate the efficiency of atmospheric pressure plasma application on chili anthracnose disease control.

Keywords: Anthracnose disease, Chili, Atmospheric pressure plasma, Pathogenic genes expression

การพัฒนาไฮโดรเจลจากน้ำกากาไหมเป็นวัสดุคลุมหน้าดินที่สามารถช่วยการชะลอตัว การสลายตัวของปุ๋ย

Increasing the value of weaving wastewater by making hydrogels that help slow
down the decomposition of fertilizers in rice grown in upland rice

นภิสรา กลิ่นขจร^{1*} ฐปนัน ตั้งกมลสถาพร² และ ชลากร อัครฉวีวิชาการ³

¹โรงเรียนวาริชียงใหม่ เชียงใหม่ 50000

*Corresponding author. E-mail address: Napisara06226@varee.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาไฮโดรเจลจากน้ำกากาไหมเป็นวัสดุคลุมหน้าดินที่สามารถช่วยการชะลอตัวการสลายตัวของปุ๋ย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความขึ้นของไฮโดรเจลที่ผสมไบโอชาร์ว่ามีผลต่อการสลายตัวของปุ๋ย โดยมีตัวแปรต้นคือการศึกษาความขึ้น และตัวแปรตามคือ การสลายตัวของปุ๋ย เพื่อไม่ให้เสียเวลาในการเติมน้ำเติมปุ๋ย และที่สำคัญคือเปลี่ยนดินภายในพีชระถาง โดยจะแบ่งชุดทดลองเป็น 4 ชุด ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 คือ ชุดควบคุมปุ๋ยสูตร 15-15-15 ชุดทดลองที่ 2 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + ไฮโดรเจล ชุดทดลองที่ 3 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + ไบโอชาร์ และ ชุดทดลอง ที่ 4 ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + ไบโอชาร์ + ไฮโดรเจล ซึ่งมีการวัดค่า N-P-K ของดินและน้ำที่ชะล้างออกมาจากการรดน้ำ ด้วยวิธี soiling testing kit เป็นระยะเวลา 50 วัน ในส่วนของเรื่องความขึ้นในดินเราจะใช้บอร์ด Arduino ในการวัดค่า N-P-K ของปุ๋ย ซึ่งมีค่า High ในช่วง 35 วันซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าปุ๋ยที่นำไปคลุกเพียงไฮโดรเจลรวมถึงมีประสิทธิภาพกว่าปุ๋ยที่ไม่ได้นำไปคลุกกับส่วนผสมอื่นๆ (ชุดControl) ที่ธาตุหลัก N-P-K มีค่า High ในช่วงวันที่ 1-20 และ 1-7 แล้วสลายตัวจนไม่สามารถวัดค่าได้ตามลำดับและเมื่อนำไปลงดินชุดการทดลอง(ไฮโดรเจล+ไบโอชาร์+ปุ๋ย+ดิน) มีประสิทธิภาพในการชะลอการสลายตัวของปุ๋ยดีที่สุดมีค่า N-P-K อยู่ในระดับ High 45 วันความขึ้นมีผลต่อการสลายตัวของปุ๋ยโดยในกระถางที่มีความขึ้นสูงอัตราในการสลายตัวของปุ๋ยก็จะช้าดังเช่นการทดลองในกระถางที่4ซึ่งใช้วัสดุคลุมหน้าดินที่มีทั้งไฮโดรเจล+ไบโอชาร์+ปุ๋ยซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าไฮโดรเจลที่ผสมไบโอชาร์จะมีส่วนช่วยในการรักษาความขึ้นภายในดินมากที่สุดและมีผลต่อการสลายตัวของปุ๋ย ทำให้ปุ๋ยสลายตัวได้ช้าลง

คำสำคัญ: ไฮโดรเจล ไบโอชาร์ วัสดุคลุมดิน รังไหม น้ำกากาไหม

Abstract

Development of hydrogels using sericin from silk degumming water used as mulch for softening of fertilizer by extracting sericin from silk cocoons that have been discarded from weaving factories. And increase the efficiency of maintaining soil moisture with biochar, which aims to study the moisture content of hydrogel with Biochar. Affects the degradation of fertilizer or No, by dividing the experimental set into 4 sets, the control set, the formula 15-15-15 fertilizer, the experimental set 1, the formula 15-15-15 + Hydrogel Test set 2 Fertilizer formula 15-15-15 + Biochar Leaves and Trial Kit 4 Fertilizer Formula 15-15-15 + Biochar Leaves + Hydrogel. Which has measured the N-P-K values of soil and water washed away from watering. By means of soiling testing kit for a period of time 50 days. In which N-P-K values were measured in soil, it was found that experiment 4 Hydrogel + Biochar + Fertilizer 15-15-15 was able to collect fertilizer. Up to 42 days of H-level, which is the most, and 11 days more than the H-level control. And for values N-P-K measured from water washed from watering can be found that the value of the experimental. All sets had low N-P-K values throughout the experiment. Because the nutrients of the fertilizer are absorbed in the soil and are not released As for soil moisture, we use Arduino. In the measurements throughout the experiment, it was found that the experiment 4 series 15-15-15 fertilizer + Biochar + hydrogel had high moisture content. And the control unit, Fertilizer 15-15-15 had the lowest moisture content. throughout the test results.

Keywords: Hydrogel, Biochar leaves, Fertilizer fomular 15-15-15, cocoons

สมบัติของเนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดินต่อความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ในแปลง ปลูกกาแฟอาราบิกา

Properties of Soil Texture and Bulk Density on Available Water Capacity in Arabica Coffee Plantation

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์^{1*} วุฒิ ศรีวิชัย¹ รัฐกร สืบคำ² พชรินทร์ นามวงษ์¹ ฤทัยรัตน์ ห้อยสัน¹ และ
สุชาวดี จันจาตุรงค์¹

¹กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร ขอนแก่น 40000

*Corresponding author. E-mail address: anusorn16@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกกาแฟอาราบิกาของ
ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต.แม่नाจร อ.แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ (18° 38' 44'' N, 98° 28'
33'' E) ระดับความสูงจากน้ำทะเล 1,374 เมตร ทำการศึกษาหาเนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดินและความ
จุน้ำที่เป็นประโยชน์ของดินที่ 5 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 ซม. ตามลำดับ
ผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความลึก 0-10 ซม. เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ระดับความลึก 10-20 ซม. 20-30
ซม. และ 30-40 ซม. เป็นดินร่วนปนทราย และ 40-50 ซม. เป็นดินเหนียวปนทราย ความหนาแน่นรวมของ
ดินอยู่ในช่วง 1.25-1.57 กรัม/ลบ.ซม. และพบว่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 27.19-31.79 เปอร์เซ็นต์
ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ความสัมพันธ์ของเนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดินเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญต่อความ
จุน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน

คำสำคัญ: ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ ความหนาแน่นรวมของดิน กาแฟ เนื้อดิน

Abstract

The objective of this study was to study soil physical properties in Arabica Coffee Plantation in Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (Mae Jhon Luang), Mae Nachon Sub district, Mae Chaem District, Chiang Mai Province ($18^{\circ} 38' 44''$ N, $98^{\circ} 28' 33''$ E), elevation ranges 1,374 m a.s.l. Soil texture, bulk density (BD) and available water capacity (AWC), soil separate sampled from five depths (0–10, 10-20, 20-30, 30-40, and 40-50 cm respectively). The results found that, soil texture was sandy clay loam (0-10 cm depth), sandy loam (10-20, 20-30, 30-40 cm depth), and sandy clay (40–50 cm depth). Bulk density was 1.25-1.57 g/cm³ and available water capacity were 27.19-31.79 % parameters showing no-significant differences. However, bulk density has pores more indicated to air pore in soil texture and potential water retention. The results showed that the relationships between difference of soil texture and bulk density are important affecting on available water capacity.

Keywords: Available water capacity, Bulk density, Coffee, Soil texture

การประมาณกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง Estimation of Growth Curve of Betong Chicken

ครวญ บัวศิริ^{1*} และ ปิยะนันท์ นวลหนูปล้อง¹¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

*Corresponding author. E-mail address: kruan.bu@skru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาสมการที่เหมาะสมสำหรับกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง ใช้ข้อมูลน้ำหนักตัวไก่เบตงที่อายุ 2-20 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว ภายใต้สภาพการเลี้ยงของสถานีปฏิบัติการสัตว์บาล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ทำการทดสอบกราฟการเจริญเติบโตที่เหมาะสม 3 สมการ ได้แก่ Richards, Gompertz และ Logistic โดยการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System, 1998) ชุดคำสั่ง PROC NLIN และในการเปรียบเทียบสมการที่เหมาะสม พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (MSE) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของแต่ละสมการ ผลการวิจัย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของสมการ Gompertz, Logistic และ Richards มีค่าใกล้เคียงกัน (0.8846, 0.8840 และ 0.8797) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (MSE) พบว่า สมการ Richards มีค่า 49746.1 ต่ำกว่าสมการ Gompertz และ Logistic ที่มีค่าเท่ากับ 49985.4 และ 51817.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สมการ Richards มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการประมาณกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง โดยมีค่าน้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่ ค่าคงที่ ค่าอัตราเข้าสู่ น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ และค่าคงที่ เท่ากับ 2,650.60, 0.8978, 0.1160 และ 2.4801 ตามลำดับ

คำสำคัญ: กราฟการเจริญเติบโต ไก่เบตง

Abstract

The objective of this study was to test the appropriate function for growth curves of Betong chicken. Data on body weight of aged 2-20 weeks with 200 birds were used, under the conditions of rearing of the animal husbandry station, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University. Three optimized growth curves were tested: Richards, Gompertz and Logistic. Various parameters were analyzed by using SAS (Statistical Analysis System, 1998), and the PROC NLIN instruction set. Appropriate functions were compared by considering the mean square error (MSE) and the coefficient of determination (R^2). Results showed that of R^2 the Gompertz, Logistic and Richards functions were similar (0.8846, 0.8840 and 0.8797, respectively). However, when considering the MSE, it was found that the Richards function was 49746.1, lower than the Gompertz and Logistic functions that were 49985.4 and 51817.5, respectively. The results indicate that the Richards function is suitable for estimating growth curves of Betong chickens. The values of maturing body weight, constant, maturing weight-to-weight ratio and constant are 2,650.60, 0.8978, 0.1160 and 2.4801, respectively.

Keywords: Growth curve, Betong chicken

บทนำ

ไก่เบตง (Betong Chicken) เป็นพันธุ์ไก่พื้นเมืองที่สำคัญของภาคใต้ โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส ลักษณะประจำพันธุ์ที่เด่นชัด คือ ขนสีเหลืองทองตั้งแต่หัวค้อยๆ จางลงมาถึงลำตัว ปีกสั้น ขนหางไม่ตก สัน หงอนจักร ปากและแข้งสีเหลือง ผิวหนังสีขาว และให้เนื้อคุณภาพดี รสชาติดี หอมหวาน เนื้อเหนียวนุ่ม ไม่เละ จึงทำให้เป็นที่นิยมของผู้บริโภค (ดาร์ส และวินัย, 2549; ปิยะนันท์, 2562) สำหรับการเจริญเติบโต ปิ่น และคณะ (2547) รายงานว่า ไก่เบตงที่ช่วงอายุ 8-52 สัปดาห์ ที่เลี้ยงแบบขังคอกย่อย เพศผู้ และเพศเมียมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 600-2,350 และ 510-1,780.13 กรัม ตามลำดับ และเมื่อโตเต็มที่ ที่อายุ 24 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 2,110 และ 1,690 กรัม ตามลำดับ ใกล้เคียงกับรายงานของ ดาร์ส และวินัย (2549) ที่รายงานว่ ไก่เบตงที่อายุ 24 สัปดาห์ ที่เลี้ยงแบบขังคอกที่มีทางเปิดออกลานดิน เพศผู้มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 2066.70 กรัม และเพศเมียมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 1,650 กรัม ในขณะที่ ปิยะนันท์ (2562) รายงานว่า ไก่เบตงคละเพศอายุ 24 สัปดาห์ จากฟาร์มเกษตรกร อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ที่เลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 1,960 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ ครวญ และคณะ (2561) ที่รายงานว่ ไก่เบตงคละเพศอายุ 17 สัปดาห์ ที่เลี้ยงในสภาพการเลี้ยงของเกษตรกร มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1,741.40 กรัม และการศึกษาของ สุณีย์ และคณะ (2556) รายงานว่ ไก่เบตงคละเพศพันธุ์แท้อายุ 20 สัปดาห์ ที่เลี้ยง แบบขังคอกกึ่งขังกึ่งปล่อยในคอกและแปลงหญ้า และเลี้ยงปล่อยอิสระในฟาร์มของเกษตรกร มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ

1,631.67, 1,871.67 และ 1,875.00 กรัม จากข้อมูลน้ำหนักตัวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ไก่เบตงมีศักยภาพทางการผลิตค่อนข้างสูง

ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นลักษณะเชิงปริมาณ ที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ และอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออก ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยตรงและยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับลักษณะอื่นๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกด้วย เช่น ลักษณะน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก เป็นต้น ดังนั้น การศึกษารูปการเจริญเติบโตของไก่เบตงถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากจะช่วยให้ทราบทิศทางการเจริญเติบโต และช่วยประมาณน้ำหนักเพื่อใช้อธิบายถึงความต้องการโภชนาการสำหรับการดำรงชีพ การให้ผลผลิต และระบบสืบพันธุ์ ซึ่งจะช่วยให้การผลิตไก่เบตงมีศักยภาพเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้สมการที่ใช้ในการประมาณการกราฟการเจริญเติบโต ได้แก่ Richards, Gompertz และ Logistic (Knizetova et al., 1995; Aggrey, 2002; DarmaniKuhi et al., 2003; Goliomytis et al., 2003; Nahashon et al., 2006) Aggrey (2002) รายงานว่าสมการของ Richards, Gompertz และ Logistic มีลักษณะเป็นเส้นโค้งมีความเหมาะสมมากกว่าสมการ Spline Linear Regression โดยค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการ Richards และ Gompertz ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการ Logistic จะแตกต่างจากสมการ Richards และ Gompertz นอกจากนี้ DarmaniKuhi et al (2003) Tzeng and Becker (1981) และ Wiseman and Lewis (1998) รายงานว่าสมการ Gompertz สามารถนำมาใช้ในการประมาณการกราฟการเจริญเติบโตในไก่เนื้อ อย่างไรก็ตามแต่ละสมการที่นำมาใช้ในการประมาณการกราฟการเจริญเติบโตจะมีความเหมาะสมกับประชากรที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องทดสอบหาสมการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการประมาณการกราฟการเจริญเติบโตเพื่อความแม่นยำในการประมาณการกราฟการเจริญเติบโต ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาสมการที่เหมาะสมสำหรับกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตงเพื่อใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลน้ำหนักตัวของไก่เบตงคณะเพศ ที่อายุ 2-20 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว เลี้ยงแบบปล่อยพื้น ปูด้วยแกลบ ในโรงเรือนระบบเปิด จัดให้ไก่เบตงช่วงอายุ 2-10 สัปดาห์ ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และช่วงอายุ 11-20 สัปดาห์ ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ไก่เบตงได้รับอาหารแบบเต็มที (*ad libitum*) และมีน้ำให้กินตลอดเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System, 1998) ด้วยชุดคำสั่ง PROC UNIVARIATE เพื่อแก้ไขข้อมูลที่ผิดปกติออกจากรฐานข้อมูล ทดสอบปัจจัยคงที่ (fixed effect) ที่คาดว่าจะมีผลต่อลักษณะที่ทำการศึกษ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System, 1998) ด้วยชุดคำสั่ง PROC MIXED ทดสอบหาสมการการเจริญเติบโตที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System, 1998) ด้วยชุดคำสั่ง PROC

NLIN โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (MSE) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของแต่ละสมการเพื่อให้ได้สมการที่ดีที่สุด

สมการการเจริญเติบโตมีรูปแบบดังต่อไปนี้

$$\text{Richards : } W = W_0 W_f / [W_0^n + (W_f^n - W_0^n) \exp(-bt)]^{1/n}$$

$$\text{Gompertz : } W = W_0 \exp\{[1 - \exp(-bt)] \ln(W_f / W_0)\}$$

$$\text{Logistic : } W = W_0 W_f / [(W_0 + (W_f - W_0) \exp(-bt))]$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัว, t = เวลา, W_f = น้ำหนักสุดท้าย, W_0 = น้ำหนักเริ่มต้น

ผลและอภิปรายผล

จากการทดสอบสมการสำหรับกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง โดยสมการ Gompertz, Logistic และ Richards พบว่า ไก่เบตงมีน้ำหนักโตเต็มที่ ที่ประมาณได้จากสมการการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 2,161.50 ถึง 2,650.60 กรัม สมการที่ให้ค่าประมาณน้ำหนักโตเต็มที่ต่ำสุด และสูงสุด คือ สมการ Logistic และ สมการ Richards ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Aggrey (2002) ที่ทำการเปรียบเทียบสมการการเจริญเติบโตระหว่าง Gompertz, Logistic และ Richards ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย พบว่า สมการที่ให้ค่าประมาณน้ำหนักโตเต็มที่ต่ำสุด คือ สมการ Logistic มีค่าเท่ากับ 2,192.70 และ 1,693.60 กรัม ตามลำดับ และค่าประมาณน้ำหนักโตเต็มที่สูงสุด คือ สมการ Richards มีค่าเท่ากับ 2,505.80 และ 1,978.70 กรัม ในขณะที่ Nahashon et al (2006) รายงานว่า สมการ Logistic ให้ค่าประมาณน้ำหนักโตเต็มที่ต่ำสุดทั้งในเพศผู้และเพศเมีย โดยมีค่าเท่ากับ 1,550.00 และ 1,597.20 กรัม ตามลำดับ ส่วนสมการ Gompertz ให้ค่าประมาณน้ำหนักตัวโตเต็มที่สูงสุดในเพศผู้ มีค่าเท่ากับ 1,634 กรัม และสมการ Richards ให้ค่าประมาณน้ำหนักตัวโตเต็มที่สูงสุดในเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 1,700.00 กรัม

Table 1. Estimated coefficients for Gompertz, Logistic and Richards model growth parameters of Betong chickens.

Equations	Parameter				MSE	R ²
	a	b	c	M		
Gompertz	2397.20	0.1653	8.0454	-	49985.4	0.8840
Logistic	2161.50	0.2805	9.6002	-	51817.5	0.8797
Richards	2650.60	0.8978	0.1160	2.4801	49746.1	0.8846

¹/_a = asymptotic mature weight, b = integration constant, c = rate of mature weight, M = power constant, MSE = mean square error และ R² = coefficient of determination

เมื่อเปรียบเทียบสมการการเจริญเติบโต จากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (MSE) และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) พบว่า สมการ Richards มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงสุด และมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ซึ่งใกล้เคียงกับสมการ Gompertz สอดคล้องกับการศึกษาของ Aggrey (2002) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของสมการ Richards มีค่าสูงสุดในเพศผู้และเพศเมีย โดยมีค่าเท่ากับ 0.9827 และ 0.9812 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ สมการ Gompertz ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย โดยมีค่าเท่ากับ 0.9826 และ 0.9811 ตามลำดับ ในขณะที่สมการ Logistic ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.9800 และ 0.9780 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามกราฟการเจริญเติบโตจากสมการทั้ง 3 สมการ มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง (sigmoid curve) ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของไก่เบตงที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง ดังแสดงใน Figure 2

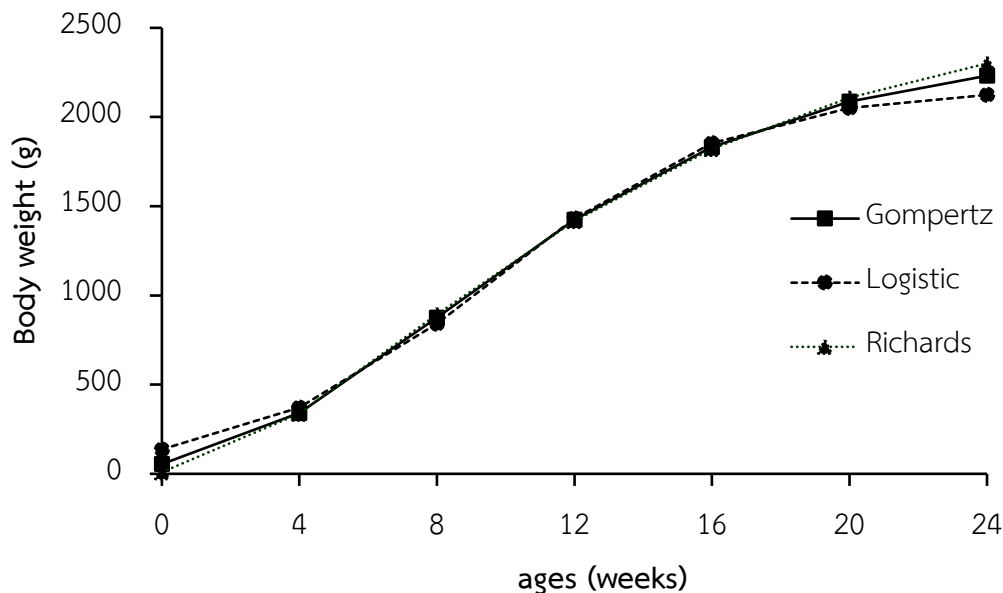


Figure 1. Growth curve as predicted Gompertz, Logistic and Richards model in Betong chickens.

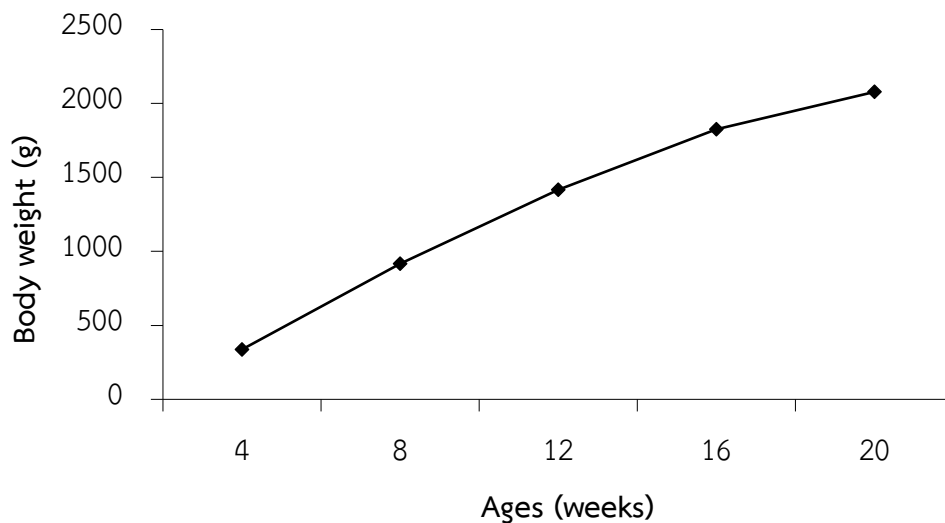


Figure 2. Average body weight from field data.

สรุป

กราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตงที่ทดสอบจากสมการ Gompertz, Logistic และ Richards มีลักษณะเส้นโค้ง (sigmoid curve) โดยค่าประมาณน้ำหนักโตเต็มที่ มีค่าอยู่ในช่วง 2161.50-2650.60 กรัม/ตัว โดยสมการ Richards มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงสุด เท่ากับ 0.8846 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุด เท่ากับ 49746.1 ดังนั้นสมการ Richard จึงมีความเหมาะสมที่สุดในการประมาณกราฟการเจริญเติบโตของไก่เบตง

เอกสารอ้างอิง

- ครวญ บัวศิริ มงคล เทพรัตน์ และธัญจิรา เทพรัตน์. (2561). การพัฒนาการผลิตไก่เบตงเชิงพาณิชย์ของเกษตรกร ในอำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา. *วารสารเกษตรพระพิรุณ*, 15(1), 130-137.
- ดำรัส ชาตรีวงศ์ และวินัย วารี. (2549). อายุและน้ำหนักที่เหมาะสมเมื่อส่งตลาดของไก่เบตง. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(2), 311-319.
- ปิ่น จันจุฬา, วรวิทย์ วณิชากิชาติ, อารัง ทองจำรูญ และสมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข. (2547). การเลี้ยงไก่เบตงในหมู่บ้าน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย: การศึกษาลักษณะปรากฏการเจริญเติบโตเปอร์เซ็นต์ซาก และลักษณะการผลิตไข่ของไก่เบตง. *วารสารเกษตร*, 20(3), 278-288.
- ปิยะนันท์ นวลหนูปล้อง. (2562). *รูปแบบการผลิตไก่เบตงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้*. วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- สุนีย์ ตรีมณี, พนม สุขราษฎร์, ชัยวุฒิ อักษรรัตน์ และธีระชัย ช่อไม้. (2556). การเจริญเติบโต ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และคุณภาพซากและเนื้อของไก่เบตง. *การประชุมวิชาการปศุสัตว์แห่งชาติ ประจำปี 2556* (น. 757-763), นนทบุรี.
- Aggrey, S. E. (2002). Comparison of Three Nonlinear and Spline Regression Models for Describing Chicken Growth Curves. *Poultry Sci*, 81(12), 1782–1788.
- DarmaniKuhi, H., E. Kebreab, S. Lopez and J. France. (2003). An Evaluation of Different Growth Functions for Describing the Profile of Live Weight with Time (Age) in Meat and Egg Strains of Chicken. *Poultry Sci*, 82(10), 1536-1543.
- Goliomytis, M., E. Panopoulou, and E. Rogdakis. (2003). Growth Curves for Body Weight and Major Component Parts, Feed Consumption, and Mortality of Male Broiler Chickens Raised to Maturity. *Poultry Sci*, 82(7), 1061-1068.
- Knizetova, H., J Hyaneek, L Hyankova and P Belicek. (1995). Comparative study of growth curves in poultry. *Genet Sel Evol*, (27), 365-375.
- Nahashon, S. N., S. E. Aggrey, N. A. Adefope, A. Amenyenu and D. Wright. (2006). Growth Characteristics of Pearl Gray Guinea Fowl as Predicted by the Richards, Gompertz, and Logistic Models. *Poultry Sci*, 85(2), 359-363.
- Tzeng, R. Y., and W. A. Becker. (1981). Growth patterns of body and abdominal fat weights in male broiler chickens. *Poultry Sci*, 60(6), 1101-1106.
- SAS. 1998. SAS User's Guide. Version 6.12. SAS. Inst. Inc., Cary. N.C.
- Wiseman, J., and C. E. Lewis. (1998). Influence of dietary energy and nutrient concentration on the growth of body weight and carcass components of broiler chickens. *The Journal of Agricultural Science*, 131(3), 361-371.

ผลของการเสริมกระถินต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสมที่
เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าอินทรีย์

Effect of *Leucaena leucocephala* Supplementation on Growth Performance
and Production Cost of Cross Breed Beef Cattle in
Organic Pasture Grazing

ดุจดาว คนยัง¹ สมศักดิ์ กันถาด¹ ภาสกร อัมพรสวัสดิ์¹ วงศ์วิรัช วงศ์นาค¹ และ มรกต วงศ์หนอง^{1*}

¹สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: morrakod@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้ของโคเนื้อที่เลี้ยงภายใต้ในระบบแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าอินทรีย์ ร่วมกับการเสริมกระถิน การทดลองนี้ใช้โคเนื้อเพศเมียลูกผสมพื้นเมือง × แอวกัส และพื้นเมือง × วากิว ที่มีอายุเฉลี่ย 16 ± 3 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 254.25 ± 27.91 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 2 ซ้ำๆละ 1 ตัว โดยโคเนื้อในกลุ่มควบคุมจะปล่อยให้แทะเล็มในแปลงหญ้าอย่างเดียว และกลุ่มที่ 2 ปล่อยให้โคแทะเล็มหญ้าร่วมกับเสริมกระถินในอัตรา 10% ของวัตถุแห้งที่กินได้ โคทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับอาหารชั้น 0.7% ของน้ำหนักตัว และปล่อยโคลงแปลงหญ้าเวลา 7.30 – 16.00 น. ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 146 วัน ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมกระถินส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตสูง และผลตอบแทนที่ได้รับต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นการเสริมกระถินจึงไม่มีความจำเป็นสำหรับโคเนื้อลูกผสมระยะรุ่นที่ถูกเลี้ยงภายใต้ระบบการให้อาหารชั้นร่วมกับการปล่อยแทะเล็มหญ้าอย่างเพียงพอ

คำสำคัญ: อัตราการเจริญเติบโต โคเนื้อ ปล่อยแทะเล็ม กระถิน

Abstract

This study evaluated the growth performance, production cost, and return of cross breed beef cattle with *Leucaena leucocephala* supplementation under reared in organic pasture grazing. Four crossbred Native × Angus and Native × Wagyo growing heifers, at 16 ± 3 months of age with an average body weight of 254.25 ± 27.91 kg were divided into 2 groups. T-Test design was used in this experiment, the beef cattle were divided into 2 groups with 2 replicates of 1 animal each; cattle in the control group were allowed to graze in the grass field only while the second group grazed with a supplementation of *Leucaena leucocephala* (10% of dry matter intake). Both groups were fed with concentrate feed at 0.7% of body weight and all of the heifers grazed from 7.30 am to 16.00 pm. The experimental period lasted for 146 days (June – November). The research findings revealed that average daily gain of heifers was not affected by *Leucaena leucocephala* supplementation. The feed cost of *Leucaena leucocephala* supplementation group was higher than that of the control group. This study showed that *Leucaena leucocephala* supplementation had no affected on growth performance of heifer raised under sufficient grazing system with concentrate supplementation.

Keywords: Average daily gain, beef cattle, grazing, *Leucaena leucocephala*, production cost

บทนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมาตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์ของโลกเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งแถบยุโรปซึ่งมีการซื้อขายสินค้าเกษตรอินทรีย์ถึง 50% ของรายได้ทั่วโลก ในหลายประเทศในยุโรปส่วนแบ่งการตลาดจากผลิตภัณฑ์อินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็น นมและไข่ ขณะนี้โคอินทรีย์มีการเติบโตอย่างค่อนข้างช้าซึ่งอาจเป็นผลมาจากราคาที่สูงเมื่อเทียบกับโคเนื้อที่เลี้ยงแบบขุนทั่วไป

ปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยได้รับการส่งเสริมให้มีการเลี้ยงมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการพัฒนาด้านสายพันธุ์ที่ใช้เลี้ยง มีการนำเอาสายพันธุ์โคที่มีลักษณะให้เปอร์เซ็นต์ซากและไขมันแทรกในระดับสูงมาปรับปรุงกับสายพันธุ์พื้นเมืองในประเทศไทยในหลายพื้นที่ ในจังหวัดแพร่ก็ได้มีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อโดยเกษตรกรบางพื้นที่เริ่มมีการจัดตั้งเป็นกลุ่มสหกรณ์โคเนื้อคุณภาพดี โดยใช้การพัฒนาสายพันธุ์โคเนื้อจากสายพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรเลี้ยงอยู่แล้วมาผสมข้ามกับโคพันธุ์เองกัส ซึ่งเป็นโคเนื้อจากทวีปยุโรป ซึ่งจะได้ลูกโคเนื้อพันธุ์ผสมที่มีลักษณะดี คือ เลี้ยงง่าย โตเร็ว ให้เนื้อเยอะ ซึ่งได้ใช้ชื่อว่า “โคดำเมืองแพร่” เพื่อมีเป้าหมายในการพัฒนาเป็นโคขุนคุณภาพดีสำหรับการบริโภคเนื้อโคในประเทศและเพื่อการส่งออกต่อไป อย่างไรก็ตามการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี ซึ่งส่วนหนึ่งมา

จากการเคี้ยวในสภาพแบบเดิมๆคือ ทำการเคี้ยวแบบปล่อยแปลงหญ้าสาธารณะ หรือการให้กินหญ้าที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นหญ้าที่มีคุณค่าทางโภชนาต่ำและมีความเสี่ยงต่อการเกิดการปนเปื้อนของยาฆ่าหญ้าอีกด้วย จากผลดังกล่าวทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตไม่คงที่ รวมถึงส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการเลี้ยงที่ยาวนานขึ้น

การเพิ่มพืชตระกูลถั่วเพื่อเพิ่มแหล่งโปรตีนให้กับโคเนื้อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ โดยเฉพาะพืชที่สามารถหาได้ง่ายในทุกพื้นที่ อย่างเช่น กระถิน (*Leucaena leucocephala*) มีการรายงานว่าใบกระถินมีโปรตีนหยาบเป็นองค์ประกอบประมาณ 24.4% มีอัตราการย่อยสลายในกระเพาะหมัก 36% และลักษณะใบของกระถินที่ประกอบด้วยสารคอนเดนส์แทนนินส์ (condensed tannins; CT) มีส่วนที่สามารถไหลผ่านไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการเป็นประโยชน์ในด้านโปรตีนไหลผ่านอีกด้วย (อนุสรณ์ และคณะ, 2558) การใช้ใบกระถินสดเป็นอาหารเสริมแหล่งโปรตีน (0.16% DM ของน้ำหนักตัว) ร่วมกับการได้รับอาหารชั้นที่ระดับ 0.5% และมีหญ้าขนเป็นแหล่งอาหารหยาบให้แก่ลูกโคเพศผู้ตอน เป็นระยะเวลา 112 วันนั้น ทำให้โคมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นสูงกว่าโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริมกระถิน และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.615 กิโลกรัมต่อวัน (วีระพล, 2553) นอกจากนี้การใช้กระถินสดร่วมกับหญ้าขนสดในโคเนื้อลูกผสมบราห์มันยังเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่ 0.60 กิโลกรัมต่อวัน เทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมกระถินมีค่า 0.56 กิโลกรัมต่อวัน (วีระพลและคณะ, 2556) จากการศึกษาของ Piñeiro-Vázquez *et al.* (2017) ได้ทำการทดสอบการใช้กระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) ในโคสาวลูกผสม (*Bos taurus* × *Bos indicus*) โดยใช้กระถินเสริมในระดับ 0, 20, 40, 60 และ 80% ของวัตถุดิบ พบว่าการเสริมกระถินไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ แต่ปริมาณโปรตีนที่ได้รับเพิ่มสูงขึ้นอย่างเป็นเส้นตรงตามระดับของกระถิน อย่างไรก็ตามการให้กระถินที่ระดับสูงขึ้นจะมีผลต่อการย่อยได้ปรากฏของ เยื่อใย NDF และ ADF ลดลงอย่างเป็นเส้นตรง ขณะที่การย่อยได้ปรากฏของโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกระถินที่ได้รับ นอกจากนี้การเสริมกระถินยังช่วยลดการสูญเสียพลังงานในรูปของมีเทน โดยระดับที่เหมาะสมในการใช้กระถินควรอยู่ที่ 20-40% วัตถุดิบในสูตรอาหาร นอกจากนี้ยังมีการรายงานถึงการใช้กระถินสดทดแทนอาหารชั้นที่ระดับ 0, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่กินได้ในรูปวัตถุดิบในโคเนื้ออินทรีย์ในระยะสุดท้าย หรือคิดเป็น 6 และ 12 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบที่โคได้รับต่อวัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของโคที่ไม่ได้รับกระถินสดเทียบกับโคที่ได้รับกระถินสดทดแทนอาหารชั้นที่ระดับ 15 และ 20% มีค่าเท่ากับ 836.23, 887.50 และ 920.11 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ และในส่วนของกำไรนั้น การใช้กระถินสดทดแทนอาหารชั้นที่ระดับ 15 และ 20% นั้นมีกำไร 4,239 บาท และ 4,325 บาทต่อตัว ขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นเพียงอย่างเดียวมีกำไร 3,773 บาทต่อตัว (สุริยะ, 2556)

จากข้อความข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเสริมกระถินให้ผลในการเพิ่มเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวเป็นการศึกษาในรูปแบบการเลี้ยงแบบขังภายในคอกเป็นส่วนใหญ่ ไม่เป็นในรูปแบบการเลี้ยงปล่อยแปลงหญ้า ดังนั้นจึงนำมาสู่การศึกษาผลของการเลี้ยงโคเนื้อโดยใช้ระบบปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าปลูกสร้างแบบหมุนเวียนและมีการเสริมและไม่เสริมกระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพอาหารหยาบต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและผลตอบแทนในโคเนื้อลูกผสมระยะรุ่น

ระเบียบวิธีวิจัย

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

ใช้โคเนื้อเพศเมียพันธุ์ลูกผสม (พื้นเมือง 50%กับแองกัส 50%) และโคลูกผสม (พื้นเมือง 50%กับวากิว 50%) อายุ 16 ± 3 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 254.25 ± 27.91 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบ t-test โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 2 ซ้ำๆละ 1 ตัว ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้การเลี้ยงแบบปล่อยลงแปลงหญ้า

กลุ่มที่ 2 ใช้การเลี้ยงแบบปล่อยลงแปลงหญ้าร่วมกับการเสริมกระถินสดในปริมาณ 10% ของวัตถุดิบที่กินได้ทั้งหมด

ในแต่ละกลุ่มทดลองจะคละโคเนื้อลูกผสมในแต่ละสายพันธุ์ให้เท่ากัน ซึ่งก่อนเข้ากลุ่มทดลองโคจะได้รับการถ่ายพยาธิและชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดลอง โคทั้งสองกลุ่มจะได้รับอาหารชั้นที่ระดับ 0.7% ของน้ำหนักตัว การให้อาหารชั้นจะให้ 2 ครั้ง คือ เวลา 7.00 น. และ 16.30 น. ส่วนระยะเวลาในช่วงกลางวัน (ตั้งแต่ 7.30 - 16.00 น.) จะปล่อยโคลงในแปลงหญ้าอาหารสัตว์ ทำการเลี้ยงและเก็บข้อมูลเป็นเวลา 146 วัน

อาหารทดลอง

อาหารชั้นใช้อาหารสำเร็จรูปอัดเม็ดมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 12% อาหารชั้นจะให้ในปริมาณ 0.7% ของน้ำหนักตัวโค (ทำการชั่งน้ำหนักโคทุกๆ สัปดาห์)

แปลงหญ้าทดลองที่ใช้ทดสอบครั้งนี้เป็นแปลงหญ้าอินทรีย์ โดยมีการใช้เฉพาะปุ๋ยคอกจากมูลโคเท่านั้นพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้แปลงหญ้ามูลาโต้ 2 (*Brachiaria ruziziensis* × *B. brizantha* × *B. decumbens* cv. Mulato II) ซึ่งมีอายุการปลูกประมาณ 6 ปี มีพื้นที่ประมาณ 5 ไร่ และหญ้างินนิมอมบาซา (*Panicum maximum* cv. Mombasa) มีพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ มีอายุการปลูก 1 ปี และมีการให้ปุ๋ยคอกจากมูลโคเฉพาะแปลงที่ปลูกใหม่ในอัตรา 1 ตัน/ไร่

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยง

อาหารที่ใช้เลี้ยงได้แก่ อาหารชั้น หญ้าแห้งและกระถิน จะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆเดือนจนสิ้นสุดการทดลอง จึงนำตัวอย่างที่เก็บมารวมและสุ่ม เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ในส่วนหญ้าสดจะทำการสุ่มเก็บในแต่ละแปลงโดยตัดให้เหลือลำต้นสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บในช่วงที่มีการปล่อยในแปลงนั้นๆแล้วทำการนำตัวอย่างมารวม ลดขนาด แล้วสุ่มนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี นำตัวอย่างอาหารอบด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อหาวัตถุดิบ จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบดละเอียด (Hammer mill) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์หาโปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน เถ้า และผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใย Acid detergent fiber (ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) ตามวิธี AOAC (2000)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะนำข้อมูล น้ำหนักเริ่มต้น (Initial body weight) น้ำหนักสุดท้าย (Final body weight) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain, ADG) มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Student's t-test และทำการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและอภิปรายผล

คุณค่าทางอาหารของอาหารทดลอง

คุณค่าทางอาหารของอาหารทดลองในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ หญ้าแพนโกล่าแห้ง กระถิน อาหารชั้น หญ้ากินนีมอมบาช่า และหญ้ามูลาโตสดแสดงผลใน Table 1 พบว่า หญ้าแพนโกล่าแห้งมีค่าต่ำกว่าที่อุไรวรรณ และคณะ (2555) รายงานไว้ว่าหญ้าแพนโกล่าแห้งที่อายุการตัด 30 วัน มีโปรตีน 4.53% ขณะที่ปริมาณโปรตีนในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับ พันธุ์ทิพย์ (2555) ที่พบว่าหญ้าแพนโกล่าที่อายุการตัด 40 วัน ในครั้งที่ 2 และ 3 มีโปรตีนอยู่ที่ 2.93 และ 3.85% กระถินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นใบกระถินสดพร้อมกากใบเพียงอย่างเดียว มีค่าโปรตีนหยาบ 16.94% ซึ่งต่ำกว่าที่ผู้รายงานไว้ว่ามีโปรตีนสูงถึง 26.46% (วรรณิ และคณะ, 2555) ขณะที่ Sarabia-Salgado et al. (2020) รายงานว่ากระถินมีโปรตีน 26-29% อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับวีระพลและคณะ (2556) ที่รายงานว่ากระถินมีโปรตีน 17.12% เยื่อใย NDF และ ADF มีค่า 45.87 และ 30.67% ตามลำดับ ใกล้เคียงกับ Sarabia-Salgado et al. (2020) รายงานว่ามีค่า 42.3 และ 24.9% ตามลำดับ อาหารชั้นที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารสำเร็จรูปซึ่งระบุข้างกระสอบว่าไม่น้อยกว่า 12% ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการก็ให้ผลใกล้เคียงกับที่ระบุไว้ ในส่วนของหญ้ามูลาโต ซึ่งวิเคราะห์ทั้งก้านทั้งใบพบว่ามีโปรตีน 11.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Marques et al. (2017) ที่พบว่าหญ้ามูลาโตที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมีค่าโปรตีนหยาบอยู่ที่ 10.95% นอกจากนี้ยังพบว่าผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของการศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับที่ Marques et al. (2017) รายงานไว้ว่ามีค่า 68.10% และ 32.72% ตามลำดับ หญ้ากินนีมอมบาช่าในการศึกษาครั้งนี้มีโปรตีน 12.48% ใกล้เคียงกับศุภวันจักรีและคณะ (2557) รายงานว่าการตัดหญ้ากินนีมอมบาช่าทุกๆ 30 วัน มีค่าโปรตีนระหว่าง 12.64-12.83% ขณะที่จักรีและคณะ (2556) รายงานว่าการตัดหญ้ากินนีมอมบาช่าที่ปลูกในสวนปาล์มน้ำมันที่ตัดทุกๆ 45 วัน มีค่าโปรตีนหยาบ 8.43%

Table 1. Chemical composition of experimental diet

Item	DM	CP	EE	CF	Ash	NDF	ADF	ADL
	<-----%of dry matter basis----->							
Pangola	81.1	3.70	2.52	36.77	7.32	76.48	49.4	5.09
Leucaena	35.7	16.94	6.46	18.78	11.34	45.87	30.67	8.92
Concentrate	93.68	12.71	7.87	13.87	9.67	24.77	-	-
Mulato II grass	25.11	11.31	3.65	26.45	7.33	66.45	36.38	3.29
Guinea grass	34.75	12.48	3.04	30.77	8.68	70.09	38.91	4.45

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

สมรรถภาพการเจริญเติบโตตลอดระยะเวลาการเลี้ยงตั้งแต่เดือน มิ.ย.-พ.ย. แสดงผลใน Table 2 พบว่า การเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมแบบปล่อยให้แทะเล็มหญ้าแบบอิสระร่วมกับการเสริมอาหารชั้น 0.7% ของน้ำหนักตัวนั้น โคในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกระถินเทียบกับโคในกลุ่มที่ได้รับการเสริมนั้นให้น้ำหนักตัวสุดท้ายมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีเท่ากับ 336 และ 331.5 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนพฤศจิกายน พบว่า ในช่วงมิถุนายนถึงกรกฎาคมนี้ อัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อที่มีตัวเลขที่สูงกว่าช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน และตุลาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากในช่วงเวลาดังกล่าวแปลงหญ้าที่ใช้ในการปล่อยแทะเล็มยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่สูงเนื่องจากเป็นการปล่อยโคลงแทะเล็มในแปลงช่วงแรกจึงพบอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในช่วงนี้ ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่าโคกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกับกลุ่มที่ได้รับการเสริม (10% Leu) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 และ 0.57 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกับที่เอกชัย และคณะ (2553) ที่รายงานวโคเนื้อลูกผสมเองก็กับพื้นเมืองที่เลี้ยงภายใต้สภาพการปล่อยแปลงหญ้าร่วมกับการเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 1% มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 610 กรัม หรือ 0.610 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ผลจากการเสริมกระถินในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในโคเนื้อลูกผสมระยะรุ่น ขณะที่วีระพล (2553) และสุริยะ (2556) รายงานว่าโคเนื้อที่ได้รับการเสริมกระถินเป็นอาหารเสริมมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าโคที่ไม่ได้รับการเสริมกระถิน ซึ่งผลที่แตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ใช้การปล่อยให้แทะเล็มแปลงหญ้าอย่างอิสระในช่วงกลางวัน ดังนั้นปริมาณหญ้าที่ได้รับจากการแทะเล็มอาจเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของโค

Table 2. Effect of Luecaena supplementation on growth performance of cross breed beef cattle under pasture grazing

	Control	10% Leu	P-value
Initial body weight (Kg.)	253.0±5.66	255.5±51.62	0.952
Final body weight (Kg.)	336±33.94	331.5±12.02	0.798
Body weight gain (Kg.)	91.5±6.36	82.0±19.80	0.584
ADG (Kg./day)	0.62±0.04	0.57±0.11	0.633
ADG from June to July (Kg./day)	0.95±0.36	0.78±0.02	0.561
ADG from August to September (Kg./day)	0.44±0.18	0.39±0.22	0.813
ADG from October to November (Kg./day)	0.68±0.11	0.61±0.30	0.789

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ

จากการทดสอบการเลี้ยงโคลูกผสมพื้นเมืองกับแองกัส และพื้นเมืองกับวากิว ในสภาพปล่อยแทะ เล็มในแปลงหญ้าแบบอินทรีย์แบบหมุนเวียนเทียบกับมีการเสริมกระถินซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นพบว่า ต้นทุนค่าอาหารชั้นของกลุ่มควบคุมมีราคาสูงกว่ากลุ่มที่เสริมกระถิน ในขณะที่ต้นทุนอาหารหายาซึ่งได้แก่หญ้าแห้งและกระถินนั้นมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อคิดต้นทุนในการผลิตโคเนื้อให้ได้ น้ำหนัก 1 กิโลกรัมนั้น พบว่า กลุ่มควบคุมใช้ต้นทุนน้อยกว่ากลุ่มที่มีการเสริมกระถินคือ 59.49 บาทเทียบกับ 74.81 บาทต่อกิโลกรัม (Table 3) ซึ่งทั้งสองกลุ่มทดลองนั้นมีต้นทุนในการผลิตที่สูงกว่าที่มีผู้เคยรายงานไว้ว่าการขุนโคลูกผสมบราห์มันใช้ต้นทุน 40.14 ถึง 44.08 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงโคขุนพันธุ์ชาร์โรเลส์จะมีต้นทุนการผลิตประมาณ 47.03 บาท ต่อกิโลกรัม (ถนอม และสันติสุข, 2554) อย่างไรก็ตามต้นทุนค่าอาหารขึ้นกับสภาวะราคาอาหารในขณะนั้นด้วย ผลในด้านต้นทุนยังสอดคล้องกับวีระพล และคณะ (2556) ที่ศึกษาพบว่าการใช้การเสริมกระถินส่งผลให้เพิ่มต้นทุนค่าอาหาร และ ค่าอาหารที่เปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมอีกด้วย

Table 3. Effect of Luecaena supplementation on cost and income of cross breed beef cattle under pasture grazing

Item	Control	10% Leu
Cost of pasture management ¹ (Baht)	1,887.5	1,887.5
Cost of concentrate ² (Baht)	3,070.20	2,986.60
Forage cost (Hay ³ and Leucaena ⁴)	474.69	937.70
Total feed cost (Baht)	5,432.39	5,811.8
Body weight gain (Kg.)	91.5	82.0
Feed cost to produce 1 kg of weight (Baht/Kg.)	59.49	74.81
Total income (Price of live weight 100 Baht/Kg.)	9,150	8,200
Profit ⁵ (Baht/head)	3,717.60	2,238.20

¹ Manure, ² Concentrate cost 9.8 Baht/Kg., ³Hay 4 Baht/Kilogram,

⁴Fresh leucaena leaves 1.50 Baht/Kg., ⁵Profit = Total income- Total feed cost

สรุป

จากการวิจัยศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและต้นทุนที่ใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมระยะรุ่นที่เลี้ยงโดยปล่อยแพะเล็มในแปลงหญ้าอินทรีย์อย่างเดียวยุติเทียบกับการปล่อยแพะเล็มร่วมกับการเสริมกระถินในอัตรา 10% ของวัตถุแห้งที่กินได้ เป็นระยะเวลา 146 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน โดยโคเนื้อทั้งสองกลุ่มมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดในช่วงแรกของการปล่อยแปลงหญ้า ผลต้นทุนที่ใช้เลี้ยงโคตลอดระยะเวลาทดลองนั้นพบว่า การเสริมกระถินทำให้มีต้นทุนเพิ่ม ดังนั้นในการเลี้ยงแบบปล่อยให้แพะเล็มหญ้าอย่างเพียงพอ ร่วมกับการเสริมกระถินไม่ได้ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต แต่จะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการเลี้ยง อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการวิจัยการใช้ประโยชน์จากกระถินในด้านการลดปริมาณก๊าซมีเทนเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลและข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตรที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัย ในปีงบประมาณ 2561 ขอขอบคุณคณาจารย์ คณาจารย์ รวมถึงนักศึกษาศาสาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- จักรี เทศอาเส็น อภิชาติ บุญเรืองขาว เกียรติศักดิ์ กล่าเอม และสมพล ไวกัญญา. (2556). *ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาศา และหญ้ากินนีโคโลเนียว ภายใต้สภาพร่มเงาสวนปาล์มน้ำมันอายุ 3-5 ปี ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 162-174.
- ถนอม ทาทอง และสันติสุข วรวัฒน์ธรรม. (2554). *การศึกษาห่วงโซ่การแปรรูปผลิตภัณฑ์โคพื้นเมืองตามแนวเศรษฐกิจ พอเพียงของเกษตรกรรายย่อยพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำโขง จังหวัดนครพนม*. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยนครพนม:นครพนม.
- พันธ์ทิพย์ กล่อมแจ็ก. (2555). *ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าอาหารสัตว์ที่ปลูกในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง*. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 30 (2), 28-38.
- วรรณิ ชิวปรีชา, อรรถวุฒิ ปลัดพรหม, วนัสพงษ์ สิงห์พูล, ปรีชา โชคปมิตต์กุล, ทวีพร เรื่องพริม, และสุริยะ สะวานนท์. (2555). *ผลของการเสริมกระถินต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและต้นทุนการขุนโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนเพศผู้ตอน*. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาสัตว, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วีระพล แจ่มสวัสดิ์. (2553). *การใช้ใบกระถินสดและต้นถั่วลิสงแห้งอัดฟ่อน เป็นอาหารเสริมโปรตีนเลี้ยงโคนมเพศผู้ตอน*. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 3(1), 31-37.
- วีระพล แจ่มสวัสดิ์, วรวรรณ สังข์แก้ว และ จารุวัฒน์ ชินสุวรรณ. (2556). *การใช้ใบซีเหล็ก ใบจามจุรี และใบกระถิน เป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับโคเนื้อ*. *วารสารการพัฒนารวมชนและคุณภาพชีวิต*, 1(3), 243-249.
- ศุภวันจักรี ดอนไสว, ไพฑูรย์ ป่องสนาม, วีระพงษ์ อุดรไสว, แพรวพรรณ เครือมังกร และกานดา นาคมณี. (2557). *ผลของระยะปลูกต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้ากินนีมอมบาศา*. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2557 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 168-179.
- สุริยะ สะวานนท์. (2556). *การผลิตโคเนื้ออินทรีย์*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนุสรณ์ เชิดทอง, ดำรงค์ รักรวงศ์ฤทธิ์, ฉลอง วชิราภากร, อีระชัย หายทุกข์, สายัณ คันธรินทร์, กษมา ตั้งมุกทาทัทกุล และธนกร สายสิงค์. (2558). *ผลของการเสริมกระถินหมักและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักต่อปริมาณการกินได้ นิเวศวิทยาในรูเมนและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย*. *แก่นเกษตร*, 43(Suppl1), 484-490.
- อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ, จีระศักดิ์ ชอบแต่ง และเทวีญู จันทรโคตร. (2555, 6-7 ธันวาคม). *การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าแพงโกล่าแห้งและหญ้าแพงโกล่าอัดเม็ดที่อายุการตัดต่างๆ ในแพะ*. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9: ตามรอยพระยุคลบาท. นครปฐม, ประเทศไทย.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). *Official methods of analysis*. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.



- Marques, D. L., França, A. F. D. S., Oliveira, L. G., Arnhold, E., Ferreira, R. N., Correa, D. S., Bastos, D. C. & Brunes, L. C. (2017). Production and chemical composition of hybrid *Brachiaria* cv. Mulato II under a system of cuts and nitrogen fertilization. *Biosci. j.(Online)*, 685-696.
- Piñeiro-Vázquez, A. T., Jiménez-Ferrer, G. O., Chay-Canul, A. J., Casanova-Lugo, F., Díaz-Echeverría, V. F., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sánchez, F. J., Aguilar-Pérez, C. F., & Ku-Vera, J. C. (2017). Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifers fed low-quality forage and *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science and Technology*, 228, 194-201. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.04.009>
- Sarabia-Salgado, L., Solorio-Sánchez, F., Ramírez-Avilés, L., Rodrigues Alves, B. J., Ku-Vera, J., Aguilar-Pérez, C., Urquiaga, S., Boddey, R. M. (2020). Increase in Milk Yield from Cows through Improvement of Forage Production Using the N₂-Fixing Legume *Leucaena leucocephala* in a Silvopastoral System. *Animals*, 10(4),734. <https://doi.org/10.3390/ani10040734>

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม Factors Affecting the Pre-weaning Mortality of Piglets

มงคล เทพรัตน์^{1*} และ ธัญจิรา เทพรัตน์²¹หลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 90000²สาขาวิชาบัณฑิตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

*Corresponding author. E-mail address: mongkol.th@skru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม ใช้ข้อมูลจากลูกสุกรพันธุ์แท้อายุที่คลอดปี พ.ศ. 2562 จากฟาร์มสุกรเอกชน จำนวน 1,927 พันธุ์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมกับพันธุ์ น้ำหนักแรกเกิด ขนาดครอก เพศของลูกสุกร ลำดับท้องของแม่ และผู้ดูแลคลอด โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก พบว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกคลอดน้อยกว่า 1.26 กิโลกรัม มีโอกาสตายสูงกว่า 2.40 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำหนักแรกเกิด 1.64-2.00 กิโลกรัม และลูกสุกรที่คลอดในลำดับท้องที่ 2 มีโอกาสตายน้อยกว่าลูกสุกรที่คลอดในลำดับท้องตั้งแต่ 4 ขึ้นไป 0.64 เท่า และพบว่าลูกสุกรเพศผู้มีโอกาสตายต่ำกว่าเพศเมีย 0.69 เท่า ลูกสุกรจากพันธุ์ดูรอกมีโอกาสตายก่อนหย่านมสูงกว่าพันธุ์ยอร์คเชียร์ 1.56 เท่า และผู้ดูแลคลอดก็มีส่วนสำคัญต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม

คำสำคัญ: ลูกสุกร การตายก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว

Abstract

The purpose of this research was to study factors effecting pre-weaning mortality of piglets. 1,927 individual piglet purebred born in 2019 from a private farm were recorded. The relationship between pre-weaning mortality of piglet and breed, birth weight, litter size, sex, parity and caregivers were analyzed by using logistic regression analysis method. The results showed that piglets with birth weight less than 1.26 kg had a 2.40 times higher mortality compared to those with birth weight at 1.64 - 2.00 kg. It was found that piglets from the 2nd parity were 0.64 times less mortality than pigs born in the 4th parity. Male piglets had lower mortality (0.69 times) than female piglets. The Duroc piglets had higher mortality (1.56 times) than Yorkshire piglets. Additionally, caregivers also play important role on piglet pre-weaning mortality.

Keywords: Piglet, Pre-weaning mortality, Individual birth weight

บทนำ

การตายของลูกสุกรก่อนหย่านมเป็นปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตสุกร อัตราการตายก่อนหย่านมของลูกสุกรที่เลี้ยงในประเทศไทยมีอัตราการตายแตกต่างกันออกไปในแต่ละรายงาน (6.42 เปอร์เซ็นต์ กานต์ธิดา และคณะ (2565); 14.5 เปอร์เซ็นต์ Nuntapaitoon and Tummaruk (2013) การตายของลูกสุกรก่อนหย่านมมีปัจจัยหลายประการที่มีผลกระทบ เช่น น้ำหนักแรกเกิด (Nuntapaitoon and Tummaruk, 2013) โดยน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่า 1.00 กิโลกรัม ลูกสุกรมีอัตราการการตายสูง และมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มขึ้น (Zotti et al., 2017) นอกจากนี้ลำดับท้องของสุกรพบว่า มีผลต่ออัตราการตายของลูกสุกรในช่วงก่อนหย่านม โดยเปอร์เซ็นต์การตายจะพบสูงสุดในท้องแรก Nuntapaitoon and Tummaruk, 2013) สำหรับขนาดครอกเมื่อแรกเกิดพบว่า ต่ออัตราการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Nuntapaitoon and Tummaruk, 2013)

จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การลดอัตราการตายของลูกสุกรในระยะก่อนหย่านมมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิต การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตายของลูกสุกรจะทำให้สามารถปรับปรุงเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตสุกร การจัดการในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ระเบียบวิธีวิจัย

ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลการให้ผลผลิตของแม่สุกรพันธุ์แท้ดुरอค ยอร์คเชียร์ และ แลนด์เรซ ที่คลอดปี พ.ศ.2562 จากฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่งในภาคใต้ของประเทศไทย โดยมีการมีการบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายตัวตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านม

ลักษณะที่ศึกษา

- 1) การตายของลูกสุกร (Piglet Mortality, PM) คือ ลูกสุกรตายตั้งแต่หลังคลอดจนถึงหย่านม
- 2) น้ำหนักแรกเกิด (Birth Weight, BW) คือ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรที่มีชีวิตหลังคลอดรายตัว โดยทำการชั่งน้ำหนักภายใน 24 ชั่วโมงหลังคลอดหน่วยเป็นกิโลกรัม
- 3) ขนาดครอก (Litter size, LS) คือ จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (ตัว)
- 4) ลำดับท้องของแม่สุกร (Parity, PAR) คือ ครั้งที่ให้ลูกของแม่สุกร
- 5) เพศของลูกสุกร (Sex) คือ เพศของลูกสุกร ประกอบด้วยเพศผู้และเพศเมีย
- 6) พันธุ์ของสุกร (Breed) คือ แม่สุกรพันธุ์แท้ ประกอบด้วย แลนด์เรซ ดุโรค และ ยอร์คเชียร์
- 7) ผู้ดูแลเล้าคลอด (Unit) ประกอบด้วย 3 unit คือ A, B และ C

โครงสร้างข้อมูลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวนข้อมูลรายตัวของลูกสุกรทั้งหมด 1,927 บันทึก จากสุกรพันธุ์แท้ 3 พันธุ์ ประกอบด้วย แลนด์เรซ ดุโรค และ ยอร์คเชียร์ จำนวน 61, 48 และ 54 แม่ ตามลำดับ โดยมีลำดับท้องของแม่สุกรระหว่าง 1 – 9 แต่เนื่องจากจำนวนข้อมูลในลำดับท้องของแม่สุกรมีจำนวนน้อยจึงได้จัดกลุ่ม ลำดับท้องของแม่สุกรเป็น 1, 2, 3 และตั้งแต่ท้องที่ 4 ขึ้นไป โครงสร้างของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Data structure in the study

Breed	Parity	n	BW (kg)		Litter size (heads)		Sex (%)	
			Mean	SD	Mean	SD	Male	Female
Landrace	1	122	1.71	0.49	9.85	2.76	53.28	46.72
	2	80	1.57	0.32	11.98	2.62	47.5	52.5
	3	198	1.69	0.35	12.53	3.07	50.51	49.49
	≥4	384	1.59	0.33	11.29	2.33	51.56	48.44
Duroc	1	132	1.64	0.36	8.47	2.01	52.27	47.73
	2	176	1.66	0.33	10.40	2.25	51.70	48.30
	3	91	1.49	0.28	9.75	2.33	45.05	54.95
	≥4	122	1.72	0.42	9.33	2.02	53.28	46.72

Breed	Parity	n	BW (kg)		Litter size (heads)		Sex (%)	
			Mean	SD	Mean	SD	Male	Female
Yorkshire	1	84	1.60	0.28	10.05	2.64	48.81	51.19
	2	127	1.44	0.31	11.64	2.28	44.09	55.91
	3	81	1.57	0.29	10.85	2.40	62.96	37.04
	≥4	329	1.53	0.41	11.26	2.37	53.5	46.5

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการตายของลูกสุกรกับพันธุ์ น้ำหนักแรกเกิด ขนาดครอก เพศของลูกสุกร ลำดับท้องของแม่ และผู้ดูแลเล้าคลอด

ปัจจัยจาก BW แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม โดยตัดแปลงวิธีการของ (Smith *et al.*, 2007) ที่ใช้ค่าเฉลี่ยบวก (ลบ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x} \pm SD$) ประกอบด้วย $\pm 1SD$, $\pm 2SD$ และ $> +2SD$ และ $< -2SD$ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม แต่เนื่องจากจำนวนข้อมูลในกลุ่ม $< -2SD$ น้อยเกินไป จึงตัดข้อมูลในกลุ่มนี้ออกไป ทำให้มี 5 กลุ่ม ประกอบด้วย < 1.26 , $1.26 - 1.63$, $1.64 - 2.00$, $2.01 - 2.37$, และ > 2.37 กิโลกรัม LS ถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามวิธีการ ทิตยา และ นลินี (2560) ประกอบด้วย < 8 , $8 - 11$, $12 - 14$ และ > 14 ตัวต่อครอก

ทำการวิเคราะห์ปัจจัย (BW, LS, Parity, Sex, Breed และ Unit) ต่อการตายของลูกสุกร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก (logistic regression) โดยใช้โปรแกรม SAS (2004) โดยมี model ในการวิเคราะห์เป็นดังนี้

$$\ln(P/1 - P) = \alpha + \beta_1 BW + \beta_2 LS + \beta_3 Parity + \beta_4 Sex + \beta_5 Breed + \beta_6 Unit + \varepsilon$$

เมื่อ P = โอกาสลูกสุกรตายก่อนหย่านม, α = ค่าคงที่, β = ค่าสัมประสิทธิ์ BW = น้ำหนักแรกเกิด, LS = ขนาดครอก, Parity = ลำดับท้องของแม่, Sex = เพศของลูกสุกร, Breed = พันธุ์ และ Unit = ผู้ดูแลเล้าคลอด

ผลและอภิปรายผล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า น้ำหนักแรกเกิด เพศของลูกสุกร ลำดับท้องของแม่ พันธุ์ และผู้ดูแลเล้าคลอด มีผลต่อการตายของลูกสุกรในช่วงก่อนหย่านม (Table 2) โดยพบว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกคลอดน้อยกว่า 1.26 กิโลกรัม มีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มอ้างอิง (1.64-2.00 กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยมีโอกาสตายสูงกว่า 2.40 เท่า (Odd ratio = 0.24) และเมื่อน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มสูงขึ้นพบว่าโอกาสในการตายของลูกสุกรไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับ ทิตยา และ นลินี (2560) และ Nuntapaitoon and Tummaruk (2013) สำหรับลำดับท้องของแม่สุกร พบว่าลูกสุกรที่คลอดในลำดับท้องที่ 2 มีโอกาสตายน้อยกว่าลูกสุกรที่คลอดในลำดับท้องตั้งแต่ 4 ขึ้นไป 0.64 เท่า ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ การเจริญเติบโตของแม่สุกรสมบูรณ์เต็มที่ เมื่อเปรียบเทียบกับแม่สุกรตั้งแต่ท้องที่ 4 ขึ้นไปที่เริ่มมีประสิทธิภาพลดลง สำหรับอิทธิพลของเพศลูกสุกรมีผลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม โดยลูกสุกรเพศผู้มีโอกาสตายต่ำกว่าเพศเมีย 0.69 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากลูกสุกรเพศผู้มักจะมีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่า

เพศเมีย ซึ่งสอดคล้องกับผลข้างต้นที่พบว่าลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำมีโอกาสตายสูงกว่า สำหรับอิทธิพลของพันธุ์นั้นพบว่า ลูกสุกรจากพันธุ์แลนด์เรซ มีโอกาสตายก่อนหย่านมต่ำกว่าพันธุ์ยอร์กเชียร์ 0.77 เท่า ในขณะที่ลูกสุกรพันธุ์ดอร์คมีโอกาตายก่อนหย่านมสูงกว่า 1.56 เท่า ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ อีรพงษ์ และคณะ (2559) และ กานต์ธิดา และคณะ (2565) นอกจากนี้ พบว่าผู้ดูแลเล้าคลอดก็มีส่วนสำคัญต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม ดังนั้น ความรู้ ความเข้าใจใส่ใจดูแลของผู้ดูแลเล้าคลอดมีส่วนสำคัญ

Table 2 Factors affecting the pre-weaning mortality of piglets

Effects		β	SE	Odd ratio	p-value
Birth weight	<1.26 kg	1.038	0.229	2.40	<.0001
	1.26-1.63 kg	0.087	0.214	0.93	0.683
	1.64-2.00 kg			reference group	
	2.01-2.37 kg	-0.598	0.440	0.47	0.174
	>2.37 kg	-0.689	0.594	0.43	0.246
Litter size	<8 heads	-0.159	0.264	1.13	0.546
	8 - 11 heads			reference group	
	11- 14 heads	0.280	0.154	1.75	0.069
	>14 heads	0.159	0.325	1.55	0.625
Parity	1	0.305	0.162	1.38	0.060
	2	-0.465	0.181	0.64	0.010
	3	0.178	0.162	1.22	0.273
	≥ 4			reference group	
Sex	male			reference group	
	Female	-0.187	0.083	0.69	0.025
Breed	Yorkshire			reference group	
	Landrace	-0.326	0.125	0.77	0.009
	Duroc	0.386	0.132	1.56	0.004
Man	A			reference group	
	B	0.553	0.208	1.41	0.008
	C	-0.760	0.265	0.38	0.004

สรุป

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด เพศของลูกสุกร ลำดับท้องของแม่ พันธุ์ และผู้ดูแลเล้าคลอด ดังนั้น ในการลดการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมควรให้ความสำคัญกับการจัดการปัจจัยเหล่านี้

เอกสารอ้างอิง

- กานต์ธิดา ใจดี, จงรัตน์ ภูมิโคกรักษ์, ปภาววรรณ กรมรินทร์ และ สาธิต อยู่เย็น. (2565). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการตายและสาเหตุการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมในฝูงปรับปรุงพันธุ์. *สัตวแพทย์มหานครสาร*. 17(1): 207-215.
- ทิตยา วรวัฒนธรรม และ นลินี อิมบุญตา. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิดและขนาดครอก. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 14* (น.2720-2726). นครปฐม.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, ศกร คุณวุฒิฤทธิธิน และ เมาริชิโอ เอ เอลโซ. (2559). ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกสุกรที่สูญเสียกับจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดของแม่สุกรเชิงการค้าที่เลี้ยงภายใต้โรงเรือนระบบเปิด. *แก่นเกษตร*, 44 ฉบับพิเศษ 2, 350-356.
- Nuntapaitoon, M. and P. Tummaruk. (2013). Piglets pre-weaning mortality rate in a commercial swine herd in Thailand in relation to season, number of litter mates, sow's parity number and piglet's birth weight. *Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference: Veterinary Medicine, Fisheries*. (pp.58-64). Bangkok, Thailand.
- Statistical Analysis System (SAS). (2004). SAS Online Doc, Version 9.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Smith, A. L., K. J. Stalder, T. V. Serenius, T. J. Baas, and Mabry, J. W. (2007). Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. *Journal of Swine Health and Production*.15: 213-218.
- Zotti, E., Resmini, F. A., Schutz, L. G., Volz, N., Milani, R. P., Bridi, A. M., Alfieri, A. A. and Silva, C. A. (2017). Impact of piglet birthweight and sow parity on mortality rates, growth performance, and carcass traits in pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 46(11): 856-862.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบจากแป้งถั่วขาวและแก่นตะวันผง
Development of Brownie Crackers from White Kidney Bean Flour and
Jerusalem Artichoke Powder

สิขเรศ คงแก้ว^{1*}¹ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

*Corresponding author. E-mail address: Sikaret@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวและแก่นตะวันผงที่เหมาะสม โดยศึกษาสูตรมาตรฐานของบราวนี่กรอบที่เหมาะสม จากนั้นนำสูตรที่ได้มาศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่ทดแทนแป้งสาลี 0, 25, 50, 75 และ 100% และศึกษาปริมาณแก่นตะวันผงที่ทดแทนน้ำตาล 10, 20 และ 30% ตามลำดับ จากผลการศึกษาการทดแทนแป้งถั่วขาว พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความกรอบ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) บราวนี่กรอบที่ใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลี 100% มีคะแนนความชอบด้านรสชาติมากกว่าการทดแทนที่ 25% ($p<0.05$) การศึกษาปริมาณแก่นตะวันผง พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบบราวนี่กรอบที่ใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาล 10% มากที่สุด ($p<0.05$) สรุปได้ว่าแป้งถั่วขาวสามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีได้ 100% โดยไม่ทำให้คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป แต่การใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาลในปริมาณที่มากขึ้นทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้าน รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง

คำสำคัญ: แก่นตะวัน ถั่วขาว บราวนี่กรอบ

Abstract

Development of brownie crackers was intended to study the appropriate amount of white kidney bean flour and Jerusalem artichoke powder. Then used the formula to study 0, 25, 50, 75, and 100% wheat flour and studied the amount of substitute Jerusalem artichoke powder sugar from 10, 20 and 30% respectively. From the study of white kidney bean flour substitution, it was found that, the testers rated their preferences in color, aroma, and crispness. The overall preference was not different ($P>0.05$). Brownie crackers using white kidney bean flour as a substitute for 100% wheat flour had a 25% higher taste preference than the replacement ($p < 0.05$). The taster's taste rating brownie crackers that used 10% of Jerusalem artichoke powder. It was concluded that, white bean powder can be used 100% as a substitute for wheat flour without changing the sensory quality of the product. However, using Jerusalem artichoke powder replaced sugar in higher amounts resulted in a rating of taste, crispness, and overall preference tended to decline.

Keywords: Brownie crackers, Jerusalem artichoke, White kidney bean

บทนำ

บราวนี่กรอบ (Brownies Cracker) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบรูปแบบใหม่ที่ได้รับคามนิยมในปัจจุบัน มีลักษณะเป็นแผ่นบาง กรอบ ซึ่งแตกต่างจากบราวนี่ทั่วไป ทั้งยังสะดวกต่อการบริโภค และการเก็บรักษา (วรชยา และคณะ, 2560) เนื่องจากบราวนี่กรอบมีส่วนประกอบของแป้งสาลี ซีอิ๊วโกแลต เนย และน้ำตาลทรายเป็นวัตถุดิบหลัก จึงทำให้มีพลังงานและไขมันค่อนข้างสูง และมีใยอาหารน้อย การรับประทานในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจึงอาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพ เช่น โรคอ้วน โรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่าง ๆ ได้แก่ โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น

สารฟาซิโอลามิน (Phaseolamin) สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสที่ย่อยแป้ง ส่งผลทำให้แป้งบางส่วนไม่เปลี่ยนเป็นน้ำตาล (Mosca et al., 2008) นอกจากนี้ถั่วขาวยังมี Resistant Starch ประมาณร้อยละ 14.8 (Perera et al., 2010) ซึ่งช่วยลดพลังงานที่มาจากคาร์โบไฮเดรต บุครินทร์ (2559) กล่าวว่า ถั่วขาวมีศักยภาพในการนำมาเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพราะอุดมไปด้วยสารอาหารที่ให้พลังงาน มีสารอาหารที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่มากมาย มีกากใยอาหารช่วยระบบขับถ่าย และยังมีสารต่างๆ ที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อภาวะคอเลสเตอรอลสูง และโรคเบาหวาน เป็นต้น การใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนทำให้ขนมอบยังคงลักษณะที่ต้องการแต่ให้พลังงานลดลงได้ นอกจากนี้ถั่วขาวจะทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้แล้วยังพบว่าสามารถใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมชั้นได้อีกด้วย

โดยผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวสูงซึ่งใช้แป้งข้าวทนต์แทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 70 มากที่สุด (เนตรนรินทร์ และคณะ, 2558)

อินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่มีคุณสมบัติมากกว่าใยอาหารทั่วไป ให้พลังงาน และค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคอ้วนและเบาหวาน ช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอลในเลือด นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นอาหารของจุลินทรีย์หรือพรีไบโอติกที่เป็นประโยชน์กับลำไส้มนุษย์ สามารถช่วยเสริมภูมิคุ้มกันของร่างกาย และช่วยเพิ่มการดูดซึมของแร่ธาตุโดยเฉพาะแคลเซียม ดังนั้นการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของอินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เป็นประจำส่งผลดีต่อสุขภาพ สามารถลดอัตราการเกิดโรคเรื้อรัง และทำให้มนุษย์มีชีวิตที่ยืนยาวอย่างมีคุณภาพ (ศิริพร และคณะ, 2553) อินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์พบได้ในอาหารบางชนิด พบมากในหัวแค้นตะวัน หัวซีโครี หอมแดง และกระเทียมชนิดต่าง ๆ องค์ประกอบส่วนใหญ่ของแป้งแค้นตะวันคือ คาร์โบไฮเดรตคิดเป็นร้อยละ 82.36 และมีความชื้นร้อยละ 7.52 โปรตีนร้อยละ 4.10 เถ้าร้อยละ 3.40 ไขมันร้อยละ 2.51 เยื่อใยร้อยละ 3.10 ส่วนการวิเคราะห์ห่อะไมโลส พบว่า ปริมาณห่อะไมโลสน้อยมากคิดเป็นร้อยละ 0.04 ส่วนใยอาหารของแป้งแค้นตะวัน พบว่า แป้งแค้นตะวันมีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำร้อยละ 40.07 มีปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 13.04 และมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 53.11 (จิตรา, 2562) ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ที่มีส่วนผสมของแป้งแค้นตะวันหลายชนิด เช่น ขนมปัง คุกกี้ บะหมี่สด ขนมหม้อแกง ไอศกรีมนม และซอร์เบต เป็นต้น

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมีการนำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาใช้มาก เพราะลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารของผู้บริโภค การประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) มีบทบาทสำคัญมากในงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมเกษตรโดยเฉพาะในด้านอาหาร รวมทั้งมีความสำคัญต่องานด้านเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และมีบทบาทในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นเครื่องมือที่แสดงออกโดยทางอ้อมได้ชัดเจน เช่น รสชาติกลิ่น สี และลักษณะเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการที่ผ่านการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีสามารถประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลองได้เป็นอย่างดีตลอดจนสามารถบอกทิศทางของข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และทิศทางการแก้ไขปัญหาในผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ ผู้ทดสอบชิมจำนวนน้อยอาจจะถูกใช้เพื่อทดสอบความพอใจหรือความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจจะใช้เพื่อการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ (ไพโรจน์, 2561)

ปัจจุบันผู้บริโภคเกิดความตระหนักต่อการรักษาสุขภาพมากขึ้น และมีแนวโน้มของความต้องการอาหารสุขภาพเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำแป้งข้าวทนต์แทนแป้งสาลี และนำแป้งแค้นตะวันผงมาแทนน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ โดยศึกษาปริมาณแป้งข้าวและแป้งแค้นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่ดี และเพื่อเกิดแนวโน้มที่ดีต่อสุขภาพ และเป็นทางเลือกของผู้บริโภค

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ

การศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ ผู้วิจัยได้สืบค้นสูตรบราวนี่กรอบและดัดแปลงสูตรจากอินเทอร์เน็ต จำนวน 3 สูตรที่แตกต่างกัน (Table 1) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำบราวนี่กรอบทั้ง 3 สูตรไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale) คือ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึง เฉยๆ 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 8 หมายถึง ชอบมาก และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด (ไพโรจน์, 2561) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน และเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดไปศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต่อไป

Table 1. Ingredients of brownies cracker

Ingredients (g)	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Wheat flour	50	50	40
Sugar	100	85	75
Unsalted butter	20	-	60
Olive oil	-	20	-
Cocoa powder	6	60	15
Egg white	66	66	-
Egg	-	-	50
Dark chocolate	100	50	50
Salt	1.25	1.25	1.25
Baking soda	2.5	-	-
Whole milk powder	8	-	-
Vanilla flavor	10	10	10

2. การศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ

2.1 การเตรียมตัวอย่างถั่วขาวผง

นำถั่วขาวเม็ดเล็กมาล้างทำความสะอาด เพื่อแยกสิ่งสกปรกและเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออก นำไปแช่น้ำเปล่าปริมาณ 2 เท่าของปริมาณถั่วขาว แช่นาน 8 ชั่วโมง นำถั่วขาวขึ้นสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง (บุศรินทร์, 2559) ทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปปดด้วยเครื่องปั่นอาหารนาน 2 นาที พักเครื่อง 2 นาที แล้วทำการปั่นซ้ำอีก 2 ครั้ง นำออกจากเครื่องปั่นแล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง 2 ครั้ง นำแป้งถั่วขาวบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อนำไปศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต่อไป

2.2 การศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลี

การศึกษาคความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลี ได้นำสูตรมาตรฐานที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดในช่วงข้อ 1 มาศึกษาคความชอบของผู้บริโภค โดยนำแป้งถั่วขาวที่เตรียมไว้มาทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ 100% ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม นำผลิตภัณฑ์มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน และเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดไปศึกษาปริมาณแก่้นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต่อไป

3. การศึกษาปริมาณแก่้นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ

3.1 การเตรียมแก่้นตะวันผง

นำแก่้นตะวันมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก และหั่นเป็นชิ้นหนา 5 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายกรดซิตริก 0.5% นาน 120 วินาที ตักขึ้นพักไว้บนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ดัดแปลงวิธีจากกฤติกา และสุนทร, 2556) ทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปปดด้วยเครื่องปั่นอาหารนาน 2 นาที พักเครื่อง 2 นาที แล้วทำการปั่นซ้ำอีก 2 ครั้ง นำออกจากเครื่องปั่นแล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง 2 ครั้ง นำแก่้นตะวันผงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อนำไปศึกษาปริมาณแก่้นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต่อไป

3.2 การศึกษาคความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ใช้แก่้นตะวันผงทดแทนน้ำตาลทรายแดง

การศึกษาคความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ใช้แก่้นตะวันผงทดแทนน้ำตาลทรายแดง ได้นำสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดจากการศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ มาศึกษาคความชอบของผู้บริโภคโดยนำแก่้นตะวันผงที่เตรียมไว้มาทดแทนน้ำตาลทรายแดงในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30% ของน้ำหนักน้ำตาลทรายแดงในส่วนผสม นำผลิตภัณฑ์มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 50 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ

จากการศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ จำนวน 3 สูตรที่แตกต่างกัน โดยนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น และความกรอบผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบทั้ง 3 สูตรแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านความกรอบของสูตรที่ 1 มากกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ($p < 0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 1 มีการเติมเบคกิ้งโซดาซึ่งเป็นสารที่ทำให้ขึ้นฟู จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบทั้ง 3 สูตร (Table 2) จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบคุณลักษณะทุกด้านผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบสูตรที่ 1 มากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาปริมาณแป้งข้าวและแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต่อไป

Table 2. Sensory evaluation hedonic scores of brownies cracker

Sensory attribute	Brownies cracker		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Color ^{ns**}	7.26 ± 1.35*	7.12 ± 1.15	6.98 ± 1.50
Aroma	7.26 ± 1.31 ^{a***}	7.00 ± 1.34 ^{ab}	6.70 ± 1.37 ^b
Taste ^{ns}	6.92 ± 1.55	6.56 ± 1.36	6.34 ± 1.59
Crispness	7.82 ± 1.17 ^a	6.78 ± 1.93 ^b	6.80 ± 1.47 ^b
Overall liking ^{ns}	7.46 ± 1.18	7.06 ± 1.45	7.14 ± 1.46

* Mean ± SD from fifty determinations.

**^{ns} Not significantly different ($p > 0.05$)

*** Different superscripts in same row indicate significant differences ($p < 0.05$).

2. ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ

จากการศึกษาปริมาณแป้งข้าวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ ได้นำสูตรมาตรฐานที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดในข้อ 1 มาศึกษาปริมาณแป้งข้าวที่เหมาะสม โดยนำแป้งข้าวมา

ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ 100% พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความกรอบ และความชอบโดยรวมทั้ง 5 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านรสชาติผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบแตกต่างกัน ($p<0.05$) (Table 3) โดยสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งถั่วขาว 100, 75, และ 50% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกับสูตรที่ใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียว ซึ่งการทดแทนด้วยแป้งถั่วขาว 100% มีคะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ทดแทน 25% ($p<0.05$) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแป้งถั่วขาวสามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบได้ 100% ซึ่งสอดคล้องกับบุศรินทร์ (2559) ได้อธิบายว่าถั่วขาวสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้หลายรูปแบบ เช่น เป็นไส้ของขนมปังหรือพาย ทั้งยังสามารถใช้แป้งถั่วขาวในการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนหรือทั้งหมด ได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพ เนตรนรินทร์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาการใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น พบว่า การใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 70 ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง Ramezani et al. (2013) กล่าวว่า การเติมถั่วขาวมากขึ้นจะทำให้มีโปรตีน เส้นใย ไขมัน และความชื้นเพิ่มขึ้นจากขนมปังบาร์บารีสูตรดั้งเดิม ดังนั้นจึงเลือกใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลี 100 % ในการศึกษาปริมาณแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต่อไป

Table 3. Sensory evaluation hedonic scores of brownies cracker by using white kidney bean flour substituted wheat flour.

Sensory attribute	Level of use of white kidney bean flour substitute of wheat flour				
	0%	25%	50%	75%	100%
Color ^{ns**}	7.28 ± 1.13*	7.26 ± 1.24	7.46 ± 1.11	7.48 ± 1.36	7.34 ± 1.30
Aroma ^{ns}	7.26 ± 1.26	7.00 ± 1.18	6.88 ± 1.36	6.86 ± 1.28	7.12 ± 1.21
Taste	7.20 ± 1.11 ^{ab***}	6.94 ± 1.06 ^b	7.40 ± 0.86 ^{ab}	7.20 ± 1.18 ^{ab}	7.46 ± 1.23 ^a
Crispness ^{ns}	7.62 ± 1.10	7.36 ± 1.24	7.40 ± 1.50	7.68 ± 1.28	7.54 ± 1.39
Overall liking ^{ns}	7.44 ± 1.05	7.32 ± 1.15	7.54 ± 0.93	7.70 ± 1.02	7.54±1.09

* Mean ± SD from fifty determinations.

**ns Not significantly different ($p>0.05$)

*** Different superscripts in same row indicate significant differences ($p<0.05$).

3. ผลการศึกษาปริมาณแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ

จากการศึกษาปริมาณแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ ได้นำผลจากการศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดในช่วง 2 มาศึกษาปริมาณแก่นตะวันผงที่เหมาะสม โดยนำแก่นตะวันผงมาทดแทนน้ำตาลทรายแดงในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10, 30 และ 50% พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ทดแทนด้วย

แก่นตะวันผงทั้ง 3 ระดับ ในคุณลักษณะด้านสี และกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านรสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบบราวนี่กรอบที่ทดแทนด้วยแก่นตะวันผง 10% ในคุณลักษณะด้านรสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ($p<0.05$) จาก Table 4 จะเห็นได้ว่าการใช้แก่นตะวันทดแทนน้ำตาลทรายแดงในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบในปริมาณที่มากขึ้นทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านรสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง แต่คุณลักษณะด้านกลิ่นกลับพบว่า การทดแทนด้วยแก่นตะวันผงปริมาณมากขึ้นทำผลิตภัณฑ์มีกลิ่นของแก่นตะวันมากขึ้น ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากแก่นตะวันผงมีกลิ่น รสชาติที่เฉพาะ และมีรสหวานน้อยกว่าน้ำตาล ดังนั้นการใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาลทรายแดงมากเกินไปจะทำให้คะแนนความชอบลดลง สอดคล้องกับจิตรา (2562) ได้นำแป้งแก่นตะวันมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ระดับ 0, 5, 10, 15 และ 20% พบว่า ระดับที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาตรจำเพาะลดลง เนื้อสัมผัสแข็งขึ้น ค่าการเกาะตัวและความยืดหยุ่นลดลงความยากในการเคี้ยวมากขึ้น ทำให้คะแนนด้านความกรอบลดลง ภาพผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด แสดงดัง Figure 1 (ผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลี 100% แลใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาลทรายแดง 10 %)

Table 4. Sensory evaluation hedonic scores of Brownies Cracker by using Jerusalem Artichoke Powder Substituted Sugar.

Sensory attribute	Level of use of Jerusalem artichoke powder substitute of sugar		
	10%	30%	50%
Color ^{ns**}	7.70±1.27*	7.58±1.14	7.58±1.26
Aroma ^{ns}	7.30±1.28	7.52±1.28	7.14±1.48
Taste	7.86±1.14 ^{a***}	7.20±1.47 ^b	6.82±1.56 ^b
Crispness	8.20±1.07 ^a	7.78±1.30 ^{ab}	7.56±1.55 ^b
Overall liking	8.10±1.07 ^a	7.74±1.21 ^{ab}	7.40±1.39 ^b

* Mean±SD from fifty determinations.

**^{ns} Not significantly different ($p>0.05$)

*** Different superscripts in same row indicate significant differences ($p<0.05$).



Figure 1. Crackers Brownie products that testers gave very high sensory evaluation hedonic scores.

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบเพื่อสุขภาพจากถั่วขาวและแก่นตะวันผง โดยศึกษาปริมาณของแป้ง ถั่วขาวและแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบเพื่อสุขภาพ พบว่า ปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบ คือ สูตรที่ใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลี 100% เนื่องจากด้านรสชาติมีความชอบมากกว่าสูตรที่ใช้ทดแทน 25 % ส่วนปริมาณแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านรสชาติมากที่สุด คือ สูตรที่ใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาลทรายแดง 10% จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าแป้งถั่วขาวสามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบได้ 100% แต่การใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาลทรายแดงในผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบในปริมาณที่มากขึ้นทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านรสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นการใช้แก่นตะวันผงทดแทนน้ำตาลมากเกินไปจะทำให้คะแนนความชอบลดลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

เอกสารอ้างอิง

- กฤติกา โพธิ์เย็น และสุนทรี สุวรรณสีขณณ์. (2556, 5-7 กุมภาพันธ์). *ผลของการลวกและการใช้กรดต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแก่นตะวันผง*. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- จิตรา สิงห์ทอง. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพจากแป้งแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 21(1), 71-83.
- เนตรนรินทร์ สุวรรณเดช, รัชมี พันธุ์ศร, ธนวัฒน์ นกหงส์, วุฒิชัย ดวงจันทร์, ผกาวิดี เอี่ยมกาแพง และโสรัจวรรชุน อินเกตู. (2558, 22 ธันวาคม). *การใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมขึ้น*. การประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- บุศรินทร์ จงเจริญยานนท์. (2559). คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของถั่วขาวและการประยุกต์แป้งถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 11(1), 1-12.
- ไพโรจน์ วิริยจारी. (2561). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรรษยา คุ่มมี, อภิญญา อัครเอกฉាលิน, ชิชณพงค์ ลือราช และชนาธิป รุ่งเรือง. (2560). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์บรายนีกรอบโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลี*. การประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- ศิริพร ตันจ้อ, ครรชิต จุดประสงค์, และประภาศรี ภูเสถียร. (2553). อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์เพื่อสุขภาพ. *วารสารโภชนาการ*, 2, 1-13.



- Mosca, M., Boniglia, C., Carratu, B., Giammarioli, S., Nera, V., & Sanzini, E. (2008). Determination of α -amylase inhibitory activity of phaseolamin from kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) in dietary supplement by HPAEC-PAD. *Analytica Chimica Acta*, 617, 192–195.
- Perera, A., Meda, V. & Tyler, R.T. (2010). Resistant starch: A review of analytical protocols for determining resistant starch and of factors affecting the resistant starch content of foods. *Food Research International*. 43, 1959-1974.
- Ramezani, S., Movahhed, S. & Rajaei, P. (2013). Effect of additional white bean flour on chemical and staling properties of Iranian industrial and traditional barbari breads. *Annals of Biological Research*, 4(3), 109-112.

ผลของสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักต่อการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุของโรคแอนแทรคโนสในพริก

Effect of Teak Sawdust Extract on Mycelial Growth of *Colletotrichum gloeosporioides* Causing Chili Anthracnose

ขวัญจรัส เชนปัญญา^{1,2*} จิรพงศ์ ศรศักดิ์ภาพ^{1,2} ฉันทนา ชูแสงทรัพย์^{1,2} อภิรดี เสียงสืบชาติ³
นัฏฐวดี แลต่อ่ง⁴ วันชัย ทองฉิม⁴ อริสา เศษแอ⁴ และ กัญญาณัฐ สาณิง⁴

¹กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²ศูนย์วิจัยนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมเกษตรและการเกษตรนานาชาติ วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50210

³สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

⁴สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: Khuanjarat@mju.ac.th

บทคัดย่อ

สัก (*Tectona grandis*) เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่พบมากในเขตป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือ จัดเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นแหล่งแปรรูปไม้สักที่สำคัญในระดับประเทศ วัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการแปรรูปสักคือขี้เลื่อย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปสารสกัดเพื่อควบคุมปัญหาโรคแอนแทรคโนสของพริกที่ปลูกในจังหวัดแพร่ ขี้เลื่อยไม้สักถูกนำมาสกัดสารโดยใช้ 25 และ 99.5% (v/v) เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ผลการสกัดพบว่าให้ค่าร้อยละการสกัดเท่ากับ 2.17 ± 0.10 และ 2.27 ± 0.50 ตามลำดับ การตรวจสอบทางเคมีโดยการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) พบว่ามีค่าเท่ากับ 77.82 ± 1.44 และ 104.58 ± 2.13 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ตามลำดับ การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.27 ± 0.02 และ 0.16 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ การศึกษาผลของสารสกัดต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โดยวิธี modified poison food technique พบว่า ขี้เลื่อยที่สกัดด้วย 25 และ 99.5% (v/v) เอทานอล (25%EtOH-Sak และ 99.5%EtOH-Sak) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ โดยมีค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 29.94 ± 2.88 และ 39.25 ± 14.72 ตามลำดับ ในวันที่ 7 ของการทดลอง จากผลการทดลองข้างต้น สารสกัดขี้เลื่อยไม้สักจึงน่าสนใจในการศึกษาเชิงลึกเพื่อประยุกต์ใช้ควบคุมโรคแอนแทรคโนสในพริกที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides*

คำสำคัญ: *Colletotrichum gloeosporioides* ขี้เลื่อย สัก สารสกัด

Abstract

Teak (*Tectona grandis*) is a tall, deciduous tree widely found in northern Thailand. It is one of the economically important plants in Phrae province, the major teak furniture manufacturer in Thailand. Sawdust is the main by-product of furniture manufacturing. It can be applied in chili plant for controlling anthracnose disease, which is the common fungal disease of chili plant. Teak sawdust was extracted with 25% and 99.5% (v/v) ethanol, yielding 25%EtOH-Sak and 99.5%EtOH-Sak extracts, respectively. The percentage extractions were $2.17 \pm 0.10\%$ and $2.27 \pm 0.50\%$, respectively. Total phenolic content analysis of 25%EtOH-Sak was 77.82 ± 1.44 mg GAE/g extract, and 104.58 ± 2.13 mg GAE/g extract for 99.5%EtOH-Sak. The antioxidant activity assayed by DPPH method showed that 25%EtOH-Sak and 99.5%EtOH-Sak extracts gave IC_{50} values of 0.27 ± 0.02 and 0.16 ± 0.01 mg/ml, respectively. The modified poison food technique was used to study the effect of extracts on *C. gloeosporioides* mycelial growth. The results showed that 25%EtOH-Sak and 99.5%EtOH-Sak extracts could inhibit mycelial growth with relative percentage inhibitions of 29.94 ± 2.88 and $39.25 \pm 14.72\%$, respectively, at day 7 of incubation. Thus, Teak sawdust extract is interesting for more detailed study in controlling anthracnose disease caused by *C. gloeosporioides* in chili plant.

Keywords: *Colletotrichum gloeosporioides*, Sawdust, Teak, Extract

บทนำ

สัก (*Tectona grandis*) เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ที่พบมากในเขตป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือ และจัดเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดแพร่ สักถูกนำมาแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์โดยโรงงานแปรรูปไม้สักของรัฐและเอกชนที่กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่จังหวัดแพร่ วัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการแปรรูปสัก เช่น เศษไม้ที่เป็นเปลือกไม้ ชี้เลื่อย และซี้กับ คิดเป็นปริมาณประมาณ 200 ถึง 1,400 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โรงงานมีการจัดการชี้เลื่อยแตกต่างกัน เช่น เผาเพื่อให้ความร้อนต่อในกระบวนการอบไม้ เศษชี้เลื่อยเก่าที่ถูกทิ้งไว้นานจนไม่มียางแล้วจะถูกใช้กลบปิดหลุมปลูกข้าวโพด เป็นต้น (พงษเดช, มปป.) การนำสักมาสกัดสารพบว่า สักมีสารเคมีหลายชนิดที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลชีพ ระบุปวด ยับยั้งเนื้องอก และเซลล์มะเร็ง ลดน้ำตาลในกระแสเลือด เป็นต้น (Sumthong *et al.*, 2006; Lukmandaru, 2013; Niamké *et al.*, 2014; Vyas *et al.*, 2018) ดังนั้นจึงทำให้สักเป็นพืชที่น่าสนใจที่จะนำมาสกัดสารเพื่อประเมินศักยภาพในการต้านจุลชีพกลุ่มที่ก่อโรคในพืช

พริก (*Capsicum frutescens*) เป็นอีกหนึ่งในพืชเศรษฐกิจของจังหวัดแพร่ เพาะปลูกมากในพื้นที่อำเภอหนองม่วงไข่ ปัจจุบันพบว่าการปลูกพริกมีปัญหาทั้งทางด้านผลผลิตและคุณภาพตกต่ำอันเนื่องมาจากเชื้อราโรคพืชโดยเฉพาะโรคแอนแทรคโนส หรือโรคกุ้งแห้งของพริก อันมีสาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides* (Penz.) Sacc. และ *C. capsici* (Syd.) Butler & Bisby (ศรุต และคณะ, 2557) เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสสามารถเข้าทำลายได้ทุกส่วนของพืชตั้งแต่ลำต้น ใบ ก้าน ดอก ผล และเมล็ด ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลง ต้นกล้าแห้งตาย อาการของโรคแอนแทรคโนสเริ่มเกิดจากเป็นจุดแผลแห้งเล็ก ๆ สีน้ำตาล แล้วค่อย ๆ ข่มขึ้นขยายออกเป็นวงกลมหรือวงรีซ้อนกันเป็นชั้น ๆ (Than *et al.*, 2008) การควบคุมโรคนิยมทำโดยการใช้สารเคมี เช่น manganese ethylene-bis-dithiocarbamate (Maneb), azoxystrobin และ difenoconazole เป็นต้น (อมรรักษ์ และคณะ, 2560) อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องและไม่ถูกวิธีส่งผลให้เกิดเชื้อราสายพันธุ์ดื้อยาได้ (พิกุล และ นภาพร, 2564) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการสกัดสารจากขี้เลื่อยไม้สักซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ ศึกษาองค์ประกอบและฤทธิ์ทางเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสในพริก ผลการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาสารฆ่าเชื้อราชีวภาพเพื่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสต่อไปในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การแยกเชื้อราจากพริกที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

การตรวจสอบพันธุกรรม และทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในพริก

นำตัวอย่างผลของพริกที่แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนสมาแยกเชื้อให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธี tissue transplanting technique บนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) โดยนำพริกที่แสดงอาการของโรคมายำเชื้อพื้นผิวจำนวน 2 รอบด้วย 10 และ 5% (v/v) NaOCl นาน 5 นาที ตามลำดับ ล้างพริกด้วยน้ำกลั่น ชับน้ำให้แห้ง จากนั้นใช้ใบมีดที่ปราศจากเชื้อโรคมายำเอาเมล็ดพริกออกมาวางบนอาหาร PDA บ่มเชื้อนาน 3-4 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้น ใช้ cork borer ตัดปลายเส้นใยเชื้อราที่เจริญออกจากเมล็ดพริก ไปวางบนอาหาร PDA ใหม่ บ่มเชื้อเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำการตัดย้ายปลายเส้นใยและเลี้ยงบนอาหาร PDA ใหม่ ซ้ำ 1-2 ครั้ง จนได้ลักษณะเส้นใยแบบเดียวกันที่โตบนอาหาร เก็บเชื้อบริสุทธิ์ไว้บนอาหาร PDA สำหรับการทดลองต่อไป ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และตรวจสอบพันธุกรรมของเชื้อราตัวอย่างโดยใช้การตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ internal transcribed spacer (ITS) (Macrogen Inc., South Korea)

ทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราบริสุทธิ์ที่แยกได้ โดยคัดเลือกพริกที่มีลักษณะผลแข็งแรงไม่มีโรคจำนวน 10 เมล็ด มาแช่ทำความสะอาดทั่วทั้งเมล็ดด้วย 70% (v/v) เอทานอล เพื่อฆ่าเชื้อบนพื้นผิว แล้วแบ่งพริกออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 5 เมล็ด ทำการย้ายเส้นใยเชื้อราบริสุทธิ์โดยใช้ cork borer มาวางบนพริกในชุดแรก ส่วนพริกชุดที่สองนำมาเจาะรูก่อนด้วยเข็มที่ผ่านการเผาฆ่าเชื้อ ก่อนนำเชื้อมาวางบริเวณ

ผล ทำการบ่มพริกทั้งสองชุดในกล่องพลาสติกที่ผ่านการทำความสะอาดด้วย 70% (v/v) เอทานอล ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง นาน 7 วัน แล้วสังเกตผลที่ได้

2. การเตรียมสารสกัดจากขี้เลื่อยไม้สัก

นำขี้เลื่อยไม้สักจากโรงเลื่อยไม้ในอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มาสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 25 และ 99.5% (v/v) โดยใช้อัตราส่วนขี้เลื่อยต่อเอทานอลเท่ากับ 1:10 โดยปริมาตร บ่มสารสกัดบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารสกัดที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วลดปริมาตรโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน จากนั้นนำสารสกัดเข้มข้นที่ได้ไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 2-3 วัน หรือจนกว่าสารสกัดจะแห้ง เก็บสารสกัดแห้งที่ได้เพื่อนำไปตรวจสอบทางเคมีและฤทธิ์การยับยั้งเส้นใยเชื้อราต่อไป

3. การทดสอบทางเคมี

3.1 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content หรือ TPC)

เตรียมสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักที่สกัดด้วย 25 หรือ 50% (v/v) เอทานอล ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกชื่อสารสกัดที่ได้คือ 25%EtOH-Sak และ 50%EtOH-Sak โดยนำสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักที่ได้มาตรวจสอบหาปริมาณ TPC โดยใช้ 10% Folin reagent นำสารสกัดที่เตรียมไว้ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับ 10% Folin reagent ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ในไมโครเพลท (microplate) จากนั้นบ่มปฏิกิริยาในที่มืดนาน 5 นาที เมื่อครบเวลานำออกมาเติม 7.5% (w/v) Na_2CO_3 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร แล้วบ่มในที่มืดต่ออีก 30 นาที เมื่อครบกำหนด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Microplate reader (Synergy™ H1 Multi-Mode Microplate Reader, BioTak, USA) คำนวณหาปริมาณ TPC จากการเทียบค่าการดูดกลืนแสงกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ค่าปริมาณ TPC ที่ได้จะอยู่ในรูปมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg GAE/g 25%EtOH-Sak)

3.2 การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH

เตรียมสารสกัดความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ในเมทานอล จากนั้นเจือจางสารสกัดที่ได้ในเมทานอลทีละ 2 เท่า จนกระทั่งได้สารสกัดความเข้มข้นที่ 0.039 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH ความเข้มข้น 4 มิลลิโมลาร์ โดยบ่มสารสกัดปริมาตร 100 ไมโครลิตร กับเมทานอล ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ในไมโครเพลท ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหาร้อยละการต้านอนุมูลอิสระจากสมการ: $[A_{\text{Control}} - (A_{\text{Reaction}} - A_{\text{Blank}})] \times 100 / A_{\text{Control}}$ เมื่อ A_{Control} , A_{Reaction} และ A_{Blank} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ปฏิกริยาที่มีสารสกัดเป็นองค์ประกอบ และปฏิกิริยาที่มีเฉพาะสารสกัดและเอทานอล ตามลำดับ จากนั้นนำค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระที่ได้ไปคำนวณหา IC_{50} โดยใช้โปรแกรม Graph Pad Prism (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA)

4. การศึกษาผลของสารสกัดต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides*

ศึกษาผลของสารสกัดต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยใช้เทคนิค modified poison food technique (Lukmandaru, 2013) โดยทำการเตรียมสารสกัดความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในสารละลาย DMSO จากนั้นทำการเกลี่ยสารสกัดปริมาตร 200 ไมโครลิตร ลงบนอาหาร PDA แล้วทำการตัดย้ายปลายเส้นใยเชื้อราอายุ 7 วัน วางลงบนอาหาร และบ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของโคโลนีของเชื้อราในวันที่ 3, 5 และ 7 ทำการเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อรากับอาหาร PDA ปกติ และอาหารที่มี 0.005% (v/v) คาร์เบนดาซิม หรือ DMSO แล้วนำผลการเจริญของเส้นใยเชื้อรามาวเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ T-Test แบบ Paired Two sample For Means และคำนวณหาค่าร้อยละการยับยั้งการเจริญเส้นใยเชื้อราโดยสารสกัดจากสมการ : $(A_{Control} - A_{Test}) \times 100 / A_{Control}$ เมื่อ $A_{Control}$ และ A_{Test} คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อราในอาหาร PDA ที่ไม่เติมสาร และ PDA ที่เติมสาร ตามลำดับ

ผลและอภิปรายผล

1. การแยกเชื้อราจากพริกที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การตรวจสอบพันธุกรรม และทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในพริก

พริกที่แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนสที่ใช้ในการทดลองนี้ มีลักษณะโค้งงอเนื่องจากการยุบตัวของผิว ผิวแห้ง มีสีน้ำตาลขยายเป็นวงกว้างทั่วทั้งผล และเน่าไปจนถึงด้านในของเมล็ด การนำเมล็ดพริกมาแยกเชื้อราบนอาหาร PDA พบว่าเชื้อรามีลักษณะเส้นใยฟูสีขาว เมื่อเวลาผ่านไปโคโลนีกลายเป็นสีเทาดำ มีสีส้มปนเล็กน้อย (Figure 1)

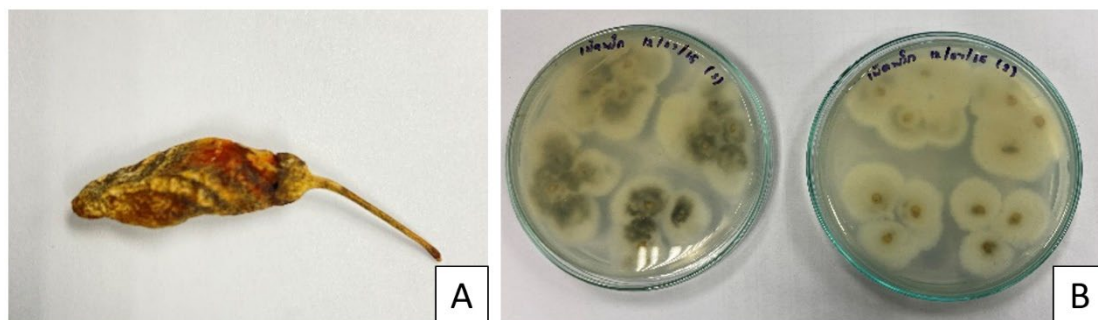


Figure 1. (A) A chili sample used in this study; (B) The undersurface view of *Colletotrichum gloeosporioides* on PDA at day 4 of incubation.

การศึกษาลักษณะเส้นใยและสปอร์เชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า เส้นใยเชื้อรามีลักษณะอัดตัวกันแน่น ลักษณะเส้นใยเป็นแบบ septate hyphae สปอร์ลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวใส ไม่มีสี รูปร่างทรงกระบอกหัวท้ายมน (cylindrical) (Figure 2) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับโคโลนีของเชื้อรา *Collectotrichum* sp.

(Widodo and Hidayat, 2018) ผลการส่งตรวจสอบัติเอ็นเอบริเวณ ITS พบว่า เชื้อราที่แยกได้คือ *C. gloeosporioides*

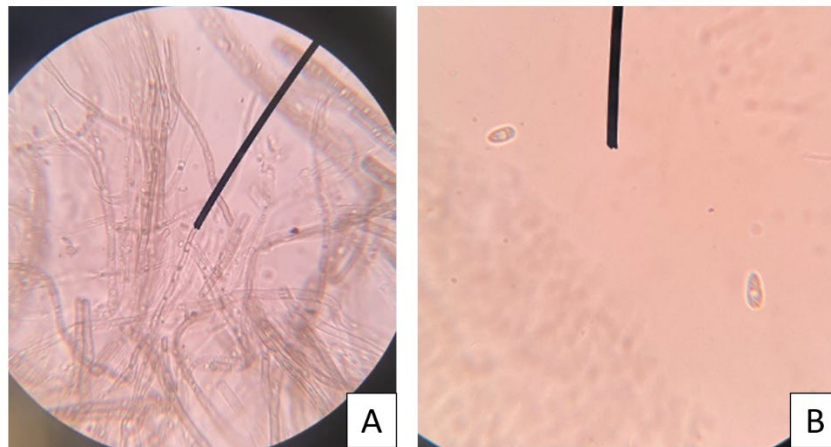


Figure 2. The microscopic morphology of *Colletotrichum gloeosporioides*. (A) Fungal hypha at 400x; (B) Spore at 1,000x.

การทดสอบการก่อให้เกิดโรคในพริกพบว่า เชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกได้สามารถทำให้พริก ทั้ง 2 กลุ่ม แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนส นั่นคือ ในกลุ่มพริกที่เจาะรูมีลักษณะอาการแผลฉ่ำน้ำ และมีสีน้ำตาลคล้ำขยายแผ่กว้างทั่วทั้งผล และในกลุ่มของพริกไม่เจาะรูมีลักษณะอาการเน่าเสียน้อยกว่าแบบเจาะรู (Figure 3)

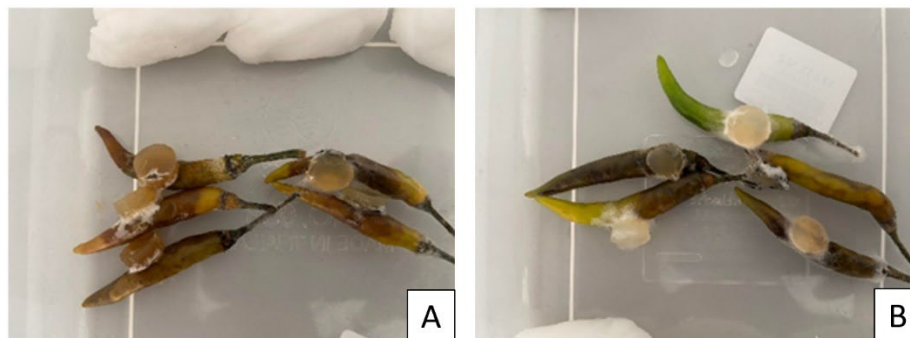


Figure 3. Pathogenicity test of *Colletotrichum gloeosporioides* on chili. The symptom displayed after 7-day incubation of *Colletotrichum gloeosporioides* on chili with (A) and without punch wounds (B).

2. การสกัดสารจากขี้เลื่อยไม้สัก

ผลการสกัดสารจากขี้เลื่อยไม้สักโดยใช้เอทานอลความเข้มข้น 25 และ 99.5% (v/v) เป็นตัวทำละลาย ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าการสกัดสารจำนวน 3 ครั้ง ได้สารสกัดที่มีค่าร้อยละการสกัด (percentage extraction) เฉลี่ยเท่ากับ 2.17 ± 0.10 และ 2.27 ± 0.50 ตามลำดับ

Table 1. Percentage extraction of Teak sawdust by using 25 and 99.5% (v/v) ethanol.

Extraction time	25% (v/v) Ethanol	99.5% (v/v) Ethanol
1	2.29	1.69
2	2.12	2.57
3	2.11	2.55
Average	2.17 ± 0.10	2.27 ± 0.50

3. ผลการทดสอบทางเคมี

3.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC)

จากการนำสารสกัด 25%EtOH-Sak และ 99.5%EtOH-Sak ทำการหาปริมาณ TPC จำนวน 3 ซ้ำ และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร มาคำนวณหาปริมาณ TPC ในรูปของปริมาณ สมมูลของกรดแกลลิก โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกที่มีค่า $y = 231.52x$ และค่า R^2 เท่ากับ 0.999 ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า สารสกัด 99.5%EtOH-Sak ให้ปริมาณ TPC สูงกว่า 25%EtOH-Sak เท่ากับ 1.34 เท่า สาเหตุอาจเนื่องมาจากการใช้ 99.5% (v/v) เอทานอล สามารถละลายสารประกอบ TPC ออกจากขี้เลื่อยไม้สักได้มากกว่าการใช้ 25% (v/v) เอทานอล (Padumanonda and Phontree, 2021) การวิเคราะห์องค์ประกอบ TPC โดยใช้เทคนิค HPLC และ NIR spectroscopy พบว่า TPC หลักที่พบในไม้สัก เช่น 2-(hydroxymethyl)anthraquinone, 4',5'-dihydroxy-epiisocatalponol และ tectoquinone เป็นต้น (Niamké et al., 2014) เป็นสารขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยวงอะโรมาติก 2-3 วง จึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขี้น้อยกว่า

3.2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่าสารสกัด 99.5%EtOH-Sak มีค่า IC_{50} น้อยกว่าสารสกัด 25%EtOH-Sak เท่ากับ 1.69 เท่า บ่งชี้ว่าสารสกัด 99.5%EtOH-Sak มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าสารสกัด 25%EtOH-Sak ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณ TPC ที่พบในสารสกัด (Table 2 and Figure 4)

Table 2. Total phenolic content (TPC) and IC₅₀ values from DPPH assay.

Extract	TPC (mg GAE/g extract)*	IC ₅₀ (mg/ml)*
25%EtOH-Sak	77.82 ± 1.44 ^a	0.27 ± 0.02 ^a
99.5%EtOH-Sak	104.58 ± 2.13 ^b	0.16 ± 0.01 ^b

* Different letters in the same column represent significant difference at p = 0.05.

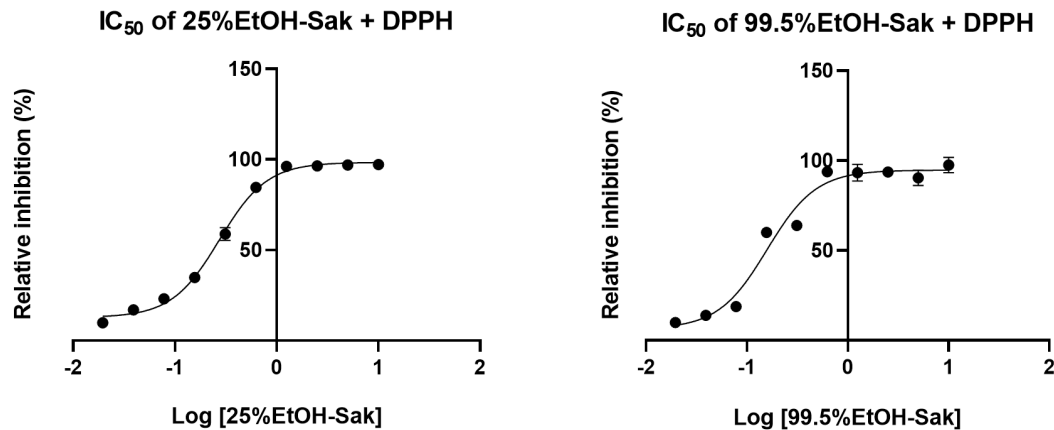


Figure 4. The non-linear regression curve of DPPH assay of 25%EtOH-Sak and 99.5%EtOH-Sak

4. ผลของสารสกัดต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อราก่อโรคแอนแทรกโนสในพริก

การศึกษาผลของสารสกัด 25%EtOH-Sak และ 99.5%EtOH-Sak ต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนอาหาร PDA แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มคือ (1) Control (2) PDA+0.005% (v/v) คาร์เบนดาซิม (3) PDA+DMSO และ (4) PDA+สารสกัดความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของเส้นใยเชื้อราดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ซึ่งพบว่าทั้งวันที่ 3, 5 และ 7 ของการทดลอง เส้นใยเชื้อราบนอาหารที่มี 25%EtOH-Sak (Table 3) หรือ 99.5%EtOH-Sak (Table 4) มีการเจริญน้อยกว่าชุดควบคุมและอาหารที่มีคาร์เบนดาซิม และ DMSO เป็นองค์ประกอบ ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่า สารสกัดขี้เลื่อยไม้สักสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่ก่อโรคแอนแทรกโนสในพริกได้

Table 3. Colony diameter (cm) of *Colletotrichum gloeosporioides* on PDA and PDA containing 0.005% (v/v) carbendazim, DMSO and 25%EtOH-Sak

Test	Day 3*	Day 5*	Day 7*
Control (PDA plate)	3.5 ± 0.3 ^a	5.1 ± 0.9 ^a	6.7 ± 0.8 ^a
PDA+0.005% (v/v) carbendazim	3.4 ± 0.1 ^a	5.1 ± 0.6 ^a	6.4 ± 0.6 ^a
PDA+ DMSO	3.0 ± 0.2 ^b	5.0 ± 0.3 ^a	6.6 ± 0.3 ^a
PDA+100 mg/ml 25%EtOH-Sak	2.1 ± 0.2 ^c	3.6 ± 0.12 ^b	4.7 ± 0.2 ^b

* Different letters in the same column represent significant difference at p = 0.05.

Table 4. Colony diameter (cm) of *Colletotrichum gloeosporioides* on PDA containing 0.005% (v/v) carbendazim, DMSO and 99.5%EtOH-Sak

Test	Day 3*	Day 5*	Day 7*
Control (PDA plate)	3.7 ± 0.4 ^a	4.6 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.6 ^a
PDA+0.005% (v/v) carbendazim	3.3 ± 0.7 ^a	4.6 ± 0.8 ^a	5.2 ± 0.7 ^a
PDA+ DMSO	3.8 ± 0.2 ^a	5.0 ± 0.5 ^a	6.0 ± 0.8 ^a
PDA+100 mg/ml 99.5%EtOH-Sak	2.6 ± 0.4 ^b	3.1 ± 0.4 ^b	4.4 ± 0.6 ^a

* Different letters in the same column represent significant difference at p = 0.05.

การคำนวณค่าร้อยละการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราโดยสารสกัดพบว่า สารสกัด 25%EtOH-Sak มีค่าร้อยละการยับยั้งในวันที่ 3, 5 และ 7 เท่ากับ 39.88 ± 4.29, 30.35 ± 2.89 และ 29.94 ± 2.88 ตามลำดับ ส่วนสารสกัด 99.5%EtOH-Sak มีค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 30.11 ± 10.06, 40.86 ± 10.31 และ 39.25 ± 14.72 ตามลำดับ

การวิเคราะห์สารองค์ประกอบและฤทธิ์ชีวภาพโดย Sumthong *et al.* (2006) พบว่า deoxylapachol และ tectoquinone ที่สกัดจากขี้เลื่อยไม้สักมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger* โดย deoxylapachol เหนี่ยวนำให้เกิด cell wall stress และส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา นอกจากนี้ Niamké *et al.* (2014) พบว่า 4',5-dihydroxy-epiisocatalponol ที่สกัดจากแก่นไม้สักมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trametes versicolor* และ Lukmandaru (2013) พบว่า สารองค์ประกอบในสักรแตกต่างกันมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราแตกต่างกันด้วย เช่น tectoquinone มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *Rhizopus oryzae* สาร deoxylapachol เป็นตัวยับยั้งการเจริญที่ตีมากต่อเชื้อรา *R. oryzae*, *T. versicolor*, *Fomitopsis palustris* และ *Cladosporium cladosporioides* และ squalene ยับยั้งได้เฉพาะการเจริญของ *C. cladosporioides* อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากสักมีสารเคมีที่มี

ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราหลายชนิด ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าสารเคมีเหล่านี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสด้วยเช่นกัน

สรุป

ขี้เลื่อยไม้สักเป็นวัสดุเหลือทิ้งในจังหวัดแพร่ ที่มีปริมาณมากจากกระบวนการแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ ดังนั้นขี้เลื่อยไม้สักจึงเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่น่าสนใจในการนำมาสกัดสาร และศึกษาผลของสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักต่อการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนสของพริกที่ปลูกในจังหวัดแพร่ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 77.82 ± 1.44 และ 104.58 ± 2.13 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด เมื่อใช้ 25 และ 99.5% เอทานอล เป็นตัวทำละลาย และมีค่า IC_{50} ของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เท่ากับ 0.27 ± 0.02 และ 0.16 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราพบว่าสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา โดยมีค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 29.94 ± 2.88 และ 39.25 ± 14.72 ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้นจะพบว่าสารสกัดขี้เลื่อยไม้สักเป็นสารสกัดที่น่าสนใจในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์ กลไกการยับยั้ง การทดสอบกับตัวอย่างพริกทั้งในระดับห้องทดลองและแปลงปลูก เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาสารฆ่าเชื้อราชีวภาพเพื่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่เฉลิมพระเกียรติ ที่สนับสนุนพื้นที่และอุปกรณ์วิจัยในการดำเนินโครงการวิจัย และขอขอบคุณคุณอังคณา ชมภูมิ่ง และคุณบัญชา เชาว์แล่น ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์เดช รัตนานุกูล. (มปป). โครงการศึกษาศักยภาพการใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือทิ้งในประเทศไทย. http://forprod.forest.go.th/forprod/forprod2017/Project_research/59/โครงการที่สิ้นสุด%2059/15-โครงการศึกษาศักยภาพการใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือทิ้งในประเทศไทย.pdf
- พิกุล นุชนวลรัตน์ และนภาพร จิตต์ศรีธา. (2564). การประเมินความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงอกร่องในจังหวัดจันทบุรี. *ว.มทสร*, 9(2), 164-173.
- ศรุต สุทธิอารมณ์ พรพิมล อธิปัญญาคม พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ ญัญฐิมา ไชยจิตเจริญกุล สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น อภิรัชต์ สมฤทธิ์ วิภาดา ปลอดภัยบุรี ยาวภา ตันติวานิช และสิริชัย สาธุวิจารณ์. 2557. *คู่มือศัตรูพริก* (หน้า 87). กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.

อมรรักษ์ คัดใจเดียว ธารทิพย์ ภาสบุตร พชร ธิตานนท์ ดารณี เรืองผล สุณิรัตน์ สีมะเต็อ และอภิรักษ์ต์ สมฤทธิ. 2560. ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกคโนสของพริกสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Colletotrichum capsici*. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.

Lukmandaru, G. (2013). Antifungal activities of certain components of Teak wood extractives. *J Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 11(1), 11-18.

Padumanonda, T., & Phontree, K. (2021). Total phenolic, total flavonoid, total condensed tannin contents and antimicrobial activity against diarrheal bacteria of the bark and fruit of *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness. *Science & Technology Asia*, 26(1), 162-169.

Niamké, F.B., Amusant, N., Kadio, A.A., Thevenon, M., Nourissier, S., Adima, A.A., Jay-Allemand, C., & Chaix, G. (2014). Rapid prediction of phenolic compounds as chemical markers for the natural durability of teak (*Tectona grandis* Linn f.) heartwood by near infrared spectroscopy. *J Near Infrared Spectrosc*, 22, 35-43.

Sumthong, P., Damveld, R.A., Choi, Y.H., Arentshorst, M., Ram, A.F., van den Hondel, C.A., & Verpoorte, R. (2006). Activity of quinones from teak (*Tectona grandis*) on fungal cell wall stress. *Planta Med*, 72(10), 943-944.

Than, P.P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P.W.J., & Hyde, K.D. (2008). Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *J Zhejiang Univ Sci B*, 9(10), 764-778.

Vyas, P., Yadav, D.K., & Khandelwal, P. (2018). *Tectona grandis* (teak) - A review on its phytochemical and therapeutic potential. *Nat Prod Res*, <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1440217>

Widodo & Hidayat, S.H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian J Plant Pathol*, 12, 7-15.

PRE07114-5-1-1-1: ข้าวเจ้าหอมพื้่นนุ่มไวต่อช่วงแสงต้านทานโรคไหม้ในเขตภาคเหนือตอนบน
PRE07114-5-1-1-1: A Photoperiod-sensitive, Soft-cooked and Fragrant
Non-glutinous Elite Rice Line Resistant to Blast Disease in the Upper North Region

คณางค์ ปัญญาลือ^{1*} กุลชนา ดาร์เวล¹ กาญจนนา พิบูลย์¹ พันนิภา ยาใจ¹ เปรมฤดี ปินทยา²
ผกาภานต์ ทองสมบุญ² อาทิตยา ยอดใจ³ อัญชลี ตาคำ³ กรสิริ ศรีนิล⁴ กัลยา บุญสง่า⁴ นุจรินทร์ จังชันธ์⁴
ศรายุทธ วงศ์คำ⁵ และ ขวนชม ดีรัมย์⁶

¹ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ แพร่ 54000

²ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง เชียงใหม่ 50250

³ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50120

⁴ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย เชียงราย 57120

⁵ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน แม่ฮ่องสอน 58150

⁶ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก พิษณุโลก 65130

*Corresponding author. E-mail address: Kakanang.p@rice.mail.go.th

บทคัดย่อ

ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงที่นิยมปลูกในภาคเหนือตอนบน ได้แก่ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15 ซึ่งมีคุณภาพการหุงต้มรับประทานดีและมีกลิ่นหอม แต่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำและไม่ต้านทานต่อโรคไหม้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาข้าวสายพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูงและต้านทานต่อโรคไหม้ ข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ กข15 และสายพันธุ์ RGD334-3-11-2-34-1kps-3 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานีและนาราชฎรีในปี 2558-2564 พบว่ามีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงถึง 837 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 637 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 ร้อยละ 20 และ 14 ความสูง 150 เซนติเมตร ออกดอกในวันที่ 15 ตุลาคม จำนวนรวงต่อกอ 11 รวง มีระยะพักตัว 9-10 สัปดาห์ ข้าวเปลือกสีฟางกระน้ำตาล มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 28.52 กรัม น้ำหนักข้าวเปลือก 11.28 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวกล้องมีรูปร่างเรียวยาว คุณภาพการสีดี ปริมาณอมิโลสต่ำ ข้าวสายนุ่มและมีกลิ่นหอม ต้านทานต่อโรคไหม้ในระดับค่อนข้างต้านทานในเขตภาคเหนือตอนบน

คำสำคัญ: ภาคเหนือตอนบน ข้าวเจ้า ไวต่อช่วงแสง โรคไหม้

Abstract

With premium cooking quality and aromatic scent characteristic, photoperiod-sensitive, non-glutinous rice varieties which are preferred to grow in the upper north region are the lines KDML105 and RD15. However, they have moderate yields and susceptibility to blast disease. Hence, the objective of this study was to develop a new promising rice line with high yield and resistance to the blast disease quality. The rice line PRE07114-5-1-1-1 was a photoperiod-sensitive, non-glutinous rice line which derived from a cross between the rice lines RD15 and RGD334-3-11-2-34-1kps-3. The observation was done to compare yields between inter-station yield trail and farmer's field yield trail during 2015 - 2021. The study found that the rice line PRE07114-5-1-1-1 had potential yield of 837 kg/rai. The average grain yield of 637 kg/rai which was higher than the line KDML105 and RD15 of 20 and 14%, respectively. At 150 cm in height, it flowered on 15 October with 11 panicles per hill. The seed dormancy period occurred at 9-10 weeks. The rice line PRE07114-5-1-1-1 had straw-colored, with scattered brown spots husk. A thousand grain weighed 28.52 g. and weighed 11.28 kg per 20 liters. The brown rice had outstanding characteristics with slender shape, good milling quality, and low amylose content, cooked soft texture and aromatic scent. It had moderate resistance to the blast disease in the upper northern region.

Key words: Upper north region, Non-glutinous rice, Photoperiod-sensitive, Blast disease

บทนำ

เกษตรกรในภาคเหนือตอนบนปลูกข้าวเจ้าเพื่อการค้า การบริโภคภายในครัวเรือน และเพื่อความมั่นคงทางอาหารบนพื้นที่สูง ในฤดูนาปี 2564 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวเจ้า 1.5 ล้านไร่ คิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่ที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และเชียงใหม่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) พันธุ์ข้าวที่ปลูกมีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่และความต้องการของเกษตรกร สำหรับพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ชัชวาล 15 ที่มีคุณภาพการสี คุณภาพการหุงต้ม และรับประทานดี เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอม มีพื้นที่ปลูกมากที่จังหวัดพะเยาและเชียงราย อย่างไรก็ตาม ข้าวทั้งสองพันธุ์มีลักษณะต้นสูง หักล้มง่าย ทำให้ผลผลิตต่ำ และไม่ต้านทานต่อโรคไหม้ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* พบการระบาดเป็นประจำในเขตภาคเหนือตอนบน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา น่าน แพร่ (กรมการข้าว, 2564; กรมการข้าว, 2565) เนื่องจากสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค โดยมีสภาพแห้งในตอนกลางวันและมีความชื้นสูงในตอนกลางคืนหรือตลอดทั้งวันในฤดูฝน โดยเฉพาะในแปลงที่

ปลูกโดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์มากและใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูง ซึ่งพันธุ์ด้านทานที่ทางราชการแนะนำส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงที่ไม่นิยมปลูกในเขตภาคเหนือตอนบน และพันธุ์ด้านทานที่มีอยู่อาจจะแสดงอาการอ่อนแอต่อโรคไหม้รุนแรงในบางพื้นที่หรือบางปี เนื่องจากความหลากหลายของเชื้อโรคไหม้และการพัฒนาความรุนแรงของเชื้อสายพันธุ์ใหม่ๆ เกิดขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าว กข 15 ให้ต้านทานต่อโรคไหม้โดยใช้ข้าวสายพันธุ์ RGD334-3-11-2-34-1kps-3 เป็นแหล่งพันธุกรรมที่ได้รับการพัฒนามาจากพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ให้มีความต้านทานโรคไหม้ ให้ได้ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงที่มีความหอมและคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด ผลผลิตสูงและมีความต้านทานต่อโรคไหม้ดีกว่าพันธุ์กข15 และข้าวดอกมะลิ 105 เพื่อเสนอเป็นพันธุ์รับรองของกรมการข้าว เป็นพันธุ์ข้าวทางเลือกให้กับเกษตรกรในการลดต้นทุนจากการใช้สารเคมีและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การผสมพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์ และการศึกษาพันธุ์ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่โดยการผสมเดี่ยว (Single cross) ระหว่างข้าวพันธุ์กข15 กับสายพันธุ์ RGD334-3-11-2-34-1kps-3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคไหม้ ในปี 2550 ปลูกพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 และคัดเลือกสายพันธุ์ตั้งแต่ชั่วที่ 2-6 แบบสี่ตระกูลตั้งแต่ปี 2551-2557 จนได้สายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 และปลูกศึกษาพันธุ์ในปี 2558 เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์ คือข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 จำนวน 2 ซ้ำ ระยะปักดำ 25X25 เซนติเมตร สายพันธุ์ละ 6 แถวๆ ยาว 5 เมตร ใส่ปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O อัตรา 3-3-6 กิโลกรัม และปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 3-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ บันทึกลักษณะวันออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิต

การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี (inter-station yield trial) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน ในปี 2559-2564 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์ คือข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 จำนวน 4 ซ้ำ ระยะปักดำ 25X25 เซนติเมตร สายพันธุ์ละ 6 แถวๆ ยาว 5 เมตร ใส่ปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O อัตรา 3-3-6 กิโลกรัม และปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 3-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ บันทึกลักษณะวันออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิต

การเปรียบเทียบผลผลิตในนาเกษตรกร (farmer's field yield trial) ดำเนินการที่แปลงเกษตรกร จังหวัดแพร่ เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน ในปี 2559-2562 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์ คือข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 จำนวน 4 ซ้ำ ระยะปักดำ 25X25 เซนติเมตร พื้นที่ปลูก 3x5 เมตร ใส่ปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O อัตรา 3-3-6 กิโลกรัม และปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 3-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ บันทึกลักษณะวันออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิต

นอกจากนั้น มีงานวิจัยสนับสนุนอื่นๆ ดังนี้ การทดสอบปฏิกริยาต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ได้แก่ การทดสอบปฏิกริยาต่อโรคไหม้ (ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ เชียงราย เชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน) การทดสอบปฏิกริยาต่อโรคขอบใบแห้ง (ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และเชียงราย) ให้คะแนนตาม Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014) การทดสอบปฏิกริยาต่อแมลงบั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดหลังขาว (ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย) ให้คะแนนตาม

Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2002) การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดเมล็ด (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555) รูปร่างเมล็ด (Adair *et al.*, 1966) คุณภาพการสี (Adair, 1952 อ้างโดย Andrews *et al.*, 1992) คุณภาพทางเคมี การหุงต้มและรับประทาน ได้แก่ ปริมาณมิโลส (Juliano, 1979) ความคงตัวแป้งสุก (Cagampang *et al.*, 1973) การสลายเมล็ดในต่าง (Little *et al.*, 1958) กลิ่นหอมข้าวสาร (งามชื่น, 2536) (ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่)

ผลและอภิปรายผล

1. การศึกษาพันธุ์ ปี 2558 พบว่าสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 652 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 ที่ให้ผลผลิต 515 และ 626 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 27 และ 4 (Table 1)

Table 1. Average yield of PRE07114-5-1-1-1 compared with KDML105 and RD15 in observation trial in 2015.

Designation	Yield (kg/rai)	Index (%) ^{1/}	
		KDML105	RD15
PRE07114-5-1-1-1	652	127	104
KDML105 (CK)	515	100	
RD15 (CK)	626		100

^{1/} Index = Yield index compared with standard check (KDML105 and RD15)

2. การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี

ค่าเฉลี่ยผลผลิตแต่ละสถานีที่พบว่า ปี 2559 (2016) สายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 546 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 499 และ 472 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 9 และ 16 ตามลำดับ ปี 2560 (2017) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 631 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 544 และ 484 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 16 และ 30 ปี 2561 (2018) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 610 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 528 และ 498 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 16 และ 23 ปี 2562 (2019) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 720 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 513 และ 546 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 40 และ 32 ปี 2563 (2020) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 676 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 596 และ 605 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 13 และ 12 และในปี 2564 (2021) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 659 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 542 และ 551 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 22 และ 20

ผลผลิตเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2559-2564 (2016-2021) พบว่าสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 640 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ให้ผลผลิต 537 กิโลกรัมต่อไร่ และกข15 ที่ให้ผลผลิต 526

กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 19 และ 22 ตามลำดับ มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด 837 กิโกรัมต่อไร่ ในปี 2560 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน (Table 2)

3. การเปรียบเทียบผลผลิตในแปลงเกษตรกร

ผลผลิตเฉลี่ยในแปลงเกษตรกรแต่ละปีพบว่า ปี 2559 (2016) ข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 665 กิโกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 581 และ 579 กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 15 ปี 2560 (2017) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 582 กิโกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 571 และ 439 กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 2 และ 33 ปี 2561 (2018) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 540 กิโกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 442 และ 484 กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 22 และ 12 ปี 2562 (2019) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 688 กิโกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และกข15 ที่ให้ผลผลิต 585 และ 580 กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 14 และ 19

ผลผลิตเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2559-2562 (2016-2019) พบว่าสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ให้ผลผลิต 619 กิโกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 ที่ให้ผลผลิต 545 กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 14 และพันธุ์กข15 ที่ให้ผลผลิต 521 กิโกรัมต่อไร่ ร้อยละ 19 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด 826 กิโกรัมต่อไร่ ในปี 2562 ที่อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ (Table 3)

ค่าเฉลี่ยของผลผลิต วันออกดอก ความสูง และจำนวนรวงต่อกอตั้งแต่ปี 2558-2564 (2016-2021) ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวสายพันธุ์ PRE04012-20-1-1-1-5 เท่ากับ 637 กิโกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 ที่ให้ผลผลิต 532 และ 558 กิโกรัมต่อไร่ ข้าวสายพันธุ์นี้มีวันออกดอกเฉลี่ยในวันที่ 15 ตุลาคม ซึ่งเบากว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 ที่มีวันออกดอกเฉลี่ยในวันที่ 21 ตุลาคมเล็กน้อย และใกล้เคียงกับพันธุ์กข15 ที่มีวันออกดอกเฉลี่ย 13 ตุลาคม ความสูงของข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 เท่ากับ 150 เซนติเมตร ต่ำกว่าพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 เล็กน้อย ที่มีความสูง 152 เซนติเมตร และสูงกว่าพันธุ์กข15 ที่มีความสูง 148 เซนติเมตร ลักษณะจำนวนรวงต่อกอเท่ากับ 10 รวง ใกล้เคียงกับพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 ที่มีจำนวนรวงต่อกอเท่ากับ 9 และ 10 รวง ทั้งนี้ ข้าวสายพันธุ์นี้มีแหล่งพันธุกรรมมาจากพันธุ์กข15 และชาวดอกมะลิ 105 จึงมีลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญบางประการ เช่น วันออกดอก ความสูง และจำนวนรวงต่อกอใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 2 พันธุ์ (Table 4)

Table 2. Average yield of PRE07114-5-1-1-1 compared with KDML105 and RD15 in inter-station yield trial during 2016-2022.

Year	Designation	Locations					Index (%) ^{2/}	
		CMI	CRI	MHS	PRE	Ave	KDML105	RD15
2016	PRE07114-5-1-1-1	527 ^a	600 ^a	510 ^a	546 ^a	546	109	116
	KDML105 (CK)	513 ^a	476 ^b	- ^{1/}	508 ^a	499	100	
	RD15 (CK)	530 ^a	426 ^b	424 ^b	509 ^a	472		100
	cv (%)	3.9	6.6	12.7	13.4			
2017	PRE07114-5-1-1-1	522 ^a	549 ^a	837 ^a	619 ^a	631	116	130
	KDML105 (CK)	550 ^a	461 ^b	498 ^b	666 ^a	544	100	
	RD15 (CK)	428 ^a	493 ^{ab}	526 ^b	487 ^b	484		100
	cv (%)	14.1	8.3	13.5	11.1			
2018	PRE07114-5-1-1-1	623 ^a	514 ^{ab}	642 ^a	660 ^a	610	116	123
	KDML105 (CK)	647 ^a	528 ^a	299 ^b	638 ^{ab}	528	100	
	RD15 (CK)	623 ^a	461 ^b	313 ^b	595 ^b	498		100
	cv (%)	9.3	6.7	13.4	6.8			
2019	PRE07114-5-1-1-1	-	-	722 ^a	718 ^a	720	140	132
	KDML105 (CK)	-	-	495 ^b	531 ^b	513	100	
	RD15 (CK)	-	-	494 ^b	597 ^b	546		100
	cv (%)	-	-	7.8	8.7			
2020	PRE07114-5-1-1-1	670 ^a	649 ^a	643 ^a	740 ^a	676	113	112
	KDML105 (CK)	588 ^a	461 ^b	519 ^a	817 ^a	596	100	
	RD15 (CK)	766 ^a	474 ^b	561 ^a	617 ^a	605		100
	cv (%)	14.6	12.9	12.1	16.3			
2021	PRE07114-5-1-1-1	591 ^a	- ^{1/}	689 ^a	696 ^a	659	122	120
	KDML105 (CK)	549 ^a	- ^{1/}	408 ^b	669 ^a	542	100	
	RD15 (CK)	585 ^a	- ^{1/}	429 ^b	638 ^a	551		100
	cv (%)	10.0		11.6	10.9			
Means	PRE07114-5-1-1-1	587	578	674	663	640	119	122
	KDML105 (CK)	569	482	444	638	537	100	
	RD15 (CK)	586	464	458	574	526		100

Means in the same column each year followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

^{1/} = Blast was investigated in this study. ^{2/} Index = Yield index compared with standard check (KDML105 and RD15).

Table 3. Average yield of PRE07114-5-1-1-1 compared with KDML105 and RD15 in farmer field yield trial during 2020-2021.

Year	Designation	CMI1	CMI2	CRI	DKT	MHS1	MHS2	NAN	PRE ^{1/}	AVG	Index (%) ^{3/}	
											KDML105	RD15
2016	PRE07114-5-1-1-1	607 ^a	-	676	-	^{1/}	-	-	711	665	115	115
	KDML105 (CK)	378 ^b	-	684	-	^{1/}	-	-	681	581	100	
	RD15 (CK)	357 ^b	-	704	-	^{1/}	-	-	675	579		100
	CV (%)	14.5	-	14.0	-	-	-	-	6.4			
2017	PRE07114-5-1-1-1	689 ^b	613	419 ^a	769 ^a	444	450 ^a	615 ^a	653 ^a	582	102	133
	KDML105 (CK)	903 ^a	574	516 ^a	698 ^a	411	400 ^a	546 ^a	518 ^b	571	100	
	RD15 (CK)	^{1/}	512	^{1/}	^{1/}	349	404 ^a	482 ^a	450 ^b	439		100
	CV (%)	11.3	16.9	14.1	10.2	25.5	20.8	20.6	14.9			
2018	PRE07114-5-1-1-1	733 ^a	494 ^a	586 ^a	-	544 ^a	512 ^a	386 ^a	527 ^a	540	122	112
	KDML105 (CK)	718 ^a	428 ^a	567 ^a	-	224 ^b	254 ^b	377 ^a	526 ^a	442	100	
	RD15 (CK)	720 ^a	449 ^a	580 ^a	-	238 ^b	468 ^a	446 ^a	488 ^a	484		100
	CV (%)	4.9	12.3	10.1	-	10.3	12.0	11.7	9.0			
2019	PRE07114-5-1-1-1	826 ^a	-	579 ^a	-	658 ^a	-	-	^{2/}	688	114	119
	KDML105 (CK)	742 ^{ab}	-	518 ^a	-	494 ^b	-	-	^{2/}	585	100	
	RD15 (CK)	693 ^b	-	572 ^a	-	476 ^b	-	-	^{2/}	580		100
	CV (%)	9.2	-	10.1	-	6.3	-	-				
Means	PRE07114-5-1-1-1	714	554	565	769	549	481	501	630	619	114	119
	KDML105 (CK)	685	501	571	698	376	327	462	575	545	100	
	RD15 (CK)	590	481	619	-	354	436	464	538	521		100

Means in the same column each year followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

^{1/} Missing data were investigated in this study. ^{2/} The drought was investigated in this study at PRE region. ^{3/} Index = Yield index compared with standard check (KDML105 and RD15).

CMI1 = Chom Thong District, Chiang Mai Province

CRI = Muang District, Chiang Rai Province

MHS1 = Muang District, Mae Hong Son Province

MHS2 = Mae Sariang District Mae Hong Son Province (2018)

NAN = Phu Phiang District, Nan Province (2018)

CMI2 = Mae Taeng District, Chiang Mai Province

DKT = Dok Kham Tai District, Phayao Province

MHS2 = Pai District, Mae Hong Son Province (2017)

NAN = Ban Luang District, Nan Province (2017)

PRE = Wang Chin District, Phrae Province

Table 4. Average yield, flowering date, plant height (cm) and number of panicles per hill of PRE07114-5-1-1-1 compared with KDML105 and RD15 during 2015-2021.

Designation	Obs.	Inter-station	Farmer filed	Average	Index (%) ^{1/}	
					KDML105	RD15
Average yield						
PRE07114-5-1-1-1	652	640	619	637	120	114
KDML105	515	537	545	532	100	
RD15	626	526	521	558		100
Flowering date						
PRE07114-5-1-1-1	18-Oct	15-Oct	14-Oct	15-Oct	-	-
KDML105	24-Oct	23-Oct	22-Oct	21-Oct	-	-
RD15	16-Oct	13-Oct	14-Oct	13-Oct	-	-
Plant height (cm.)						
PRE07114-5-1-1-1	141	156	164	150	99	101
KDML105	146	157	164	152	100	
RD15	136	147	153	148		100
Number of panicles per hill						
PRE07114-5-1-1-1	10	11	11	10	111	100
KDML105	10	11	10	9	100	
RD15	10	11	11	10		100

^{1/} Index = Yield index compared with standard check (KDML105 and RD15).

4. การทดสอบปฏิกิริยาต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

โรคไหม้ พบว่าข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ต้านทานต่อโรคไหม้ดีกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกข15 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงที่นิยมปลูกในเขตภาคเหนือตอนบนที่แสดงปฏิกิริยาอ่อนแอ (S) ถึงอ่อนแอมาก (HS) แสดงว่าข้าวสายพันธุ์นี้ได้รับพันธุกรรมต้านทานต่อโรคไหม้จากสายพันธุ์พ่อ โดยในปี 2558-2564 พบว่ามีปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอ (MS) ในช่วงแรก ต่อมา มีต้านทานสูงขึ้นและคงที่ในระดับค่อนข้างต้านทาน (MR) ถึงต้านทานสูง (HR) ต่อเชื้อสาเหตุโรคไหม้ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และเชียงใหม่ ทั้งนี้ เชื้อราสาเหตุโรคไหม้มีความหลากหลายและแปรปรวนมากกว่าเชื้อราชนิดอื่น ทั้งทางพันธุกรรมและรูปแบบปฏิกิริยาการเกิดโรค (พูนศักดิ์ และวิณา, 2559) สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมและพันธุ์ข้าวได้ เป็นสาเหตุให้พันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานต่อโรคในอีกท้องที่หนึ่งอาจจะไม่ต้านทานในอีกท้องที่หนึ่ง (Table 5)

โรคขอบใบแห้ง พบว่าข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 มีปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอ (MS) ถึงอ่อนแอมาก (HS) ต่อเชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่และศูนย์วิจัยข้าวเชียงรายเช่นเดียวกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ข้าวที่เป็นแหล่งพันธุกรรมของข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ไม่มีลักษณะความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง ดังนั้น ถ้าต้องการพัฒนาให้มีความต้านทานโรคขอบใบแห้ง

ด้วย จำเป็นต้องคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีความต้านทานต่อโรคดังกล่าวและนำสายพันธุ์เข้ามาพัฒนาต่อยอดด้วยการรวมยีนต้านทานโรคต่อไป

แมลงบัว ปฏิบัติการของข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ต่อแมลงบัวในสภาพโรงเรือนและในสภาพแปลงทดลองศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ปี 2558-2564 พบว่ามีปฏิกริยาอ่อนแอ (S) ถึงอ่อนแอมาก (HS) ต่อแมลงบัว

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดหลังขาว ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่และศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ปี 2558-2564 พบว่าข้าวมีปฏิกริยาก่อนข้างอ่อนแอ (MS) ถึงอ่อนแอมาก (HS) ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดหลังขาว เช่นเดียวกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 ทั้งนี้ ข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ไม่มีความต้านทานต่อแมลงบัว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดหลังขาว เนื่องจาก พ่อแม่พันธุ์ที่ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาไม่มีความต้านทานต่อแมลงดังกล่าว

Table 5. Reaction of PRE07114-5-1-1-1 to blast disease under field condition at Phrae Rice Research Center (PRE), Chiangmai Rice Research Center (CMI), Chiang Rai Rice Research Center (CRI), and Mae Hong Son Rice Research Center (MHS) during 2015-2021.

Year	Line/varieties	Blast ^{1/}			
		PRE	MHS	CMI	CRI
2015	PRE07114-5-1-1-1	MS	MS	MS	R
	RD15	HS	HS	S	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	HS	HS	HS
	KTH 17 (BL susceptible check)	MS	-	-	-
	HY 71 (BL resistant check)	MS	-	-	-
2016	PRE07114-5-1-1-1	MS	HR	HR	R
	RD15	HS	S	HS	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	S	S	HS
	KTH 17 (BL susceptible check)	MS	HR	MS	MR
	HY 71 (BL resistant check)	MS	MS	MS	MR
2017	PRE07114-5-1-1-1	HR	HR	MS	HR
	RD15	HS	S	S	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	HS	HS	HS
2018	PRE07114-5-1-1-1	MS	HR	R	MR
	RD15	HS	HS	HS	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	HS	HS	HS
	KTH 17 (BL susceptible check)	MS	MS	MS	MS
	HY 71 (BL resistant check)	MS	R	MS	MS
2019	PRE07114-5-1-1-1	MS	R	MR	MR
	RD15	HS	HS	HS	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	HS	HS	HS

	KTH 17 (BL susceptible check)	MS	S	MS	MS
	HY 71 (BL resistant check)	MS	MS	MS	MS
	Tetep (BL resistant check)	HR	-	-	-
2020	PRE07114-5-1-1-1	MS	R	MS	MS
	RD15	HS	HS	HS	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	HS	HS	HS
	KTH 17 (BL susceptible check)	MS	MR	MS	MS
	HY 71 (BL resistant check)	MS	MS	MS	MS
	Tetep (BL resistant check)	HR	-	MR	MS
2021	PRE07114-5-1-1-1	R	R	R	MR
	RD15	HS	-	HS	HS
	KDML105 (BL susceptible check)	HS	HS	HS	HS
	KTH 17 (BL susceptible check)	MS	MR	MS	MS
	HY 71 (BL resistant check)	MS	R	MS	MR
	Tetep (BL resistant check)	HR	HR	HR	R

^{1/} Scores used for rating the rice blast disease

HR = Highly resistant R = Resistant MR = Moderately resistant
MS = Moderately susceptible S = Susceptible HS = Highly susceptible

5. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพทางเคมีและคุณภาพการสี ข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 เป็นข้าวเจ้า เมล็ดยาว เปลือกสีฟางกระน้ำตาล ข้าวเปลือกยาว 10.86 มิลลิเมตร กว้าง 2.41 มิลลิเมตร และหนา 1.83 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 28.52 กรัม น้ำหนักข้าวเปลือก 11.28 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวกล้องมีความยาว 7.50 มิลลิเมตร กว้าง 2.20 มิลลิเมตร หนา 1.74 มิลลิเมตร ข้าวสารมีความยาว 7.31 มิลลิเมตร กว้าง 1.94 มิลลิเมตร และหนา 1.56 มิลลิเมตร มีรูปร่างเมล็ดเรียวยาวเท่ากับ 3.41 มีกลิ่นหอม ค่าการสลายเมล็ดในด่าง 1.7 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6.97 ค่าความคงตัวของข้าวสุกเท่ากับ 78.27 มิลลิเมตร และค่าอมิโลสเท่ากับ 15.91 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าข้าวเจ้าหุงสุกมีความนุ่มเหนียว ส่วนคุณภาพการสีพบว่ามีความการสีดี สามารถสีเป็นข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวได้ 47.35 เปอร์เซ็นต์ (Table 6)

Table 6. Physical and chemical grain qualities of PRE07114-5-1-1-1 compared with KDML105 and RD15 at Phrae Rice Research Center on 2015-2021.

Characters	PRE07114-5-1-1-1	KDML105	RD15
Color			
Paddy	Straw, Straw/str	Straw, Straw/str	Straw, Straw/str
Brown rice	White	White	White
Grain size (mm.)			

Paddy rice	Length	10.86±0.27	10.88±0.31	10.87±0.28
	Width	2.41±0.14	2.36±0.25	2.43±0.12
	Thickness	1.83±0.07	1.89±0.21	1.91±0.04
Brown rice	Length	7.50±0.11	7.48±0.13	7.45±0.11
	Width	2.20±0.03	2.17±0.03	2.15±0.03
	Thickness	1.74±0.03	1.74±0.03	1.73±0.02
Milled rice	Length	7.31±0.23	7.27±0.25	7.22±0.28
	Width	1.94±0.21	1.95±0.06	1.94±0.06
	Thickness	1.56±0.09	1.58±0.07	1.57±0.05
Grain shape		3.41	3.46	3.46
Milling quality				
Brown rice (%)		73.48	73.37	72.95
Milled rice (%)		66.79	66.55	65.94
Head rice (%)		47.35	55.33	48.94
Thousand kernal weight (g)		28.52	29.77	28.93
Weight by volume (kg/)		11.28	11.10	10.87
Aroma		+	+	+
Alkali test (1.7%)		6.97	6.98	6.93
Gel Consistency		78.27	78.55	75.91
Amylose (%)		15.91	15.45	15.22

6. ระยะพักตัว ข้าวสายพันธุ์ PRE07114-5-1-1-1 ในปี 2560-2562 เท่ากับ 9-10 สัปดาห์ สำหรับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีระยะพักตัวเท่ากับ 12 สัปดาห์ ทั้งนี้ การศึกษาระยะพักตัวในฤดูนาปีเป็นฤดูหนาวบางช่วงของการทดสอบจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันประมาณ 13-17 องศาเซลเซียส ทำให้ข้าวไม่ออกหรือออกน้อยหรือออกเป็นต้นผิดปกติส่งผลกระทบต่อระยะพักตัวของข้าวยาวนานกว่าลักษณะประจำพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ข15 ที่มีระยะพักตัวเท่ากับ 7-8 สัปดาห์

สรุป

ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงสายพันธุ์ดีเด่น PRE07114-5-1-1-1 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงถึง 837 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 637 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข15 ร้อยละ 20 และ 14 ออกดอกในวันที่ 15 ตุลาคม มีความสูง 150 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอ 11 รวง มีระยะพักตัวประมาณ 9-10 สัปดาห์ ข้าวเปลือกสีฟางกระน้ำตาล ยาว 10.86 มิลลิเมตร กว้าง 2.41 มิลลิเมตร หยา 1.83 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 28.52 กรัม น้ำหนักข้าวเปลือก 11.28 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวกล้องสีขาว ยาว 7.50 มิลลิเมตร กว้าง 2.20 มิลลิเมตร หยา 1.74 มิลลิเมตร รูปร่างเรียวยาว ข้าวสารยาว 7.31 มิลลิเมตร กว้าง 1.94 มิลลิเมตร หยา 1.56 มิลลิเมตร คุณภาพการสีดี ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว 47.35 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอมิโลสต่ำ 15.91 เปอร์เซ็นต์



ข้าวสุกนุ่มและมีกลิ่นหอม ต้านทานต่อโรคไหม้ในเขตภาคเหนือตอนบนดีกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงที่นิยมปลูกในปัจจุบัน สามารถปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเพื่อเพิ่มผลผลิต และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกรที่มีปัญหาเรื่องการระบาดของโรคไหม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิจัย เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวของกลุ่มศูนย์ภาคเหนือตอนบนทุกท่าน ที่สนับสนุนการทำงานเป็นอย่างดี รวมทั้งเกษตรกรทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุน และให้ความร่วมมือ จนทำให้งานวิจัยนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2564). สรุปรายงานสถานการณ์ศัตรูข้าว. <https://www.ricethailand.go.th/page.php?pid=6900>.
- กรมการข้าว. (2565). สรุปรายงานสถานการณ์ศัตรูข้าว. <https://www.ricethailand.go.th/page.php?pid=6900>.
- งามชื่น คงเสรี. (2536). คุณภาพเมล็ดทางเคมี. การฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. (น.54-70). พัทลุง.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2555). มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 4004-2555: ข้าว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/TH-TH.
- พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์ และวิภา เมฆวัฒนากาญจน์. (2559). โรคไหม้ของข้าว (RICE BLAST DISEASE). (พิมพ์ครั้งที่ 2). วัน โอ กราฟิค (นนทบุรี).
- Adair, C.R. (1952). The McGill Miller Method for Determining the Milling Quality of Small Samples of Rice. *Rice Journal*, 55(2), 21-22.
- Adair, C.R., H.M. Beachell, N.E. Jodon, T.H. Johnston, J.R. Thysell, V.E. Green Jr., B.D. Webb and J.G. Athino. (1966). Rice breeding and testing methods in the U.S. In: *Rice in the United States: varieties and production*. Agriculture Handbook No. 289. Agriculture Research Service. U.S.Department of Agriculture.
- Andrews, W., T.J. Siebenmorgen and M. Mauromoustakos. (1992). Evaluation of the McGill No.2 Miller. *Cereal Chem*, 69, 35-43.
- Cagampan, G.B., C.M. Perez and B.O. Juliano. (1973). A gel consistency test for eating quality rice. *J. Sci. Food Ag*, 24, 1589-1594.
- Juliano, B.O. (1979). The chemical basis of grain quality. Proc. workshop. chem. aspects of grain quality. (pp. 69-90). Los Banos, Laguna, Philippines.



Little, R.R., G.B. Hilder and E.H. Dawson. (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled rice. *Cereal Chem*, 35, 111-126.

IRRI. (2002). *Standard Evaluation System for Rice (SES)*. 5th edition. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

IRRI. (2014). *Standard Evaluation System for Rice (SES)*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

ผลของการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม
Effect of Antioxidant Activity of *Acacia concinna* and *Aganonerion
polymorphum* Leaf Extracts

วรศิลป์ มาลัยทอง¹ วรพรรณ ภู่มณี² ศรายุทธ ตรีรัตน์³ ศิริวรรณ ณะวงษ์⁴ และ อิศรา วัฒนนภาเกษม^{5*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

³สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

⁴สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) นครราชสีมา 30000

⁵สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: w_isara@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม จากชุมชนบ้านแม่ตะมาน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบส้มป่อยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าสารสกัดจากใบส้มลมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 29.33 ± 0.06 และ 8.86 ± 0.05 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยวิธี ABTS พบว่า ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.306 ± 0.01 และ 0.488 ± 0.042 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง เท่ากับ 90.24 ± 1.51 และ 81.55 ± 1.77 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังนั้นจากผลของการศึกษาฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากใบส้มป่อยเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ ตามธรรมชาติที่ดี

คำสำคัญ: ส้มป่อย ส้มลม สารสกัด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This research aimed to compare the total phenolic contents, antioxidant activity and anti-tyrosinase properties of *Acacia concinna* (Sompoi) and *Aganonerion polymorphum* (Somlom) leaf extracts at Ban Mae Taman Community, Mae Taeng District, Chiang Mai Province. The results showed that the total phenolic contents of Sompoi leaf extract were significantly higher than those of Somlom leaf extract at 29.33 ± 0.06 and 8.86 ± 0.05 mg GAE/g extract respectively. Regarding the antioxidant activity assay by ABTS method, it was found that Sompoi and Somlom leaf extracts gave IC_{50} values of 0.306 ± 0.01 and 0.488 ± 0.042 mg/ml, respectively. Furthermore, the tyrosinase inhibitory activity of Sompoi and Somlom leaf extracts were $90.24 \pm 1.51\%$ and $81.55 \pm 1.77\%$ respectively. Therefore, it could be concluded from the study on antioxidant activity and anti-tyrosinase properties that Sompoi leaf extracts are good sources of natural antioxidant.

Keywords: *Acacia concinna*, *Aganonerion polymorphum*, Extract, Antioxidant activity

บทนำ

พืชสมุนไพรจากธรรมชาติมีความหลากหลาย โดยในปัจจุบันได้มีการสำรวจและการศึกษานำมาประยุกต์ในการสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากมาย หรือการนำมาผลิตเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางหรือกลุ่มผลิตภัณฑ์สปาเพื่อสุขภาพ การนำพืชสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ โดยมีการศึกษาทางคุณสมบัติทางเภสัชหรือสารออกฤทธิ์ในสมุนไพร จากองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น และพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ จะช่วยส่งเสริมและตระหนักถึงการรักษาคคุณค่าของพืชสมุนไพรท้องถิ่น นำไปสู่การขยายพันธุ์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ส้มป่อย มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Acacia concinna* โดยส้มป่อยมีสรรพคุณตามตำรับยาไทย ซึ่งมีรายงานถึงองค์ประกอบทางเคมีในฝักและเมล็ดของส้มป่อยประกอบไปด้วยสารกลุ่ม saponns, flavonoids และ alkaloids (สมศักดิ์, 2564) โดยได้มีการศึกษาการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบส้มป่อยโดยใช้แบบจำลองที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดด้วยน้ำของใบส้มป่อยสามารถต้านอนุมูลอิสระด้วยการดักจับอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลไฮดรอกซิลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบส้มป่อยมีค่าน้อยกว่าอนุพันธ์วิตามินอี (Trolox) โดยมีความแรงในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (TEAC) เป็น 0.65 เท่า เมื่อเทียบอนุพันธ์วิตามินอี ต่อกกรัมของตัวอย่างสารสกัด และต้านอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ได้ปานกลางเมื่อเทียบกับ gallic acid ซึ่งต้านอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ได้ดี (สดุดี และคณะ, 2564) สอดคล้องกับรายงานของ Rao et al. (2014) ที่รายงานว่า สารสกัดด้วยน้ำจากใบส้มป่อยมีฤทธิ์ต้าน

ออกซิเดชัน และต้านการเกิดลิ่มเลือด ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของแทนนินและแซฟโพนิน

สั้มลม ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aganonerion polymorphum* มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของสั้มลม โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ประกอบไปด้วย tartaric acid, alkaloids, steroids, saponins และ ascorbic acid เป็นต้น (Sakong et al., 2011; Somdee et al., 2016)

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากใบสั้มป่อยและสั้มลมที่ได้ สำหรับนำไปพัฒนาเป็นสารผสมของผลิตภัณฑ์กลุ่มสปาต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดใบสั้มป่อย และใบสั้มลมด้วยตัวทำละลาย

การตรวจสอบพันธุกรรม และทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคแอนแทรกโนสในพริก

นำตัวอย่างใบสั้มป่อย และใบสั้มลมจากชุมชนบ้านแม่ตะมาน ตำบลกี้ดช้าง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ทำให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อใบของพืชทั้งสองแห้งสนิทแล้ว นำมาบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นนำมาสกัดด้วยการต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสในอัตราส่วน 1:10 (พืช 1 กรัม ต่อ น้ำ 10 มิลลิลิตร) เป็นระยะเวลา 10 นาที พร้อมกับการคนอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นกรองกากทิ้งด้วยผ้าขาวบาง ซึ่งจะได้น้ำสกัดของพืชแต่ละชนิด และนำไปกรองด้วยสุญญากาศอีกครั้ง นำน้ำสกัดที่ได้มาทำให้แห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย (spray dry) โดยมีเงื่อนไขคือ Inlet เท่ากับ 140 องศาเซลเซียส และ Outlet เท่ากับ 90 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างผงสารสกัดเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่อไป

2. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัด

2.1 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content หรือ TPC)

เตรียมละลายสารสกัดใบสั้มป่อยและใบสั้มลม ด้วยน้ำกลั่น ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร และสารละลาย folin-ciocalteu's reagent ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 4 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Gallic acid และคำนวณ ค่า GAE (Gallic acid equivalent; mg Gallic acid/ mg หรือ g สารสกัด) (Poomanee et al., 2015)

2.2 การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ ABTS

เตรียมละลายสารสกัดใบสั้มป่อยและใบสั้มลม ความเข้มข้นต่างๆ ในตัวทำละลาย 99.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เอทานอล เตรียมอนุมูล ABTS โดยผสมสารละลาย ABTS ในน้ำ ความเข้มข้น 7 mM กับสารละลาย $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ในน้ำ ความเข้มข้น 140 mM ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง นำอนุมูล ABTS ที่ได้ละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm เท่ากับ 0.550 ± 0.02

ผสมสารสกัดที่ละลายแล้ว กับสารละลายอนุมูล ABTS ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ และ IC_{50} ของสารสกัด (Poomanee et al., 2015)

2.3 การหาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

เตรียมละลายสารสกัดใบส้มป่อยและใบส้มลม ความเข้มข้นต่างๆ ใน 99.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เอทานอล ผสมกับ mushroom tyrosinase enzyme และ L-tyrosine (Substrate) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 nm คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัด (Poomanee et al., 2015)

3. การทดสอบฤทธิ์การต่อต้านการอักเสบ

คัดเลือกสารสกัดที่ออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ได้ นำมาทำการทดสอบฤทธิ์การอักเสบโดยศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งสารไนตริกออกไซด์ ใช้ RAW 264.7 cell line กระตุ้นให้เกิดการสร้างไนตริกออกไซด์ (NO) ด้วย lipopolysaccharides (LPS) ทดสอบสารสกัด โดย เติมสารสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กับเซลล์ ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บส่วนไซ เพื่อหาปริมาณไซโตคายน์ที่ถูกสร้างขึ้น โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสม เพื่อหาปริมาณสารไนตริกออกไซด์ที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Palomino et al., 2002)

ผลและอภิปรายผล

1. ลักษณะของผงสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลม

จากการสกัดใบส้มป่อยและใบส้มลม โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย ร่วมกับความร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นนำสารสกัดมาแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) พบว่า ลักษณะของสารสกัดที่ได้หลังทำการอบแห้งแบบพ่นฝอยของใบส้มป่อย และใบส้มลมมีลักษณะเป็นผงนุ่มละเอียด สีเหลืองนวล ซึ่งผงสารสกัดแห้งจากใบส้มป่อยมีสีเข้มกว่าผงสารสกัดแห้งจากใบส้มลมเล็กน้อย (Figure 1)

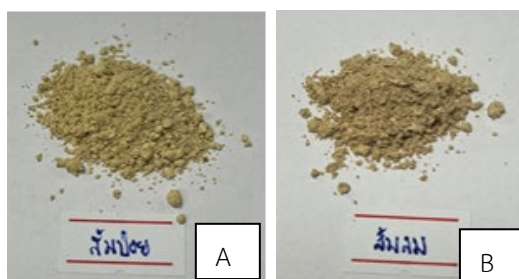


Figure 1. (A) Sompoi leaf extract powder; (B) Somlom leaf extract powder

ปริมาณสารสกัดของสมุนไพรทั้งสองชนิดที่ได้จากการสกัดตัวอย่างใบส้มป่อยและใบส้มลม พบว่า ปริมาณผงสารสกัดแห้ง เท่ากับ 97.59 และ 14.25 กรัม ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับของน้ำหนัก ตัวอย่างใบส้มป่อยและใบส้มลมเริ่มต้น ได้เท่ากับ 19.53 และ 4.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. ผลการทดสอบทางเคมี

3.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC)

การศึกษาองค์ประกอบสำคัญของสารสกัดจากใบส้มป่อย ได้ศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ผลของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากใบส้มป่อยและใบส้มลมแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) โดยใช้สมการเส้นตรงสำหรับการทำนายปริมาณสารคือ $y = 7.2893x + 0.0054$ และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (coefficient of determination; R^2) เท่ากับ 0.9997

Table 1. Total phenolic content (TPC)

Sample	TPC (mg of GAE/g of extract)*
Sompoi leaf extract	29.33 ± 0.06^a
Somlom leaf extract	8.86 ± 0.05^b

* ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดที่ความเข้มข้น 2.5 mg/ml

^{a,b} Values in a column with a letter are significantly different $p < 0.05$

เมื่อนำสมการถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ระดับต่าง ๆ มาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ได้ของสารสกัดใบส้มป่อย พบว่า มีปริมาณเท่ากับ 29.33 ± 0.06 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ได้ของสารสกัดใบส้มลม พบว่า มีค่าเท่ากับ 8.86 ± 0.05 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

3.2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ทดสอบด้วยวิธี ABTS (Table 2) และการยับยั้งเม็ดสีเมลานินได้ทดสอบด้วยวิธีการศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (Table 3) ของสารสกัดใบส้มป่อยและส้มลมกับสารมาตรฐาน

Table 2. Percentage inhibition and IC₅₀ values from ABTS assay.

Sample	% Inhibition	IC ₅₀ (mg/ml)
Sompoi leaf extract	73.89 ± 2.47 ^c	0.306 ± 0.01 ^b
Somlom leaf extract	78.15 ± 1.35 ^b	0.488 ± 0.04 ^c
Trolox	99.58 ± 0.32 ^a	3.987 × 10 ⁻³ ± 0.51 ^a
Ascorbic acid	99.97 ± 0.10 ^a	1.01 × 10 ⁻³ ± 0.09 ^a

^{a,b,c} Values in a column with a letter are significantly different $p < 0.05$

สารสกัดใบส้มป่อยและส้มลม แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระจากการทดสอบด้วยวิธี ABTS ได้เท่ากับ 73.89 ± 2.47 และ 78.15 ± 1.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การคำนวณหาค่า IC₅₀ ของส้มป่อยและส้มลมได้เท่ากับ 0.306 ± 0.012 และ 0.488 ± 0.042 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานคือ trolox และ ascorbic acid ที่แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระได้เท่ากับ 99.58 ± 0.323 และ 99.97 ± 0.102 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคำนวณค่า IC₅₀ ได้เท่ากับ 3.987 ± 0.513 และ 1.01 ± 0.087 µg/ml ตามลำดับ

3.3 การหาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ในการทดสอบการยับยั้งเอนไซม์เมลานินได้ทดสอบด้วยวิธีการศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดใบส้มป่อยและส้มลมกับสารมาตรฐาน (Table 3)

Table 3. Anti-tyrosinase activity

Sample	% Inhibition
Sompoi leaf extract	90.24 ± 1.51 ^a
Somlom leaf extract	81.55 ± 1.77 ^b
Ascorbic acid	94.47 ± 0.76 ^a

^{a,b} Values in a column with a letter are significantly different $p < 0.05$

การทดสอบการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส พบว่า สารสกัดใบส้มป่อยและส้มลมแสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 90.24 ± 1.51 และ 81.55 ± 1.77 เปอร์เซ็นต์ และค่า IC₅₀ ได้เท่ากับ 5.015 ± 0.33 และ 20.11 ± 0.42 mg/ml ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

จากงานวิจัยของ Poomanee et. al. (2015) ได้ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของฝักส้มป่อยด้วยวิธี DPPH, ABTS, linoleic acid peroxidation และฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส ผลการทดลองพบว่า ฝักส้มป่อยที่ถูก

สกัดด้วยการหมักแช่ด้วยเอทานอลและทำให้เป็นผงแห้งด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอยแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดี โดยแสดง IC₅₀ ของ DPPH, ABTS, linoleic acid peroxidation และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไทโรซิเนส เท่ากับ 0.8760 ± 0.0131 , 1.8751 ± 0.0307 , 0.1418 ± 0.0012 และ 1.1013 ± 0.0130 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ถึง 33.562 ± 0.030 มิลลิกรัมต่อกรัม ของสารสกัด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้พบว่า ลักษณะของสารหลังการทำแห้งแบบพ่นฝอยมี สีที่ใกล้เคียงกัน คือ มีสีเนื้อ-น้ำตาล

3. ฤทธิ์การต่อต้านการอักเสบของสารสกัดใบส้มป่อย

การทดสอบการต้านอักเสบของสารสกัดใช้วิธีการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ ด้วย griess reagent โดย LPS สามารถกระตุ้น RAW cell 264.7 เพื่อสร้างไนตริกออกไซด์ และกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ดังนั้น ถ้า สารสกัดมีคุณสมบัติในการยับยั้งไนตริกออกไซด์ ก็บ่งบอกได้ว่าสารสกัดตัวอย่งมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ (Table 4.)

Table 4. Anti-inflammatory activity

Sample	Concentration of sample (mg/ml)				
	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
สารสกัดส้มป่อย	15.35 ± 3.55	17.34 ± 3.94	20.32 ± 3.10	24.04 ± 4.38	$9.89 \pm 192^*$
ไตรแอมซิโนโลนอะซิไต์ไนด์	22.71 ± 4.42	24.19 ± 2.80	26.04 ± 3.42	27.88 ± 4.74	31.58 ± 2.22

* Color of sample had the turbidity appears

ไนตริกออกไซด์ เป็นอนุมูลอิสระที่สังเคราะห์จาก L-arginine เร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์ nitric oxide synthase (NOS) มีโมเลกุลของออกซิเจนเป็นสารตั้งต้นร่วม เกิด five-electron oxidation ขึ้นที่อะตอมของ ไนโตรเจนที่อยู่ในกลุ่มกวานิดิน (Guanidine) ของ L-arginine ได้เป็นไนตริกออกไซด์รวมทั้งได้ L-citrulline เป็นผลผลิตร่วมโดยในปฏิกิริยานี้จะอาศัย flavin adenine dinucleotide (FAD), flavin mononucleotide (FMN), heme, calmodulin (CaM) และ tetrahydrobiopterin (BH₄) เป็นโคแฟกเตอร์ร่วม เอนไซม์ NOS มีทั้งหมด 3 ไอโซฟอร์ม คือ neuronal nitric oxide synthase (nNOS) และ endothelial nitric oxide synthase (eNOS) ซึ่งมีการแสดงออกตลอดเวลา (constitutive isoforms) ผลิตไนตริกออกไซด์ในปริมาณต่ำ และ inducible nitric oxide synthase (iNOS) ซึ่งจะมีการแสดงออกของยีนเมื่อถูกกระตุ้นโดยสิ่งเร้าต่าง ๆ (MacMicking et. al., 1997 และ Alderton et. al., 2001) ไนตริกออกไซด์มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น การสื่อสารสัญญาณประสาท (Neurotransmission) ควบคุมความดันโลหิตโดยทำให้หลอดเลือดขยายตัว (Vascular relaxation) ป้องกันการเกาะตัวของเกล็ดเลือด (Platelet aggregation) และการจับตัวกันของเม็ดเลือดขาว (Leukocyte adhesion) รวมทั้งยังเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันแบบมีมาแต่กำเนิด

(Innate immunity) แมคโครฟาจทำหน้าที่กำจัดจุลชีพที่บุกรุก โดยผลิตไนตริกออกไซด์ในปริมาณมากจาก เอนไซม์ iNOS ซึ่งถูกเหนี่ยวนำให้มีการแสดงออกของยีนเมื่อมีการสัมผัสกับ cytokine, endotoxin ของ แบคทีเรีย หรือไลโปพอลิแซกคาไรด์ lipopolysaccharide (LPS) จากแบคทีเรีย (Coleman, 2001) การ กระตุ้นการแสดงออกของยีน iNOS ส่งผลให้มีการผลิตไนตริกออกไซด์ในปริมาณมาก โดยไนตริกออกไซด์ทำ หน้าที่เป็นสารสื่อกลางของการอักเสบที่สำคัญที่ถูกผลิตขึ้นโดยเซลล์แมคโครฟาจ ถึงแม้ว่าไนตริกออกไซด์จะมี หน้าที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดจุลชีพที่รุกรานร่างกายมนุษย์ แต่ไนตริกออกไซด์ที่ถูกผลิตขึ้นในปริมาณที่มาก เกินไปจาก iNOS พบว่ามีส่วนร่วมในการเกิดอาการของโรคที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบต่าง ๆ

ผลการทดลองในส่วนของการศึกษาการอักเสบได้ส่งตรวจโดยศูนย์วิจัยสุขภาพและความงาม มาโนเช่ พบว่า สารสกัดส้มป่อยมีฤทธิ์ต้านการอักเสบเมื่อทดสอบในเซลล์เพาะเลี้ยงมาโครฟาจ (RAW 264.7) ยับยั้ง การสร้างไนตริกออกไซด์จากเซลล์มาโครฟาจที่ถูกเหนี่ยวนำโดย LPS ได้สูงสุดเท่ากับ 24.04 ± 4.38 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/ml ในขณะที่ยาต้านการอักเสบไตรแอมซิโนโลน อะซีโตไนด์ สามารถยับยั้ง สารสร้างไนตริกออกไซด์สูงสุดเท่ากับ 31.58 ± 2.22 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml ดังนั้น สารสกัด ส้มป่อยความเข้มข้น 0.1 mg/ml มีฤทธิ์ต้านการอักเสบในเซลล์มาโครฟาจเป็น 0.86 เท่าของยาต้านการ อักเสบไตรแอมซิโนโลน อะซีโตไนด์ความเข้มข้น 0.1 mg/ml

สรุป

สารสกัดจากใบส้มป่อย ที่พบในพื้นที่ของชุมชนบ้านแม่ตะมาน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ แสดง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 29.33 ± 0.06 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสาร สกัด ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติในการต้านการอักเสบที่ดีกว่าใบ ส้มลม ที่พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 8.86 ± 0.05 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม ของสารสกัด ดังนั้น สารสกัดจากใบส้มป่อยมีคุณสมบัติที่ดีที่จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มสบาเพื่อชุมชน ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (Fundamental Fund; FF) ประจำปี 2565

เอกสารอ้างอิง

สมศักดิ์ นวลแก้ว. (2564). ส้มป่อย. จาก <http://pharmacy.msu.ac.th/pharmcare/wp-content/uploads/2020/11/%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%A2.pdf> [20 สิงหาคม 2564]

- สตุดี รัตนจรัสโรจน สมจิตร เนียมสกุล สมเกียรติ ปัญญา มัง รุติพร ทับทิมทอง ญัฐพร พลแสน
ยุวดี เมตตาเมธา นงนุช มณีฉาย และ ศักดิ์วิชัย อ่อนทอง. (2564). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้ง
เอนไซม์ HMG-CoA Reductase ของสารสกัดจากใบส้มป่อยและฤทธิ์ลดไขมันในเลือดในหนูแรทที่มี
ไขมันในเลือดสูง. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 19 (2): 458-476.
- Alderton W. K., Cooper, C.E., & Knowles, R. G. (2001). Nitric oxide synthases: structure
function and inhibition. *Biochemical Journal*, 357: 593-615.
- Coleman J. W. (2001). Nitric oxide in immunity and inflammation. *International
Immunopharmacology*, 1:1397-1406.
- MacMicking J, Xie, Q. W., & Nathan, C. (1997). Nitric oxide and macrophage function. *Annual
Review of Immunology*, 15:323-350.
- Palomino, J. C., Martin, A., Camacho, M., Guerra, H., Swings, J., and Portaels, F. (2002).
Resazurin microtiter assay plate: simple and inexpensive method for detection of
drug resistance in Mycobacterium tuberculosis. *Antimicrobial Agents and
Chemotherapy*, 46 (8): 2720-2722.
- Poomanee W., Chaiyana, W., Intasai, N., & Leelapornpisid, P. (2015). Biological activities and
characterization of the pod extracts from sompoi (*Acacia concinna* linn) grown in
northern Thailand. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*,
7 (5): 237-241.
- Rao T. P., Htay, H. H., Yasuda, N. K., Sugino, H., Hayashi, T., Okamoto, T., & Suzuki, K. (2014).
Antioxidant and anti-thrombotic properties of selected plant extracts of Asia. *Austin
Journal of Nutrition & Metabolism*, 1 (1): 6.
- Sakong P., Khampitak, T., Cha'on, U., Pinitsoontorn, C., Sriboonlue, P., Yongvanit, P., &
Boonsiri, P. (2011). Antioxidant activity and bioactive phytochemical contents of
traditional medicinal plants in northeast Thailand. *Journal of Medicinal Plants
Research*, 5(31): 6822-6831.
- Somdee T., Mahaweerawat, U., Phadungkit, M., & Yangyuen, S. (2016). Antioxidant
Compounds and activities in selected fresh and blanched vegetables from
northeastern Thailand. *Chiang Mai Journal of Science*, 43(4): 834-844.

การประเมินตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมความต้านทาน
โรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

Evaluation of Rice Genetic Resources as Potential Sources of Genetic
Resistance to Major Rice Disease and Insect Pests

กุลชนา ดาร์เวล^{1*} คคนางค์ ปัญญาลือ¹ พันนิภา ยาใจ¹ กนกอร วุฒิวงศ์² ประจักษ์ เหล็งบำรุง³
เกษศิณี พรโสภณ⁴ ดวงกมล บุญช่วย⁵ อัญชลี ตาคำ⁶ กรสิริ ศรีนิล⁷ นุจรินทร์ จังชัน⁸
ชนสิริน กลิ่นมณี⁹ คณิงนิจ ศรีวิสัย¹⁰ อังคณา กันทาจันทร์¹⁰ ยุพดี รัตนพันธ์¹⁰ นันทิภา คำขจร¹¹
จินตนา ไชยวงศ์¹² และ วันพร เข็มมุกด์¹²

¹ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ แพร่ 54000

²ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปทุมธานี 12110

³ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี ราชบุรี 70000

⁴ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก พิษณุโลก 65130

⁵ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ชัยนาท 17000

⁶ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50120

⁷ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย เชียงราย 57120

⁸ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง พัทลุง 93000

⁹ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร สกลนคร 47000

¹⁰ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

¹¹กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author. E-mail address: kulchana.k@rice.mail.go.th

บทคัดย่อ

ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (ศชช.) ก่อตั้งขึ้นเพื่อเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์กรรมข้าว ทั้งพันธุ์ข้าวปลูก ข้าวพื้นเมืองและข้าวป่าหายากของประเทศไทย ซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะสนับสนุนแหล่งพันธุ์กรรมให้กับนักปรับปรุงพันธุ์ การจำแนก และประเมินเชื้อพันธุ์กรรมข้าวจึงมีความจำเป็นเพื่อนำความหลากหลายทางพันธุ์กรรมไปใช้ โดยงานวิจัยนี้ได้รวบรวมผลการประเมินความต้านทานต่อโรคข้าวที่สำคัญ 5 ชนิดและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ 6 ชนิด โดยใช้วิธีการประเมินความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวมาตรฐานของสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI, 2014) จากตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวของศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ จำนวน 100 ตัวอย่าง เชื้อพันธุ์ ดำเนินการในปี 2565-2566 พบว่ามีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคใหม่ จำนวน 15 ตัวอย่าง เชื้อพันธุ์ เช่น ดอกหอม 48-1-134 ผาแดง 49-4-122 ต้านทานต่อโรคใบหงิก 22 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เช่น ขาวทดลอง น้ำดอกไม้ หอมมาลา ต้านทานต่อหนอนกอ 4 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เช่น ขาวกอเดียว บัวถอด เหลืองสูง ต้านทานต่อแมลงบัว 1 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ได้แก่ เหลืองตาปลี้ม ค่อนข้างต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง 3 ตัวอย่าง เชื้อพันธุ์ เช่น สับประรด ขาวเสมอ และเหลืองสูง และค่อนข้างต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก จำนวน 6, 7, 3 และ 7 ตัวอย่างตามลำดับ และไม่พบตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่ต้านทานหรือค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้คอรวง และโรคเขียวเตี้ย นอกจากนี้พบว่ามีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวหลายตัวอย่างมีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวอย่างหลากหลาย เช่น พันธุ์เหลืองสูง มีความต้านทานต่อโรคไหม้ โรคใบหงิก หนอนกอและค่อนข้างต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง ผลการศึกษานี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวไปใช้เป็นแหล่งพันธุ์กรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ เพื่อการผลิตข้าวที่ยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: เชื้อพันธุ์กรรมข้าว ความต้านทานโรค ความต้านทานแมลง ปรับปรุงพันธุ์

Abstract

The National Rice Seed Storage Laboratory for Genetic Resources (NRSSL) was established in Thailand with the aim of collecting traditional rice varieties and wild species to enhance the genetic base for improving rice varieties. Characterization and evaluation of germplasm are essential for utilization the genetic diversity of rice. This research focused on evaluating the 100 rice accessions for their resistance to diseases and insects using the Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014). The results demonstrated promising findings, with 15 accessions showing resistance to blast disease, including varieties such as DAW HAWM 48-1-134 and PAH DAENG 49-4-122. Additionally, 22 accessions exhibited resistance to ragged stunt, including KHAO TOD LAWNG, NAM DAWK MAI 595, and HAWM MAH LAH. Furthermore, three accessions displayed moderate resistance to bacterial blight, namely SABPAROD, KHAO SAMER, and LEUANG SUNG. In terms of insect resistance, the study identified four accessions resistant to stem borers, namely KHAO GAW DIAW, BUA TAWD, and LEUANG SUNG. Additionally, one accession, LEUANG TAH PLEUM, exhibited resistance to gall midge. Moreover, the evaluation revealed that 6, 7, 3, and 7 accessions displayed moderate resistance to brown planthoppers, zigzag planthoppers, green leafhoppers, and white-backed planthoppers, respectively. The study unveiled several rice accessions that exhibited resistance to multiple diseases and insects. For example, LEUANG SUNG displayed resistance to rice blast, ragged stunt, and stem borers, while also showing moderate resistance to bacterial blight. However, it's not any of these rice accessions were resistance to neck blast and grassy stunt disease. This research highlights the presence of valuable rice accessions with diverse resistance traits against major diseases and insects. These findings have significant implications for the development of improved rice varieties with enhanced resistance to rice diseases and insects, thereby contributing to sustainable rice production.

Keywords: Rice genetic resources, Disease resistance, Insect resistance, Rice breeding

เทคโนโลยีพลาสมาระดับบรรยากาศต่อการยับยั้ง *Nosema ceranae* ในผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera*)

Atmospheric Pressure Plasma on the Inhibition of *Nosema ceranae* in Honeybees (*Apis mellifera*)

กชิต์เดช เลากุลศิริ¹ ธรรมบุญ บุญมี¹ และ วีรพันธ์ ไชยมณี^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: chveeranan@gmail.com

บทคัดย่อ

โรคโนซีมา มีสาเหตุมาจากเชื้อไมโครสปอริเดีย สายพันธุ์ *Nosema apis* และ *Nosema ceranae* ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดโคลิโนล่มสลายในอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งเป็น โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีพลาสมาระดับบรรยากาศชนิดเจ็ทต่อการทำลายสปอร์ *N. ceranae* ผลการวิจัยพบว่าอาร์กอนพลาสมาที่อัตราการไหล 0.25 และ 0.5 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลา 3 นาที และ 5 นาที สามารถทำลายสปอร์ *N. ceranae* ที่อยู่ในรูปของสารละลายได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถลดจำนวนสปอร์ได้สูงสุดประมาณ 29 เท่า และน้ำที่ผ่านการปฏิบัติการพลาสมา (plasma activated water) ที่ผลิตด้วยแก๊สอาร์กอนสามารถลดจำนวนสปอร์ได้สูงสุดประมาณ 4.37 เท่า ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีพลาสมาระดับความดันบรรยากาศที่อาจจะสามารถใช้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการควบคุมโรคโนซีมาในผึ้งได้

คำสำคัญ: แก๊สอาร์กอน ผึ้ง พลาสมาระดับบรรยากาศชนิดเจ็ท โรคโนซีมา *Nosema ceranae*

Abstract

Nosemosis in honeybees is caused by two species of microsporidian parasites, *Nosema apis* and *Nosema ceranae*. This disease is considered a serious problem in beekeeping which can cause colony decline in honeybees (*Apis mellifera*). In this study, the efficacy of an atmospheric pressure plasma jet was evaluated on the inhibition of *N. ceranae* spores. The results showed that the number of spores in suspension was significantly reduced after 3 and 5 min of argon plasma treatments with 0.25 and 0.50 L/min gas flux. The reduction of spore was about 29 folds after plasma treatments. *N. ceranae* spore was also decreased (4.37 folds) by plasma activated water generated by argon gas. These findings indicate that an atmospheric pressure plasma jet might be a promising alternative method to control nosema disease in honeybees.

Keywords: Atmospheric pressure plasma jet, Argon gas, Honeybees, *Nosema ceranae*, Nosemosis

ประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ต่อการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียน
Assessing the Efficacy of Actinomycetes in Inhibiting Pathogenic Fungi
in Durian

ธนนนต์ หนูสอน¹ ขวัญจรัส เจริญปัญญา² ฌมรัตน์ ชัชวาลย์² และ อภิรดี เสียงสืบชาติ^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. Email address: siangsuepchart.apiradee@gmail.com

บทคัดย่อ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เป็นหนึ่งในผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย การปลูกทุเรียนมักประสบปัญหาเชื้อราเข้าทำลายต้นและผลของทุเรียน ดังนั้นเกษตรกรจึงนิยมใช้สารเคมีปริมาณมากในการป้องกันและกำจัดเชื้อรา ซึ่งส่งผลให้เกิดการดื้อยาและมีสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ที่แยกจากดินบริเวณรากพืชสมุนไพรร่วม 19 ไอโซเลต ต่อการยับยั้งเชื้อราก่อโรคทุเรียน ได้แก่ เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่ก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนส และเชื้อรา *Lasiodiplodia brasiliensis* ที่ก่อให้เกิดโรคผลเน่าในทุเรียน จากการศึกษาด้วยวิธี Dual-culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสต์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ *L. brasiliensis* อยู่ในช่วง 41.23-59.79 เปอร์เซ็นต์ และ 24.61-66.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไอโซเลต AC002 มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้สูงที่สุดเท่ากับ 59.79 เปอร์เซ็นต์ และไอโซเลต AC003 มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *L. brasiliensis* ได้สูงที่สุดเท่ากับ 66.15 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : แอคติโนมัยซีสต์ โรคในทุเรียน *Colletotrichum gloeosporioides* *Lasiodiplodia brasiliensis*

Abstract

Durian (*Durio zibethinus* L.) holds significant economic value in Thailand as an important fruit crop. However, durian cultivation often faces challenges from fungal infections, leading to damage in both the trees and fruits. To combat these issues, farmers heavily rely on chemical fungicides, resulting in fungicide resistance and harmful residues in the environment. Therefore, this research aimed to assess the efficacy of 19 actinomycetes strains isolated from the rhizospheric soil of medicinal plants against pathogenic fungi affecting durian, specifically *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal agent of anthracnose, and *Lasiodiplodia brasiliensis*, the causal agent of fruit rot diseases. The dual culture technique was employed on potato dextrose agar (PDA) medium to investigate the inhibitory potential of actinomycetes. The findings revealed that the tested actinomycetes strains exhibited inhibitory effects against both *C. gloeosporioides* and *L. brasiliensis*, with inhibition percentages ranging from 41.23% to 59.79% and 24.61% to 66.15%, respectively. Notably, isolate AC002 displayed the highest effectiveness against *C. gloeosporioides*, with an inhibition percentage of 59.79%, while isolate AC003 demonstrated the highest efficacy against *L. brasiliensis*, with an inhibition percentage of 66.15%. These results suggest the potential of actinomycetes as biocontrol agents for combating pathogenic fungi in durian cultivation, offering an alternative to chemical fungicides.

Keywords: Actinomycetes, Durian diseases, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia brasiliensis*

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก ซึ่งตลาดการส่งออกหลักที่สำคัญคือประเทศจีน โดยส่งออกในรูปทุเรียนสดมากกว่าร้อยละ 90 ในปี 2564 การส่งออกของทุเรียนไทยมีมูลค่ากว่า 115,095 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่ปลูกทุเรียนกลับประสบปัญหาผลผลิตทุเรียนเสียหาย ไม่ได้คุณภาพจากการเข้าทำลายของเชื้อราบางชนิด โดยเชื้อราที่เป็นสาเหตุหลักในการก่อให้เกิดโรคในทุเรียนนั้น ได้แก่ เชื้อรา *Lasiodiplodia brasiliensis* ซึ่งก่อให้เกิดโรคผลเน่าทุเรียน และโรคลำต้นเน่ากับไม้ยืนต้นและไม้ผลหลายชนิด เชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนส โดยจะเข้าทำลายต้นทุเรียนในช่วงที่ช่อดอกเริ่มบาน เชื้อรา *Fusarium* spp. และเชื้อ *Phytophthora* spp. ที่ก่อให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่า เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้เกษตรกรโดยทั่วไปใช้สารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดเชื้อรากันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสารเคมีมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคแต่เมื่อใช้เป็นประจำและต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้เชื้อก่อโรคดื้อยาและเกิดการปนเปื้อนสารเคมีกับผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมได้ โดยมีรายงานว่าเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่ก่อโรคแอนแทรคโนสในสตรอว์เบอร์รี่สามารถต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมได้ (วรุตม์ และ สรัญญา, 2557) นอกจากนี้การใช้สารเคมียังเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการควบคุมโรคพืชที่เกิดกับผลผลิตทางการเกษตรโดยวิธีชีวภาพจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการทำการเกษตร เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี ลดต้นทุน ลดการปนเปื้อนของสารเคมีที่จะติดไปกับผลไม้ และลดโอกาสที่จะทำให้เชื้อเกิดการดื้อยา

แอกติโนมัยซีสต์ (Actinomycetes) เป็นแบคทีเรียแกรมบวกดำรงชีวิตอยู่ในดิน ปุ๋ยหมัก น้ำ และบริเวณรากพืช มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายเชื้อรา มีความสามารถในการผลิตสารเมแทบอลิต์ต่าง ๆ ได้แก่ เอนไซม์และสารปฏิชีวนะ พบมากในจีนัส *Streptomyces* (McNeill and Brown, 1994) ในปี 2561 พรพรรณ อู่สุวรรณ ทำการทดสอบเชื้อ *Streptomyces* spp. ที่แยกได้จากพื้นที่ปลูกข้าว พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืชที่ทำให้เกิดโรคเมล็ดต่างในข้าวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium semitectum*, *Curvularia lunata* และ *Cercospora oryzae* ในปี 2022 Rios-Muñiz and Evangelista-Martinez ทำการทดสอบความสามารถของเชื้อแอกติโนมัยซีสต์สายพันธุ์ *Streptomyces* sp. CACIS-2.15CA ที่แยกได้จากดินในประเทศเม็กซิโก พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *Colletotrichum* sp., *Lasiodiplodia* sp., *F. oxysporum* และ *Aspergillus* sp. ประสิทธิภาพการยับยั้งอยู่ในช่วง 7.3-61.2 เปอร์เซ็นต์ ต่อมา Kwak et al. (2022) ทำการทดสอบความสามารถของเชื้อแอกติโนมัยซีสต์ที่แยกได้จากดินหลายแห่งในประเทศเกาหลี พบว่ามีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *C. gloeosporioides*, *Rhizoctonia solani* และ *F. oxysporum* ในระดับที่สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอกติโนมัยซีสต์ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุของโรคพืชที่พบในทุเรียน 2 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา *L. brasiliensis* และเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่ก่อโรคเน่าในผลทุเรียนและโรคแอนแทรคโนสตามลำดับ เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อราก่อโรคพืชต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมเชื้อราก่อโรคพืชในทุเรียน

แยกเชื้อรา *L. brasiliensis* และ *C. gloeosporioides* จากกิ่ง และใบของทุเรียนที่เป็นโรค โดยวิธี tissue transplanting technique โดยหั่นชิ้นส่วนที่เกิดโรคเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อพื้นผิวด้วย 10% (v/v) NaClO นาน 5 นาที และ 5% (v/v) NaClO นาน 5 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง แล้วซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นหั่นชิ้นส่วนพืชโดยใช้มีดผ่าตัดให้ได้ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร และนำไปวางบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 3-4 วัน เมื่อเส้นใยเชื้อราเจริญจึงตัดปลายเส้นใยด้วย cork borer แล้วย้ายเลี้ยงในอาหาร PDA ใหม่ ทำซ้ำ

ขั้นตอนนี้ 3-4 ครั้ง จนได้เชื้อราบริสุทธิ์ ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และตรวจสอบพันธุกรรมของเชื้อราตัวอย่างโดยใช้การตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ internal transcribed spacer (ITS) (Macrogen Inc., South Korea)

2. การเตรียมเชื้อแอกติโนมัยซีสต์

นำเชื้อแอกติโนมัยซีสต์ที่แยกได้จากบริเวณรอบรากพืชสมุนไพรร จำนวน 19 ไอโซเลต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มาเลี้ยงลงบนอาหาร International *Streptomyces* Project (ISP-2)

3. การทดสอบความสามารถของเชื้อแอกติโนมัยซีสต์ในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียนด้วยวิธี dual-culture assay

3.1 ทำการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคด้วยวิธี dual culture โดยขีดเชื้อแอกติโนมัยซีสต์ลงบนอาหาร PDA โดยมีระยะห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรเจาะบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อราก่อโรคในทุเรียน ย้ายส่วนของเชื้อราก่อโรคในทุเรียนวางไว้ในด้านตรงข้ามแอกติโนมัยซีสต์เว้นระยะห่างที่เท่ากัน (เกวลิน และ ชัยพร, 2555) (Figure 1) จำนวน 3 ซ้ำต่อไอโซเลต บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 วัน

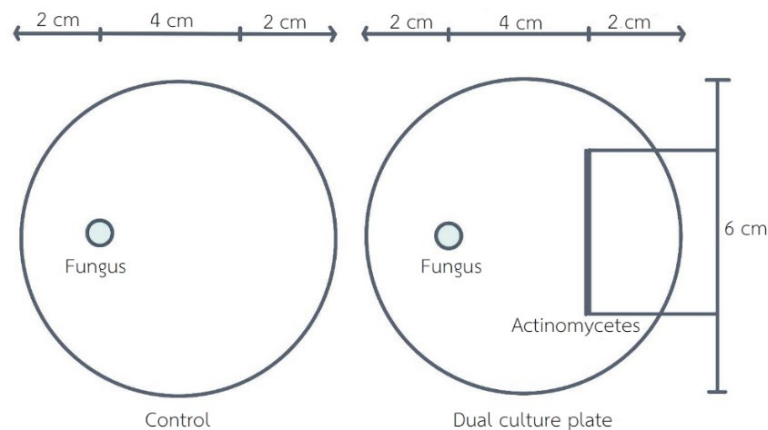


Figure 1 Dual-culture assay was used for studying on PDA

3.2 บันทึกผลการทดลองโดยทำการวัดรัศมีของเชื้อราก่อโรคในทุเรียนบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม (Dual culture plate) และบนจานควบคุม (control) ประเมินประสิทธิภาพแอกติโนมัยซีสต์ในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียนแต่ละไอโซเลต โดยคำนวณหาร้อยละยับยั้งการเจริญเติบโต (Percent Inhibition of Radial Growth = PIRG) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{PIRG} = [(R_1 - R_2) / R_1] \times 100$$

R_1 = ความยาวรัศมีของโคโลนีเชื้อราก่อโรคพืชในชุดควบคุม

R_2 = ความยาวรัศมีของโคโลนีเชื้อราก่อโรคพืชในชุดทดสอบ

4. การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียน

นำเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืชสูงที่สุดมาเลี้ยงบนอาหาร ISP-2 บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน สังเกตลักษณะโคโลนี สีของเส้นใยที่เจริญเหนือผิวหน้าอาหาร และสีของอาหารที่เปลี่ยนแปลง

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ เชื้อรา *L. brasiliensis* มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์แบบ One-Way-ANOVA เปรียบเทียบด้วย Duncan ($P < 0.05$) ใช้โปรแกรม SPSS version 16.0

ผลและอภิปรายผล

1. การแยกเชื้อราก่อโรคพืชในทุเรียน

เมื่อนำตัวอย่างทุเรียนที่แสดงอาการของโรคมะแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting technique สามารถแยกเชื้อราก่อโรคได้ 2 ชนิด คือ เชื้อรา UNK1 และ UNK2 เมื่อนำเชื้อราทั้ง 2 ชนิดศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาพบว่า โคโลนีของเชื้อรา UNK1 บนอาหาร PDA มีเส้นใยฟูสีเทาอ่อนถึงสีดำ เจริญเติบโตได้รวดเร็ว (Figure 2) การตรวจสอบดีเอ็นเอบริเวณ ITS พบว่า เชื้อราที่แยกได้คือ *L. brasiliensis* ซึ่งเป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ เชื้อราสามารถดำรงชีวิตอยู่บนเศษซากพืช สปอร์ของเชื้ออยู่ได้นาน แพร่กระจายไปตามลม ฝน และติดไปกับเครื่องมือทางการเกษตร (บุญญวัตติ, 2557) เชื้อราทำให้เกิดโรคโคนเน่าและผลเน่าของผลไม้หลังเก็บเกี่ยวได้หลายชนิดนอกเหนือจากทุเรียน เช่น มังคุด เงาะ กัลฉ่าย ทุเรียน เชื้อราก่อให้เกิดแผลสีน้ำตาลถึงดำบนผลทุเรียนในระยะสุกแก่เต็มที่และอาจพบเส้นใยสีเทาของเชื้อราบริเวณแผล (Chantarasiri and Boontanom, 2021)

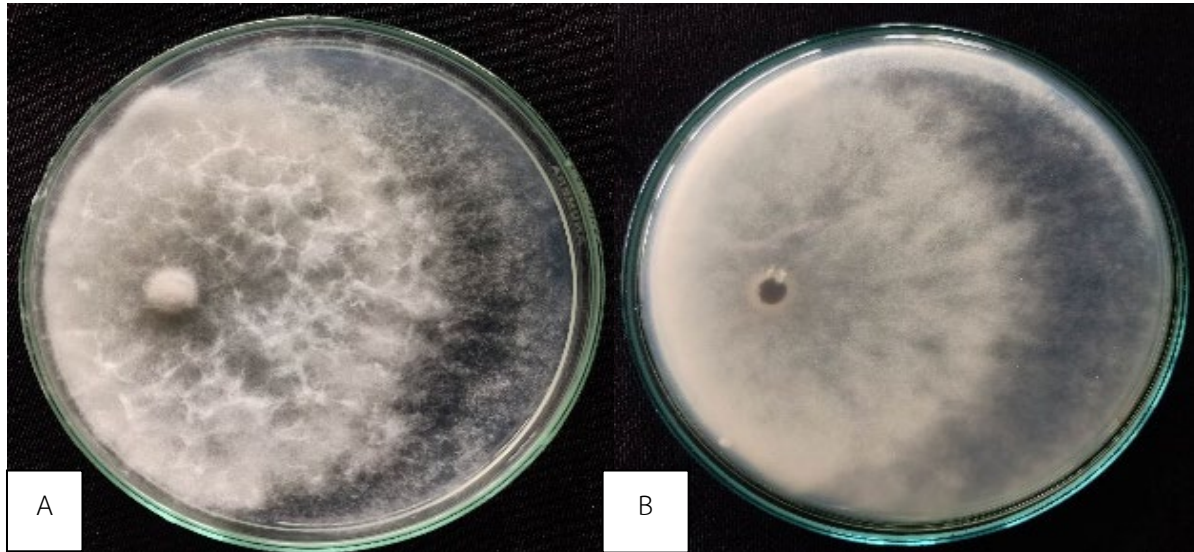


Figure 2 *Lasiodiplodia brasiliensis* (A) upper view (B) reverse view of a colony on PDA

เชื้อรา UNK2 พบว่า เชื้อราเจริญบนอาหาร PDA มีโคโลนีขอบเรียบ เจริญเป็นวงแหวน มีเส้นใยสีขาว อมเทา ฟุเล็กน้อย เมื่ออายุมากขึ้นมีสีส้มปนเล็กน้อย (Figure 3) การตรวจสอบดีเอ็นเอบริเวณ ITS พบว่าเชื้อราที่แยกได้คือ *C. gloeosporioides* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนส หรือโรคใบจุดได้ในพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง พริก ทอมใหญ่ พริกไทย ทูเรียน นอกเหนือจากทูเรียน สปอร์ของเชื้อราชนิดนี้แพร่กระจายได้ดีโดยน้ำ ลม แมลง หรือสิ่งที่เข้าไปสัมผัสสู่พืช และก่อให้เกิดการติดเชื้อได้โดยตรง (direct penetration) ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (บุญญาวดี, 2557) เมื่อพืชเกิดโรคใบจุด อาการเริ่มที่ใบ มีรอยแผลสีน้ำตาล และ ลูกกลมทำให้ใบร่วง (วิทวัส และ พรทิพย์, 2560)

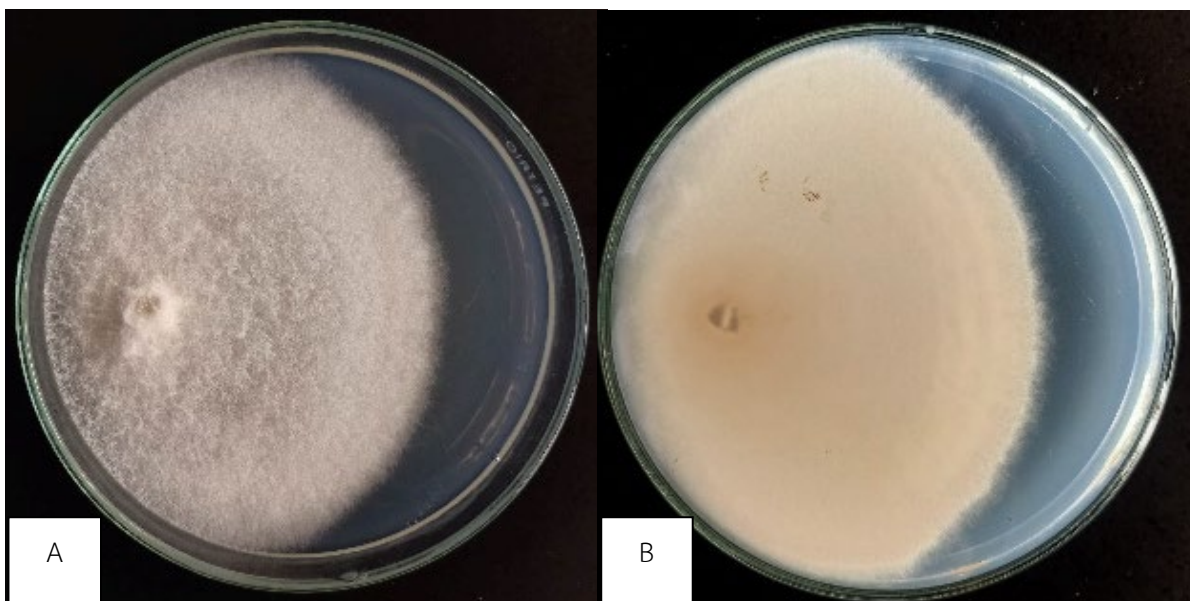


Figure 3 *Colletotrichum gloeosporioides* (A) upper view (B) reverse view of a colony on PDA

2. ประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์จำนวน 19 ไอโซเลตในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* และเชื้อรา *L. brasiliensis* ด้วยวิธี dual culture บนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสต์สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ทั้งหมด 7 ไอโซเลต ประสิทธิภาพการยับยั้งอยู่ในช่วง 41.23-59.79 เปอร์เซ็นต์ โดยไอโซเลต AC003 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงที่สุด (Figure 4C) และสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *L. brasiliensis* ทั้งหมด 12 ไอโซเลต ประสิทธิภาพการยับยั้งอยู่ในช่วง 24.61-66.15 เปอร์เซ็นต์ โดยไอโซเลต AC002 มีประสิทธิภาพการยับยั้งได้สูงที่สุดเท่ากับ 66.15 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4G) รองลงมาคือไอโซเลต AD005 เท่ากับ 65.38 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4H) และไอโซเลต AC002 เท่ากับ 59.23 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4F) ซึ่งสอดคล้องกับ On-Uma *et al.* (2021) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์สกุล *Streptomyces* พบว่า สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *L. theobrome* ได้ 79.04 เปอร์เซ็นต์ และ Rios-Muñiz and Evangelista-Martínez (2022) ทำการทดสอบความสามารถของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ *Streptomyces* sp. CACIS-2.15CA ที่แยกได้จากดินในประเทศเม็กซิโก พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *Colletotrichum* sp., *Lasiodiplodia* sp., *F. oxysporum* และ *Aspergillus* sp. ประสิทธิภาพการยับยั้งอยู่ในช่วง 7.3-61.2 เปอร์เซ็นต์ Sujatha *et al.* (2005) ทำการศึกษาเชื้อ *Sterptomyces psammoticus* BT-408 พบว่ามีการผลิตสารปฏิชีวนะกลุ่ม polyketide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ในปี 2022 Brito *et al.* ทำการวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ *Sterptomyces* sp. และ *Amycolatopsis* sp. ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. musae* พบว่ามีการผลิตสาร dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide และ linalool

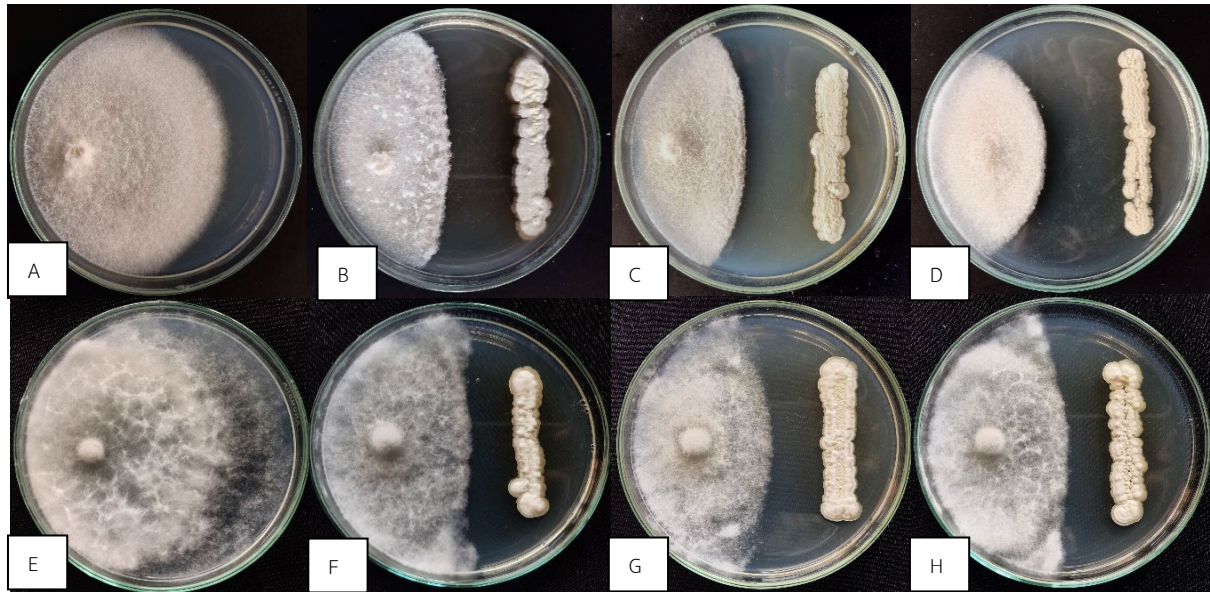


Figure 4 Antifungal Activities of Actinomycetes Isolates against *Colletotrichum gloeosporioides* (A-D) and *Lasiodiplodia brasiliensis* (E-H) on Potato Dextrose Agar after 7 Days of Incubation: (B, F) AC002; (C, G) AC003; (D, H) AD005

Table 1 Efficacy of Actinomycetes Isolates in Inhibiting the Mycelial Growth of *Colletotrichum gloeosporioides* on Potato Dextrose Agar after 7 Days of Incubation

Actinomycetes	Percent inhibition of radial growth ¹
AH001	43.30±4.66 ^b
AH004	43.33±5.83 ^b
AC001	41.23±4.36 ^b
AC002	59.79±1.45 ^a
AC003	58.76±1.23 ^a
AD004	56.70±2.91 ^a
AD005	58.76±1.56 ^a

¹Average from 3 replication and mean in column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05

Table 2 Efficacy of Actinomycetes Isolates in Inhibiting the Mycelial Growth of *Colletotrichum gloeosporioides* on Potato Dextrose Agar after 7 Days of Incubation

Actinomycetes	Percent inhibition of radial growth ¹
AB002	34.61±1.08 ^e
AH001	33.84±1.09 ^e
AH002	24.61±2.03 ^d
AH004	33.84±1.32 ^e
AH006	46.92±1.08 ^c
AF001	39.23±5.43 ^d
AC001	36.92±2.17 ^{de}
AC002	59.23±1.08 ^b
AC003	66.15±1.25 ^a
AD001	39.23±1.08 ^d
AD003	36.92±2.17 ^{de}
AD005	65.38±1.08 ^a

¹Average from 3 replication and mean in column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05

3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคในทุเรียน

นำเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ ไอโซเลต AC002 ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* สูงที่สุด และไอโซเลต AC003 ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง เชื้อรา *L. brasiliensis* สูงที่สุด มาเลี้ยงบนอาหาร ISP-2 บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 7 วัน (Figure 5) จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ทั้ง 2 ไอโซเลต พบว่า ลักษณะโคโลนีมีผิวที่ขรุขระคล้ายหนังสัตว์ ขอบโคโลนีขรุขระตรงกลางนูนเล็กน้อย มีสีของเส้นใยบนอาหารสีขาว เส้นใยใต้อาหารมีสีน้ำตาลเข้ม และมีการสร้างสีละลายในอาหารจนทำให้สีของอาหาร ISP-2 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

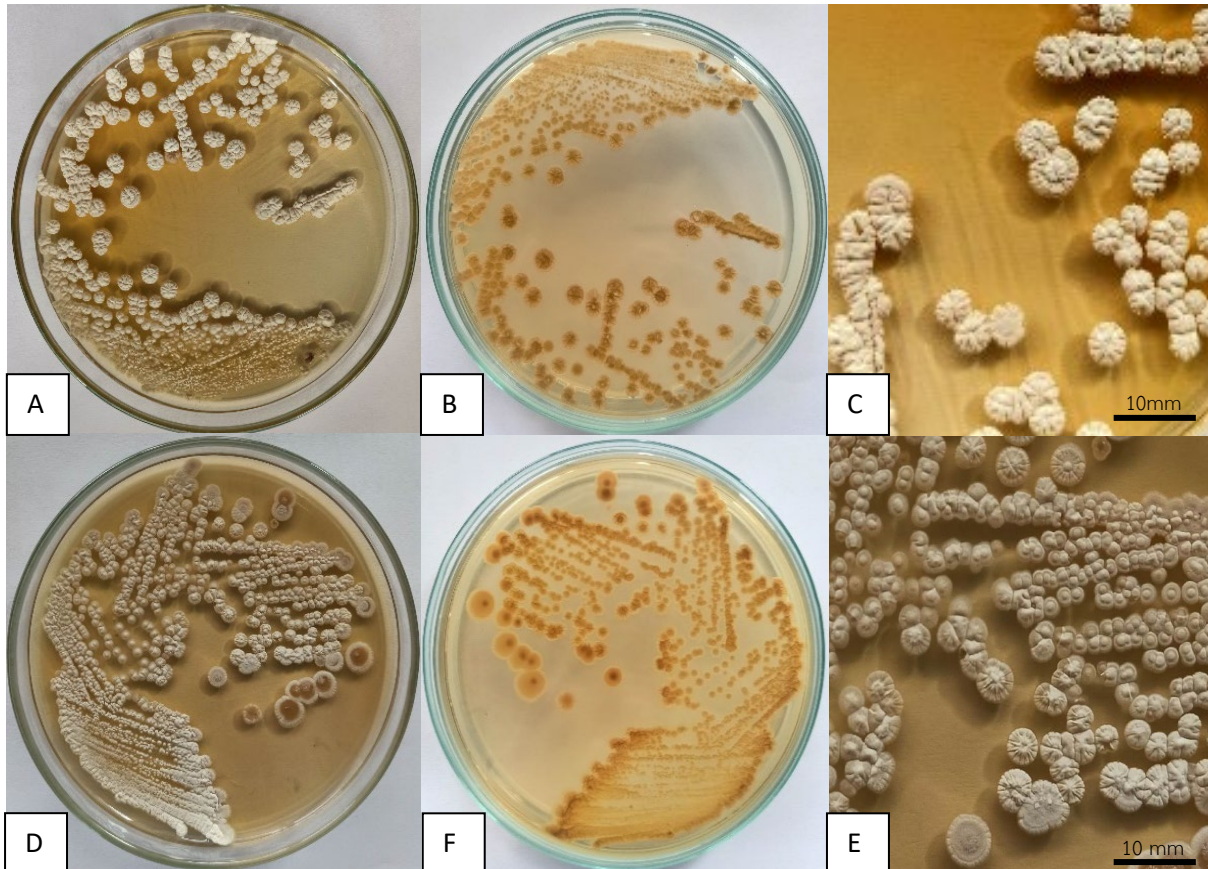


Figure 5 Colony morphology of potential actinomycetes isolates (A-C) AC003 and (D-E) AC002 on ISP-2; (A-D) upper view, (B, F) reverse view, (C, E) close up view.

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีสต์ที่แยกได้จากดินรอบรากพืชสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อราก่อโรคพบว่า ไอโซเลต AC002 มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้สูงที่สุดเท่ากับ 59.79 เปอร์เซ็นต์ และไอโซเลต AC003 มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *L. brasiliensis* ได้สูงที่สุดเท่ากับ 66.15 เปอร์เซ็นต์ จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสต์มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* และเชื้อรา *L. brasiliensis* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนส และโรคผลเน่าในทุเรียนได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาเป็นสารชีวภัณฑ์ในการควบคุมเชื้อราก่อโรคในทุเรียนเพื่อลดการใช้สารเคมีในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ สำหรับอำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกวลิน คุณาศักตาทกุล และ ชัยพร ชัดสงคราม. (2555). การคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟต์ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อราก่อโรคผลเน่าของลำไย. *วารสารเกษตร*, 28(3), 285-294.
- บุญญวดี จิระวุฒิ. (2557). โรคผลเน่าของเงาะหลังการเก็บเกี่ยวและการควบคุม. *วารสารวิชาการเกษตร*, 32(1), 89-109.
- พรพรรณ อุสุวรรณ. (2561). การประเมินความสามารถของเชื้อ *Streptomyces* spp. ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคของข้าว. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 37(2), 36-45.
- วิหวัศ แจ็งเอี่ยม และ พรทิพย์ พลาติศัยเลิศ. (2560). การศึกษาการยับยั้งเชื้อราคลอเลโทริคัมที่ก่อโรคในพืชจากเชื้อแอคติโนมัยซีทส์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรุฒม์ ใจปิ่น และ สรัญยา ณ ลำปาง. (2557). ผลของเชื้อแอคติโนมัยซีสจากดินต่อการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รี่ที่ต้านทานต่อคาร์เบนดาซิม. *วารสารเกษตร*, 30(1), 1-10.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2565*.
- Brito, M.V., Fonseca, L.W., Mafezoli, J., Barvosa, F.G., Nunes, F.M., de Mattos, M.C., dos Santos J.E.A, Araujo, F., Vieira, R., Magalhaes, H., Muniz, R., Garruti, S., Ootani, A, Netto, J.M.S., Pinto, L., Viana, F. and Oliveira, M. (2022) . Biologically Active Volatile Organic Compounds (VOCs) Produced by Rhizospheric Actinobacteria Strains Inhibit the Growth of the Phytopathogen *Colletotrichum musae*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 33(10), 1172-1189.
- Chantarasiri, A. and Boontanom, P. (2021). *Fusarium solani* and *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, Fungal Pathogens Causing Stem Rot Disease on Durain Trees (*Durio zibethinus*) in Eastern Thailand. *British Society for Plant Pathology Journal*, 12(2), 1-3.
- Kwak, Y., Do, H. and Kim, D. (2022). Screening Antifungal and Excepitonal Colonization strains from Nationwide Actinobacteria Library. *Korean Journal of Pesticide Science*, 26(3), 226-238.
- McNeil, M.M. and Brown, J.M. (1994). The Medically Important Aerobic Actinomycetes: Epidemiology and Microbiology. *Clinical Microbiology Reviews*, 7(3), 357-417.



- On-Uam R., Kunasakdakul, K., Daengsuwan, W., Wongllom, P., Pitija, K. and Sunpapao, A. (2021). A *Streptomyces* Rhizobacterium with Antifungal Properties Against Spadix Rot in Flamingo Flowers. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 117, 1-9.
- Rios-Muñiz, D.E. and Evangelista-Martinez, Z. (2022). Antifungal Activity of *Streptomyces* sp. CACIS-2.15CA, as a Potential Biocontrol Agent, Against Some Soil-Borne Fungi. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32, 131-137.
- Sujatha, P., Bapi Raju, K.V.V.S.N. and Ramana, T. (2005). Studies on a New Marine *Streptomyces* BT-408 Producing Polyketide Antibiotic SBR-22 Effective Against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Microbiological Research*, 160, 119-126.

ผลของสารเคลือบผิวจากเปลือกส้มเขียวหวานต่อการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ Effect of Coating Agent from Tangerine Peel on Storage of Strawberries

ทิพวรรณ ชำนิเขตกิจ¹ และ พิชญพร อายุมั่น^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: drhillp.a@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกส้มเขียวหวานต่อการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ โดยการเคลือบผิวด้วยสารสกัดจากเปลือกส้ม พบว่าสตรอเบอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยสารสกัดจากเปลือกส้มที่สกัดด้วยการแช่ในเอทานอล 95% อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ แบคทีเรีย และเชื้อราได้ ขณะที่สารสกัดที่สกัดด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วนสามารถยับยั้งแบคทีเรียแต่ไม่สามารถยับยั้งยีสต์ และเชื้อราเมื่อเก็บสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่ 5 °C พบว่า ที่อุณหภูมิห้อง ผลจะแห้งมีการสูญเสียน้ำหนักมาก ในขณะที่ที่อุณหภูมิ 5 °C การสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างน้อย ผลสตรอเบอร์รี่จะมีลักษณะคล้ายผลสด จากการวิจัยพบว่าสารเคลือบผิวจากเปลือกส้มสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลสตรอเบอร์รี่ได้ แต่การเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่ดังกล่าวยังคงต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอร์รี่

คำสำคัญ: สารเคลือบผิว เปลือกส้ม สตรอเบอร์รี่ การเก็บรักษา

Abstract

A study on the effect of tangerine peel extract on strawberry food preservation by coating strawberries with tangerine peel extract showed that strawberries coated with tangerine peel extract soaked in 95% ethanol at room temperature for 30 days could inhibit the growth of yeast, bacteria, and mold, while the extract extracted by the fractional distiller could inhibit bacteria but not yeast or mold. When the glazed strawberries were stored at room temperature and at 5 °C, it was found that at room temperature, the fruit was dry with a lot of weight loss, while at 5 °C, it lost a little weight and looked like fresh fruit. This research has shown that a coating agent from orange peel can inhibit microorganisms attached to strawberries. However, strawberries are still stored at 5 °C because temperature affects fruit juice loss during storage.

Keywords: Coating agent, Tangerine peel, Preservation, Strawberry

บทนำ

สตอเบอรี่ (*Fragaria X ananassa*) เป็นผลไม้ที่มีความต้องการสูง เนื่องจากรสชาติและสารอาหารที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุ วิตามิน แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลที่มีบทบาทสำคัญในอาหารและสุขภาพของมนุษย์ โดยปกติแล้วผลของสตอเบอรี่จะบริโภคสดหรือแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ สตอเบอรี่เป็นผลไม้ที่เน่าเสียง่ายและไวต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นอย่างมาก ทำให้คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการลดลงในขณะทำการขนส่ง โดยเฉพาะการปนเปื้อนจาก *Escherichia coli* ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค นำไปสู่การเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากอาหารเป็นพิษ แม้ว่าปัจจุบันจะมีการใช้สารฆ่าเชื้อรา เช่น เบนซิมีดาโซล ไดเมทิล และไดคาร์บอกซิเมต ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในผลไม้ดังกล่าวแต่อาจส่งผลกระทบต่อเรื่องของสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ขึ้นได้ ดังนั้นนักวิจัยทั่วโลกจึงค้นหามาตรฐานชาติเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคขึ้น เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลซิตรีส เนื่องจากมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในวงกว้าง นอกจากนี้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยยังสามารถช่วยปรับปรุงในเรื่องกลิ่นและรสของผลิตภัณฑ์ ไม่เป็นพิษ และปลอดภัยสำหรับการบริโภค เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยเป็นสารธรรมชาติที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรหรือพืชที่มีกลิ่นหอมด้วยกระบวนการกลั่น ปัจจุบันพบว่าสารประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการถนอมอาหาร เพราะนอกจากจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้แล้ว ยังช่วยในเรื่องความปลอดภัยของผู้บริโภคอีกด้วย (ณรงค์ชัย และคณะ, 2551)

ปัจจุบันพบว่าน้ำส้มได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มเติบโตมากขึ้นส่งผลให้มีเปลือกส้มเป็นจำนวนมากซึ่งถือเป็นของเสียจากอุตสาหกรรม จึงคิดที่จะใช้ประโยชน์จากเปลือก

ส้มที่เป็นของเสียให้มีมูลค่ามากขึ้นตามแนวการพัฒนาเศรษฐกิจแบบหมุนเวียน (BCG) โดยพบว่าเปลือกส้มมีน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคหลายชนิด เช่นซิตรีส (Citral) เจอรานีออล (Geraniol) และไลนาโลอล (Linalool) ซึ่งน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้เป็นน้ำมันที่สกัดได้จากเปลือกส้มและมีการนำมาใช้ในการเคลือบผลสตรอเบอร์รี่เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (สัญญาชัย และคณะ, 2552) จากการศึกษาพบว่า เปลือกส้มมีสาร β -myrcene, d-limonene, linalool เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคหลายชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* และ *Aspergillus flavus* ได้ (दनัย และพิมพีใจ, 2546) ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสารเคลือบผิวจากแป้งมันสำปะหลังที่มีน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกส้มเขียวหวานเป็นส่วนผสมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการสุกของสตรอเบอร์รี่รวมถึงเป็นการเพิ่มมูลค่าเปลือกส้มที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มตามแนวนโยบายเศรษฐกิจหมุนเวียน (Bio-Circular-Green Economy model: BCG model)

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมเปลือกส้มเขียวหวานจากอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

นำเปลือกส้มมาล้างและทำความสะอาดด้วยน้ำเกลือที่มีอัตราส่วนเกลือ 4 g ต่อ น้ำ 1 L เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำเปล่าอีก 1 ครั้ง นำเปลือกส้มใส่ภาชนะแล้วนำไปตากแดด เป็นเวลา 2-3 วัน เปลือกส้มที่แห้งแล้วมาทำเป็นผงด้วยการปั่นด้วยเครื่องปั่นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องก่อนใช้งาน

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม

2.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มด้วยการแช่ในสารละลายเอทานอล 95 %

ผงส้ม 100 g นำมาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% ปริมาตร 300 mL เป็นเวลา 30 วัน ทำการกรองแยกสารละลายออกด้วยผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน เพื่อทำการระเหยสารละลายเอทานอล 95 % นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้ไปใช้ในการทดลองถัดไป

2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวานด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation)

ผงส้ม 500 g ใส่ในเครื่องกลั่นและเติมน้ำกลั่น 1.5 L ทำการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) ที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บชั้นของน้ำมันหอมระเหยใส่ในขวดสีชาเพื่อใช้ในการทดลองถัดไป

3. การทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มเขียวหวานจาก อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ต่อการต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์

3.1 การเตรียมเชื้อราเพื่อใช้ในการทดสอบ

ทำการเชื้อเชื้อราจากผลสโตรเบอร์ที่ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar) ทำ
ทั้ง 3 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิที่ 30 °C เป็นเวลา 7 วัน เชื้อราจะโตจนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2 การเตรียมเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

ทำการเชื้อเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ YPD broth ทำการเพาะเลี้ยง
ที่อุณหภูมิ 30 °C ความเร็ว 150 rpm เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ยีสต์ที่ได้จะมีปริมาณ 1.5×10^5 cfu/mL

3.3 การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*

ทำการเชื้อเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB broth ทำการเพาะเลี้ยง
ที่อุณหภูมิ 30 °C ความเร็ว 150 rpm เป็นเวลา 36 ชั่วโมง เชื้อแบคทีเรียที่ได้จะมีปริมาณ 1.5×10^5 cfu/mL

3.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ด้วยวิธีการ Paper disc diffusion

ทำการเกลี่ยเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และราบนอาหาร LB, YPD, และ PDA agar จากนั้นวางแผ่น
paper disc (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 mm) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หยดน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ทั้ง 2
ปริมาตร 10 μ L ลงบนจานอาหารที่มีเชื้ออยู่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส

4. การเตรียมอิมัลชัน

4.1 เตรียมอิมัลชันด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วยวิธีการแช่ใน
สารละลายเอทานอล 95 %

แบ่งมันสำปะหลัง 5 g ละลายในน้ำกลั่น 100 mL ต้มจนเดือด จากนั้นเติมกลีเซอรอลปริมาตร
2 mL ลงไปตั้ง ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิเหลือ 60 °C จากนั้นเติมน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ปริมาตร 10 mL ลงไปคน
เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

4.2 เตรียมอิมัลชันด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นลำดับ
ส่วน (Fractional Distillation)

แบ่งมันสำปะหลัง 5 g ละลายในน้ำกลั่น 100 mL ต้มจนเดือด จากนั้นเติมกลีเซอรอล ปริมาตร
2 mL ลงไป ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิเหลือ 60°C จากนั้นเติมน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ปริมาตร 10 mL ลงไปคน
เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

5. การเคลือบสโตรเบอร์ด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม

นำผลสโตรเบอร์มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า 2 ครั้ง ก่อนนำมาจุ่มในสารละลายอิมัลชันที่มี
ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธีจนทั่ว ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ก่อนนำไปเก็บรักษาที่
อุณหภูมิ 5°C และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ทำการสังเกตการเน่าเสียของสโตรเบอร์และการสูญเสีย
น้ำหนักของสโตรเบอร์โดยบันทึกการสูญเสียน้ำหนัก และค่าการเน่าเสีย (D,%)

5.1 การสูญเสียน้ำหนัก

ทำการชั่งน้ำหนักผลสตรอเบอร์รี่ที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน นำมาคำนวณหาการสูญเสียน้ำหนักเปรียบเทียบกับน้ำหนักผลก่อนการเก็บรักษา ดังสมการ

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักสด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักผลก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักผลหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักผลก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

5.2 การเน่าเสียของสตรอเบอร์รี่

ทำการชั่งน้ำหนักสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหย และไม่ผ่านการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหย ทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 7 วัน เพื่อคำนวณหาค่าการเน่าเสียของสตรอเบอร์รี่จากสมการ

$$D (\%) = \frac{\text{น้ำหนักผลที่เน่าเสีย}}{\text{น้ำหนักผลก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ด้วยสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม

1.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ด้วยสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มด้วยการแช่ในสารละลายเอทานอล 95 %

การศึกษาฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* เชื้อราจากผลสตรอเบอร์รี่และยีสต์ *S. cerevisiae* ด้วยสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวาน พบว่า สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวาน สามารถยับยั้ง ยีสต์ *S. cerevisiae* ได้สูงสุด โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 3.2 ± 0.5 mm รองลงมาคือ *B. subtilis* และเชื้อราจากผลสตรอเบอร์รี่โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 3.1 ± 0.6 mm และ 2.3 ± 0.4 mm ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มยุรกาญจน์ และคณะ (2549) ซึ่งทดสอบความสามารถของสมุนไพรทั้ง 13 ชนิดในการยับยั้งเชื้อ *S. cerevisiae* พบว่ามีเพียง 7 ชนิดที่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. cerevisiae* ได้ คือ ชะเอมเทศ กานพลู ข่า เจตมูลเพลิง ขมิ้นชัน พลู และกระเทียม โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition Zone เท่ากับ 0.637, 2.168, 1.255, 2.845, 0.750, 2.383 และ 0.655 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่า ชะเอมเทศ ขมิ้นชัน และกระเทียม ให้ผลการยับยั้งที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Table 1. Test results of antibacterial, antifungal and yeast activity using paper disc diffusion method of essential oil extract from tangerine peel by 95% ethanol solution

Percentage of microbial inhibition efficiency (Mean±STDEV)		
<i>B. subtilis</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Strawberry fungi</i>
1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.1



Figure 1. Antimicrobial activity of essential oil from tangerine peel by 95% ethanol solution extraction using paper disc diffusion method (A: *B. subtilis*, B: *S. cerevisiae* and C: strawberry fungi).

1.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ด้วยสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มด้วย วิธีการสกัดด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation)

การศึกษาฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ได้แก่ *B. Subtilis*, *S. cerevisiae* และเชื้อราจากผลสตรอเบอร์รี่ของสารสกัด น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) พบว่า สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวานสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ได้สูงสุด โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง เท่ากับ 3.2 ± 0.4 mm แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ *S. cerevisiae* และเชื้อราจากผลสตรอเบอร์รี่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goni et al. (2009) เนื่องจากสมบัติที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobicity) ของส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยทำให้น้ำมันหอมระเหยสามารถแทรกตัวผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีนและไขมันเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียได้ และออกฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของกลไกต่างๆ ภายในเซลล์ และทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์ตายในที่สุด แต่ในทางตรงกันข้ามการต่อต้านจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหอมระเหย วิธีการสกัด วิธีการทดสอบ และความเข้มข้นที่ใช้ ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยในการต่อต้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร

Table 2. Test results of antibacterial, antifungal and yeast activity using paper disc diffusion method of essential oil extract from tangerine peel by a fractional distillation

Percentage of microbial inhibition efficiency (Mean±STDEV)		
<i>B. subtilis</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Strawberry fungi</i>
1.1 ± 0.3	NA	NA

* NA = No Activity

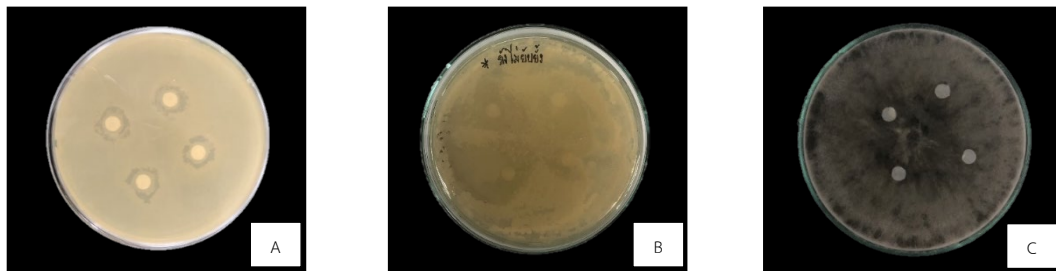


Figure 2. Antimicrobial activity of essential oil from tangerine peel by fractional distillation using paper disc diffusion method (A: *B. subtilis*, B: *S. cerevisiae* and C: strawberry fungi).

2. การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอร์รี่

ภายหลังจากการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยการแช่ในสารละลายเอทานอล 95% และที่ผ่านการสกัดด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) ที่อุณหภูมิ 5 °C และที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการวัดการสูญเสียน้ำหนักของสตรอเบอร์รี่โดยการชั่งน้ำหนักผลปรากฏ ผลแสดงดัง Table 3, Table 4 และ Figure 3

Table 3. Effect of cassava starch coating containing extracted essential oils by soaking in 95 % ethanol solution on weight loss (%) of strawberries at 5 °C for 7 days.

Storage temperature	Weight loss (%)
Storage at 5 °C	14.29
Storage at room temperature	5.79

จากการทดลองพบว่าสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยการแช่ในสารละลายเอทานอล 95% และเก็บที่อุณหภูมิ 5°C มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 14.29% และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน พบว่าผลสตรอเบอร์รี่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.79% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตตา และคณะ (2551) ที่ศึกษาผลของการใช้เจลวุ้นทางจระเข้เคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ พบว่าการเก็บรักษาชมพูที่เคลือบด้วยวุ้นทางจระเข้ความเข้มข้น 1.0% มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ 2.38% และมีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่ไม่ได้เคลือบผิว

Table 4. Effect of cassava starch coating containing essential oils extracted by fractional distillation on weight loss (%) of strawberries fruit at room temperature for 7 days.

Storage temperature	Weight loss (%)
Storage at 5 °C	12.37
Storage at room temperature	10.37

จากการทดลองพบว่าสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 12.37% และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลสตรอเบอร์รี่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 7.37% แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นลำดับส่วนที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิตา (2565) ผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของ มะเขือเทศเชอร์รี่ พบว่าการเคลือบผิวด้วยบุกและน้ำมันมะรุมสกัดมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว เนื่องจากสารเคลือบผิวสามารถลดการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างภายในผลผลิตกับบรรยากาศภายนอกได้ส่งผลให้ช่วยลดอัตราการหายใจของผลผลิตลงได้

3. การเน่าเสียของสตรอเบอร์รี่

จากการเคลือบสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำมันหอมระเหยสกัดด้วยการแช่สารละลายเอทานอล 95% และน้ำมันหอมระเหยสกัดด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) เก็บไว้ ที่อุณหภูมิ 5 °C และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ทำการวัดการเน่าเสียของสตรอเบอร์รี่โดยการชั่งน้ำหนักผลปรากฏดัง Table 5, 6 และ Figure 3

Table 5 Effects of cassava starch coating containing essential oils extracted by soaking in 95% ethanol solution on the spoilage (D, %) of strawberries at 5 °C for 7 days

Storage temperature	D%
Storage at 5 °C	7.69
Storage at room temperature	99.68

จากการทดลองพบว่า สตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยการแช่สารละลายเอทานอล 95 % อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ผลสตรอเบอร์รี่มีการเน่าเสียเท่ากับ 7.69% และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน พบว่าผลสตรอเบอร์รี่มีการเน่าเสียเท่ากับ 99.68% ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ อารีย์ และคณะ (2559) การที่พบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปมากในวันแรก ๆ ของการเก็บรักษา และลักษณะของสารเคลือบผิวจากเปลือกส้มโอที่มีความชื้น หนืด ทำให้เมื่อผึ่งโหระพาแล้วไม่แห้งสนิท เมื่อเก็บรักษาทำให้มีน้ำยังคงหลงเหลืออยู่ที่โหระพาอาจจะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดการเน่าเสียได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้โหระพาที่เคลือบผิวด้วยสารสกัดจากเปลือกส้มโอนี้เกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็วและมากกว่าชุดการทดลองอื่น แต่ในทางตรงกันข้ามโหระพาที่เคลือบผิวด้วยสารสกัดจากว่านหางจระเข้มีค่าการเน่าเสียที่ต่ำมาก ซึ่งอาจจะ เป็นผลของฤทธิ์ทางชีวภาพของว่านหางจระเข้ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้

Table 6. Effect of cassava starch coating containing essential oil extracted by fractional distillation on spoilage percentage (D, %) on strawberry fruit at room temperature for 7 days.

Storage temperature	D%
Storage at 5 °C	21.63
Storage at room temperature	32.18

จากการทดลองพบว่าสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยการกลั่น ลำดับส่วน (Fractional Distillation) และเก็บที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ผลสตรอเบอร์รี่ มีการเน่าเสียเท่ากับ 21.63% และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน พบผลสตรอเบอร์รี่ มีการเน่าเสียเท่ากับ 32.18% ซึ่งผลการทดลองในการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ มงคลและคณะ(2549) ที่ศึกษาผลการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ด้วยวุ้นว่านหางจระเข้ไคโตซานและไฮคาร์บูนาตต่อคุณภาพ หลังการเก็บเกี่ยว พบว่าผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยวุ้นว่านหางจระเข้ 20% มีอายุการเก็บรักษานานกว่า ชุดทดลองอื่นๆ โดยผลสามารถสุกได้ตามปกติ นอกจากนี้การเคลือบผิวผลด้วยไคโตซาน1% ร่วมกับวุ้นว่าน หางจระเข้ 20% สามารถชะลอการเกิดโรค มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลที่ไม่ได้เคลือบผิว



Figure 3. Effect of tapioca coating incorporated with essential oil extracted from tangerine peel on appearance of strawberries after 7 days storage at different temperatures (A: essential oils extracted with 95% ethanol solution at 5 °C, B: essential oil extracted in 95% ethanol solution at room temperature, C: essential oils extracted by fractional distillation at 5 °C, D: essential oil extracted by fractional distillation at room temperature).

สรุป

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้าน เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ด้วยวิธี Paper disc diffusion ของ สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มด้วยการแช่สารละลายเอทานอล 95 % สามารถยับยั้งยีสต์ *S. cerevisiae* ได้สูงสุด โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 1.0 ± 0.1 mm รองลงมาคือ แบคทีเรีย *B. subtilis* และเชื้อราจากผลสตอเบอร์รี่ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 1.0 ± 0.1 mm และ 0.8 ± 0.1 mm แต่น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วยเครื่องกลั่น ลำดับส่วน (Fractional Distillation) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ได้สูงสุด โดยมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 1.1 ± 0.3 mm แต่ไม่สามารถยับยั้ง เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* และ เชื้อราจากผลสตอเบอร์รี่ได้ เมื่อทำการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักผลของสตอเบอร์รี่ภายหลังจากการ เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทั้ง 2 ชนิด ดังกล่าว พบว่า เมื่อทำการเก็บสตอเบอร์รี่ที่ผ่านการเคลือบผิวไว้ที่ อุณหภูมิห้อง ผลสตอเบอร์รี่จะแห้งและมีการสูญเสียน้ำหนักเป็นอย่างมาก แต่เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C ปรากฏว่า การสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างน้อยและมีลักษณะคล้ายผลสด (ไม่เหี่ยว) จากการทดลองพบว่าการ เคลือบผิวสตอเบอร์รี่ด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกส้มสามารถยับยั้ง การเจริญเติบโตเชื้อยีสต์ แบคทีเรีย และเชื้อราได้ แต่ผลสตอเบอร์รี่ดังกล่าวยังต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C ไม่สามารถเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องได้ อันเนื่องมาจากอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลไม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสหกรณ์จังหวัดแพร่ ที่อนุเคราะห์ส้มให้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- दनय बुनยเกียรติ และ พิมพีใจ สีหะนาม. (2546). ผลของการเคลือบผิวด้วยโคโตซานต่อคุณภาพผล ของสตอเบอร์รี่. *วารสารเกษตร*, 19(2), 100-106.
- จิตตา สาตร์เพ็ชร, อภินทร อุทัยรัตนกิจ, วาริช ศรีระออง, ศิริชัย กัลป์ยานรัตน์ และปิยะ เฉลิมกลิ่น (2551). ผลของการใช้เจลว่านหางจระเข้เคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์. https://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research_id=mf599
- ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, เวช เต้จ๊ะ และ Hiroshi Akag. (2551). สตอเบอร์รี่ “พันธุ์พระราชทาน 80”. เอกสารจากงานวิจัยสตอเบอร์รี่. มูลนิธิโครงการหลวง. เชียงใหม่.
- มงคล อินทะหลุก, จำนงค์ อุทัยบุตร, กอบเกียรติ แสงนิล และกานดา หวังชัย. (2549). ผลของสารเคลือบผิว ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. *วารสารวิทยาศาสตร์ เกษตร*, 37(5:พิเศษ), 128-131.
- มรยูภาณูจน์ เดชกฤษกร และคณะ. (2549). ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งการเจริญของ *Saccharomyces cerevisiae*. *อาหาร*, 3(36), 222-225.



- ทิตา สุนทรวิภาต. (2565). ผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 5(2), 41-53.
- สัณชัย พันธโชติ, จิราภรณ์ ช่วงบัญญัติ, และทงศักดิ์ สัสดีแพง. (2552). *การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเกลี้ยง*. รายงานวิจัย ฉบับสมบูรณ์สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- อารีย์ ทองภักดี และคณะ. (2559). ผลของสารเคลือบผิวจากเปลือกส้มโอและว่านหางจระเข้ต่อการเก็บรักษาโหระพา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(3), 323-331.
- Goni, P., Lopez, P., Sanchez, C., Gomez-Lus, R., Beorri, R. and Nerine, C. (2009). Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry*, 116(4), 982-989.

กลุ่ม 2

ทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม

การสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่า และการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา
เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์
A Survey of Wild Rice Genetic Resources and Morphological Study
for Breeding Utilization

พีรพล ม่วงงาม¹ ประจักษ์ เหล็งบำรุง² มาลินี จันวรรณ์³ เอกราช แก้วนางโอ⁴ สุรเชษฐ์ ชามนตรี⁵
พิชชาทร เรืองเดช⁶ จิตรา สุวรรณ์¹

¹ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

²ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000

³ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี 25150

⁴ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง 93000

⁵ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

⁶ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120

*Corresponding author. E-mail address: Peerapon.m@rice.mail.go.th

บทคัดย่อ

ข้าวป่าเป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูก และเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญในงานปรับปรุงพันธุ์ข้าว สามารถพบข้าวป่าในทุกภูมิภาคของประเทศไทย ดังนั้นจึงทำการสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าโดยบันทึกพิกัดสภาพของแหล่งอาศัย และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวป่า ผลการศึกษาพบข้าวป่า *O. rufipogon* (32 พิกัด), *O. nivara* (14 พิกัด), *O. ridleyi* (2 พิกัด), *O. officinalis* (3 พิกัด) *O. granulata* (1 พิกัด), และ Triploid wild rice (2 พิกัด) มีแหล่งอาศัยอยู่ในลำคลอง ริมถนน พื้นที่โล่งแจ้งมีน้ำขัง ป่าโปร่ง บริเวณน้ำตก แปลงนา และร่องสวนผลไม้ ดอกของข้าวป่ามีเวลาบานเป็น 4 ช่วง คือ 05.30-06.30 น. 07.00-08.30 น. 09.00-11.00 น. และ 14.30-15.00 น. ความยาวของอับละอองเกสรเท่ากับ 1.8-4.1 มิลลิเมตร จำนวนละอองเกสรเฉลี่ยเท่ากับ 88.6-512.6 ละอองเกสรต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งความยาวของอับละอองเกสรมีความสัมพันธ์กับจำนวนละอองเกสร การที่ดอกบานในช่วงเช้าและมีอับละอองเกสรยาว เป็นลักษณะที่คาดว่าจะช่วยให้ต้นข้าวมีการติดเมล็ดดีขึ้นในสภาพอุณหภูมิสูง

คำสำคัญ: ข้าว ข้าวป่า ปรับปรุงพันธุ์ แหล่งพันธุกรรม

Abstract

Wild rice is an ancestor of cultivated rice. It is also a crucial genetic resource for rice breeding. Wild rice can be found in any regions of Thailand. Therefore, this research aimed to survey genetic resources of wild rice by recorded its habitat conditions and to study its morphological characters. The study found *O. rufipogon* (32 locations), *O. nivara* (14 locations), *O. ridleyi* (2 locations), *O. officinalis* (3 locations), *O. granulata* (1 locations) and Triploid wild rice (2 locations). They could be found in canals, roadsides, flooded areas, waterfalls, rice fields and orchard furrows. There were 4 flowering periods, ranged from 05.30-06.30 am., 07.00-08.30 am., 09.00-11.00 am., and 02.30-03.00 pm. The anther length was 1.8-4.1 mm. with average number of pollen grains 88.6-512.8 grains/mm². It was found that anther length was correlated with number of pollen grains. In addition, early-morning flowering and long anther were considered useful traits for enhancing spikelet fertility under high temperature condition.

Keywords: Rice, Wild Rice, Breeding, Genetic Resources

บทนำ

ข้าวป่าเป็นข้าวที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยทั่วไปจะพบเห็นในลำคลองข้างๆ ทาง ในแอ่งน้ำริมแปลงนา หรือในแปลงนา มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามภูมิภาค เช่น ภาคเหนือเรียกข้าวหนก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกข้าวหนกหรือข้าวหนกปัด ภาคกลางเรียกข้าวละมานหรือหญ้าละมาน หญ้าสะแห ส่วนภาคใต้เรียกข้าวผี (สงกรานต์ และคณะ 2538) การสำรวจข้าวป่าในประเทศไทย เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1910 โดย ดร. อาเธอร์ คาร์ ซึ่งสามารถพบข้าวป่าในประเทศไทยได้ไม่น้อยกว่า 5 ชนิด (สงกรานต์ และคณะ 2538) นอกจากข้าวป่าจะเป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกแล้ว ยังมีการใช้ประโยชน์ในด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าว เนื่องจากข้าวป่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง จึงอาจพบลักษณะบางอย่างที่หาไม่ได้ในข้าวปลูก เช่น แหล่งความเป็นหมันของเกสรเพศผู้ (cytoplasmic male sterile) ที่ใช้ในโครงการข้าวลูกผสมของจีนได้มาจากข้าวป่า *O. rufipogon* (Vermari and Shinjyo, 1988 อ้างโดย กาญจนา และคณะ, 2551) ยีนต้านทานโรคขอบใบแห้ง *Xa-21* ได้มาจากข้าวป่า *O. longistaminata* (Khush *et al.*, 1989 อ้างโดย กาญจนา และคณะ, 2551) ในประเทศไทยได้มีการผสมข้ามชนิด เพื่อถ่ายทอดลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จากข้าวป่า *O. minuta* ไปสู่ข้าวปลูกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีกู้ชีพะ (embryo rescue) และใช้สารโคซิซินชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซม สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ข้าวที่แสดงลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ใช้เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน (กาญจนา และคณะ, 2551) เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้น โพรตีนไฮโดรไลสแตสจากใบข้าวป่า *O. officinalis* ยังสามารถยับยั้งการเจริญของมะเร็งเต้านมสายพันธุ์ MCF-7 และมะเร็งตับสายพันธุ์

HepG2 ได้ดี ในสภาพหลอดทดลอง (พีรพล และคณะ, 2563) จากการขยายตัวของเมือง การสร้างถนน การรุกรานของมนุษย์ ฯลฯ ทำให้แหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าถูกทำลาย ข้าวป่าบางชนิดจึงเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และส่งผลให้ข้อมูลพิกัดที่มีการสำรวจในอดีตนั้นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงเห็นควรที่จะสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าในประเทศไทยที่มีอยู่ในปัจจุบัน และทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย และใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การสำรวจแหล่งพันธุกรรมข้าวป่าในประเทศไทย

1.1 สืบค้นข้อมูลแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าในประเทศไทยจากรายงาน ผลงานวิจัยของไทยและต่างประเทศ และตามคำบอกเล่าของนักวิชาการจากกรมการข้าว

1.2 สำรวจแหล่งพันธุกรรมข้าวป่าในประเทศไทย จำนวน 6 ภูมิภาค ประกอบด้วย ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนครนายก และจังหวัดสระบุรี ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดราชบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดบึงกาฬ ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา บันทึกข้อมูล ชนิดของข้าวป่า พิกัด GPS ที่ตั้ง (หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด) ลักษณะของแหล่งอาศัย ลักษณะของข้าวป่า และภาพถ่าย (สภาพของพื้นที่ และต้นข้าวป่า)

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวป่า

2.1 ทำการศึกษาในข้าวป่า จำนวน 13 ชนิด ได้แก่ *O. rufipogon*, *O. meridionalis*, *O. glumaepatula*, *O. barthii*, *O. nivara*, *O. minuta*, *O. punctata*, *O. latifolia*, *O. australiensis*, *O. brachyantha*, *O. officinalis*, *O. granulata* และ *O. ridleyi* ใช้ข้าวปลูกพันธุ์ กข31 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2.2 เวลาดอกบาน ทำการบันทึกเมื่ออับละอองเกสรโผล่พ้นดอกออกมาครบทั้ง 6 อัน

2.3 ลักษณะของดอก ทำการสุ่มดอกจากบริเวณปลายรวง กลางรวง และโคนรวง ของหน่อหลัก (main culm) รวม 5 ดอก มาวัดความยาว ความกว้างของดอก (ใช้กำลังขยาย 0.62 เท่า) และความยาวอับละอองเกสร (ใช้กำลังขยาย 3.2 เท่า) จำนวน 2 อันต่อดอก โดยการถ่ายภาพและใช้โปรแกรม Olympus cellSens™ microscope imaging software ในการวัดความยาวและความกว้างของดอก

2.4 ความมีชีวิตและจำนวนละอองเกสร ทำการสุ่มดอกจากบริเวณปลายรวง กลางรวง และโคนรวง หน่อหลัก (main culm) รวม 5 ดอก นำอับละอองเกสร จำนวน 2 อันต่อดอก มาย้อมสีด้วย I₂KI โดยใช้ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ต่อ 1 ตัวอย่าง หลังจากนั้นขยี้ให้อับละอองเกสรแตกออกมาผสมกับสีย้อม ใช้ปากคีบปลายแหลมเล็กนำเศษอับละอองเกสรออก แล้วถ่ายภาพโดยใช้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (กำลังขยาย 6.3 เท่า) แล้วนับจำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่อยู่ในภาพ โดยใช้เครื่องมือ count จากโปรแกรม Photoshop

ผลและอภิปรายผล

1. การสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่า

ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2565 ได้มีการสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าในประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 14 จังหวัด โดยนักวิจัยของศูนย์วิจัยข้าวที่อยู่ตามภูมิภาค ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ดำเนินการสำรวจในพื้นที่จังหวัดที่รับผิดชอบและจังหวัดใกล้เคียง จากการสำรวจพบข้าวป่า *O. rufipogon*, *O. nivara*, *O. ridleyi*, *O. officinalis*, *O. granulata* และ Triploid wild rice รวมเป็นข้อมูลพืชกักทั้งหมด 54 พืช (Table 1) ซึ่งสามารถจำแนกข้าวป่าได้ดังนี้

1. *O. rufipogon* Griff. เป็นข้าวป่าอายุข้ามปี ออกดอกปลายเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน มีขนบนแผ่นใบ มีอับละอองเกสรตัวผู้ยาวเกือบเท่าเมล็ด มีหางยาวสีแดงหรือสีขาว ลักษณะเมล็ดเรียวยาว เมล็ดเมื่อสุกแก่มีสีดำ ร่วงง่าย ข้าวกล้องสีน้ำตาล-แดง มีแหล่งอาศัยอยู่บริเวณพื้นที่โล่งแจ้งมีน้ำขัง ในลำคลองข้างๆ ทาง ในแ่งน้ำริมแปลงนาหรือในแปลงนาของเกษตรกร จากการสำรวจพบจำนวน 32 พืช โดยจังหวัดที่พบ คือ ปทุมธานี นครนายก เพชรบุรี ราชบุรี ปราจีนบุรี สกลนคร บึงกาฬ นครพนม พัทลุง และสงขลา

2. *O. nivara* Sharma et Shasty เป็นข้าวป่าอายุปีเดียว ออกดอกช่วงเดือนตุลาคม มีขนบนแผ่นใบ ลักษณะเมล็ดป้อม มีหางยาว เมล็ดเมื่อสุกแก่มีสีดำ ร่วงง่าย ข้าวกล้องสีแดง มีแหล่งอาศัยอยู่ในแ่งน้ำริมแปลงนา หรือในแปลงนาของเกษตรกร จากการสำรวจพบจำนวน 14 พืช โดยจังหวัดที่พบ คือ เชียงใหม่

3. *O. officinalis* Wall ex Watt เป็นข้าวป่าอายุข้ามปี ออกดอกมากเดือนตุลาคม มีขนบนแผ่นใบ ลักษณะเมล็ดป้อมมีขนาดเล็ก มีหางยาว เมื่อเมล็ดสุกแก่มีสีดำ ร่วงง่าย ข้าวกล้องสีแดง มีแหล่งอาศัยอยู่บริเวณร่มเงา ธารน้ำไหล และร่องสวนผลไม้ของชาวบ้าน จากการสำรวจพบจำนวน 3 พืช โดยจังหวัดที่พบ คือ กรุงเทพมหานคร และสระบุรี

4. *O. ridleyi* Hook เป็นข้าวป่าอายุข้ามปี ออกดอกช่วงเดือนตุลาคม ไม่มีขนบนแผ่นใบ ขอบใบคม ลักษณะเมล็ดเรียวยาว มีหางสั้น มีการติดเมล็ดน้อย เมื่อเมล็ดสุกแก่มีสีดำ ร่วงง่าย ข้าวกล้องสีแดง มีแหล่งอาศัยอยู่บริเวณร่มเงา บริเวณน้ำตก และร่องสวนผลไม้ของชาวบ้าน จากการสำรวจพบจำนวน 2 พืช โดยจังหวัดที่พบ คือ กรุงเทพมหานคร และสระบุรี

5. *O. granulata* Nees et Arn. ex Watt เป็นข้าวป่าอายุข้ามปี ออกดอกมากช่วงเดือนตุลาคม ลักษณะเมล็ดป้อม ไม่มีหาง รวงไม่แตกกระแง มีการติดเมล็ดน้อยมาก เมื่อสุกแก่เมล็ดมีสีฟางหรือดำ ร่วงง่าย ข้าวกล้องสีแดง มีแหล่งอาศัยอยู่บริเวณที่โล่งมีร่มเงา ดินค่อนข้างแห้ง จากการสำรวจพบเพียง 1 พืช โดยจังหวัดที่พบ คือ สกลนคร

6. Triploid wild rice เป็นข้าวป่าอายุข้ามปี ออกดอกมากช่วงเดือนพฤศจิกายน ลำต้นเลื้อย มีใบใหญ่และยาว ขอบใบคม อับละอองเกสรตัวผู้ยาวเกือบเท่าเมล็ด มีหางข้าว มีแหล่งอาศัยอยู่ในลำคลอง และริมทางเดินมีน้ำขัง ไม่พบการติดเมล็ดเนื่องจากดอกเป็นหมัน ซึ่งเมื่อศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม พบว่ามีโครโมโซม จำนวน 3 ชุด หรือที่เรียกว่าทรินพลอยด์ (triploid, $2n=3x$) และมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

กับข้าวป่า *O. longistaminata*, *O. rufipogon* และ *O. officinalis* (Makabe et al., 2022) จากการสำรวจพบจำนวน 2 พิกัด โดยจังหวัดที่พบ คือ นนทบุรี

อย่างไรก็ตาม ผลการสำรวจในครั้งนี้ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย ทางคณะผู้วิจัยจึงดำเนินการสำรวจแหล่งพันธุกรรมข้าวป่าอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มเติมข้อมูลพิกัดให้เป็นปัจจุบัน และควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งพันธุกรรมทุกๆ 5 ปี โดยบันทึกข้อมูล เช่น สภาพพื้นที่ จำนวนประชากรข้าวป่า ลักษณะของข้าวป่า เป็นต้น โดยในอนาคตได้วางแผนการสำรวจในพื้นที่อุทยานแห่งชาติในประเทศไทย เนื่องจากไม่มีการรุกรานของมนุษย์ และมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของข้าวป่า เช่น เป็นป่าโปร่ง มีน้ำตก มีธารน้ำไหล เป็นต้น มีโอกาสพบข้าวป่า *O. officinalis*, *O. ridleyi* และ *O. granulata* ตัวอย่างเช่น ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกสามหลั่น จังหวัดสระบุรี ซึ่งพบข้าวป่า *O. officinalis* และ *O. ridleyi*

Table 1. Genetic resources of wild rice in Thailand

Wild rice	Coordinates	Locations
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 0' 57.19" E 100° 43' 38.36"	Pathumthani Rice Research Center, Rangsit, Thanyaburi, Pathum Thani
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 0' 42.80" E 101° 13' 4.54"	Prachinburi Rice Research Center, Ban Sang, Ban Sang, Prachin Buri
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 4' 27.66" E 101° 18' 54.4674"	Ban Pak Phli Train Station, Pak Phli, Pak Phli, Nakhon Nayok
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 4' 6.2106" E 101° 25' 24.1536"	Prachantakham Road, Na Mueang, Mueang, Prachin Buri
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 5' 2.9004" E 101° 19' 21.0318"	Wat Tha Ruea, Mai Khet, Mueang, Prachin Buri
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 4' 27.735" E 101° 18' 54.054"	Ban Pak Phli Train Station, Pak Phli, Pak Phli, Nakhon Nayok
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 4' 59.8362" E 101° 18' 44.4126"	Pak Phli, Pak Phli, Nakhon Nayok
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 3' 40.4562" E 101° 15' 47.142"	Ban Khlong song, Ban Sang, Ban Sang, Prachin Buri
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 4' 58" E 101° 18' 45"	Farmer's field, Pak Phli, Pak Phli, Nakhon Nayok
<i>O. rufipogon</i>	N 14° 5' 3" E 101° 19' 21"	Farmer's field, Mueang, Prachin Buri
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 5' 39.5772" E 99° 55' 24.3048"	Canal, Moo.3 Ban Hat, Ban Lat, Phetchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 5' 26.6388" E 99° 55' 42.9528"	Farmer's field, Moo.3 Ban Hat, Ban Lat, Phetchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 35' 58" E 99° 32' 47"	Swamp, Rang Bua, Chom Bueng, Ratchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 5' 33.1296" E 99° 55' 26.3922"	Moo.3 Ban Hat, Ban Lat, Phetchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 5' 33.759" E 99° 55' 38.7876"	Moo.3 Ban Hat, Ban Lat, Phetchaburi

Wild rice	Coordinates	Locations
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 5' 34.5438" E 99° 54' 50.292"	Moo.3 Ban Na Lom, Ban Hat, Ban Lat, Phetchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 6' 34.779" E 99° 53' 21.7134"	Ban Muang Ham, Lat Pho, Ban Lat, Phetchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 35' 58.092" E 99° 32' 47.9796"	Rang Bua, Chom Bueng, Ratchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 13° 37' 51.1644" E 99° 30' 34.6212"	Ban Chat Yai, Rang Bua, Chom Bueng, Ratchaburi
<i>O. rufipogon</i>	N 18° 00' 10.5" E 104° 01' 01.9"	Bueng Khong Long, Ban Tong, Seka, Bueng Kan
<i>O. rufipogon</i>	N 18° 01' 01.5" E 104° 00' 30.1"	Bueng Khong Long, Ban Tong, Seka, Bueng Kan
<i>O. rufipogon</i>	N 17° 15' 36.6" E 104° 09' 33.8"	Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Chiang Khrua, Mueang, Sakon Nakhon
<i>O. rufipogon</i>	N 17° 07' 49.7" E 104° 15' 25.5"	Bueng Nong Han, Muang Lai, Mueang, Sakon Nakhon
<i>O. rufipogon</i>	N 17° 07' 49.0" E 104° 15' 18.2"	Bueng Nong Han, Muang Lai, Mueang, Sakon Nakhon
<i>O. rufipogon</i>	N 17° 14' 35.3" E 104° 05' 25.4"	Ban Nong Kung, Hang Hong, Mueang, Sakon Nakhon
<i>O. rufipogon</i>	N 17° 21' 42.4" E 103° 47' 23.8"	Ban Chang Ming, Chang Ming, Phanna Nikhom, Sakon Nakhon
<i>O. rufipogon</i>	N 18° 18' 21.4" E 103° 39' 34.6"	Bueng Kut Thing, Ban Non Sombun, Non Sombun, Mueang, Bueng Kan
<i>O. rufipogon</i>	N 17° 00' 10.5" E 104° 02' 01.9"	Watershed Songkhram, Tha Bo Songkhram, Si Songkhram, Nakhon Phanom
<i>O. rufipogon</i>	N 7° 50' 41.3628" E 100° 6' 43.506"	Ban Hau Pha Kheaw, Thale Noi, Khuan Khanun, Phatthalung
<i>O. rufipogon</i>	N 7° 45' 40" E 100° 7' 58"	Phanang Tung, Khuan Khanun, Phatthalung
<i>O. rufipogon</i>	N 7° 50' 17" E 100° 15' 3"	Takhria, Ranot, Songkhla
<i>O. rufipogon</i>	N 7° 50' 21" E 100° 14' 24"	Ban Khao, Ranot, Songkhla
<i>O. nivara</i>	N 19° 0' 29.0664" E 98° 52' 52.0494"	Moo. 4 Ban Kad How, Saluang, Mae Rim, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 36' 54.558" E 98° 53' 3.7242"	Moo. 11 Ban Sa La, Yuwa, San Pa Tong, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 42' 19.1946" E 98° 57' 56.43"	Moo. 2 Ban Ton Ngew, San Phak Wan,

Wild rice	Coordinates	Locations
		Hang Dong, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 41' 46.2696" E 98° 57' 48.6864"	Moo. 9 Ban Duea, Ban Waen, Hang Dong, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 45' 28.062" E 99° 10' 24.0054"	Moo. 7 Ban Pa Ting, Huai Sai, San Kamphaeng, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 37' 27.3144" E 99° 16' 49.8216"	Ban Mae Tha, Mae Tha, Mae On, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 41' 31.2" E 98° 57' 38.9268"	Moo. 9 Ban Duea, Ban Waen, Hang Dong, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 43' 27.4902" E 98° 58' 2.0856"	Moo. 3 Ban Thao Pha Yu, San Phak Wan, Hang Dong, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 35' 51.5286" E 98° 53' 50.2074"	Moo. 5 Ban Makhm Luang, Makhm Luang, San Pa Tong, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 46' 17.3598" E 99° 10' 8.832"	Moo. 6 Ban Doi Sew, Huai Sai, San Kamphaeng, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 53' 41.9028" E 99° 8' 10.3878"	Soi San Sai 9, Ban Luang Nuea, Luang Nuea, Doi Saket, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 53' 41.442" E 99° 8' 14.319"	Moo. 6 Ban Luang Nuea, Luang Nuea, Doi Saket, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 18° 48' 23.4246" E 99° 10' 21.8346"	Moo. 2 Ban Nong Sae, Huai Sai, San Kamphaeng, Chiang Mai
<i>O. nivara</i>	N 19° 0' 46.0686" E 98° 52' 34.8306"	Moo. 2 Ban Saluang Nai, Saluang, Mae Rim, Chiang Mai
<i>O. officinalis</i>	N 13° 42' 31.84" E 100° 26' 58.85"	Little canal in orchard, Muban Phatthana, Moo. 7 Bang Wa, Phasi Charoen, Bangkok
<i>O. officinalis</i>	N 14° 40' 29.46" E 100° 53' 20.47"	Pukae Botanical Garden, Chaloem Phra Kiat, Saraburi
<i>O. officinalis</i>	N 14° 26' 17.8" E 100° 57' 58.6"	Ang Pla Lai, Namtok Samlan National Park, Saraburi
<i>O. ridleyi</i>	N 13° 42' 31.84" E 100° 26' 58.85"	Little canal in orchard, Muban Phatthana, Moo. 7 Bang Wa, Phasi Charoen, Bangkok
<i>O. ridleyi</i>	N 14° 26' 6.84" E 100° 57' 43.59"	Namtok Samlan, Namtok Samlan National Park, Saraburi
<i>O. granulata</i>	N 17° 11' 31.5" E 103° 56' 15.2"	Phu Phan Mountains, Phra That Phu Pek, Na Hua Bo, Phanna Nikhom, Sakon Nakhon

Wild rice	Coordinates	Locations
Triploid wild rice	N 13° 48' 32.10" E 100° 28' 27.10"	Wat Tanod, Wat Chalo, Bang Kruai Nonthaburi
Triploid wild rice	N 13° 48' 25.3044 E 100° 28' 30.2736"	Wayside, Wat Chalo, Bang Kruai, Nonthaburi

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวป่า

2.1 เวลาบานของดอก

สามารถจำแนกช่วงเวลาเริ่มบานของดอกได้เป็น 4 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เวลา 05.30-6.30 น. จำนวน 5 ชนิด คือ *O. minuta*, *O. latifolia*, *O. officinalis* และ *O. ridleyi* ช่วงที่ 2 เวลา 07.00-8.30 น. จำนวน 3 ชนิด คือ *O. brachyantha* และ *O. granulata* ช่วงที่ 3 เวลา 09.00-11.00 น. จำนวน 6 ชนิด คือ *O. rufipogon*, *O. meridionalis*, *O. glumaepatula*, *O. barthii*, *O. nivara* และ *O. punctata* และช่วงที่ 4 เวลา 14.30-15.00 น. จำนวน 1 ชนิด คือ *O. australiensis*

จากการทดลองพบว่า ข้าวที่มีการบานของดอกในตอนเช้า (05.30-06.30 น.) จะช่วยให้ดอกข้าวไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูง เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศยังไม่อยู่ในช่วงวิกฤต (35 องศาเซลเซียส) (Satake and Yoshida, 1978) โดยการงอกของท่อนำละอองเกสรจะเกิดขึ้นหลังจากการถ่ายละอองเกสร แล้วประมาณ 15-25 นาที และจะเกิดการปฏิสนธิภายในเวลา 40-50 นาที หลังจากการถ่ายละอองเกสร (Fujita *et al.*, 2010) ซึ่งลักษณะการบานเช้าของดอกสามารถถ่ายทอดจากข้าวป่าไปยังข้าวปลูกได้ สอดคล้องกับรายงานของ Ishimaru *et al.* (2010) ได้ทำการถ่ายทอดลักษณะบานเช้าของข้าวป่า *O. officinalis* ไปยังข้าวปลูก *O. sativa* พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ได้มีเวลาเริ่มบานของดอกเวลา 07.00 น. ขณะที่ข้าวป่า *O. officinalis* และข้าวปลูก มีเวลาเริ่มบานของดอกเวลา 06.00 น. และ 09.00 น. ตามลำดับ

2.2 ความยาวของอับละอองเกสร และจำนวนละอองเกสร

ความยาวของอับละอองเกสรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.8-4.1 มิลลิเมตร พบว่า *O. rufipogon* และ *O. australiensis* มีความยาวของอับละอองเกสรมากที่สุด ขณะที่จำนวนละอองเกสรมีค่าอยู่ระหว่าง 88.6-512.8 ละอองเกสรต่อตารางมิลลิเมตร และพบว่า *O. australiensis* มีจำนวนละอองเกสรมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบความยาวของอับละอองเกสรและจำนวนละอองเกสร ระหว่าง ข้าวป่า *O. rufipogon* กับข้าวปลูก *O. sativa* พบว่า ข้าวป่ามีความยาวของอับละอองเกสรมากกว่าถึง 1.9 มิลลิเมตร และยังมีจำนวนละอองเกสรที่มากมีค่าเท่ากับ 425.5 ละอองเกสรต่อตารางมิลลิเมตร ขณะที่ข้าวปลูกมีจำนวนของละอองเกสรเท่ากับ 150.5 ละอองเกสรต่อตารางมิลลิเมตร

2.3 ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากการศึกษาพบว่าความมีชีวิตของละอองเกสรมีค่าอยู่ระหว่าง 0-96 เปอร์เซ็นต์ ข้าวป่าบางชนิด ได้แก่ *O. minuta* และ *O. granulata* มีความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดน้อยมาก ส่วนชนิด *O. australiensis* เมื่อย้อมดูความมีชีวิตของละอองเกสร พบว่า บางดอกมีความมีชีวิตสูง และบางดอกมีความชีวิตต่ำ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำ มีค่าเท่ากับ 36.8 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ข้าวปลูก *O. sativa* มีความมีชีวิตของละอองเกสรสูง มีค่าเท่ากับ 96.8 เปอร์เซ็นต์

2.4 การวิเคราะห์รีเกรสชันและสหสัมพันธ์

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความยาวของอับละอองเกสรกับจำนวนละอองเกสร พบว่ามีสหสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ($r = 0.88^{**}$) แสดงว่า ความยาวของอับละอองเกสรมีความสัมพันธ์กับจำนวนละอองเกสรของข้าว โดยข้าวที่มีอับละอองเกสรยาวก็จะมีจำนวนละอองเกสรมากตามไปด้วย การที่มีจำนวนละอองเกสรมาก ช่วยลดจำนวนละอองเกสรที่เป็นหมันจากสภาพอุณหภูมิสูง ในระยะออกดอกได้ (Matsui et al., 2002) อีกทั้งลักษณะอับละอองเกสรยาว สามารถถ่ายทอดลักษณะจากข้าวป่าไปยังข้าวปลูก (ศรีณย์ และคณะ, 2555) หลังจากนั้นนำข้อมูลจำนวนละอองเกสร ความยาวของอับละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสร มาวิเคราะห์รีเกรสชัน พบว่า ความยาวของอับละอองเกสรมีความสัมพันธ์กับจำนวนละอองเกสรของข้าว ขณะที่ความมีชีวิตของละอองเกสรไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนละอองเกสร จึงได้สมการที่จะนำไปทำนายจำนวนละอองเกสรของข้าว เมื่อทราบความยาวของอับละอองเกสร คือ $y = 152.86x - 189.15$

สรุป

1. การสำรวจแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าในพื้นที่ 14 จังหวัด ของประเทศไทย ได้ข้อมูลพิกัดทั้งหมดจำนวน 54 พิกัด สามารถจำแนกข้าวป่าได้ 6 ชนิด คือ *O. rufipogon*, *O. nivara*, *O. ridleyi*, *O. officinalis*, *O. granulata* และ Triploid wild rice โดยข้าวป่ามีแหล่งอาศัยอยู่ในลำคลอง ริมถนน พื้นที่โล่งแจ้งมีน้ำขังป่าโปร่ง บริเวณน้ำตก แปลงนา และร่องสวนผลไม้
2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวป่าที่อาจนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว คือ การบานของดอกในตอนเช้า และอับละอองเกสรยาว เนื่องจากเป็นลักษณะที่ช่วยลดผลกระทบจากสภาพอุณหภูมิสูงได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ปีงบประมาณ 2563-2565

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา กล้าแข็ง, สุนิยม ตาปราบ, กนกพร บุญศิริชัย, รังสิต เส็งหะพันธุ์, สมคิด วรบาท, เกริก เกษโกศล, กัญญา เชื้อพันธุ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, และนิวัติ เจริญศิลป์. (2551). Allohexaploid, PTT03084. หน้า 151-161. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ ปี 2550 กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก วันที่ 24-25 มีนาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี.
- พิรพล ม่วงงาม, สมทรง โชติชื่น, สิทธิรักษ์ รอยตระกูล, จิตรา สุวรรณ, สุกพัฒนา นราวพัฒนา, เกษม สุนทรอาจารย์, ชนนิกันต์ ราชวัตร, จันทิมา จเรสิทธิกุลชัย, นฤมล เผื่อนกรบ, สุธาทิพย์ กิตติเสนาชัย และยอดยิ่ง ยิ่งชูตระกูล. (2563). การศึกษาศักยภาพของเปปไทด์จากข้าวป่าในการยับยั้งการเจริญของสายพันธุ์เซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ เต้านม และตับในหลอดทดลอง. *วารสารวิชาการข้าว*, 11(2), 85-93.
- สงกรานต์ จิตรารกร ฉวีวรรณ วุฒินาโน และผกาวรรณ ภูสุวรรณ. (2538). การแพร่กระจายและความผันแปรของข้าวป่าในประเทศไทย. *วารสารวิชาการเกษตร*, 13(2), 125-135.
- ศรัณย์ ขำโท, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และศันสนีย์ จำจด. (2555). การประเมินประชากรลูกผสมชั่วที่ 5 ระหว่างข้าวปลูก (*Oryza sativa* L.) และข้าวป่าสามัญ (*Oryza rufipogon* Griff.) ในลักษณะดอกที่เอื้อต่อการผสมข้าม, หน้า 117-120. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.). จัดเมืองไหน
- Fujita, M., Horiuchi, Y., Ueda, Y., Mizuta, Y., Kubo, T., Yano, K., Yamaki, S., Tsuda, K., Nagata, T., Niihama, M., Kato, H., Kikuchi, S., Hamada, K., Mochizuki, T., Ishimizu, T., Iwai, H., Tsutsumi, N. and Kurata, N. (2010). Rice Expression Atlas in Reproductive Development. *Plant Cell Physiol*, 51(12), 2060-2081.
- Ishimaru, T., Hirabayashi, H., Ida, M., Takai, T., San-Oh, Y.A., Yoshinaga, S., Ando, I., Ogawa, T. and Kondo, M. (2010). A genetic resource for early-morning flowering trait of wild rice *Oryza officinalis* to mitigate high temperature-induced spikelet sterility at anthesis. *Ann. Bot-London*, 106, 515-520.
- Makabe, S., Htut, H.A., Takahashi, H., Shida, S., Akimoto, M., Urairong, H., Ishikawa, R., Sato, T., Sato, Y.I. and Nakamura, I. (2022). Triploid wild rice (BKK) strain found in Bangkok originated from hybridizations among three parental *Oryza* species. *Am. J. Plant Sci*, 13, 36-49.
- Matsui, T. and Omasa, K. (2002). Rice (*Oryza sativa* L.) cultivars tolerant to high temperature at flowering: anther characteristics. *Ann. Bot-London*, 99, 693-697.
- Satake, T. and Yoshida, S. (1978). High temperature induced sterility in indica rice at flowering. *J. Crop Science*, 47, 6-17.

ปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกฤษณา
Total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity
of *Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte extracts

ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด^{1*}, ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ², ศศิกานต์ คู่วัฒนา¹,
ภัทราพร ผูกคล้าย¹

¹กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address:tchuesaard@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และองค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดกฤษณา โดยนำไปอ่อนกฤษณาและกิ่งกฤษณามาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทนและเอทานอล นำสารสกัดเอทานอลมาศึกษาปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assay วิธี Aluminium chloride colorimetric assay และวิธี DPPH radical scavenging assay ตามลำดับ พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดใบกฤษณา มีค่าสูงกว่าสารสกัดกิ่งกฤษณา โดยสารสกัดใบกฤษณาและสารสกัดกิ่งกฤษณา มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 22.727 และ 1.355 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมกฤษณา ตามลำดับ ปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดใบกฤษณาและสารสกัดกิ่งกฤษณา เท่ากับ 9.956 และ 0.029 มิลลิกรัมสมมูลเคอเวอซิตินต่อกรัมกฤษณา ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดใบกฤษณา มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าสารสกัดกิ่งกฤษณา ในการวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเทคนิค HPLC พบว่า ใบกฤษณา มี mangiferin เป็นสารประกอบหลัก แต่ไม่พบ mangiferin ในกิ่งกฤษณา

คำสำคัญ: กฤษณา สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The aim of this research was to determine the total phenolic and flavonoid contents, (antioxidant activity, and chemical compositions of agarwood extracts. Young leaves and twigs of agarwood were extracted by hexane, dichloromethane and ethanol solvents. The ethanolic extracts were determined for their total phenolic and flavonoid contents, and antioxidant activity using the Folin-Ciocalteu colorimetric assay, aluminium chloride colorimetric assay, and DPPH radical scavenging assay, respectively. The results showed that the total phenolic and flavonoid contents of agarwood leaf extract were higher than those of agarwood twig extract. The total phenolic contents of agarwood leaf extract and agarwood twig extract were 22.727 and 1.355 mg equivalent gallic acid per g of agarwood, respectively. The flavonoid contents of agarwood leaf extract and agarwood twig extract were 9.956 and 0.029 mg equivalent quercetin per g of agarwood, respectively. Moreover, agarwood leaf extract had a higher efficiency in scavenge DPPH free radical than agarwood twig extract. Analysis of agarwood extracts by HPLC revealed that the agarwood leaves contained mangiferin as the major compound; however, no mangiferin was found in the agarwood twigs.

Keywords: *Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte, Phenolic compounds, Flavonoids,

การศึกษาประสิทธิภาพแชมพูจากสารสกัดของพืชสมุนไพรใน การกำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิด รังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ

A study to the efficacy of shampoo from herbal extracts for eliminating dandruff-causing fungi and ringworm on the scalp

ธนภุต คุณยศยิ่ง¹, ณิชภัทร อัญญาธรรม¹, ภาคิน คุณยศยิ่ง¹ และ วิวรรธน์ สุทะณะ¹

¹โรงเรียนวาริชเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่ 50000

*Corresponding author. E-mail address: phu.tanakit02@gmail.com, Ingoon.ch@gmail.com,
pakin04144@varee.ac.th, preechasutana@varee.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันยังไม่ค้นพบวิธีการรักษาโรครังแคและกลากเกลื้อนให้หายขาด เมื่อเป็นโรครังแคจำเป็นต้องใช้ยา
รักษาที่มีสารเคมีซึ่งเป็นภัยต่อหนังศีรษะ เพื่อยับยั้งปัญหาจำเป็นต้องพึ่งสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งอย่างสารแทน
นิน ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยสกัดสารจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม
เพราะผู้คนรับประทานมังคุดเหลือเพียงเปลือก ใบหูกวางที่มีมากถูกกำจัดโดยการเผา และมะขามป้อมที่ตกพื้น
จะถูกปล่อยทิ้ง ทำให้ดินมีความเป็นกรด ผลการทดลองจากการเพาะเลี้ยงเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลาก
เกลื้อนบนหนังศีรษะโดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ความเข้มข้นได้แก่ 10 g/L, 15 g/L และ 20 g/L แต่ละชุดการ
ทดลองประกอบด้วยน้ำส้มสายชู เป็นสารควบคุมและสารสกัดแทนนิน หลังเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 วันพบว่าสารสกัด
แทนนินที่ได้จากพืช 3 ชนิด มีเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่ยับยั้งของเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม
20 g/L เท่ากับ 1.7250 cm, 1.7669 cm และ 2.3500 cm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชู พบว่า
มีประสิทธิภาพการยับยั้งใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: แชมพู ใบหูกวาง เปลือกมังคุด มะขามป้อม สารสกัดแทนนิน

Abstract

From the problem of dandruff and ringworm on the scalp, there is still a problem where the best solution to cure it cannot be found. It is assumed that using non-chemical products to get rid of dandruff and chloasma won't get rid of them at all. Products with mixed chemicals will affect the scalp because the residual chemicals and the right ratio will cause irritation. Go through the problem to see how effective tannin extraction is at eliminating the fungus that causes dandruff and ringworm on the scalp. The research has found that mangosteen peel, tropical almond leaves, and Indian gooseberry contain tannins that can inhibit bacteria and fungi. It is also a natural herb that can help solve dandruff and skin problems. residual head. Components of shampoo to the extract produced. In the fight against dandruff and ringworm Mix the shampoo with the tannins. Contains tannins extracted from mangosteen peel, tropical almond leaves, and Indian gooseberry for 3 days. Tannin extracts from mangosteen peel, tropical almond leaves, and Indian gooseberry have been shown to help eliminate dandruff-causing fungi and skin sediment.

Keywords: Indian gooseberry, Mangosteen peel, Shampoo, Tropical almond leaves, Tannin extract

บทนำ

ในปัจจุบัน ปัญหาหนังศีรษะหรือกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะยังคงเป็นปัญหาที่หาทางแก้ไขอย่างเด็ดขาดไม่ได้เพราะหากไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ในการกำจัดที่มากด้วยสารเคมีแล้วจะไม่สามารถกำจัดหนังศีรษะหรือกลากเกลื้อนได้หมด แต่หากใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารเคมีเป็นส่วนประกอบผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จะได้รับผลกระทบต่อหนังศีรษะ อาทิการใช้สารเคมีจากเครื่องสำอางที่นิยมใช้ในการกำจัดรังแคอย่าง ซิงค์ ไพริไทโอน (zinc pyrithione), ไพรอกโทน โอลามีน (piroctone olamine) และคลิมบาโซล (climbazole) เพราะสามารถลดอัตราการหลุดลอกของหนังศีรษะได้ ทำให้สารเคมีอาจมีการตกค้างบนหนังศีรษะและเป็นความอันตรายต่อผู้ใช้งาน หากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับหนังศีรษะ อาทิ หนังศีรษะที่ลอก อาการแพ้ การอักเสบ ฯลฯ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาให้กับผู้ใช้งานต่อไปในอนาคต

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า มังคุด (*Garcenia mangostana L.*), ใบหูกวาง (*Terminalia catappa L.*) และมะขามป้อม (*Phyllanthus emblica L.*) มีสรรพคุณทางยาในการรักษาและสมุนไพรรักษาทั้งสามชนิดนี้มีสารประเภทแทนนิน (Tannin) ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรีย (อรุณญา และคณะ, 2549; ชลธิชา นิवासประภคฤติ และคณะ, 2556; ธิดารัตน์ จันทร์ดอน, 2559)

จากการศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากพืชในการยับยั้งเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ ทางคณะผู้วิจัยพบว่ามีการวิจัยการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ก่อโรคกลากด้วยสมุนไพรไทย (รัตนา ลินธวัช และคณะ, 2535) และงานวิจัยการสกัดสารและการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (อุดมลักษณ์ สุขอัครตะ, 2549) ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกันโครงการงานของทางคณะผู้จัดทำและสามารถนำความรู้จากงานวิจัยข้างต้นไปพัฒนาโครงการงานต่อ เพื่อให้ผลการทดลองที่มีความแน่นอนและได้นำส่วนที่ดีของการทดลองจากวิจัยมาปรับใช้ในโครงการงานของทางคณะผู้จัดทำเพื่อลดข้อผิดพลาดที่จะส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง

ปัญหาที่คณะผู้จัดทำพบอีกปัจจัยหนึ่งคือ มนุษย์ใช้ทรัพยากรไม่คุ้มค่า อาทิผู้คนนิยมรับประทานมังคุดเพียงผลดิบและทิ้งเปลือกผล ใบหูกวางหากมีในปริมาณที่มากเกินไปในขณะที่ยังมีใบหูกวางจะร่วงพร้อมกันทั้งต้น(อรัญญา และคณะ, 2549) อาจส่งกลิ่นเหม็นและการเกิดเชื้อราหากอากาศชื้นเมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลาเวลานาน และมะขามป้อมผู้คนส่วนมากมักหยิบจากต้นโดยตรงและไม่ให้ความสนใจกับผลที่อยู่บนพื้นดินก่อให้เกิดดินมีค่าความเป็นกรดเกินกว่าต้นมังคุดจะเจริญเติบโตได้ ทำให้ต้นไม่รอบข้างตายลง

คณะผู้จัดทำเล็งเห็นปัญหาดังกล่าวจึงมีความสนใจที่ศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมในการกำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและการนำเอาพืชที่ถูกมองข้ามมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดสิ่งของเน่าเสียซึ่งเป็นบ่อเกิดของเชื้อราบางชนิดที่อาจจะก่อให้เกิดโรคที่ส่งผลกระทบต่อของมนุษย์ในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การทดลองที่ 1 การเพาะเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ

1. เตรียม Nutrient agar จำนวน 9 ชุด ชุดละ 3 plate เพื่อทำการเพาะเชื้อรา โดยนำ Nutrient agar ไปลนไฟเพื่อฆ่าเชื้อก่อนเริ่มทำการเชื้อจากหนังศีรษะ
2. นำ Forceps หรือสำลีสแตนเลส เชื้อจากหนังศีรษะเข้ามาใส่ใน Nutrient agar จนครบ 9 plate และนำไปลนไฟหลังปิดฝาแล้วอีกรอบหนึ่ง
3. เก็บ Nutrient agar ทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) และรอเชื้อราเจริญเติบโต

2. การทดลองที่ 2 การสกัดสารแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม เพื่อดูประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา

2.1 การสกัดสารแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันเพื่อวัดประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา

1. นำเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมมาล้างให้สะอาด แล้วหั่นสมุนไพรทั้งหมดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100, 37 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง
2. นำเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมที่อบเสร็จแล้ว มาบดให้เป็นชิ้นที่เล็กกว่าเดิมเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวเพื่อสกัดสารแทนนิน
3. ชั่งมวลใบหูกวางบนเครื่องชั่งโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ 10 g, 15 g และ 20 g แล้วนำลงไปต้มกับน้ำกลั่น 100 ml ด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยใช้ระยะเวลา 30 นาที
4. นำสารละลายแทนนินที่ได้มากรองและแบ่งเก็บใส่ขวดสีชาขนาด 60 cc ที่มีความเข้มข้น 10 g/L, 15 g/L และ 20 g/L ตามลำดับ

2.2 การทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา

1. แบ่งพื้นที่ Nutrient agar เป็น 4 ส่วน พร้อมระบุหมายเลขและสารละลาย
2. นำ Vinegar มาเจือจางเป็นยา Third generation
3. จุ่ม Whatman no.1 paper ในสารละลาย Vinegar ที่เจือจางแล้วและสารสกัดแทนนินจากทั้ง 3 สมุนไพร 3 ความเข้มข้น
4. นำ Whatman no.1 paper และสารสกัดแทนนินทั้ง 3 สมุนไพร 3 ความเข้มข้น วางบนเชื้อตามแต่ละหมายเลขโดยหมายเลข 1 เป็น สารthird-generation, หมายเลข 2 เป็นสารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด, หมายเลข 3 เป็นสารสกัดแทนนินจากมะขามป้อมและหมายเลข 4 เป็นสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง โดย 1 plate มี 1 ความเข้มข้น 4 สาร
5. ทำ Plate ความเข้มข้น 3 plate ได้แก่ 10 g, 15 g, และ 20 g ซ้ำจำนวน 3 รอบ
6. สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางที่สารละลาย Vinegar และสารสกัดแทนนินทั้งสามความเข้มข้นได้ยับยั้งเชื้อ

3. การทดลองช่วงที่ 3 การจัดทำแชมพูจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม

1. นำ Organic castile-style vegetable soap, Distilled water และ Sweet almond oil มาผสมกัน
2. นำ Coconut oil และ Shea butter มาละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และผสมกันแล้วเขย่าให้เข้ากันและใส่ Essential oil ให้ผสมกันกับ 2 อย่างแรกและเขย่าให้เข้ากัน
3. นำข้อที่ 1 และข้อที่ 2 มาผสมกันแล้วใส่สารสกัดแทนนินที่มีความเข้มข้น 20 g/L จากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมลงไป

4. การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนหนังศีรษะของแชมพูจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม

1. เตรียม Nutrient agar สำหรับการทดสอบ
2. นำ Forceps หรือก้านสำลีมาเช็ดเชื้อจากหนังศีรษะ และทาลงบน Nutrient agar ให้ทั่วแล้วรอ 72 ชั่วโมง (3 วัน) เพื่อให้เชื้อโตแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง
3. นำเชื้อที่โตแล้วมา Streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ
4. นำ Whatman no.1 paper จุ่มแชมพูสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด แล้วนำไปใส่ลงบน Nutrient agar พร้อมลนไฟหลังปิดฝา
5. นำ Whatman no.1 paper จุ่ม Vinegar ที่เจือจางแล้วนำไปวางบน Nutrient agar
6. สังเกตพื้นที่ยับยั้งที่เกิดขึ้นของสารสกัดเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม เทียบกับพื้นที่ยับยั้งที่เกิดจาก Vinegar ที่เจือจางแล้ว

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการทดลองที่ 1 การเพาะเลี้ยงเชื้อจากหนังศีรษะ

หลังจากเพาะเชื้อโดยการเช็ดเชื้อจากหนังศีรษะพบเชื้ออยู่ 2 แบบ ได้แก่เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา โดยช่วง 2-3 วันแรกเชื้อแบคทีเรียจะมีพื้นที่มากกว่าเชื้อรา แต่พอผ่านไป 4-5 วันพบว่าเชื้อราจะมีพื้นที่มากกว่าแบคทีเรีย และแบคทีเรียจะหายไปเหลือแค่เพียงเชื้อราที่เจริญเติบโตแบบเกาะกลุ่มขึ้นอยู่ตามบริเวณรอบๆ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ หากเทียบเป็นอัตราส่วนจะได้ดัง (Table 1)

Table 1. shows the ratio of bacteria to fungi per day.

Days (after inoculation)	The ratio of bacteria to fungi (cm.)
1	1:0
2	1:0
3	2:0
4	2:1
5	1:3

จากการทดลองที่ 1 เมื่อทำการเพาะเชื้อใน Nutrain agar จำนวน 9 plate พบว่าทั้ง 9 plate ในช่วง 2-3 วันแรก แบคทีเรียมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าเรา 2 เท่า และเมื่อผ่านไป 5-7 วัน เชื้อแบคทีเรียจะค่อยๆ ตายลง และเชื้อราจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากอัตราส่วน 2:1 ของเชื้อแบคทีเรียต่อเชื้อราเป็นอัตราส่วน 1:3 จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถคาดการณ์ได้ว่าระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ของเชื้อราอยู่ที่ประมาณ 6 วัน และคาดว่าเมื่อใช้เวลานานขึ้น คาดว่าเชื้อราจะมีการกินพื้นที่ทั้งจานและแบคทีเรียจะสลายไป

2. ผลการทดลองที่ 2 การสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม เพื่อดูประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา

หลังจากสกัดสารสกัดหยาบแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม และนำมาทดสอบการยับยั้งเชื้อราบน Nutrient agar โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่การยับยั้งได้ผลดัง (Table 2)

Table 2.1 Shows the diameter of the 10% tannin extract inhibition area.

10% tannin concentration	The average width of diameter (cm.)
Mangosteen peel	1.1667
Tropical almond leaves	1.2667
gooseberry	1.1000
Vinegar (Control)	1.1686

Table 2.2 Shows the diameter of the 15% tannin extract inhibition area.

15% tannin concentration	The average width of diameter (cm.)
Mangosteen peel	1.6840
Tropical almond leaves	1.4000
gooseberry	1.1666
Vinegar (Control)	1.2000

Table 2.3 Shows the diameter of the 20% tannin extract inhibition area.

20% tannin concentration	The average width of diameter (cm.)
Mangosteen peel	1.7250
Tropical almond leaves	2.3500
gooseberry	1.7669
Vinegar (Control)	2.2000

จาก Table 2 พบว่าสารสกัดแทนนินที่ความเข้มข้น 20 g/L สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนได้มากที่สุด และเมื่อเทียบกับ Vinegar 500 μg /L พบว่าสารสกัดแทนนินที่ความเข้มข้นที่ 20 g/L มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ Vinegar 500 μg /L

จากการทดลองที่ 2 เมื่อทำสารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมที่ความเข้มข้น 10 g/L, 15 g/L และ 20 g/L พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนได้ โดยความเข้มข้น 20 g/L สามารถยับยั้งเชื้อได้มากที่สุด เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่การยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมเท่ากับ 1.7250 cm, 2.3500 cm และ 1.7669 cm ตามลำดับ ซึ่งมีความมากที่สุด และจากผลการทดลองดังกล่าวสามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินเพิ่มขึ้น ฤทธิ์การยับยั้งเชื้ออาจจะมากขึ้น และเมื่อเทียบกับงานวิจัยการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ก่อโรคลากด้วยสมุนไพรไทย (รัตนา สิ้นธุภาค และคณะ, 2535) พบว่ามังคุดมีความเป็นกรดที่ 4.3 ทำให้สามารถยับยั้งเชื้อราได้โดยการใช้กรดทำลายผนังเซลล์ของเชื้อรา เมื่อเชื้อราไม่มีผนังเซลล์ทำให้ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ซึ่งแตกต่างจากผลทางกลุ่มผู้จัดทำเนื่องจากทางผู้จัดทำไม่ได้ใช้กรดในการยับยั้งแต่ใช้สารแทนนินในการยับยั้ง แต่วิธีการยับยั้งนั้นใกล้เคียงกัน

3. ผลการทดลองที่ 3 การจัดทำแชมพูจากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม

นำสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้นที่ 20 g/L มาทำแชมพูเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมีการเปลี่ยนอัตราส่วนเพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของแชมพูต่อสารสกัด ดัง (Table 3)

Table 3. Shows the characteristics of shampoos in different ratios.

Ratio	The average width of diameter (cm.)
3:2	Separate extracts cannot be combined
2:1	The extracts are stratified but are compatible.
1:2	The extracts cannot be combined.

จาก Table3 พบว่าอัตราส่วนของแชมพูต่อสารสกัดที่ดีที่สุดคือ 2:1 ทำให้แชมพูไม่เกิดการแข็งตัวและส่วนผสมของแชมพูกับสารสกัดสามารถเข้ากันได้

จากการทดลองที่ 3 เมื่อทำการสกัดสารที่ได้จากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมมาทำเป็นแชมพู ด้วยอัตราส่วนแชมพูต่อสารสกัดเป็น 3:2, 2:1 และ 1:2 พบว่าอัตราส่วนแชมพูต่อสารสกัดที่ดีที่สุดคือ 2:1 เนื่องจากอัตราส่วน 2:1 สารแทนนินและวัตถุดิบในการทำแชมพูสามารถผสมเข้ากันได้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ได้จริงหลังการเขย่าให้เข้ากัน

4. ผลการทดลองที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนหนังศีรษะของแชมพูจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม

เมื่อเชื้อราโตบน Nutrient agar แล้วพบว่าบริเวณรอบแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อม เกิดพื้นที่ยับยั้งขึ้น ซึ่งหมายความว่าแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 20 g/L มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ ดัง(Table 4)

Table 4. Show the diameter of shampoo which concentration for 20 g/L.

Shampoo at a concentration of 20%	The average width of diameter (cm.)
Mangosteen peel	1.7250
Tropical almond leaves	1.7669
gooseberry	2.3500
Vinegar (Control)	2.2000

จาก Table 4 พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งของแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 20 g/L เมื่อเทียบกับ Vinegar 500 µg /L มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

จากผลการทดลองที่ 4 หลังจากนำแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินที่ความเข้มข้น 20 g/L มาทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าแชมพูที่มีความเข้มข้นของสารสกัด 20 g/L สามารถยับยั้งเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อน และพบว่าแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวางและมะขามป้อม เกิดพื้นที่การยับยั้งเชื้อ 1.7250 cm, 1.7669 cm, และ 2.3500 cm ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ Vinegar ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อเท่ากับ 2.2000 cm ทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับ Vinegar

สรุป

สารสกัดแทนนินจากเปลือกมังคุด ใบหูกวาง และมะขามป้อมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะได้และเมื่อนำมาทำเป็นแชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดแทนนินจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ในอัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อแชมพูที่ 2:1 พบว่าแชมพูทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 20 g/L มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อนำไปทดสอบการยับยั้งเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะพบว่าแชมพูสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การศึกษาประสิทธิภาพแชมพูจากสารสกัดของพืชสมุนไพรในการกำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ” ในครั้งนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ความกรุณาและการสนับสนุนจาก อาจารย์วิวรรณ สุทะณะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือตลอดถึงการให้ความเมตตาในการเสียสละเวลามาให้ คณะผู้วิจัยมาโดยตลอดจนทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณห้องปฏิบัติการโรงเรียนวาริชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และ สถานที่ในการทดลองให้กับคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณคณะครูและอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้คำชี้แนะและ สนับสนุนการทำโครงการในครั้งนี้ในทุกๆด้าน ขอขอบคุณผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนและไม่ปิดกั้นการเรียนรู้ใหม่ๆ และเพื่อน ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่คอยช่วยให้คำปรึกษาคอยสนับสนุนรวมถึงให้กำลังใจเสมอมาทำให้โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วง คณะผู้วิจัยหวังว่าโครงการนี้จะสามารถสร้างประโยชน์สำหรับผู้สนใจเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพแชมพูจากสารสกัดของพืชสมุนไพรในการกำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิดรังแคและกลากเกลื้อนบนหนังศีรษะ หากมีข้อผิดพลาดประการใดคณะผู้วิจัยต้องขออภัย ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

drjeffhealthcenter.com. (2561). *อาหารกรด-อาหารด่าง*.

<http://www.jb.co.th/product/hair-care/84-dandruff-cause.html>

J Trop Med Parasitol . (2561). *Dermatophytosis: from bench to bedside*.

https://www.ptat.org/uploads/pdf/journalPdf_36-2-2013-e4.pdf

UCF Health. (ไม่ได้ระบุไว้). *Seborrheic Dermatitis and the Link to Hair Loss*.

<https://ucfhealth.com/our-services/dermatology/seborrheic-dermatitis-hair-loss-treatment/>

ณรงค์ จิ่งสมานญาติ และคณะ. (2560). *ปัญหารังแคถูกตีฆ่ายีสต์ Malassezia pachydermatitis*

http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/52/09-commerce/narong/commerce_00.html

ณัฐเนศวร์ ลับเลิศลบ. (2013). *Dermatophytosis: from bench to bedside*.

https://www.ptat.org/uploads/pdf/journalPdf_36-2-2013-e4.pdf

บริษัท เจ แอนด์ บี (ราชสาส์น) จำกัด. (2555). *สาเหตุของรังแค*.

<http://www.jb.co.th/product/hair-care/84-dandruff-cause.html>

พัชรพร บัวทอง. (2543). *สมุนไพรที่ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง*.

<https://sites.google.com/a/longwittaya.ac.th/smunphir/home/smunphir-chi-tha-kheruxng-saxang>



พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นิธิยา รัตนาปนนท์. (2561). *Nutrient agar* / วุ้นเลี้ยงเชื้อ.

<https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1560/nutrient-agar-วุ้นเลี้ยงเชื้อ>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นิธิยา รัตนาปนนท์. (2561). *Spread plate technique*.

<https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4006/spread-plate-technique>

สำนักงานอาหารและยา. (ไม่ระบุ). *แชมพูขจัดรังแค*.

https://db.oryor.com/databank/data/printing//491218_Factsheet__แชมพูขจัดรังแค_724.pdf

ผลของความชื้นของข้อไม้ไผ่ที่แตกต่างกันต่อการเผาถ่านแนวตั้งด้วยเทคนิคการเผาแบบ ซิฟิเคชัน (Gasification)

Effect of different bamboo joint moisture on vertical charcoal burning by gasification technique

ธัญญลักษณ์ วงเวียน^{1*}, ณัฐกานต์ หมื่นจันทร์¹, วรวิมล งามพิบูลเวช²,
ประเจต อำนาจ², เปรมชัย สุทธิคุณ²และกษมา ถาอ้าย²

^{1,2}มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: thanyaluckwongwian@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความชื้น ข้อไม้ไผ่ที่ต่างกัน โดยเตาแนวตั้งด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน (Gasification) ศึกษาปริมาณไม้เชื้อเพลิง ถ่านที่ได้หลังจากการเผา เวลาในการคายแก๊ส คุณสมบัติบางประการของถ่านที่ได้จากการเผา แบ่งออกเป็น 3 T 4 R ประกอบด้วย T1 ข้อไม้ไผ่สด (ความชื้น 25.29 – 28.19%) T2 ข้อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้ง (ความชื้น 20.03 – 23.95 %) T3 ข้อไม้ไผ่แห้ง (ความชื้น 15.8 – 18.57 %) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบกับ DMRT ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกัน ปริมาณใช้ไม้เชื้อเพลิง (%) คือ T3, T2 และ T1 มีค่า 39.32, 39.57 และ 65.58 % ปริมาณถ่านมากที่สุด คือ T3, T2 และ T1 มีค่า 36.78, 34.53 และ 26.44% เวลาการคายแก๊ส คือ T3, T2 และ T1 มีค่า 92, 115 และ 270 นาที ค่าเฉลี่ยการดูดความชื้น คือ T2, T1 และ T3 มีค่า 221.95, 174.64 และ 157.57 % ค่าเฉลี่ยความพรุน คือ 79.51, 75.58 และ 61.64 % ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ๆ ของค่าความหนาแน่น มีค่า 0.53-0.62 g/cm³ ค่า EC มีค่า 696.83 - 844.66 μ S/cm. TDS มีค่า 362.41 - 414.33 ppm.

คำสำคัญ: ซิฟิเคชัน, เตาไร้ถังโลก

Abstract

Study on the effect of moisture of different bamboo joints by vertical furnace with sintering technique (Gasification) to study the quantity of fuel wood Charcoal after incineration Time to degass Some properties of charcoal obtained from burning are divided into 3 T 4 R consisting of T1 fresh bamboo joints (moisture content 25.29 – 28.19%) T2 semi-fresh and semi-dry bamboo joints (moisture content 20.03 – 23.95 %) T3 dry bamboo joints (moisture content 15.8 – 18.57 %), analysis of variance (ANOVA), 95% confidence compared with DMRT. The results showed that there were differences. The fuel wood consumption (%) was T3, T2 and T1 with values of 39.32, 39.57 and 65.58%. The highest charcoal content was T3, T2 and T1 with values of 36.78, 34.53 and 26.44%. The degassing time was T3, T2 and T1. The values of 92, 115 and 270 min. The mean hygroscopicity of T2, T1 and T3 were 221.95, 174.64 and 157.57 %. The mean porosity was 79.51, 75.58 and 61.64 %. There was no significant difference in density values. was 0.53-0.62 g/cm³, the EC was 696.83 - 844.66 μS/cm. TDS was 362.41 - 414.33 ppm.

Keywords: Gasification, Green Stove

บทนำ

ปัจจุบัน พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ รวมถึงการพัฒนา ด้านเศรษฐกิจ การขยายตัวของสังคม ความมั่นคงของประเทศ การเพิ่มขึ้นของประชากร ล้วนส่งผลต่อความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น จึงทำให้ความต้องการพลังงานเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่แหล่งพลังงานหลักอย่างถ่านหินมีปริมาณจำกัด ทำให้มูลค่าของพลังงานสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งปัญหาต่อการเปลี่ยนแปลง สภาพอากาศ จึงทำให้มนุษย์มีความพยายามค้นหาแหล่งพลังงานจากแหล่งอื่นเพื่อมาทดแทนแหล่งพลังงานเดิม ที่เป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมดและเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดการใช้พลังงาน ทดแทนเป็นทางเลือกใหม่ เช่น พลังงานชีวมวล สามารถหาได้ทั่วไปและเป็นพลังงานจากธรรมชาติ อีกทั้งมี ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ซึ่งมาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

พระครูโสภณปัญญา ได้ทำเตาเผาถ่านนี้ขึ้นมาชื่อว่า“เตารักษ์โลก”เพราะเป็นเตาเผาถ่านไร้ควัน ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคการเผาแบบแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) และถ่านสามารถนำไฟฟ้า ได้ ก่อให้เกิดรายได้และอาชีพในตำบลแม่ปาน ซึ่งการเผาถ่านขายสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งสร้างรายได้ซึ่งใน ชุมชนหมู่บ้านแม่ปานได้มีการทำโรงงานตะเกียบ พบว่ามีการตัดซื้อไม้ไผ่ที่มีปริมาณ 3 ตันต่อวัน และจะหยุดทำในช่วงฤดูฝนโดยจะปล่อยเศษวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ไว้หรือเผาทิ้ง ทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

และปัญหาหมอกควัน เตาชนิดนี้ใช้ระยะเวลาในการเผาสั้น ยังได้ถ่านไม้คุณภาพดี เพราะใช้อุณหภูมิในการเผาที่สูงมากกว่า 700°C ไม่มีซีเถ้า จึงได้ถ่านที่มีคุณภาพดีและมีประสิทธิภาพมากกว่าถ่านทั่วไป นอกจากการซื้อขายถ่านและนำไปใช้ในครัวเรือนยังมีคุณสมบัติการดูดซับกลิ่นและความชื้น ดูดซับจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ถ่านไม้ไฟได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งรั่วซึมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการจัดการข้อไม้ไฟ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานตะเกียบให้เกิดประโยชน์และรายได้แก่คนในชุมชน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการศึกษาผลของความชื้น ของข้อไม้ไฟต่อการเผาถ่านแนวตั้งด้วยเทคนิคการเผาแบบแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาปริมาณของข้อไม้ไฟที่ใช้ในการผลิตถ่าน ปริมาณไม้เชื้อเพลิง (ไม้ฟืน) และถ่านที่ได้หลังจากการเผา รวมถึงระยะเวลาการคายแก๊ส คุณสมบัติของถ่านหลังจากการเผา เช่น ความหนาแน่น การดูดซับความชื้น ความพรุน ค่านำไฟฟ้า และค่า TDS ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลให้เกิดการพัฒนาแบบผลผลิต เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับข้อไม้ไฟที่เป็นวัสดุเหลือใช้ภายในชุมชน

วัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อศึกษาระยะเวลาในการคายแก๊สของการเผาถ่านของข้อไม้ไฟที่มีความชื้น และ 2. เพื่อศึกษาความคุณลักษณะบางประการของถ่านที่ได้จากการเผาของข้อไม้ไฟที่มีความชื้นแตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ได้แก่ 1. สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นฐานข้อมูลให้กับเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจในเรื่องการผลิตถ่านคุณภาพด้วยการเผาแบบแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) 2. แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของถ่าน สามารถเพิ่มมูลค่าหรือลดต้นทุนในการผลิตถ่าน และสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน และ 3. การนำวัสดุเหลือใช้ภายในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทำให้เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนภายในชุมชน

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเรื่องผลของความชื้น ของข้อไม้ไฟที่แตกต่างกันต่อการเผาถ่านแนวตั้งด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน (Gasification) ด้วยถังขนาด 200 ลิตร ซึ่งจะทำให้การทดลองบริเวณเรือนเพาะชำสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มีการดำเนินการดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- 1.) นาฬิกาจับเวลา
- 2.) เครื่องชั่งวัตถุ รุ่น KCC200
- 3.) เครื่องชั่งสกริง (จานแบน)
- 4.) โกร่งบดละเอียด
- 5.) Pycnometers ขนาด 50 มล.
- 6.) เครื่องวิเคราะห์ Electronic Densimeter
- 7.) เตาเผาถ่านแนวตั้งขนาด 200 ลิตร
- 8.) เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง
- 9.) ตู้อบไล่ความชื้น ยี่ห้อ MEMERT รุ่น UN110
- 10.) ปากกา EC มิเตอร์

วิธีการศึกษา

1. ดำเนินการตัดแยกข้อไม้ไผ่ ซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงานทำตะเกียบมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 – 10 เซนติเมตร จากบ้านแม่ปาน ตำบลแม่ปาน อำเภอลอง จังหวัดแพร่
2. ทำการชั่งข้อไม้ไผ่ทั้งหมดโดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ ข้อไม้ไผ่สด ข้อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้ง ข้อไม้ไผ่แห้ง ก่อนที่จะดำเนินการเผาถ่านแนวตั้ง ด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กรรมวิธี ดังนี้
 - 2.1 ข้อไม้ไผ่สด
 - 2.2 ข้อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้ง
 - 2.3 ข้อไม้ไผ่แห้ง
3. เมื่อตัดแยกข้อไม้ไผ่ในแต่ละกรรมวิธีได้แล้ว ทำการสุ่มตัดแยกเพื่อนำมาศึกษาค่าความชื้นของข้อไม้ไผ่ในแต่ละกรรมวิธี โดยสุ่มข้อไม้ไผ่จากแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 15 ชิ้น ซึ่งจากการศึกษาค่าความชื้น มีผลดังนี้
 - a. ข้อไม้ไผ่สดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ประมาณ 25.29 – 28.19 %
 - b. ข้อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ประมาณ 20.03 – 23.95 %
 - c. ข้อไม้ไผ่แห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ประมาณ 15.8 – 18.57 %
4. ทำการชั่งปริมาณไม้ก่อนใส่ลงไปในถัง 200 ลิตร และทำการจดบันทึกข้อมูล
5. ทำการแบ่งไม้ฟืนและทำการชั่งน้ำหนัก
6. ดำเนินการจุดเตาและเริ่มจับเวลาตั้งแต่ที่ไฟด้านล่างของเตาติด จนกระทั่งถึงกระบวนการคลายแก๊ส หลังจากนั้นทำการเลี้ยงไฟโดยการทยอยใส่ไม้ฟืนลงไปปริมาณที่ลดลงจากเดิม จนไม้ในเตาคลายแก๊สจนหมด จึงทำการปิดเตาและทิ้งไว้ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
7. จากนั้นทำการเปิดเตาและสุ่มตัวอย่างถ่านในแต่ละกรรมวิธี จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก ของแต่ละกรรมวิธีออกมา อย่างละ 1 กิโลกรัม รวมทั้งสิ้น 3 กิโลกรัม ต่อครั้งในแต่ละกรรมวิธี โดยแบ่งการสุ่มตัวอย่าง ถ่านส่วนบนของถัง ถ่านส่วนกลางของถัง และถ่านส่วนล่างของถัง
8. ทำการชั่งน้ำหนักทุกครั้งที่ทำกรนำถ่านออกจากถัง ซึ่งจะรวมกับที่มีการตัดแยกออกมาก่อนแล้ว นำตัวอย่างถ่านที่ทำกรสุ่มตัดแยกออกมา นำไปอบในตู้อบด้วยอุณหภูมิ 105 องศา เป็นเวลา 24 ชั่วโมงทั้ง 3 กรรมวิธี โดยแบ่งตามการสุ่มตัดแยกถ่าน คือ ถ่านส่วนบนของถัง ถ่านส่วนกลางของถัง ถ่านส่วนล่างของถัง ซึ่งจะได้ตัวอย่างถ่าน 9 ชิ้น ต่อ 1 กรรมวิธีต่อการเผาถ่าน 1 ครั้ง
9. ทำการเผา ในแต่ละรอบจะทำการเผาในเวลาเดียวกัน ทั้งหมด 3 เตา รวมเป็น 4 ชั่วโมง โดยที่ในแต่ละครั้ง ประกอบด้วย ข้อไม้ไผ่สด 1 เตา ข้อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้ง 1 เตา และข้อไม้ไผ่แห้ง 1 เตา ทำแบบนี้จนครบ 4 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะเวียนเตาเผาจนครบทุกกรรมวิธี
10. จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการศึกษาความหนาแน่นรวม

คำนวณค่าความหนาแน่นตั้งสมการ (Bulk density)

$$\text{ความหนาแน่นรวม (BD)} = \frac{\text{น้ำหนักถ่าน(กรัม)}}{\text{ปริมาตรของเนื้อถ่าน(ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{M}{V}$$

2. ทำการศึกษาความหนาแน่นอนุภาค

คำนวณค่าความหนาแน่นอนุภาค (Particle Density)

$$\text{ความหนาแน่นอนุภาค (PD)} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านอบแห้ง}}{\text{ปริมาตรของแข็งหรือปริมาตรของเนื้อถ่าน}}$$

$$\text{ความหนาแน่นอนุภาค} = \frac{ODW}{V}$$

แต่ในกรณีใช้เครื่องมือวิเคราะห์ Electronic Densimeter ยี่ห้อ Matsuhaku MH-300J แล้วเครื่องจะทำการคำนวณค่า Particle Density (PD) ได้โดยอัตโนมัติ

3. ทำการศึกษาความพรุนตัวปรากฏ

3.1 ทำการสุ่มเลือกถ่านที่ได้ในแต่ละส่วนของแต่ละกรรมวิธี มาทำการตัดให้ได้ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยนำชิ้นถ่านไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปต้มในน้ำเดือดอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.2 หลังจากนั้นจึงทิ้งไว้ให้เย็นในน้ำต่อไปเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยน้ำจะต้องท่วมชิ้นถ่านตลอดเวลา หลังจากครบเวลาจึงทำการนำชิ้นถ่านมาชั่งในน้ำด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง แล้วจึงใช้ทิชชูซับน้ำที่ติดบนชิ้นถ่านออก แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง จากนั้นจึงคำนวณค่าความพรุนตัวปรากฏของชิ้นถ่าน จากสมการ

$$\begin{aligned}\text{ค่าความพรุนของถ่าน} &= 100 - \left(\frac{\text{ความหนาแน่นรวม}}{\text{ความหนาแน่นอนุภาค}} \times 100 \right) \\ &= 100 - \left(\frac{BD}{PD} \times 100 \right)\end{aligned}$$

3.3 คำนวณค่าดูดซับความชื้น

$$\text{ค่าความชื้น} = \left(\frac{\text{น้ำหนักของถ่านที่ถูกแช่น้ำ} - \text{น้ำหนักอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}} \right) \times 100$$

ดำเนินการนำข้อมูลค่า ความหนาแน่น ความชื้น ความพรุน EC และ TDS มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธีของ DMRT (Duncan's multiple Range Test)

สรุปและอภิปรายผล

1..การศึกษาปริมาณของน้ำหนักรองของขี้ไม่ไผ่ เเปอร์เซ็นต์ฟืนที่ใช้ในการเผา ถ่านที่ได้จากการเผา และเวลาดั้งแต่เริ่มจุดจนถึงกระบวนการคายแก๊ส ที่ได้จากการเผาด้วยเตารักษ์โลก

1.1 ศึกษาด้านน้ำหนักรองของขี้ไม่ไผ่

ด้านน้ำหนักรองของขี้ไม่ไผ่ที่สดที่แตกต่างกันศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักรองของขี้ไม่ไผ่ที่สดที่แตกต่างกันก่อนที่จะใช้ในการเผาถ่านในเตารักษ์โลก 200 ลิตร ด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน พบว่าไม่แตกต่างกัน T1 มีน้ำหนักรองที่ขี้เฉลี่ยสูงสุด 44.67 ± 4.88 กิโลกรัม รองลงมาคือ T3 ที่มีน้ำหนักรองที่ขี้เฉลี่ย 44.32 ± 7.85 กิโลกรัม และมีน้ำหนักรองที่ขี้เฉลี่ย 43.35 ± 3.76 กิโลกรัม

1.2 ศึกษาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟืน

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อน้ำหนักก่อนเผาในการเผาถ่านในเตา 200 ลิตร ด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ฟืนที่ใช้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ T1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรองในการใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงขี้ไม่ไผ่สดเฉลี่ยสูงสุด $65.85b \pm 18.23$ กิโลกรัม รองลงมาคือ T3 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรองในการใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงขี้ไม่ไผ่แห้งเฉลี่ย $39.57ab \pm 14.45$ กิโลกรัม และ T2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรองในการใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงขี้ไม่ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งเฉลี่ยต่ำสุด $39.32a \pm 7.53$ กิโลกรัม

1.3 ศึกษาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ถ่านที่ได้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ถ่านที่ได้จากการเผาถ่านในเตา 200 ลิตร ด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรองที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T1 ขี้เฉลี่ยสูงสุด $65.85b \pm 18.23$ กิโลกรัม รองลงมาคือ T3 น้ำหนักรองที่ได้เฉลี่ย $39.57a \pm 14.45$ กิโลกรัม และ T2 ขี้ไม่ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรองที่ได้เฉลี่ยต่ำสุด $39.32a \pm 7.53$ กิโลกรัม

1.4 ศึกษาค่าเฉลี่ยระยะเวลาการคายแก๊ส

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการเผาถ่านในเตา 200 ลิตร ด้วยเทคนิคการเผาแบบซิฟิเคชัน พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการเผามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T1 ขี้ไม่ไผ่สดมีระยะเวลาเฉลี่ยสูงสุด 270 ± 0.67 นาที รองลงมาคือ T2 ขี้ไม่ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งมีระยะเวลาเฉลี่ย 115 ± 0.07 นาที และ T3 ขี้ไม่ไผ่แห้งมีระยะเวลาเฉลี่ยต่ำสุด 92 ± 0.40 นาที

Table 1. The results of the study on the percentage of firewood used in burning, Charcoal obtained from incineration and the time from the beginning to the gas discharge process obtained from burning with an eco-furnace

Treatment	Used firewood (%)	The resulting charcoal (%)	The time from the start of the burner to the discharge of gas (mins)
T1	65.85 ^b ±18.23	26.44 ^a ±2.79	270 ^b ±0.67
T2	39.32 ^a ±7.53	34.53 ^{ab} ±6.16	115 ^b ±0.06
T3	39.57 ^b ±14.45	36.78 ^a ±7.46	92 ^a ±0.40
(F-test)	4.66 [*]	3.49 ^{ns}	16.21 [*]

Note: * There was a statistically significant difference at the 95%

^{ns} There was no statistically significant.

2. การศึกษาด้านลักษณะทางกายภาพของถ่าน การดูดซับ เพอร์เซ็นต์ความชื้น ความหนาแน่น และความพรุน

2.1 ศึกษาความหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาแน่นที่ผ่านกระบวนการอบแห้ง

ความหนาแน่นไม่แตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 ซ่อไม้ไผ่แห้งมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด 0.62±0.04 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือ T1 ซ่อไม้ไผ่สดมีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.58±0.06 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ ที่ T2 ซ่อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งมีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.53±0.13 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2.2 ศึกษาความชื้นเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของไม้ในการเผาถ่านเตา 200 ลิตร

เปอร์เซ็นต์ความชื้นมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T2 ซ่อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยสูงสุด 221.95a±27.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ T1 ซ่อไม้ไผ่สดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย 174.64b±12.92 เปอร์เซ็นต์ และ T3 ซ่อไม้ไผ่แห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยต่ำสุด 157.87b±15.55 เปอร์เซ็นต์

2.3 ศึกษาความพรุนค่าเฉลี่ยความพรุนของถ่าน

ความพรุนของถ่านไม่แตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T2 ซ่อไม้ไผ่กึ่งสดกึ่งแห้งมีความพรุนเฉลี่ยสูงสุด 79.51a±5.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ T1 ซ่อไม้ไผ่สดมีเปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ย 75.58a±2.75 เปอร์เซ็นต์ และ T3 ซ่อไม้ไผ่แห้งมีเปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ยต่ำสุด 61.64b±2.59 เปอร์เซ็นต์

Table 2. Results of the study of properties of charcoal obtained after calcination, such as density, moisture absorption porosity

Treatment	Density (g/cm ³)	Humidity (DB%)	Porosity (PD%)
T1	0.58±0.06	174.64 ^b ±12.92	75.58 ^a ±2.75
T2	0.53±0.13	221.95 ^a ±27.09	79.51 ^a ±5.25
T3	0.62±0.04	157.87 ^b ±15.55	61.64 ^b ±2.59
(F-test)	0.96^{ns}	11.59[*]	25.27[*]

Note: * There was a statistically significant difference at the 95%

^{ns} There was no statistically significant.

3. การศึกษาค่าเฉลี่ยค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า EC (Electrical Conductivity)

3.1 ศึกษาค่าเฉลี่ยค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า EC 24 ชั่วโมง

24 ชั่วโมง พบว่าค่า EC ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T1 ขี้เถ้าไม้สดมีค่า EC เฉลี่ยสูงสุด 844.66±186.08 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ($\mu S/cm$) รองลงมาคือ T3 ขี้เถ้าไม้แห้งมีค่า EC เฉลี่ย 791.75±523.29 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ($\mu S/cm$) และ T2 ขี้เถ้าไม้กิ่งสดกึ่งแห้งมีค่า EC เฉลี่ยต่ำสุด 696.83±241.46 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ($\mu S/cm$)

Table 3. Electrical Inductance study results EC Electrical Conductivity)

Treatment	EC			
	5 minute.	8 hour.	16 hour.	24 hour.
T1	60.99±26.37	527.58±89.06	623.66±142.63	844.66±186.08
T2	35.25±16.16	419.91±183.71	531.17±200.58	696.83±241.46
T3	39.00±23.75	473.08±334.58	583.50±399.83	791.75±523.29
(F-test)	1.52^{ns}	0.22^{ns}	1.17^{ns}	0.18^{ns}

Note: * There was a statistically significant difference at the 95%

^{ns} There was no statistically significant.

4.การศึกษาค่า TDS (Total dissolved solids) ปริมาณของแข็ง สารอนินทรีย์และอินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำปริมาณ

4.1 ศึกษาค่า TDS 24 ชั่วโมง

24 ชั่วโมง พบว่าค่า TDS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T1 ซ่อไม้ไผ่สดมีค่า TDS เฉลี่ยสูงสุด 414.33 ± 186.08 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) คือ T3 ซ่อไม้ไผ่แห้งมีค่า TDS เฉลี่ย 391.99 ± 523.29 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) และ T2 ซ่อไม้ไผ่กึ่งแห้งกึ่งสดมีค่า TDS เฉลี่ยต่ำสุด 362.41 ± 241.46 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)

Table 4. TDS (Total dissolved solids) study results total dissolved solids, inorganic and organic substances dissolved in water volume.

Treatment	TDS			
	5 minute.	8 hour.	16 hour.	24 hour.
T1	25.08 ± 26.37	261.00 ± 89.06	326.16 ± 1919.23	414.33 ± 186.08
T2	13.91 ± 16.16	207.50 ± 183.71	284.66 ± 200.58	362.41 ± 241.46
T3	14.83 ± 23.74	231.58 ± 334.58	310.66 ± 399.83	391.99 ± 523.29
(F-test)	1.79^{ns}	0.23^{ns}	0.09^{ns}	0.08^{ns}

Note: * There was a statistically significant difference at the 95%

^{ns} There was no statistically significant.

อภิปรายผล

จากการศึกษาปริมาณถ่านที่เผาได้ต่อเตา พบว่า T ที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย 26.44% รองลงมา T ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 34.53% และ T ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 36.78% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ประลอง ดำรงค์ไทย (2535) การศึกษาทดลองเปรียบเทียบวิธีการผลิตและคุณภาพของถ่านตามวิธีการเผาแบบท้องถิ่นกับวิธีการของกรมป่าไม้ ผลการทดลองพบว่าปริมาณถ่านที่เผาแบบท้องถิ่นเฉลี่ยต่อเตาได้ 28.96% เทียบกับวิธีการเผาแบบกรมป่าไม้ได้ 32.20% ซึ่งถ่านซ่อไม้ไผ่ใน T ที่ 2 และ T ที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์มากกว่าการเผาแบบท้องถิ่นและกรมป่าไม้ แต่ใน T ที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าการเผาแบบกรมป่าไม้ แต่ใกล้เคียงกับการเผาแบบท้องถิ่น

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการเผาถ่านในเตา 200 ลิตร ด้วยเทคนิคการเผาแบบซีพีเคชั่น พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเผามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T ที่ 1 ที่มีระยะเวลาเฉลี่ยสูงสุด 270 ± 0.67 นาที รองลงมาคือ T ที่ 2 ที่มีระยะเวลาเฉลี่ย 115 ± 0.07 นาที และ T ที่ 3 ที่มีระยะเวลาเฉลี่ยต่ำสุด 92 ± 0.40 นาที การเผาถ่านที่ความชื้นร้อยละ 27.78, 20.73 และ 13.33 ใช้เวลาในการเผาถ่าน 350,

310 และ 240 นาที ตามลำดับ การทดลองแสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่ที่มีความชื้นสูงใช้เวลาในการเผามากกว่าไม้ไผ่ที่มีความชื้นต่ำประมาณ 110 นาที

ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นที่ผ่านกระบวนการอบแห้ง พบว่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด 0.62 ± 0.04 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือ T1 มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.58 ± 0.06 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ T2 มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.53 ± 0.13 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากการศึกษาค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่า EC เฉลี่ยแล้วสามารถเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาได้อย่างสม่ำเสมอ

จากการศึกษาค่าปริมาณของแข็ง สารอนินทรีย์และอินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ TDS (Total dissolved solids) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่า TDS เฉลี่ยแล้วสามารถเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา โชติช่วงและคณะ (2553) เรื่องผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้พืชโดยไม่ใช้ดินแบบสารละลายธาตุอาหารไม่หมุนเวียน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสามารถบ่งชี้ถึงปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่และแปรผันตรงกับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย โดยค่า TDS จะเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของน้ำปุ๋ยหรือน้ำที่ใช้กับการปลูกผัก ว่าธาตุอาหารในน้ำนั้นเพียงพอหรือไม่สำหรับการเพาะปลูก

ข้อเสนอแนะ คือ การใส่ไม้หรือเศษวัสดุอื่นๆ ควรใส่เรียงกันให้แน่นและเป็นระเบียบโดยรอบแนวของเตา และควรมีการใส่ไม้ท่อนเล็กไว้ด้านล่างและไม้ท่อนใหญ่ไว้ด้านบน และควรไล่ความชื้นจากพื้นไม้ให้สนิทก่อนจะทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐกิตติ์รัฐ ศิลป์โกคณิ.(2553). การศึกษาเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร ระหว่างแบบ แนวนอนกับแบบแนวตั้ง. สืบค้นจาก <http://www.eri.chula.ac.th/eri-main/wpcontent/>
- ประลอง ดำรงค์ไทย.(2535). การศึกษาทดลองเปรียบเทียบวิธีการผลิตและคุณภาพของถ่านตามวิธีการเผาแบบท้องถิ่นกับวิธีของกรมป่าไม้. สืบค้นจาก <https://web.agri.cmu.ac.th/>
- พิสิษฐ์ มณีโชติ.(2556).การพัฒนาเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร แบบแนวตั้ง ด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน สืบค้นจาก [file:///C:/Users/IT/Downloads/75733-Article%20Text-180796-3-10-20180518%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/IT/Downloads/75733-Article%20Text-180796-3-10-20180518%20(1).pdf)
- โรสลีนา อนันตบุญกุลวงศ์ และคณะ. (2562). การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. สืบค้นจาก <https://wb.yru.ac.th/bitstream/yr/3934/1/187531-10-20190629.pdf>



- อุดมพงษ์ เกศศรีพงษ์ศา.(2560). รูปแบบเตาเผาถ่านประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมของชุมชนตำบลโคกกลาง อำเภอลำปาง จังหวัดบุรีรัมย์. สืบค้นจาก <http://blog.bru.ac.th/wp-content/uploads/2019-Rev.1.pdf>
- อังคณา โชติช่วง และคณะ.(2553). ผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้พืชโดยไม่ใช้ดิน. สืบค้นจาก <https://kukr.lib.ku.ac.th/>

อิทธิพลของความยาวรากต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักหวานป่า

Effects of root length on the growth of *Melienthasuavis*วาริสรา โชติสันเทียะ^{1*}, อีระพงษ์ รัตนศิลา¹, ประเจต อำนาจ²
วรวิมล งามพิบูลเวท², เปรมชัย สุทธคุณ² และกษมา ภาอำัย²^{1,2}มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: warisarachotsanthai@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความยาวรากที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด ระยะเวลาการเกิดยอด ดัชนีการเกิดยอดและการเจริญเติบโตของผักหวานป่า โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 4 Treatment ประกอบด้วย (T1) ความยาวรากน้อยกว่า 3 ซม. (T2) ความยาวราก 3.01 - 4.50 ซม. (T3) ความยาวราก 4.51 - 6.00 ซม. และ (T4) ความยาวรากมากกว่า 6 ซม. โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และทำการเปรียบเทียบด้วย DMRT ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอด และดัชนีการเกิดยอด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยฯ พบว่า ความยาวรากมากกว่า 6 ซม.(T4) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด คือ 98.60% และความยาวรากน้อยกว่า 3 ซม. (T1) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดต่ำที่สุด คือ 85.53% ค่าเฉลี่ยวันเกิดยอดพบว่า ความยาวรากน้อยกว่า 3 ซม. (T1) ใช้เวลามากที่สุด 41.80 วัน และความยาวรากมากกว่า 6 ซม. (T4) ใช้เวลาน้อยที่สุด 36.55 วัน ดัชนีการเกิดยอด พบว่า ความยาวรากมากกว่า 6 ซม. (T4) มีดัชนีการเกิดยอดสูงที่สุด 1.29 และ ความยาวราก 3.01 - 4.50 ซม. (T2) มีดัชนีการเกิดยอดต่ำที่สุด 0.825 ลักษณะการเกิดยอดของต้นผักหวานป่าเป็นปกติ และการเจริญเติบโตของผักหวานป่าพบว่า ความยาวรากมากกว่า 6 ซม. (T4) มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต, ความยาวราก, ผักหวานป่า

Abstract

The purposes of this study were to investigate and compare the effect of root length on percentage of shoot formation, peak period Indices of shoot formation and growth of *Melientha suavis* (wild pakhwan). A CRD trial was planned by dividing into 4 treatments that consisted of (T1) the root length that was less than 3 cm, (T2) the root length that was about 3.01 - 4.50 cm, (T3) the root length that was 4.51 - 6.00 cm, and (T4) the root length that was more than 6 cm. SPSS analysis program was used for performing analysis of variance (ANOVA) The findings revealed that the percentage of shoot formation, average period of days to form shoot, and the index of shoot tips formation were significantly different. It was found that the root length that was more than 6 cm. (T4) had the highest percentage of shoot formation (98.60%). The root length that was less than 3 cm. (T1) had the lowest percentage of shoot formation (85.53%). The T1 took the longest period of days (41.80 days) to form shoot while the T4 took the shortest period of days (36.55 days). Regarding the index of shoot tips formation, it was revealed that the T4 showed the highest shoot index (1.29) whereas the T2 showed the lowest shoot index (0.825). The emergence of new shoots of the wild pakhwan was normal. It was also found that wild pakhwan with the root length that was more than 6 cm (T4) showed the best growth.

Keywords: Growth, *Melienthasuavis*, Root length

บทนำ

หากกล่าวถึงพืชที่เป็นอาหารที่นิยมเป็นเมนูหลักของอาหารป่านั้น พืชชนิดหนึ่งที่นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจและเป็นที่ต้องการของตลาด รวมถึงมีเกษตรกรหันมาให้ความสนใจมากขึ้นนั่นก็คือผักหวานป่า ชื่อสามัญ Pak-wan Tree ชื่อวิทยาศาสตร์ *Melientha suavis* ชื่อวงศ์ OPILIAEAE ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สามารถพบได้ทั่วไปในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง จากการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับผักหวานป่า พบว่าระบบรากเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อผักหวานป่า เพราะเกษตรกรผู้เพาะขยายพันธุ์ผักหวานป่าส่วนใหญ่จะประสบปัญหาในส่วนของรากเป็นส่วนใหญ่ เพราะผักหวานป่าเป็นพืชที่จะเจริญเติบโตในช่วงแรกเริ่มโดยการแทงรากอยู่ระยะหนึ่ง จนกว่ารากจะสามารถหาอาหารเลี้ยงเมล็ดได้เพียงพอจึงจะมีการเกิดยอดออกมา ซึ่งถ้าหากรากของผักหวานป่าได้รับการกระทบกระเทือน จะทำให้มีการหยุดหรือชะงักการเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าปกติ จนไม่สามารถให้ผลผลิตได้ตามช่วงเวลาที่กำหนดเป็นผลทำให้เกษตรกรขาดรายได้และขาดทุนในที่สุดหากไม่มีการดูแลจัดการที่ดี

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผลผลิตของผักหวานป่าไม่เพียงพอต่อความต้องการในท้องตลาด ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความยาวรากที่เหมาะสมต่อการเกิดยอด และความยาวรากที่เหมาะสมต่ออัตราการเจริญเติบโตของผักหวานป่า ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้รับไปปรับใช้กับการเพาะขยายพันธุ์ผักหวานป่า รวมถึงใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับเกษตรกรผู้สนใจขยายพันธุ์ผักหวานป่าด้วยวิธีการเพาะเมล็ดต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จากการนำเอาเมล็ดผักหวานป่าที่ได้หลังจากการเพาะเมล็ด 49 วัน มาทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคอรากและความยาวรากของเมล็ดเพื่อทำการคัดแยกเมล็ด และจัดอันดับภาคขึ้นตามความยาวรากของเมล็ดก่อนที่จะย้ายลงถุงเพาะกล้า โดยทำการแบ่งการทดลองเป็น 4 Treatment จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 25 เมล็ด รวมทั้งหมด 300 เมล็ด ประกอบด้วย (T1) ความยาวรำน้อยกว่า 3 ซม. (T2) ความยาวรากอยู่ที่ 3.01 - 4.50 ซม. (T3) ความยาวรากอยู่ที่ 4.51 - 6.00 ซม. และ (T4) ความยาวรากมากกว่า 6 ซม. โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

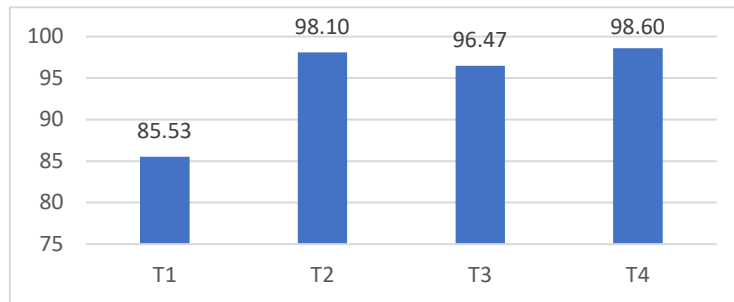
ผลและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาด้านเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของเมล็ดผักหวานป่า

ผลการศึกษาภายหลังการย้ายเมล็ดแรกงอกลงถุงเพาะกล้า 70 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดมีความแตกต่าง โดยสังเกตได้ว่าเมล็ดผักหวานที่มีความยาวรำน้อยกว่า 3 ซม. (T1) จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดต่ำกว่าเมล็ดผักหวานป่าที่มีความยาวรากมากกว่า 3 ซม. (T4, T3 และ T2)

การงอกของเมล็ดผักหวานป่าที่สมบูรณ์เมื่อเมล็ดเริ่มงอกอาหารในเมล็ดจะเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ในการพัฒนาราก โดยงอกรากลงไปทางด้านลึกและมีขนาดใหญ่ จนกระทั่งรากสมบูรณ์และทำหน้าที่ได้แล้วเมล็ดจึงแห้งฝ่อไป ส่วนยอดและลำต้นจะเริ่มพัฒนาซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 เดือน จึงจะเกิดเป็นลำต้นและใบ

การงอกที่ผิดปกติเกิดจากลักษณะรากที่คดงอและสั้น ไม่สามารถหาอาหารได้อย่างเต็มที่ส่งผลให้ยอดชะงักการเจริญเติบโต

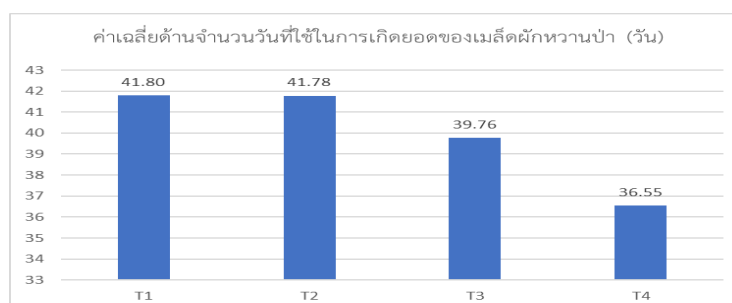


F-test = 5.59, Significant 95%

Figure 1. The average percentage of shoot formation of *Melienthasuavis* with different root lengths

2. ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดของเมล็ดผักหวานป่า

ผลการศึกษาภายหลังการย้ายเมล็ดแรงอกลงถุงดำ 70 วัน พบว่าจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดมีความแตกต่าง โดย T4 มีจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 36.55 วัน รองลงมาคือ T3 มีจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดเฉลี่ยเท่ากับ 39.76 วัน ขณะที่ T2 มีจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดเฉลี่ยเท่ากับ 41.78 วัน และ T1 มีจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 41.80 วัน ซึ่งจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดของเมล็ดผักหวานป่าในแต่ละ Treatment มีระยะเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 36 - 42 วัน จากผลการศึกษาพบว่า T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่ามากกว่า 6 ซม. มีจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 36.55 วัน แสดงให้เห็นว่าขนาดความยาวรากที่ยาวที่สุดนั้น ส่งผลให้ผักหวานป่าเกิดยอดได้เร็วกว่าเมล็ดผักหวานที่มีความยาวรากน้อยกว่า เนื่องจากรากเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตฮอร์โมนหลายชนิด ซึ่งจะถูกลำเลียงไปใช้เพื่อการเจริญเป็นเนื้อเยื่อและพัฒนาเป็นส่วนของยอดต่อไป



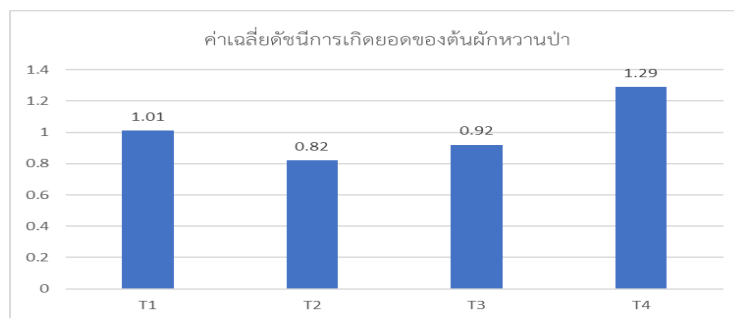
F-test = 4.57,
Significant 95

Figure 2. The average period of days for shoot formation of *Melienthasuavis* with different root lengths

3. ผลการศึกษาดัชนีการเกิดยอดของเมล็ดผักหวานป่า

ผลการศึกษาภายหลังการย้ายเมล็ดแรงงอกลงถุงดำ 70 วัน พบว่าดัชนีการเกิดยอดมีความแตกต่าง T4 มีค่าดัชนีการเกิดยอดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.29 รองลงมา คือ T1 มีดัชนีการเกิดยอดเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 ขณะที่ T3 มีดัชนีการเกิดยอดเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 และ T2 มีดัชนีการเกิดยอดเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.82

จากการศึกษาพบว่า T4 มีดัชนีการเกิดยอดมากที่สุด รองลงมาคือ T1, T3 และ T2 แต่การเกิดรากของ T1 กลับมีความยาวนานน้อยกว่า T3 และ T2 เนื่องจากรากพืชมีปัจจัยที่กำหนดจากลักษณะของสภาพแวดล้อมและระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร ลักษณะทางโครงสร้างในดินที่พืชเจริญเติบโตอยู่นั้นมีส่วนสำคัญต่อลักษณะทางโครงสร้างของระบบรากพืช

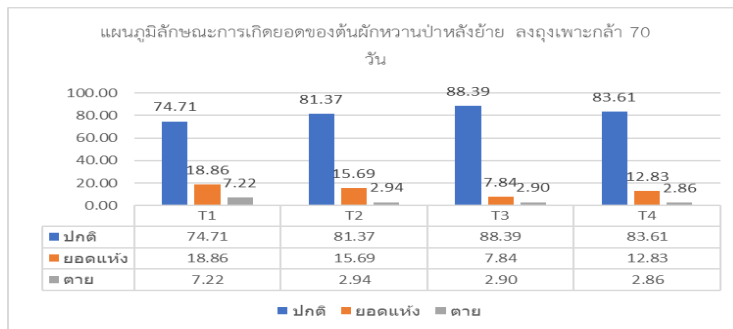


F-test =21.94, Significant 95%

Figure 3. The average index of shoot tips formation of *Melienthasuavis* with different root lengths

4. ผลการศึกษาลักษณะการเกิดยอดของต้นผักหวานป่าหลังย้ายลงถุงเพาะกล้า 70 วัน

ผลการศึกษาลักษณะปกติการเกิดยอดของต้นผักหวานป่าหลังย้ายเมล็ดแรงงอกลงถุงเพาะกล้า 70 วัน ภายใต้อุณหภูมิและความยาวรากที่แตกต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างลักษณะของการเกิดยอดที่เป็นปกติของ T3 มีค่าเฉลี่ยหลังการเกิดยอดที่ 88.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ T4 มีค่าเฉลี่ยหลังการเกิดยอดที่ 83.61 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ T2 มีค่าเฉลี่ยหลังการเกิดยอดที่ 81.37 เปอร์เซ็นต์ และ T1 มีค่าเฉลี่ยหลังการเกิดยอดที่ 74.71 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของทั้ง 4 Treatment ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่จากข้อมูลข้างต้นจะสังเกตเห็นว่า ผักหวานป่าใน T3 สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และมีความผิดปกติของเมล็ดหรือต้นกล้าผักหวานป่าน้อยที่สุด จึงกล่าวได้ว่าเมล็ดผักหวานป่าที่มีขนาดความยาวราก ตั้งแต่ 4.5 - 6 เซนติเมตร นั้นมีความเหมาะสมที่จะเจริญและพัฒนาเป็นต้นกล้า



Use F-test

Normal = 0.61^{ns}

Dry = 0.48^{ns}

Dead = 2.18^{ns}

^{ns} คือ No.Sig. at level 95%

Figure 4. The average percentage of shoot formation of *Melienthasuavis* with different root lengths investigated 70 days after transplanting into seedling bags.

5. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นผักหวานป่า

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 71 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 9.31 ซม. และ T1 มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 5.22 ซม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 ด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 78 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 9.80 ซม. และ T1 มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 5.94 ซม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 ด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 85 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 10.25 ซม. และ T1 มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 6.73 ซม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 4 ด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 92 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 10.52 ซม. และ T1 มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 7.10 ซม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 5 ด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 99 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 10.79 ซม. และ T1 มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 7.35 ซม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 6 ด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 106 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 11.20 ซม. และ T1 มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 7.89 ซม.

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นกล้าผักหวานป่า มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในช่วง 71 – 106 วัน ภายหลังจากการย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ แสดงให้เห็นว่าความยาวของรากมีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นผักหวานป่า และต้นกล้าผักหวานป่ามีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเฉลี่ย ประมาณ 1.80 – 2.70 เซนติเมตร เมื่อทำการวัดความสูงในช่วง 71 – 106 วัน หรือ 35 วันหลังจากการย้ายลงถุงดำ

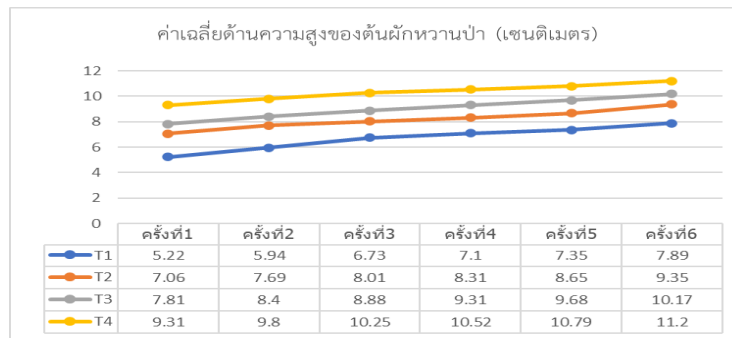


Figure 5. The average height of *Melienthasuavis* with different root lengths.

6. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นผักหวานป่า

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ดแรงงออกลงถุงดำ 71 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่ามากกว่า 6 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.51 มม. และ T2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.25 มม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 ด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ดแรงงออกลงถุงดำ 78 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่าง โดย T1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.67 มม. และ T2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.60 มม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 ด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ดแรงงออกลงถุงดำ 85 วันพบว่าไม่มีความแตกต่าง โดย T1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.77 มม. และ T4 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.69 มม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 4 ด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ดแรงงออกลงถุงดำ 92 วันพบว่าไม่มีความแตกต่าง โดย T3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.87 มม. และ T4 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.80 มม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 5 ด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ดแรงงออกลงถุงดำ 99 วันพบว่าไม่มีความแตกต่าง โดย T1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.99 มม. และ T4 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.90 มม.

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 6 ด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าผักหวานป่า หลังจากทำการย้ายเมล็ดแรงงออกลงถุงดำ 106 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่าง โดย T3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.32 มม. และ T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.09 มม.

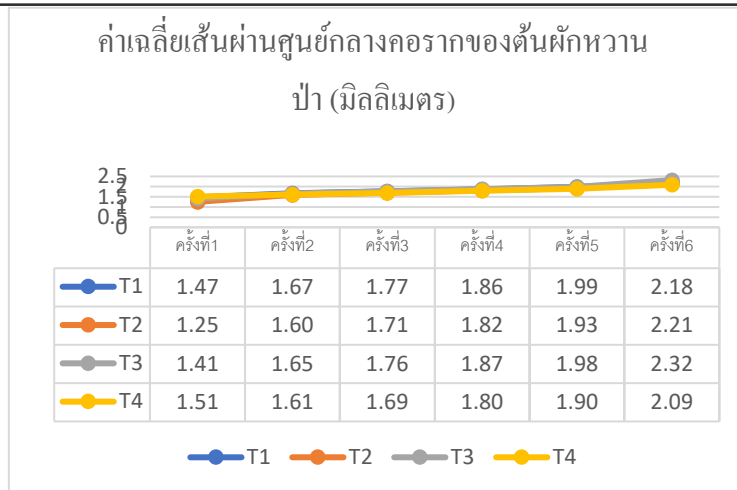


Figure 6. The average diameter at root collar of *Melienthasuavis* with different root lengths

7. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบของต้นผักหวานป่า

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ด้านจำนวนใบของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 71 วัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างโดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.60 ใบ และ T1 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่าน้อยกว่า 3 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.61 ใบ

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 ด้านจำนวนใบของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 78 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5 ใบ และ T1 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า น้อยกว่า 3 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.64 ใบ

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 ด้านจำนวนใบของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 85 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.97 ใบ และ T1 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่าน้อยกว่า 3 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.72 ใบ

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 4 ด้านจำนวนใบของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 92 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.52 ใบ และ T1 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่าน้อยกว่า 3 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.32 ใบ

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 5 ด้านจำนวนใบของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ด แรกกอกลงถุงดำ 99 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.16 ใบ และ T1 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่าน้อยกว่า 3 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.47 ใบ

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 6 ด้านจำนวนใบของต้นกล้าผักหวานป่า ภายหลังจากย้ายเมล็ด แกรงออกลงถุงดำ 106 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่า มากกว่า 6 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.09 ใบ และ T1 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่าน้อยกว่า 3 ซม. มีจำนวนใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.69 ใบ

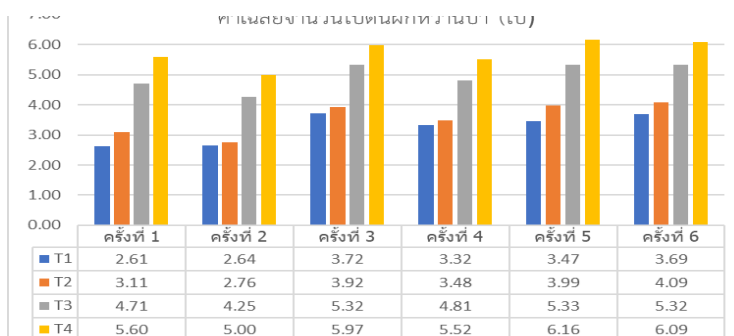


Figure 7. The average number of leaves of *Melienthasuavis* with different root lengths

8. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคลอโรฟิลล์ของใบผักหวานป่า

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ด้านปริมาณคลอโรฟิลล์ ภายหลังจากย้ายเมล็ด แกรงออกลงถุงดำ 71 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ของ T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่ามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 43.98 และ T2 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 40.93

ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 ด้านปริมาณคลอโรฟิลล์ ภายหลังจากย้ายเมล็ด แกรงออกลงถุงดำ 106 วัน พบว่ามีความแตกต่าง โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ของ T4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 47.48 และ T2 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวาน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 43.56

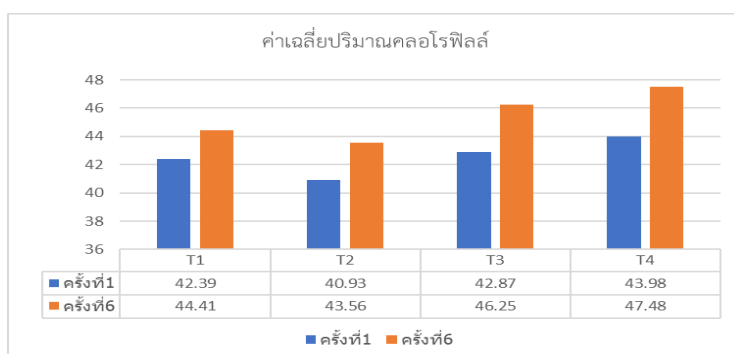


Figure 8. The average chlorophyll content in *Melienthasuavis* leaves with different root lengths.

สรุป

ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดภายหลังการย้ายเมล็ดแรกงอกลงถุงเพาะกล้ามีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสังเกตได้ว่าเมล็ดผักหวานที่มีความยาวรากน้อยกว่า 3 เซนติเมตร (T1) จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดต่ำกว่าเมล็ดผักหวานป่าที่มีความยาวรากมากกว่า 3 เซนติเมตร (T4, T3 และ T2) เนื่องจากเมล็ดผักหวานป่าที่มีความยาวรากที่เหมาะสม เมล็ดจะสามารถสะสมอาหารและมีการพัฒนาการเปลี่ยนไปเป็นยอดอ่อนหรือต้นกล้าได้ไวกว่าเมล็ดผักหวานป่าที่มีความยาวรากน้อย ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดของเมล็ดผักหวานป่าพบว่า จำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่ามากกว่า 6 เซนติเมตร มีจำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าขนาดความยาวรากที่ยาวที่สุดส่งผลให้ผักหวานป่าเกิดยอดได้เร็วกว่าเมล็ดผักหวานป่าที่มีความยาวรากน้อยกว่า เนื่องจากรากเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตฮอร์โมนหลายชนิด ซึ่งจะถูกลำเลียงไปใช้เพื่อการเจริญเป็นเนื้อเยื่อและพัฒนาเป็นส่วนของยอดต่อไป ส่วนผลการศึกษาดัชนีการเกิดยอดพบว่า T4 มีดัชนีการเกิดยอดมากที่สุดรองลงมาคือ T1, T3 และ T2 แต่การเกิดรากของ T1 กลับมีความยาวน้อยกว่า T3 และ T2 โดย T4 ขนาดความยาวรากเมล็ดผักหวานป่ามากกว่า 6 เซนติเมตร มีการเจริญเติบโตของยอดได้ดีที่สุด และT1 ที่มีความยาวรากน้อยกว่า 3 เซนติเมตร มีค่าการเจริญเติบโตของยอดน้อยที่สุด เนื่องจากรากพืชมีปัจจัยที่กำหนดจากลักษณะของสภาพแวดล้อมและระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร ลักษณะทางโครงสร้างในดินที่พืชเจริญเติบโตอยู่มีส่วนสำคัญต่อลักษณะทางโครงสร้างของระบบรากพืช ซึ่งสอดคล้องกับ Turner et.al (1985)ระบุว่ารากมีหน้าที่ในการยึดพวงลำต้น ช่วยดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินที่สำคัญต่อสรีรวิทยาของพืช ซึ่งการเกิดรากการเจริญเติบโตและการตายของราก มีเจริญเติบโตของส่วนต่างๆ ของพืช ทั้งการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับการเจริญของส่วนยอดโดยตรง ซึ่ง Russell (1977) พบว่าการเจริญเติบโตยอดมีความสัมพันธ์กันในสภาพแวดล้อมคงที่ แต่เมื่อมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมทำให้เกิดความแปรปรวนในการกระจายน้ำหนักแห้งในส่วนของรากและลำต้น

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากต่อค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ เมล็ดต้นกล้าที่มีความยาวรากมากจะมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบมาก เป็นเพราะความยาวรากที่มาก เมื่อยาวมากจนถึงระยะที่รากจะส่งผลให้พืชนั้นมีการเจริญเติบโตทางด้านส่วนเหนือพื้นดินแทน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประสงค์ หลาสะอาด และจิตเกษม หลาสะอาด (2554)ระบุว่าพืชจะมีการเกิดตาใบ ยอด และส่วนของใบที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้สารอาหารมาเลี้ยงส่วนที่เกิดตาใบและยอด ฉะนั้นกล้าผักหวานที่มีความยาวรากมากจะส่งผลให้การเจริญเติบโตส่วนใบเพิ่มขึ้นผลการศึกษารวเคราะห์ค่าเฉลี่ยคลอโรฟิลล์ พบว่าใบของต้นผักหวานป่าที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด คือ T4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยเท่ากับ 43.98 และ 47.48 เนื่องจาก T4 มีขนาดความยาวของรากมากที่สุดและมีการเจริญเติบโตดีที่สุด จึงสามารถดูดแร่ธาตุและอาหารมาเลี้ยงลำต้นและใบได้มากกว่า Treatment อื่น ๆ ธาตุอาหารที่จำเป็นที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์คือ ธาตุไนโตรเจน หากขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้พืชขาดคลอโรฟิลล์ด้วย ทำให้การสังเคราะห์แสง

ของพืชลดลง ปุ๋ยคอกมีธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ภายในพืช เมื่อใส่ลงพืชจะไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของดินจึงจะนำไปใช้ได้ สรุปได้ว่าความยาวของรากเป็นปัจจัยที่ทำให้พืชเจริญเติบโตและสามารถหาอาหารได้รวดเร็วส่งผลให้การเจริญเติบโตของยอดมีความอุดมสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2560). อิทธิพลของสารในกลุ่มออกซินต่อการเกิดรากและเจริญเติบโตของมันเทศประดับ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปทุมธานี. สืบค้นได้จาก [file:///C:/Users/IT/Downloads/75733-Article%20Text-180796-3-10-20180518%20\(1\).](file:///C:/Users/IT/Downloads/75733-Article%20Text-180796-3-10-20180518%20(1).)
- दनัย บุญยเกียรติ. (2539). สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. สืบค้นได้จาก <https://web.agri.cmu.ac.th/hort/course>
- ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก. (2555). มหัศจรรย์พันธุ์ใหม่. สำนักพิมพ์ศูนย์เผยแพร่ความรู้ทางการเกษตร. กรุงเทพฯ. สืบค้นได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/view/12891>
- เสาวคนธ์ เหมวงษ์. (2558). ผลของถ่านแกลบและหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากของยางพาราที่ปลูกใหม่. สืบค้นได้จาก [file:///C:/Users/IT/Downloads/75733-Article%20Text-180796-3-10-20180518%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/IT/Downloads/75733-Article%20Text-180796-3-10-20180518%20(1).pdf)
- อภิพรรณ พุกภักดีและคณะ. (2529). สรีรวิทยาการผลิตพืช. ภาควิชาพืชไร่ นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. กรุงเทพฯ. สืบค้นได้จาก <http://natres.psu.ac.tch/Department/PlantScience/physio/lecture/document/10.d>
- อัญชลี ใจดี. (2554). ผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืชต่อความงอกและการเจริญเติบโตต้นกล้าของมะเขือเทศลูกผสม. สืบค้นได้จาก <https://webcache.googleusercontent.com>
- Russell, R. S. (1977). Plant Root Systems: Their Function and Interaction with the soil. London: McGraw-Hill book company.

“อิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า”

“Influence of light intensity on the growth of Arabica coffee seedlings”

¹ศตพร สังข์ทอง, ²ธมลวรรณ ชื่นทองคำ และ ³อาจารย์ ดร.ประเจต อำนาง

¹สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ จังหวัดแพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: ssatatrphrd084@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า โดยการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกันในบริเวณสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 4T3R ซ้ำละ 25 ต้น โดยที่ (T1) ไม่พรางแสง, (T2) พรางแสง 25%, (T3) พรางแสง 50% และ (T4) พรางแสง 75% เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบด้วย DMRT จากการศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการพรางแสงในระดับ 50% (T3) มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.21 มิลลิเมตร รองลงมาคือ การพรางแสงในระดับ 25% (T2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 มิลลิเมตร ส่วนการพรางแสง 75% (T4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.18 มิลลิเมตร และไม่มีการพรางแสง (T1) มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดเท่ากับ 2.04 มิลลิเมตร ซึ่งแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า

คำสำคัญ: กาแฟอาราบิก้า, การพรางแสง, ความเข้มของแสง

Abstract

Study on the effect of light intensity on the growth of Arabica coffee seedlings by shading at different levels in the area of forestry agriculture Maejo University - Phrae honor A CRD experiment was planned consisting of 25 replicates of 4T3R with (T1) no shaded, (T2) 25% shaded, (T3) 50% shaded and (T4) 75% shaded. grow Analysis of variance (ANOVA) was compared with DMRT from the study, found that there was a statistically significant difference. with 50% blackout (T3) with the largest diameter with an average of 2.21 mm, followed by 25% shade (T2) with an average of 2.19 mm, 75% shade (T4) with an average of 2.18 mm and no shade (T1). The smallest mean diameter was 2.04 mm, which light affected the growth of Arabica coffee seedlings.

Keywords: Arabica coffee, Camouflage, Light intensity

บทนำ

กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกกันอย่างกว้างขวางในพื้นที่ภาคเหนือเพราะมีสภาพอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสม ผลผลิตกาแฟอาราบิก้ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกระแสความนิยมบริโภคกาแฟอาราบิก้าเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ราคากาแฟที่เกษตรกรขายได้สูงขึ้น ปัจจุบันมีความต้องการบริโภคกาแฟของคนไทยเริ่มมีสูงมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งหากเปรียบเทียบกับประเทศในภูมิภาคอาเซียนแล้วประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกกาแฟอันดับที่ 3 รองจากประเทศเวียดนาม และอินโดนีเซีย แต่สิ่งหนึ่งที่ไทยยังได้เปรียบคู่แข่งหลายๆ ประเทศ คือ การปรับปรุงสายพันธุ์กาแฟอาราบิก้าที่มีคุณภาพและมีรสชาติดีเยี่ยม ทำให้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งลักษณะทั่วไปเป็นไม้ต้นขนาดเล็กทรงพุ่มเตี้ยสูง 1.5 - 5 เมตร ใบเดี่ยวออกตรงข้าม รูปขอบขนานแกมรี สีเขียวเข้มดอกสีขาว ผลอ่อนจะเป็นสีเขียวหรือเหลืองแล้วแต่ชนิด เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีแดงหรือแดงเข้ม ในผลหนึ่งจะมี 2 เมล็ด กาแฟอาราบิก้าถือว่าเป็นกาแฟที่มีคุณภาพดี กลิ่นหอมและมีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนต่ำ ชอบเจริญเติบโตบนที่สูง ที่ระดับความสูง 700 เมตรขึ้นไปจากระดับน้ำทะเล (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง, 2552)

ต้นกาแฟอาราบิก้าโดยธรรมชาติเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดภายใต้ร่มเงาของพืชอื่น โดยควรมีความต้องการความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ในระดับที่เหมาะสม (Cannell, 1985) โดยที่แสงเป็นอีกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากแสงเป็นแหล่งของพลังงานที่พืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อก่อให้เกิดน้ำตาลและแป้งแก่พืช นอกจากนี้แสงยังมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาภายในพืช เช่น การสังเคราะห์โปรตีน การคายน้ำ และการเคลื่อนไหวของพืช เป็นต้น พืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสงสำหรับการเจริญเติบโตในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อย่างไรก็ตามพืชส่วนใหญ่ต้องการแสงมากในการเจริญเติบโต ขณะที่พืชเพียงไม่กี่ชนิดที่ต้องการ

แสงในการเจริญเติบโตน้อย (Shahak, 2000) แสงแดดที่มากเกินไป จะไปกดคุณภาพของกาแฟให้ลดลง เพราะฉะนั้นปัจจัยเรื่องแสงจึงสำคัญมากเพราะกาแฟเป็นพืชที่ไม่ชอบแดดจัด

ปัจจุบันกาแฟอาราบิก้าเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับอัตราความต้องการของตลาด ด้านการปลูกในทางการค้ายังมีน้อยเนื่องจากต้นกาแฟอาราบิก้ามีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ในแต่ละสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการศึกษาปริมาณแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถผลิตกล้ากาแฟอาราบิก้าที่มีคุณภาพ เพื่อรองรับการขยายตัวสำหรับการปลูกกาแฟในอนาคต การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปลูกกาแฟและเผยแพร่ให้เกษตรกรทราบถึงปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟอาราบิก้า

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า โดยการพรางแสงที่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ บริเวณพื้นที่สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของระดับการพรางแสงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า
2. เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายใต้ระดับการพรางแสงที่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการพรางแสงในปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตกาแฟอาราบิก้า
2. สามารถนำข้อมูลที่ศึกษาได้ไปใช้เป็นแนวทางสำหรับเกษตรกรผู้สนใจปลูกกาแฟอาราบิก้า
3. ได้ทราบถึงแนวทางการจัดการพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิก้า

ขอบเขตการศึกษา

1. ดำเนินการศึกษากาแฟอาราบิก้าที่ 25, 50, 75 เปอร์เซ็นต์ และไม่พรางแสง
2. ดำเนินการศึกษากาแฟอาราบิก้า โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และจำนวนใบ

3. ดำเนินการศึกษาในพื้นที่โล่งแจ้งบริเวณสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

1.4.4 ดำเนินการศึกษาตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ 2561 ถึง วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ 2561

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลด้านการเจริญเติบโตมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistics Package for the Social Science) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

ผลและอภิปรายผล

การศึกษากาการเจริญเติบโตด้านลำต้นของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายหลังการย้ายกล้าอายุ 60 วัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการพรางแสงในระดับ 50% (T3) มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.21 มิลลิเมตร รองลงมาคือ การพรางแสงในระดับ 25% (T2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 มิลลิเมตร ส่วนการพรางแสง 75% (T4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.21 มิลลิเมตร และไม่มีการพรางแสง (T1) มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดเท่ากับ 2.04 มิลลิเมตร

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตด้านลำต้นของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายหลังการย้ายกล้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้ง 4 รูปแบบ แต่ในทุกกรรมวิธีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากการพรางแสงในระดับต่างๆส่งผลต่อความสูงในระยะแรกๆ แต่ยังไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านขนาดลำต้นมากนัก ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตปัจจัยอื่นได้ถูกควบคุมให้อยู่ในสภาพเดียวกัน เช่น การได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งธาตุอาหารเป็นสิ่งที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตยิ่งขึ้น โดยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชจะต้องอยู่ในรูปสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้และต้องมีปริมาณที่เหมาะสม จึงจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปด้วยดี

Table.1 Diameter Growth of Arabica coffee seedlings after transplanting

Treatment	Diameter Growth (mm.)			
	15 days	30 days	45 days	60 days
T1	1.65 ^a ±0.23	1.83 ^a ±0.22	2.01 ^a ±0.19	2.04 ^a ±0.20
T2	1.60 ^a ±0.24	1.94 ^b ±0.19	2.15 ^b ±0.20	2.19 ^b ±0.19
T3	1.68 ^{ab} ±0.21	1.99 ^b ±0.16	2.17 ^b ±0.15	2.21 ^b ±0.15
T4	1.68 ^{ab} ±0.21	1.99 ^b ±0.16	2.17 ^b ±0.15	2.21 ^b ±0.15
F- test	4.938*	10.497*	10.156*	8.811*

Note: * There are statistically significant differences at the confidence level of 95%

Where T1 = No camouflage, T2 = 25%, T3 = 50% and T4 = 75% camouflage

การศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายหลังการย้ายกล้าอายุ 60 วัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การพรางแสงในระดับ 75% (T4) มีความสูงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.31 เซนติเมตร รองลงมาคือ การพรางแสงในระดับ 25% (T2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.87 เซนติเมตร ส่วนการพรางแสงในระดับ 50% (T3) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.79 เซนติเมตร และ ไม่มีการพรางแสง (T1) มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 12.48 เซนติเมตร

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายหลังการย้ายกล้ามีการเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้ง 4 รูปแบบ โดยกรรมวิธีที่มีการพรางแสงในระดับ 75% (T4) ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงประมาณ 25% มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เนื่องจากต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าเจริญเติบโตได้ในปริมาณความเข้มแสงน้อยได้ดีที่สุด แต่เมื่อได้รับแสงมากเกินไปจะส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูงหยุดชะงัก

Table 2. Height growth of Arabica coffee seedlings after transplanting

Treatment	height growth (cm.)			
	15 days	30 days	45 days	60 days
T1	9.89 ^a ±1.16	11.58 ^a ±1.66	12.06 ^a ±1.62	12.48 ^a ±1.63
T2	10.52 ^b ±1.25	12.66 ^b ±2.01	13.44 ^b ±2.17	13.87 ^b ±2.12
T3	10.16 ^{ab} ±1.04	12.41 ^b ±1.52	13.45 ^b ±1.81	13.79 ^b ±1.78
T4	10.29 ^b ±1.09	12.53 ^b ±2.22	13.88 ^b ±2.62	14.31 ^b ±2.64
F- test	3.997*	4.803*	10.217*	9.198*

Note: * There are statistically significant differences at the confidence level of 95%

Where T1 = No camouflage, T2 = 25%, T3 = 50% and T4 = 75% camouflage

การศึกษาการเจริญเติบโตด้านใบของต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายหลังการย้ายกล้าอายุ 60 วัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการพรางแสง 75% (T4) มีจำนวนใบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 ใบ รองลงมาคือ การพรางแสงในระดับ 50% (T3) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 ใบ ส่วนการพรางแสงในระดับ 25% (T2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.08 ใบ และ ไม่มีการพรางแสง (T1) มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบน้อยที่สุดเท่ากับ 3.25 ใบ

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าภายหลังการย้ายกล้ามีการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้ง 4 รูปแบบ โดยที่การพรางแสงในระดับ 75% (T4) ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงประมาณ 25% มีการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบได้ดีที่สุด เนื่องจากความเข้มแสงในระดับนี้ มีความเหมาะสมสำหรับกล้าไม้มากที่สุด นอกจากนี้ อีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบคือ น้ำ ถ้าพืชขาดน้ำอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง เพราะน้ำมีผลต่อการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในใบ ถ้าสภาพขาดน้ำปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำทำให้ขาด

แคลนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง ทั้งนี้ในใบอ่อนคลอโรฟิลล์ยังเจริญไม่เต็มที่ ส่วนใบที่แก่
มากๆ คลอโรฟิลล์จะสลายตัวไปเป็นจำนวนมาก

Table 3. Growth of leaf numbers of Arabica coffee seedlings after transplanting

Treatment	Growth of leaf numbers (leaves)			
	15 days	30 days	45 days	60 days
T1	6.36 ^a ±1.99	5.74 ^a ±2.45	6.92 ^a ±2.96	3.25 ^a ±1.62
T2	6.20 ^a ±1.93	7.52 ^b ±3.18	10.42 ^b ±2.28	6.08 ^b ±2.79
T3	6.34 ^a ±1.68	8.80 ^c ±2.60	11.04 ^b ±1.81	7.25 ^c ±2.89
T4	7.92 ^b ±2.44	10.53 ^d ±2.03	11.04 ^b ±1.55	7.78 ^c ±3.21
F- test	11.894 [*]	44.004 [*]	57.617 [*]	35.885 [*]

Note: * There are statistically significant differences at the confidence level of 95%

Where T1 = No camouflage, T2 = 25%, T3 = 50% and T4 = 75% camouflage

สรุป

ต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าเจริญเติบโตได้ในปริมาณความเข้มแสงน้อยได้ดีที่สุด แต่เมื่อได้รับความเข้มแสงมากจะส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูงหยุดชะงัก โดยทั่วไปพืชแต่ละชนิดต้องการความเข้มแสงไม่เท่ากัน พืชบางชนิดต้องการแสงจัดแต่พืชบางชนิดก็ต้องการแสงรำไรที่มีความเข้มแสงน้อย ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืช และช่วยเพิ่มสารอาหาร หรือคุณประโยชน์ทางโภชนาการในพืชได้ เนื่องจากว่าพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นต่างกัน เมื่อสภาพภายในโรงเรือนมีการกรองรังสีที่ไม่จำเป็นหรือเป็นอันตรายต่อพืชออกไป ทำให้พืชได้รับแสงบางช่วงความยาวคลื่น (ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลิดอกออกผล) อย่างเต็มที่ ส่งผลให้พืชสามารถสร้างสารเคมีบางชนิดได้มากขึ้น เนื่องจากแสงที่มาจากแหล่งกำเนิดต่างกันย่อมทำให้มีคุณภาพต่างกัน โดยมากแล้วพืชมักต้องการแสงสีน้ำเงินและแดงเป็นหลัก แต่สัดส่วนของแสงสีน้ำเงินต่อแดงที่เหมาะสมก็ขึ้นอยู่กับชนิดพืชเป็นหลัก ตัวอย่าง เช่นการปลูกพืชโดยใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำและสีฟ้าก็จะมีอัตราการเจริญเติบโตต่างกัน เพราะแสงที่ผ่านตาข่ายพรางแสงสีดำจะให้คลื่นแสงสีน้ำเงินและแดงมากกว่าแสงที่ถูกกรองผ่านตาข่ายสีฟ้า ในทำนองเดียวกับ สาวิณี นครศรี (2555) ได้กล่าวว่า เมื่อพืชได้รับความเข้มของแสงที่ต่ำเกินไป หรือความเข้มของแสงไม่เพียงพอ จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และให้ผลผลิตน้อย หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ กรณีที่แสงมีความเข้มต่ำ อัตราการสังเคราะห์แสงก็จะต่ำ ส่งผลให้มีอาหารน้อยตามไปด้วย เมื่อพืชมีอาหารต่ำอยู่แล้วการสร้างสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจะเกิดได้น้อย พืชจะมีการเจริญเติบโตช้า และมีผลผลิตต่ำ หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการทดลองในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงตามจุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์มิได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร.ประเจต อำนาง ซึ่งเป็นที่ปรึกษา คณาจารย์สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิชาการและการศึกษาการทดลอง ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้การศึกษาการทดลองนี้สำเร็จเรียบร้อยตามความคาดหมายจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่สนับสนุน ค่อยให้กำลังใจ และขอขอบคุณ พี่ น้อง สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือ สร้างความรัก ความสามัคคี จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณทุกท่าน ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- แสง ระดับความเข้มของแสง และปริมาณแสงที่น่าสนใจ (ม.ป.ป). <https://www.chi.co.th/article/article-970/>
- Cannell, 1985 Physiology of the Coffee Crop.
[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1607948](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1607948)
- Shahak, Y. 2000. Colored shade nets a new agrotechnology current research in ornamental.
<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/article/download/175160/125312/495276>
- สาวิตรี มังกรแก้ว และคณะ (2558). การพรางแสงและระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเมล็ดพริกชี้หนูพันธุ์ห้วยสีทน ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุพัตรา ดวงเดือน. (2560). ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช. <https://dongсутa.wikispaces.com>

การศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาที่ใช้ความร้อนจากเตาเผาถ่านและเตาเผาแกลบ
A Study on Some Properties of Clay Pebbles Heated by Charcoal and Husk Furnace

พิพัฒน์พล พร้อมมิตร^{1*}, ชาญณรงค์ มูลศรี¹, วรวิมล งามพิบูลเวท²
, ประเจต อำนาง², เปรมชัย สุทธคุณ²และกษมา ถาอ้าย²

^{1,2}มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: pipatpon02617@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาที่ใช้ความร้อนจากเตาเผาถ่านและเตาเผาแกลบ เพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่น ความพรุน ความชื้น และคุณสมบัติทางเคมี โดยมีตัวอย่างการทดลอง 5 เงื่อนไขคือ 1. เม็ดดินเผาซี้อ 2. ดินล่วนที่เผาในเตาเผาถ่านไร้ควัน 3. ดินผสมกากถั่วเหลืองที่เผาในเตาเผาถ่านไร้ควัน 4. ดินล่วนเผาในเตาเผาแกลบ 5. ดินผสมกากถั่วเหลืองเผาเตาแกลบ ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) แล้วเปรียบเทียบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะ โดยค่าเฉลี่ยความหนาแน่น T3, T5, T4, T2 และ T1 มีค่าเท่ากับ 1.14^a, 1.57^a, 1.71^b, 1.71^b และ 2.16^c (g/cm³) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น T3, T5, T4, T2 และ T1 มีค่า 43.17^a, 42.18^a, 21.43^b, 20.59^b และ 11.12^c % ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความพรุน T3, T5, T2, T4 และ T1 มีค่า 73.80^a, 72.35^a, 53.95^b, 52.99^b และ 31.70^c % ตามลำดับ โดยค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า และค่าปริมาณของแข็ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะ มีค่า 182.75 - 245.50 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), 91.50 - 135.75 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) เม็ดดินเผาที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีความพรุนมากสามารถดูดซับความชื้นได้มาก

คำสำคัญ: เตาเผาแกลบ, เม็ดดินเผา

Abstract

A Study on Some Properties of Clay Pebbles Heated by Charcoal and Husk Kilns aimed to compare the density, porosity, moisture, and chemical properties. The samples were clay pebbles, plain clay burnt in a smokeless charcoal furnace, clay mixed with soybean meal burnt in a smokeless charcoal furnace, plain clay burnt in a husk furnace, and plain clay mixed with soybean meal burnt in a husk furnace. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and compared with Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The study found that some properties of clay pebbles were significant differences. The mean densities of T3, T5, T4, T2 and T1 were 1.14^a, 1.57^a, 1.71^b, 1.71^b and 2.16^c (g/cm³), respectively. The mean moisture percentage of T3, T5, T4, T2 and T1 were values of 43.17^a, 42.18^a, 21.43^b, 20.59^b and 11.12^c%, respectively. The mean porosity percentages of T3, T5, T2, T4 and T1 were 73.80^a, 72.35^a, 53.95^b, 52.99^b and 31.70^c %, respectively. The Electrical Conductivity (EC) and total dissolved solids (TDS) values were not significantly different, 182.75 - 245.50 (µS/cm), 91.50 - 135.75 (µS/cm). Clay pebbles with less density were porous and were able to absorb more moisture content.

Keywords: Husk Furnace, Clay Pebbles

บทนำ

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการปลูกไม้ประดับมาก จึงมีสิ่งของตกแต่งกระถางหลายอย่าง เช่น เม็ดดินเผาवलเบาที่ใช้ในการตกแต่งบริเวณรอบ ๆ หน้ากระถางไม้ประดับต่าง ๆ เม็ดดินเผาเป็นวัสดุปลูกที่ทำมาจากการเผาเม็ดดินเหนียวที่อุณหภูมิสูง มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีไม่มีการทำปฏิกิริยากับธาตุอาหาร ระบายน้ำและอากาศได้ดี สามารถทำการฆ่าเชื้อโรคได้ง่ายไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง สำหรับประโยชน์และข้อดีของเม็ดดินเผา นั้นคือสามารถเก็บความชื้นและรักษาหน้าดิน ช่วยดูดซับน้ำและปุ๋ย ใช้ปลูกกล้วยไม้แทนกาบมะพร้าว โดยจะทำการศึกษาจากค่าการเปรียบเทียบความหนาแน่น ความพรุน และความชื้นของเม็ดดินเผา โดยคุณสมบัติของดินที่เกิดการเผาที่แตกต่างกัน รูปแบบไหนที่มีคุณสมบัติและเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจที่จะศึกษาและผู้เพาะเลี้ยงต้นไม้โดยทั่วไป ซึ่งลักษณะของเม็ดดินเผานั้นส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว ซึ่งดินที่ได้จากการลอกคุ คลองนั้นส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว ซึ่งเป็นดินลักษณะใกล้เคียงกันกับดินที่นำมาใช้ผลิตเป็นเม็ดดินเผาवलเบา และมักจะมีการใช้กากถั่วเหลืองร่วมในกระบวนการเผาโดยจัดว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตร ซึ่งกากถั่วเหลืองนั้นมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการปฏิกิริยาการเผาไหม้ทำให้เกิดรูพรุนภายในเม็ดดินเผามากขึ้น ทำให้มีการเพิ่มคุณสมบัติในการดูดซับน้ำให้แก่เม็ดดินเผาน้ำหนักเบาดังนั้นเพื่อให้การจัดการดินตะกอนที่ได้จากการขุดลอกคุ คลองแล้ว ยังสามารถนำมาผลิตเม็ดดินเผาเพื่อเพิ่ม

มูลค่าจากเศษของวัสดุได้ด้วย จากปัญหาและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นนั้นยังขาดข้อมูลในเชิงประจักษ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาจากดินตะกอน เพื่อเป็นแนวทางและประโยชน์ต่อภาคเกษตรกรตลอดจนผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับเม็ดดินเผามวลเบา

วัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่น ความพรุน และความชื้นของเม็ดดินเผา และ 2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีเช่น ค่า EC และค่า TDS ของเม็ดดินเผา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ได้แก่ 1. ศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาที่ต่างกรรมวิธีกัน เพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการศึกษาหรือแนวทางในการประกอบอาชีพสร้างรายได้เพิ่มเติมจากวัสดุเหลือใช้ 2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการผลิตเม็ดดินเผา และใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนจัดการในการทำการศึกษานี้ต่อไป และ 3. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ภายในท้องถิ่น เช่น ดินตะกอน กากถั่วเหลือง และหาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าหรือลดต้นทุนในการผลิตเม็ดดินเผา

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่น ความพรุน และความชื้นของเม็ดดินเผา รวมทั้งคุณสมบัติทางเคมีเช่น ค่า EC และ TDS ของเม็ดดินเผาด้วยวิธีการ 5 วิธีการดังนี้ 1.) เม็ดดินเผาซ้อ 2.) ดินล่วนที่เผาในเตาเผาถ่านไร่คว้น 3.) ดินผสมกากถั่วเหลืองที่เผาในเตาเผาถ่านไร่คว้น 4.) ดินล่วนเผาในเตาเผาแกลบ 5.) ดินผสมกากถั่วเหลืองเผาเตาแกลบ โดยทำการศึกษาในบริเวณพื้นที่ของตึกสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่-เฉลิมพระเกียรติ ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เม็ดดินเผาที่ซ้อจากแหล่งทั่วไป
2. กากถั่วเหลือง
3. โกร่งบดละเอียด
4. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
5. เวย์เรียคาลิปเปอร์
6. น้ำกลั่น
7. เตาถ่านและเตาแกลบ ขนาด 200 ลิตร
8. เครื่องวัดค่า EC&TDS
9. เครื่องมือวิเคราะห์ Electronic Densimeter
10. ตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตร
11. ตู้อบไล่ความชื้น

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. นำดินที่ได้จากการลอกคลองระบายน้ำบริเวณสระสาขากษेत्रป่าไม้ขึ้นมาตากให้แห้ง และนำกากถั่วเหลืองที่ได้หลังจากการแปรรูปจากเกษตรกรรมตากให้แห้ง
2. นำดินและกากถั่วเหลืองที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียดจากนั้นร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตร แบ่งดินเป็น 2 ชนิด 1.) ดินล้วน 2.) ดินผสมกากถั่วเหลืองอัตราส่วน (ดิน 8: ถั่วเหลือง 2) ผสมน้ำและปั่นเป็นก้อนเล็กขนาดใกล้เคียงกัน
3. ดำเนินการแบ่งการทดลองเป็น 5 ทริตเมนต์ คือ เม็ดดินเผาที่ซื้อจากแหล่งทั่วไป (ร้านวัสดุอุปกรณ์ทางการเกษตร) ดินล้วนอบโดยความร้อนในเตาถ่าน ดินผสมอบโดยความร้อนในเตาถ่าน ดินล้วนเผาเตาในแก๊ส และดินผสมเผาเตาในแก๊ส
4. ดำเนินการแบ่งเม็ดดินที่เตรียมไว้แยกใส่เตาถ่านและเตาแก๊ส อย่างละ 500 กรัม จากนั้นนำไปเผาตามกรรมวิธีที่กำหนด
 - 4.1) เม็ดดินเผาซื้อจากร้านวัสดุอุปกรณ์ทางการเกษตร
 - 4.2) ดินล้วนที่เผาในเตาเผาถ่านไร้ควัน
 - 4.3) ดินผสมที่เผาในเตาเผาถ่านไร้ควัน
 - 4.4) ดินล้วนเผาในเตาเผาแก๊ส
 - 4.5) ดินผสมเผาในเตาเผาแก๊ส
5. ดำเนินการเผาแต่ละทริตเมนต์เป็นจำนวน 4 ครั้ง ต่อทริตเมนต์
6. เมื่อเผาเสร็จทำการชั่งน้ำหนักดินทดลองทุกทริตเมนต์ทุกครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำดินทุกทริตเมนต์มาต้มในน้ำอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นสุ่มชั่งน้ำหนักดินทริตเมนต์ละ 10 เม็ด (ซ้ำ)
2. นำตัวอย่างดินทริตเมนต์ละ 10 เม็ด (ซ้ำ) ไปอบในตู้อบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
3. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดดินเผาจากด้านบนถึงด้านล่างและจากฝั่งซ้ายไปฝั่งขวา
4. ชั่งน้ำหนักเม็ดดินทุกเม็ดหลังจากนำเม็ดดินออกจากตู้อบไล่ความชื้น
5. นำเม็ดดินทุกเม็ดไปชั่งในน้ำ
6. นำเม็ดดินที่ได้จากการชั่งในน้ำออกแล้วชั่งแห้งจากนั้นชั่งเม็ดดินอีกครั้ง
7. นำเม็ดดินแต่ละทริตเมนต์แยกใส่แก้วๆ ละ 10 เม็ด (ซ้ำ) จากนั้นเติมน้ำกลั่น และเก็บข้อมูล 1 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับเพื่อหาค่า EC และค่า TDS
8. สุ่มตัวอย่างเม็ดดินแต่ละทริตเมนต์ (ซ้ำ) มาหาค่าความหนาแน่นของอนุภาค โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ Electronic Densimeter

การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการนำข้อมูลค่า EC และค่า TDS ความหนาแน่น ความชื้น ความพรุน มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธีของ DMRT

1. หาค่าความหนาแน่นจากสูตรความหนาแน่นรวม

$$(BD) = \frac{\text{น้ำหนักเม็ดดินเผา(กรัม)}}{\text{ปริมาตรของเม็ดดินเผา(ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{M}{V}$$

2. หาค่าความชื้นจากสูตรค่าความชื้น

$$= \left(\frac{\text{น้ำหนักของเม็ดดินที่ถูกชั่งน้ำออกแล้ว} - \text{น้ำหนักอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}} \right) \times 100$$

3. หาค่าความพรุนจากสูตร

$$\text{ค่าความพรุนของเม็ดดินเผา} = 100 - \left(\frac{\text{ความหนาแน่นรวม}}{\text{ความหนาแน่นอนุภาค}} \times 100 \right)$$

$$= 100 - \left(\frac{BD}{PD} \times 100 \right)$$

ผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเฝามวลเบา ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ทรีตเมนต์ ได้แก่ T1 ดินซั้ว T2 ดินล่วนเตาถ่าน T3 ดินผสมเตาถ่าน T4 ดินล่วนเตาแกลบ และ T5 ดินผสมเตาแกลบ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

Table 1. Some properties of the clay pebbles

Treatment	Density (g/cm ³)	Moisture (%)	Porosity (%)
T1	2.16 ^c ±0.08	11.12 ^c ±1.58	31.70 ^c ±2.56
T2	1.71 ^b ±0.14	20.59 ^b ±1.52	53.95 ^b ±3.80
T3	1.14 ^a ±0.14	43.17 ^a ±14.11	73.80 ^a ±3.42
T4	1.71 ^b ±0.13	21.43 ^b ±2.44	52.99 ^b ±3.81
T5	1.57 ^a ±0.10	42.18 ^a ±5.80	72.35 ^a ±2.48
(F-test)	403.450*	164.175*	925.547*

Note: * There was a statistically significant at the 95% confidence level

ns = there was no statistically significant

The difference was compared by DMRT (Duncan's multiple range test)

1) ผลการศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่น

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่นของเม็ดดินเผาที่ผ่านกระบวนการอบแห้ง พบว่าความหนาแน่นมีความแตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ $2.16^c \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$ รองลงมาตามลำดับ และ T3 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ $1.14^a \pm 0.14 \text{ g/cm}^3$

2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเม็ดดินเผา พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีปริมาณที่แตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ $43.17^a \pm 14.11\%$ รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ $11.12^c \pm 1.58\%$

3) ผลการการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความพรุน

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความพรุนของเม็ดดินเผา พบว่ามีความแตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ $73.80^a \pm 3.42\%$ รองลงมาตามลำดับ T5 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $72.35^a \pm 2.48\%$ และ T1 มีค่าน้อยที่สุดที่ $31.70^c \pm 2.56\%$

Table 2. Electrical conductivity (EC) value of electrical inductance

Treatment	EC value				
	1 hour	3 hours	6 hours	12 hours	24 hours
T1	21.75±8.42	106±11.16	122.50±10.72	137.25±12.81	182.75±13.81
T2	49.25±6.50	80.25±8.95	174.50±53.87	212.00±52.38	237.50±60.45
T3	59.50±5.97	140.75±10.59	152.75±16.25	175.50±14.36	207.75±17.78
T4	38.45±10.87	85.50±12.041	143.25±11.89	165.00±12.51	188.25±17.36
T5	65.50±22.70	67.25±20.661	229.25±32.87	247.00±38.20	245.50±63.57
(F-test)	7.724 ^{ns}	18.488 ^{ns}	7.377 ^{ns}	7.731 ^{ns}	1.887 ^{ns}

Note: * There was a statistically significant at the 95% confidence level

ns = there was no statistically significant

The difference was compared by DMRT (Duncan's multiple range test)

ผลของการศึกษาค่าเฉลี่ย EC (Electrical Conductivity) ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าตามระยะเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในระยะเวลา 1 ชั่วโมง T5 เฉลี่ยสูงสุด $65.50 \pm 22.70 \text{ } (\mu\text{S/cm})$ รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า EC เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ $21.75 \pm 8.42 \text{ } (\mu\text{S/cm})$ 3 ชั่วโมง พบว่าค่า EC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 มีค่า EC เฉลี่ยสูงสุดที่ $140.75 \pm 10.59 \text{ } (\mu\text{S/cm})$ รองลงมาตามลำดับ และ T5 มีค่าเฉลี่ย EC น้อยที่สุดที่ $67.25 \pm 20.661 \text{ } (\mu\text{S/cm})$

ระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าค่า EC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T5 มีค่า EC เฉลี่ยสูงสุดที่ $229.25 \pm 32.87 \text{ } (\mu\text{S/cm})$ รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า EC เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ $122.50 \pm 10.72 \text{ } (\mu\text{S/cm})$

ระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าค่า EC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T5 มีค่า EC เฉลี่ยสูงสุดที่ 247.00 ± 38.20 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า EC เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 137.25 ± 12.81 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าค่า EC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T5 มีค่า EC เฉลี่ยสูงสุดที่ 245.50 ± 63.57 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า EC เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 182.75 ± 13.81 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Table 3. Total dissolved solids (TDS) value of inorganic and organic substances dissolved in water

Treatment	TDS value				
	1 hour	3 hours	6 hours	12 hours	24 hours
T1	10.75 ± 0.95	54.75 ± 5.67	62.00 ± 5.94	67.75 ± 6.65	91.50 ± 6.55
T2	24.00 ± 2.58	40.50 ± 4.20	97.00 ± 24.67	108.50 ± 28.21	118.50 ± 30.04
T3	31.25 ± 2.98	70.25 ± 5.61	76.75 ± 8.30	87.75 ± 7.41	104.00 ± 9.01
T4	19.50 ± 5.44	44.00 ± 5.59	71.50 ± 6.60	82.75 ± 6.29	92.75 ± 7.54
T5	31.50 ± 9.66	34.00 ± 10.55	127.50 ± 28.16	127.50 ± 17.86	135.75 ± 17.91
(F-test)	8.061 ^{ns}	17.987 ^{ns}	8.746 ^{ns}	8.706 ^{ns}	4.981 ^{ns}

Note: * There was a statistically significant at the 95% confidence level

ns = there was no statistically significant

The difference was compared by DMRT (Duncan's multiple range test)

ผลของการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ย TDS (Total dissolved solids) การวัดปริมาณของแข็งตามระยะเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าในระยะเวลา 1 ชั่วโมง T5 มีค่า TDS เฉลี่ยสูงสุดที่ 31.50 ± 9.66 (ppm) รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า TDS เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 10.75 ± 0.95 (ppm)

ระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าค่า TDS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 มีค่า TDS เฉลี่ยสูงสุดที่ 70.25 ± 5.61 (ppm) รองลงมาตามลำดับ และ T5 มีค่า TDS เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 34.00 ± 10.55 (ppm)

ระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าค่า TDS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T5 มีค่า TDS เฉลี่ยสูงสุดที่ 127.50 ± 28.16 (ppm) รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า TDS เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 62.00 ± 5.94 (ppm)

ระยะเวลา 12 ชั่วโมงพบว่าค่า TDS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T5 มีค่า TDS เฉลี่ยสูงสุดที่ 127.50 ± 17.86 (ppm) รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า TDS เฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 67.75 ± 6.65 (ppm)

ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ค่า TDS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T5
มีค่า TDS เฉลี่ยสูงสุดที่ 135.75 ± 17.91 (ppm) รองลงมาตามลำดับ และ T1 มีค่า TDS เฉลี่ยน้อยที่สุดที่
 91.50 ± 6.55 (ppm)

อภิปรายผล

ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นที่ผ่านกระบวนการเผา พบว่าความหนาแน่นไม่มีความแตกต่างกันของแต่ละ
ทริตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย T1 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดที่ $2.16^c \pm 0.08$ g/cm³ รองลงมา T2
มีค่าเฉลี่ยที่ $1.71^b \pm 0.14$ g/cm³ T4 มีค่าเฉลี่ยที่ $1.71^b \pm 0.13$ g/cm³ T5 มีค่าเฉลี่ยที่ $1.57^a \pm 0.10$ g/cm³
และ T3 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ $1.14^a \pm 0.14$ g/cm³ พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทพงษ์ พลพวง
และคณะ (2560) เรื่องนวัตกรรมอิฐมอญเบาจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรความหนาแน่นโดยรวมของอิฐ
หลังการเผาที่อุณหภูมิ 900 – 1,100 C° พบว่าความหนาแน่นของอิฐมีความหนาแน่นเท่ากับ 1.75 – 1.90
g/cm³ โดย ความหนาแน่นจะส่งผลโดยตรงต่อความทนทานของอิฐและการดูดซึมน้ำ

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น พบว่าความชื้นของเม็ดดินเผามีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีปริมาณที่ไม่แตกต่าง
กันของแต่ละทริตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย T3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ $43.17 \pm 14.11\%$ ต่อมาคือ T5
มีค่าเฉลี่ยที่ $42.18 \pm 5.80\%$ T4 มีค่าเฉลี่ยที่ $21.43 \pm 2.44\%$ T2 มีค่าเฉลี่ย $20.59 \pm 1.52\%$ และ T1 มีค่าเฉลี่ย
น้อยที่สุดที่ $11.12 \pm 1.58\%$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรรณิการ์ วงศ์มุกดา และคณะ (2020) เรื่องการผลิต
เม็ดดินเผาน้ำหนักเบาจากดินตะกอนประปาและกากมันสำปะหลัง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวเม็ดดินเผา
น้ำหนักเบา มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อสัดส่วนของกากมันสำปะหลัง

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความพรุนของเม็ดดินเผา พบว่ามีความแตกต่างกันของแต่ละทริตเมนต์อย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ T3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ $73.80 \pm 3.42\%$ รองลงมาคือ T5 มีค่าเฉลี่ยที่ $72.35 \pm 2.48\%$
T2 มีค่าเฉลี่ยที่ $53.95 \pm 3.80\%$ T4 มีค่าเฉลี่ยที่ $52.99 \pm 3.81\%$ และ T1 มีค่าน้อยที่สุดที่ $31.70 \pm 2.56\%$ ซึ่ง
สอดคล้องกับงานวิจัยของ กรรณิการ์ วงศ์มุกดา, และคณะ (2563) เรื่องการผลิตเม็ดดินเผา น้ำหนักเบาจากดิน
ตะกอนประปาและกากมันสำปะหลัง ค่าความพรุนตัวปรากฏของเม็ดดินเผา น้ำหนักเบา มีแนวโน้มสูงขึ้นตาม
อัตราส่วน

จากการศึกษาค่าเหนียวนำกระแสไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) ตามระยะเวลาทั้งหมด 24
ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า EC เฉลี่ยแล้วสามารถเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาได้
อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชิติ ศรีตันทิพย์ และคณะ (2558) เรื่องการพัฒนาระบบและการ
จัดการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชไร่น้ำในรูปแบบโรงเรือนต้นทุ่นต่ำ พบว่าเม็ดดินเผาที่เผาโดยใช้อุณหภูมิ
แตกต่างกันเมื่อนำมาแช่น้ำต่อเนื่อง 10 วัน ค่าการนำไฟฟ้ามีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) ตาระยะเวลาทั้งหมด 24
ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า TDS เฉลี่ยแล้วสามารถเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา
ได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้อุปโภค บริโภคได้โดยตรงจากข้อมูลของบริษัท นีโอเนคส์ ซึ่งค่า TDS ที่

อยู่ระหว่าง 50 - 150 PPM เหมาะสำหรับใช้ดื่ม ส่วนค่าตั้งแต่ 150 - 500 PPM ยังคงเหมาะสมอยู่ เมื่อสูงกว่า 1,200 PPM ไม่เหมาะสำหรับการใช้บริโภคเนื่องจากมีสารปนเปื้อนที่เป็นพิษอยู่มากที่ละลายอยู่ในน้ำ

สรุป

การศึกษาคุณสมบัติบางประการของเม็ดดินเผาที่ใช้ความร้อนจากเตาเผาถ่านและเตาเผาแก๊ส เพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่น ความพรุน ความชื้นของเม็ดดินเผา รวมถึงคุณสมบัติทางเคมีเช่น ค่า EC และ TDS โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นทาง

สถิติ 95% แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย DMRT ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นพบว่าความหนาแน่นไม่มีความแตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ทรีตเมนต์ที่ 1 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดที่ $2.16^c \pm 0.08$ g/cm³ รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 2 มีความหนาแน่นเฉลี่ยที่ $1.71^b \pm 0.14$ g/cm³ ต่อมาคือทรีตเมนต์ที่ 4 มีความหนาแน่นเฉลี่ยที่ $1.71^b \pm 0.13$ g/cm³ ต่อมาคือทรีตเมนต์ที่ 5 มีความหนาแน่นเฉลี่ยที่ $1.57^a \pm 0.10$ g/cm³ และ ทรีตเมนต์ที่ 3 มีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ $1.14^a \pm 0.14$ g/cm³

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นพบว่าความชื้นของเม็ดดินเผาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ทรีตเมนต์ที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดที่ 43.17 ± 14.11 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยที่ 42.18 ± 5.80 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือทรีตเมนต์ที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยที่ 21.43 ± 2.44 ต่อมาคือทรีตเมนต์ที่ 2 20.59 ± 1.52 เปอร์เซ็นต์ และทรีตเมนต์ที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 11.12 ± 1.58 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความพรุนของเม็ดดินเผา พบว่ามีความแตกต่างกันของแต่ละทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ ทรีตเมนต์ที่ 3 มีความพรุนเฉลี่ยสูงสุดที่ 73.80 ± 3.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 5 มีความพรุนเฉลี่ยอยู่ที่ 72.35 ± 2.48 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 2 มีความพรุนเฉลี่ยอยู่ที่ 53.95 ± 3.80 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือทรีตเมนต์ที่ 4 มีความพรุนเฉลี่ยอยู่ที่ 52.99 ± 3.81 เปอร์เซ็นต์ และทรีตเมนต์ที่ 1 มีค่าความพรุนน้อยที่สุดที่ 31.70 ± 2.56 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ตามระยะเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า ค่า EC เฉลี่ยแล้วสามารถเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาได้อย่างสม่ำเสมอ

จากการศึกษาค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids : TDS) ตามระยะเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า ค่า TDS เฉลี่ยแล้วสามารถเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาได้อย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะ คือ 1. การปั้นเม็ดดินควรทำให้มีขนาดใกล้เคียงกัน และเพิ่มจำนวนชนิดของดิน และศึกษาลักษณะของดินก่อนนำมาทำเม็ดดินเผา 2. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ค่า EC&TDS ควรมีระยะเวลาสั้นยิ่งขึ้น และ 3. ควรมีเครื่องมือที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เช่น เครื่องวัดความร้อนภายในเตาเครื่องวัดการนำไฟฟ้า และควรนำเม็ดดินไปวิเคราะห์หาธาตุอาหาร

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ วงศ์มุกดา และคณะ. (2563). การผลิตเม็ดดินเผาหน้าหนักเบาจากดินตะกอนประปา และกากมันสำปะหลัง. <https://li01.tcithaijo.org/index.php/scimsujournal/article/download/242574/172327/892163>
- ชิตี ศรีตันทิพย์ และคณะ. (2558). การพัฒนาระบบและการจัดการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชไร่ดินในรูปแบบโรงเรือนต้นทุนต่ำ. https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2020/10/20201019113625_61360.pdf
- ทักษพร พุ่มประดับ และรดาดี สันธนประกริตติ. (2559). ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลโดยใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์สำหรับการทำเกษตรกรรม. https://eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project_IdDoc299_IdPro709.pdf
- นันทพงษ์ พลพวก และปริญญา จินดาประเสริฐ. (2560). นวัตกรรมอิฐมอญเบาจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. สืบค้นจาก <http://research.rmu.ac.th/rdimis/upload/fullreport/1607005579.pdf>
- มนทิรา ไชยตะถาญกร. (2551). ศึกษาเม็ดดินเผาเป็นวัสดุปลูกผักไฮโดรโปนิคส์. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/371753
- สุทัศน์ จันบัวลา และมานะ เอี่ยมบัว. (2565). ปู๋ยเม็ดดินเผาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. https://www.thailandtechshow.com/view_techno.php?id=507

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศ
ป่าชายเลนสิรินาถราชินี ตำบลปากน้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Microplastic contamination in sediment in mangrove forests at Sirinathrachini
Mangrove Forest Ecosystem Learning Center Pak Nam Pranburi Subdistrict
Prachuap Si Ri Khan Province

ศุภกิตต์ คำเลี้ยง^{1*}, ภูรินทร์ สวัสดิ์รักษ์¹, ประเจต อำนางค์²

¹สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: supakitpon.pa@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลน จำนวน 4 สถานี ที่มีความลึก 4 ระดับ ได้แก่ 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 เซนติเมตร จำนวนทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์แยกไมโครพลาสติกตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Thomson et al (2004)

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนพบว่า สถานี A, B, C, และ D พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวม 1,420.20 ขึ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม สถานี A โดยที่มีปริมาณการปนเปื้อนมากที่สุดค่าเฉลี่ย 1,709.83 ขึ้นต่อน้ำหนักดิน 50 กรัม สถานี C โดยที่มีปริมาณการปนเปื้อนน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 1,167.49 ขึ้นต่อน้ำหนักดิน 50 กรัม หากพิจารณาดินทั้ง 4 ชั้นดิน ได้แก่ ชั้นดินที่ความลึก 0-5, 6-10, 11-15, 16-20 เซนติเมตร พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกมากที่สุดคือ ชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1,838.99 ขึ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม และปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกน้อยที่สุดคือ ชั้นดิน 16-20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1,241.08 ขึ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม

คำสำคัญ: การปนเปื้อน, ตะกอน, ไมโครพลาสติก

Abstract

The study on the amount of microplastic contamination in sediment in mangrove areas was conducted at 4 stations with 4 levels of depth; 0-5, 6-10, 11-15 and 16-20 cm. Total of 48 samples were analyzed. Microplastics were isolated according to a method adapted from Thomson et al (2004). Found that stations A, B, C and D had an average total of 1,420.20 pieces per 50 g. of dry soil weight. Station A had the highest amount of contamination. 1,709.83 pieces per 50 g. of soil weight, station C with the least contaminated content, mean 1,167.49 pieces per 50 g. of soil weight, considering all 4 soil layers at depth 0-5, 6-10, 11-15 and 16-20 cm. It was found that the highest amount of microplastic contamination was Soil i.e. the soil at a depth of 0-5, 6-10, 11-15 and 16-20 cm. It was found that the highest amount of microplastic contamination was the soil layer 0-5 cm. with an average of 1,838.99 pieces of soil per weight. The least amount of microplastic contamination was 16-20 cm. soil layer with an average of 1,241.08 pieces of soil per weight.

Keywords: Contamination, Microplastics, Sediment

บทนำ

ไมโครพลาสติกเป็นประเภทขยะที่นักวิจัยทั่วโลกเริ่มให้ความสนใจกันอย่างแพร่หลายซึ่งไมโครพลาสติกเป็นเศษพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น โฟมล้างหน้าหรือสบู่ขัดผิว เป็นต้น โดยไมโครพลาสติกเหล่านี้จะสามารถแพร่กระจายได้ง่ายโดยการไหลไปกับน้ำและลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่างๆ มีรายงานการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกอยู่ในหลายส่วนของสิ่งแวดล้อม เช่น บริเวณปากแม่น้ำทะเล รวมถึงป่าชายเลน ไมโครพลาสติกสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้หลายประการ โดยมีรายงานการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสัตว์หน้าดิน และสัตว์น้ำทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กในทะเลเป็นจำนวนมาก เนื่องจากไมโครพลาสติกไม่สามารถถูกย่อยในระบบย่อยอาหารได้จะไปสะสมอยู่ในสถานที่ที่อยู่ในห่วงโซ่อาหารระดับต้น จากนั้นจะถูกถ่ายเทลงทะเลขนาดใหญ่กว่ากันเป็นอาหารต่อกันเป็นทอดๆ จนมาถึงมนุษย์และนั่นทำให้อาหารทะเลที่มนุษย์รับประทานทั่วไปมีไมโครพลาสติกตกค้างอยู่ด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ป่าชายเลนเป็นอีกหนึ่งระบบนิเวศที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาไมโครพลาสติก และยังส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังระบบนิเวศทางทะเลอีกด้วย เนื่องจากป่าชายเลนมักเกิดในพื้นที่ที่เป็นรอยต่อ ระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม เช่น บริเวณปากแม่น้ำหรือชายฝั่งทะเล เป็นต้น เป็นป่าที่ประกอบด้วยพืช และสัตว์นานาชนิดดำรงชีวิตร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินเลน น้ำกร่อยหรือมีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของ

สัตว์ที่อยู่ในห่วงโซ่อาหารระดับต้น เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ก่อนจะเติบโตและออกสู่ทะเล อีกทั้งยังเปรียบเสมือนกำแพงชายฝั่ง ช่วยลดการกัดเซาะ และกรอง ขยะก่อนลงสู่ทะเล โดยเมื่อน้ำจืดจากแม่น้ำไหลมาปะปนมากับน้ำก็ตกตะกอนด้วยเช่นกัน

ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีเป็นป่าชายเลนที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำปรางบุรี ซึ่งปัจจุบันแม่น้ำปรางบุรีประสบปัญหาขยะหลากหลายเป็นจำนวนมาก และขยะพลาสติกเหล่านั้นเมื่อแตกหักย่อยสลายก็จะกลายเป็นไมโครพลาสติกไหลลงสู่ทะเล ทำให้ปัญหาขยะที่มีในทะเล และขยะในพื้นที่โดยรอบมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งอาจเข้ามาปนเปื้อนในพื้นที่ป่าชายเลนของศูนย์ศึกษาเรียนรู้ ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ซึ่งจะทำให้เป็นอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตได้ โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินกลุ่มที่บริโกลอินทรีย์สาร เช่น ปู ก้ามดาบ ไส้เดือนทะเล และหอยฝาเดียว เป็นต้น ดังนั้นข้อมูลการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนของป่าชายเลน จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะใช้อธิบายและสร้างความเข้าใจต่อสถานการณ์ของการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนบริเวณป่าชายเลน ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญในการศึกษา การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอน รวมไปถึงการจำแนกลักษณะ และสีของพลาสติกและความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคดินตะกอนกับไมโครพลาสติก เพื่อความเข้าใจใน สถานการณ์เบื้องต้น อันจะนำไปสู่แนวทางการจัดการปัญหาขยะทะเลที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

ทำการศึกษการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลน ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ตั้งอยู่ในพื้นที่แปลงปลูกป่า FPT 29 และ FPT 29/3 ป่าสงวนแห่งชาติคลองเก่า-คลองคอย ตำบลปากน้ำปราง อำเภอปรางบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ห่างจากที่ว่าการอำเภอปรางบุรีไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 12 กิโลเมตร ห่างจากศาลากลางจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประมาณ 77 กิโลเมตร ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกในดินตะกอน โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 4 สถานี (Figure 1) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สถานีที่ 1 คลองเสียบถนนป่าเก่า-ป่าใหม่	พิกัด UTM WGS84 (E.0606795 N.1370487)
สถานีที่ 2 คลองเสียบถนนลานโพธิ์	พิกัด UTM WGS84 (E.0606757 N.1370791)
สถานีที่ 3 คลองเสียบถนนอนุรักษ์ตะวันตก 1	พิกัด UTM WGS84 (E.0606302 N.1370740)
สถานีที่ 4 คลองเสียบถนนชะครามล่าง	พิกัด UTM WGS84 (E.0606643 N.1370462)



Figure 1. Sediment sampling station in mangrove forest area Sirinat Rachinee Mangrove Ecosystem Study Center

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนโดยกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง 4 สถานีฯ ละ 3 จุดๆ ละ 4 ตัวอย่าง ซึ่งจะประกอบด้วยตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 4 ระดับ ได้แก่ ระดับความลึก 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 cm. รวมทั้งสิ้นจำนวน 48 ตัวอย่าง

วิธีการเก็บตัวอย่างดินตะกอน

ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กุดกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Core) ลงในดินตะกอนบริเวณที่ต้องการเก็บตัวอย่าง ให้มีความลึกประมาณ 25 เซนติเมตร



Figure 2. Sediment sampling Mangrove Forest Area, Sirinath Rajini Mangrove Ecosystem Education Center, Pak Nam Pran Subdistrict, Pran District Prajap Si Ri Khan Province.

2. ใช้ชั้นปลุกชุดดินตะกอนบริเวณด้านข้างของกระบอกเก็บตัวอย่างดินออก เพื่อให้ง่ายต่อการดึง
กระบอกเก็บตัวอย่างดิน



Figure 3. Bringing up the soil sampling cylinder Mangrove Forest Area, Sirinath Rajini Mangrove Ecosystem Education Center, Pak Nam Pran Subdistrict, Pran District Prajap Si Ri Khan Province.

3. ดันตัวอย่างดินที่อยู่ในกระบอกเก็บตัวอย่าง (core) ออกมาครั้งละ 5 cm. จากนั้นใช้มีดปาดตัวอย่างดินทีละชั้น จำนวน 4 ชั้น เพื่อให้ได้ตัวอย่างดินทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ที่ความลึก 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 cm.

4. เก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นใส่ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างดิน พร้อมทั้งระบุรหัสสถานีเก็บตัวอย่างให้ชัดเจน



Figure 4. Sediment sampling at various depths Mangrove Forest Area, Sirinath Rajini Mangrove Ecosystem Education Center, Pak Nam Pran Subdistrict, Pran District Prajap Si Ri Khan Province.

การเตรียมตัวอย่างดินตะกอน

การเตรียมตัวอย่างดินตะกอนเพื่อการวิเคราะห์ หลังจากดำเนินการเก็บตัวอย่างดินตะกอนแต่ละสถานีแล้ว จะต้องนำตัวอย่างดินตะกอนมาตากให้แห้งสนิท จากนั้นนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อน (Sieve) ขนาดช่องว่าง 5 มิลลิเมตร (ดินส่วนที่ 1) เพื่อนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติก ก่อนที่จะนำตัวอย่างดินตะกอนส่วนที่เหลือมาร่อนผ่านตะแกรงร่อน (Sieve) ขนาดช่องว่าง 2 มิลลิเมตร (ดินส่วนที่ 2 เพื่อนำมาวิเคราะห์เนื้อดิน (Soil texture) ต่อไป ซึ่งตัวอย่างดินตะกอนที่ได้นั้นมาแบ่งเป็น 4 ส่วน โดยนำตัวอย่างดินด้านที่อยู่ตรงกันข้ามกันในแนวทแยงรวมเข้าไว้ด้วยกัน (Quartering) และชั่งตัวอย่างดินตะกอนให้มีน้ำหนักประมาณ 50 กรัม เพื่อนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

การวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติกในดินตะกอน

การวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดิน นำตัวอย่างดินตะกอนมาแยกไมโครพลาสติกตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Thomson et al (2004) โดยนำตัวอย่างดินตะกอนกวนผสมในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จากนั้นจึงตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ให้ตัวอย่างดินตกตะกอน และนำสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการตกตะกอนมากรองผ่านกระดาษกรอง GF/C โดยใช้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) ก่อนที่จะนำกระดาษกรองไปอบให้แห้งสนิทเป็นเวลา 4 ชั่วโมง สำหรับนำกระดาษกรองที่ได้มาจำแนกไมโครพลาสติกขนาดเล็กโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereo microscope) เพื่อถ่ายภาพ เก็บข้อมูลและวัดขนาดของไมโครพลาสติกแต่ละชิ้นที่พบต่อไป

การวิเคราะห์เนื้อดิน (Soil Texture)

ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อดินเพื่อจำแนกสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนแต่ละตัวอย่างโดยใช้วิธีการดัดแปลงจาก Black et al (1965) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอนุภาคดินตะกอนแต่ละชนิดและปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละสถานีต่อไป จากนั้นคำนวณหาสัดส่วนของอนุภาคขนาดทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (lay) Figure 5. ต่อไป

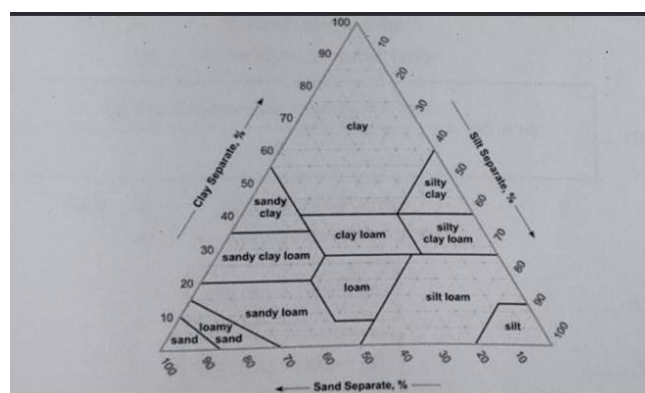


Figure 5. Calculation of soil texture analysis

source: บุญชุม เปี้ยแดง และคณะ (2526: หน้า 14)

ดำเนินการคำนวณผลเพื่อปรับค่าเบลงค์ ปรับค่าอุณหภูมิ คำนวณผลรวมของปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้ง และดินเหนียว ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้ง และปริมาณอนุภาคขนาดทราย ดังสมการที่ (1) (2) (3) (4) (5) และ (6) ตามลำดับ

$$\text{Corrected hydrometer reading}^1 = R_S - R_B \quad (1)$$

โดยที่ R_S = ค่าที่อ่านได้ของสารแขวนลอยดินที่อุณหภูมิห้อง เมื่อ 40 วินาที หรือ 2 ชั่วโมง (กรัม/ลิตร)

R_B = ค่าที่อ่านได้ของสารละลายแคลกอนที่อุณหภูมิห้อง เมื่อ 40 วินาที หรือ 2 ชั่วโมง (กรัม/ลิตร)

$$\text{Corrected hydrometer reading}^2 = \text{Corrected hydrometer reading}^1 + 0.36(T-20^\circ\text{C}) \quad (2)$$

โดยที่ T = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดินเมื่อ 40 วินาที หรือ 2 ชั่วโมง (องศาเซลเซียส)

$$\text{Silt + Clay (\%)} = \text{Corrected hydrometer reading}^2 \text{ at 40 seconds (100)(mf) / W} \quad (3)$$

โดยที่ W = น้ำหนักตัวอย่างดิน (กรัม)

mf = Moisture correction factor

$$\text{Clay (\%)} = \text{Corrected hydrometer reading}^2 \text{ at 2 hours (100)(mf) / W} \quad (4)$$

โดยที่ W = น้ำหนักตัวอย่างดิน (กรัม)

mf = Moisture correction factor

$$\text{Silt (\%)} = (9) - (10) \quad (5)$$

$$\text{Sand (\%)} = 100 - (9) \quad (6)$$

ผลและอภิปรายผล

สัดส่วนรูปร่างและสีของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ในแต่ละชั้นดิน

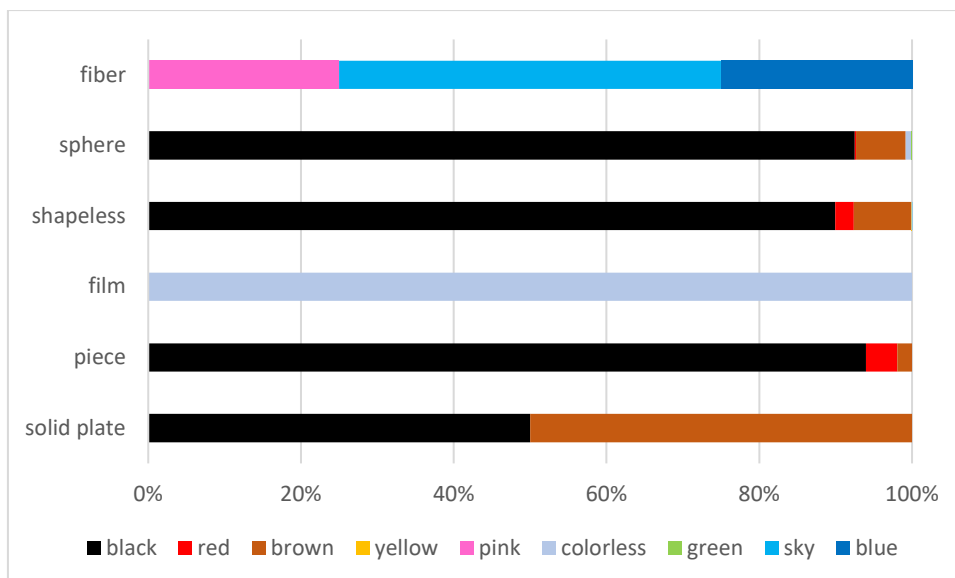


Figure 5. Proportions of shapes and colors of microplastics in all sedimentary soils with a depth of 0-5 cm.

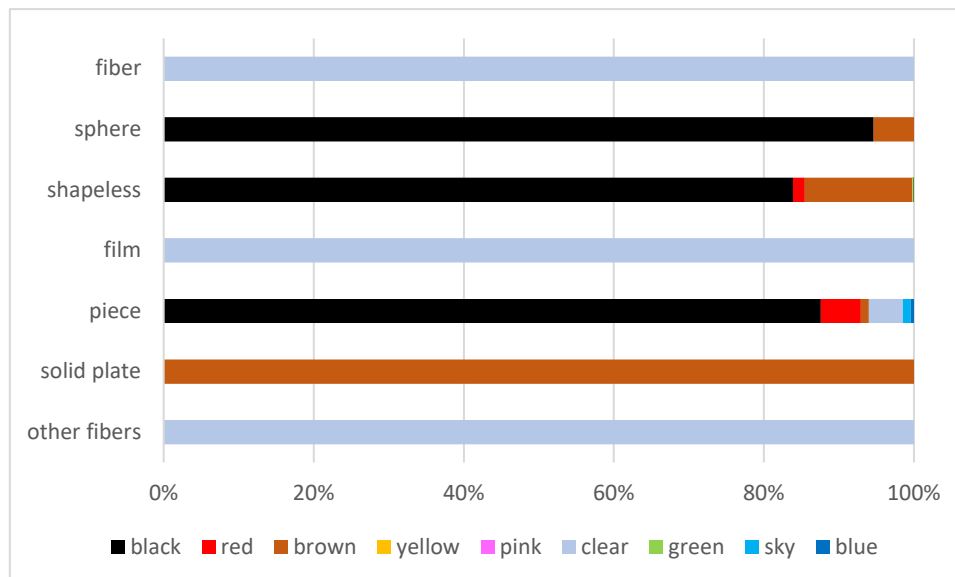


Figure 6. Proportions of shapes and colors of microplastics in all sedimentary soils with a depth of 6-10 cm.

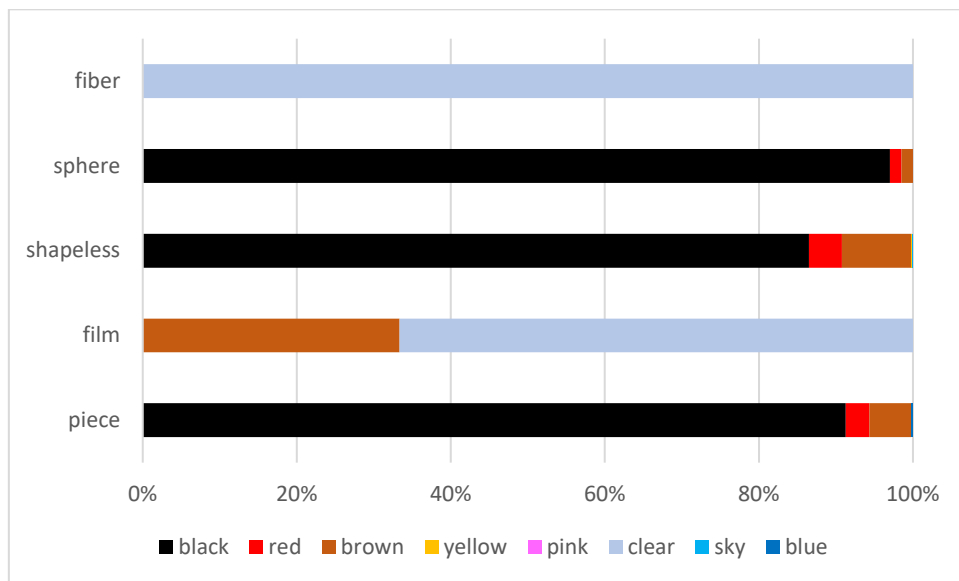


Figure 7. Proportions of shapes and colors of microplastics in all sedimentary soils with a depth of 11-15 cm.

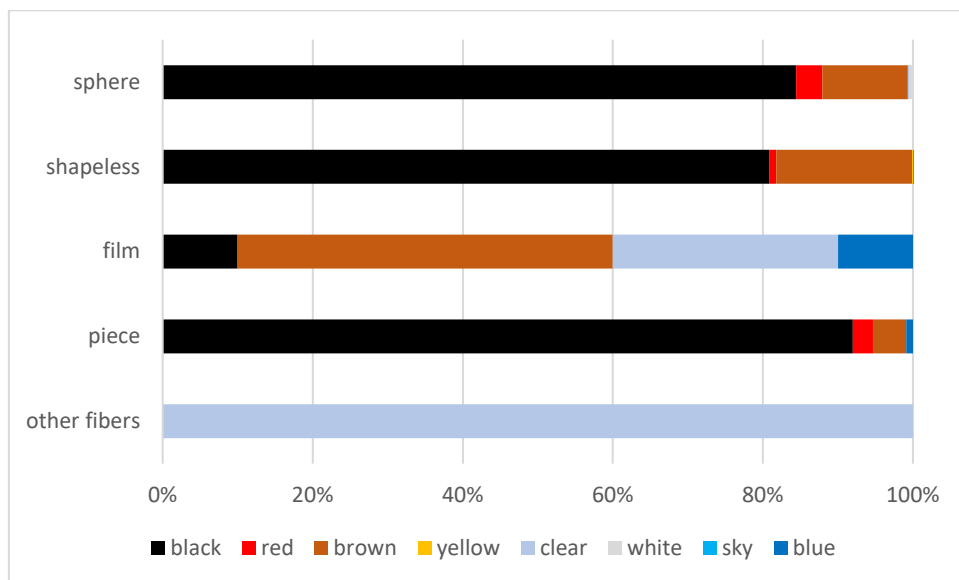


Figure 8. Proportions of shapes and colors of microplastics in all sedimentary soils with a depth of 16-20 cm.

สรุป

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนพื้นที่บริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี ทั้ง 4 สถานี ได้แก่ สถานี A, B, C, และ D พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินตะกอน มีค่าเฉลี่ยรวม 1,420.24 ชิ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม โดยที่มีปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกมากที่สุดคือเฉลี่ย 1,709.83 ชิ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม และสถานี C มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินตะกอนน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 1,167.99 ชิ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม และหากพิจารณาชั้นดินที่มีความลึก 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 เซนติเมตร พบว่ามีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกมากที่สุดคือ ชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1,838.99 ชิ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม และปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนน้อยที่สุดในชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1,241.08 ชิ้นต่อน้ำหนักดินแห้ง 50 กรัม

จากการศึกษารูปร่างของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีทั้ง 4 ชั้นดิน ได้แก่ ชั้นดินที่มีความลึก 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 เซนติเมตร พบว่ารูปร่างของไมโครพลาสติกในดินตะกอนมี 7 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย(เชือก) ทรงกลม ไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม ท่อนหรือแท่ง แผ่นแข็ง และเส้นใยอื่นๆ โดยชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร พบรูปร่างไร้รูปแบบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 95.89 ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร พบรูปร่างไร้รูปแบบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 94.60 ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร พบรูปร่างไร้รูปแบบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 95.99 และชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร พบรูปร่างไร้รูปแบบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 94.79

จากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีทั้ง 4 ชั้นดิน ได้แก่ ชั้นดินที่มีความลึก 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 เซนติเมตร พบว่าสีของไมโครพลาสติกในดินตะกอนมี 11 สี ได้แก่ สีดำ แดง น้ำตาล เหลือง ชมพู ใส เขียว ขาว ม่วง ฟ้า และสีน้ำเงิน โดยชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร พบสีดำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 90.00 ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร พบสีดำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.39 ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร พบสีดำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.83 และชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร พบสีดำมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.26

จากการศึกษาสัดส่วนของรูปร่างและสีของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีทั้ง 4 ชั้นดิน ได้แก่ ชั้นดินที่มีความลึก 0-5, 6-10, 11-15 และ 16-20 เซนติเมตร โดยชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบมีจำนวนสีมากที่สุดจำนวน 6 สี ได้แก่ สีดำ แดง น้ำตาล เหลือง ใส และสีฟ้า โดยพบสีดำมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 89.92 ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบมีจำนวนสีมากที่สุดจำนวน 9 สี ได้แก่ สีดำ แดง น้ำตาล เหลือง ชมพู ใส เขียว ฟ้า และสีน้ำเงิน โดยพบสีดำมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 83.87 ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร ไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบมีจำนวนสีมากที่สุดจำนวน 7 สี ได้แก่ สีดำ แดง น้ำตาล เหลือง ชมพู ใส และสีฟ้า โดยพบสีดำมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 86.49 ชั้นดิน

ที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร พบว่าไมโครพลาสติกทุกรูปปร่างไว้รูปแบบและทรงกลมมีจำนวนสีมากที่สุด โดย ไมโครพลาสติกทุกรูปปร่างไว้รูปแบบ พบจำนวน 5 สี ได้แก่ สีดำ แดง น้ำตาล เหลือง และสีฟ้า พบสีดามีจำนวนมากที่สุดมี คิดเป็นร้อยละ 80.89

จากการศึกษาลักษณะดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีของทุกสถานีและทุกชั้นความลึก โดยสถานี A ที่ความลึกของชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่าเป็นดินประเภท Loam ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Loam ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Clay Loam ชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Loam ส่วนสถานี B ชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Clay Loam ชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam ขณะที่สถานี C ชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam ชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Sandy Loam และสถานี D ชั้นดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Loam ชั้นดินที่มีความลึก 6-10 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Loam ชั้นดินที่มีความลึก 11-15 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Loam ชั้นดินที่มีความลึก 16-20 เซนติเมตร เป็นดินประเภท Loam

จากการศึกษาลักษณะดินตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีของทุกสถานีและทุกชั้นความลึก พบว่าอนุภาคดินทรายและดินทรายแป้งมีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 75-87 ประเภทดินส่วนใหญ่จะเป็นดินประเภท Loam และ Sandy Loam ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคของดินและปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนทั้ง 3 ประเภทนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ข้อเสนอแนะ คือ 1. ควรทำการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง เพื่อนำข้อมูลมา เปรียบเทียบหาความแตกต่างของแต่ละพื้นที่ 2. ควรทำการศึกษาหาที่มาและวัสดุต้นทางของไมโครพลาสติกที่มากปนเปื้อนในป่าชายเลน เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา และ 3. ควรทำการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เพื่อทำการเปรียบเทียบหาอัตราการเพิ่ม - ลดของปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละปี



เอกสารอ้างอิง

การทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2555). *ขยะทะเล*.

<http://61.19.55.253/thailandcoastalcleanup/garbageis.php>.

ชินวัฒน์ พวงยอด. (2549). *ผลกระทบจากการทำนาเกลือต่อคุณสมบัติดิน และสังคมพืชป่าบริเวณอำเภอสวี จังหวัดชุมพร*. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Black et al. (1965). *Methods of soil analysis part I, Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*. Wisconsin. American Society of Agronomy, Inc.

Thomson et al. (2004). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 62(12), 2588-2597.

โครงสร้างสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภอลอง จังหวัดแพร่

Structure and Carbon Sequestration of Ban Mae Pan Community Forest, Long District, Phrae Province

ฟ้าฮัท ดอมี¹, ภูรินทร์ อินพรม², และวรวิฑูมิ งามพิบูลเวท³, ดร.ประเจต อำนาจ⁴,
เปรมชัย สุทศคุณ⁵, กษมา ถาอ้าย⁶, ดร.อภิรดี เสี่ยงสืบชาติ⁷,

¹ สาขาเกษตรป่าไม้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติจังหวัดแพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: thanyaluckwongwian@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างและการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบ้านแม่ปานใน จังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืชและประเมินการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าไม้โดยการสุ่มวางแปลงตัวอย่าง 10x10 จำนวน 16 แปลง ระยะห่างระหว่างแปลง 100 เมตร บริเวณสองข้างทางของทางสำรวจธรรมชาติ ผลการศึกษาพบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งสิ้น 48 ชนิด 45 สกุล 26 โดยพบไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญคือประดู่ (50.33) แดง (49.85) กัดลิ้น (30.36) สะแกแสง (21.65) และตะเคียนหนู (13.56) ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดเท่ากับ 2.73 โดยไม้ต้นมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 10.93 ตร.ม/เฮกแตร์ และมีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้เท่ากับ 475 ต้น/เฮกแตร์ พบมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ABG) เท่ากับ 7.67 ตัน/ไร่ มีมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (BG) เท่ากับ 2.14 ตัน/ไร่ มีมวลชีวภาพรวม (ABG+BG) เท่ากับ 9.81 ตัน/ไร่ มีการกักเก็บคาร์บอน (C) เท่ากับ 4.61 ตันคาร์บอน/ไร่ มีการดูดซับการคาร์บอน (CO₂) เท่ากับ 16.91 ตันคาร์บอน/ไร่

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน, โครงสร้างสังคมพืช, ดัชนีความหลากหลายชนิด

Abstract

The purpose of this study was to examine vegetation structure and carbon sequestration of Ban Mae Pan Community Forest, Phrae Province in 16 plots, 10x10 m² sides of the nature trail. Results show that total of species in Community Forest were 48 species (45 genera, 26 families) and the most dominant trees were *Pterocarpus macrocarpus* (50.33) *Xylia xylocarpa* (49.85) *Walsura trichostemon* (30.36) *Cananga latifolia* (Hook f.&Thomson) (21.65) *Anogeissus acuminata* Will Ver. *lanceolata* (13.56) The Shannon-Wiener index of diversity in Community Forest were 2.73 the basal area is 10.93 m³/ha and density of trees is 475 tree/ha. Above-ground biomass (ABG) was 7.67 t/rai, below-ground biomass (BG) was 2.14 t/rai, total biomass (ABG+BG) was 9.81 t/rai, carbon storage (C) equal to 4.61 t carbon/rai. There is carbon absorption (CO₂) equal to 16.91 t carbon equivalents/rai.

Keywords: Carbon Sequestration, Plant Social Structure, Species Diversity Index

บทนำ

สถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยขณะนี้น่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง เพราะยังคงมีการเติบโตของจำนวนประชากรทำให้ความต้องการมีมากขึ้น มีลักลอบตัดไม้และใช้ทรัพยากรธรรมชาติเกินขีดจำกัดในขณะที่ทรัพยากรธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลงเรื่อยๆ ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพมีการลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว (สำนักหอพรรณไม้, 2550) โดยเฉพาะไม้ยืนต้นเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างกับมนุษย์หรือสัตว์ทั้งทางกายภาพและรูปแบบการดำรงชีวิต ซึ่งมีความสามารถมากมาย เช่น เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า เป็นแหล่งผลิตอากาศหรือก๊าซออกซิเจนที่จำเป็นในการหายใจของมนุษย์และสัตว์ เปรียบเสมือนเครื่องฟอกอากาศให้กับโลกของเราโดยแท้ โดยในเวลากลางวันต้นไม้จะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกเป็นเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อนเป็นต้น จึงต้องมีการจัดการกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยอาศัยต้นไม้ ซึ่งพบว่าต้นไม้สามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ราว 300,000 ล้านตัน (มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, 2558)

ป่าชุมชน (Community Forest) คือ การให้ชุมชนท้องถิ่นที่มีชีวิตสัมพันธ์กับป่าได้มีส่วนร่วมกับรัฐในการใช้ประโยชน์และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่หลากหลายเพื่อการอนุรักษ์ การจัดการ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าอย่างสมดุลและยั่งยืน ป่าชุมชนเป็นวิถีปฏิบัติและเป็นการปรับตัวของการจัดการทรัพยากรภายในชุมชนในการช่วยลดปัญหาความยากจนและความเหลื่อมล้ำทางสังคมของคนในชุมชนจากการถูกแย่งชิงทรัพยากรเพื่อการพัฒนาประเทศ และเป็นแนวทางหนึ่งในการรักษาพื้นที่ป่าและเพิ่มความสมบูรณ์ของนิเวศป่าไม้เพื่อให้ระบบนิเวศคงความสมดุล เนื่องจากป่าชุมชนเป็นกลไกที่สำคัญที่เป็นช่องทางให้ชุมชนเข้ามามีส่วน

ร่วมในการอนุรักษ์ จัดการ ฟื้นฟูให้ป่ามีความสมบูรณ์ให้แก่ชุมชน ซึ่งพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ มีเนื้อที่ปกคลุม 80 ไร่ เป็นเขาสูงชันอยู่ทางทิศตะวันออกของหมู่บ้าน สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 280 เมตร ระยะทางห่างจากหมู่บ้าน 300 เมตร ป่าชุมชนบ้านแม่ปานประกอบไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายของพรรณไม้ที่มีคุณค่าต่อการศึกษาและการค้นคว้าวิจัย และยังเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจของคนในชุมชนบ้านแม่ปาน ควรค่าแก่การอนุรักษ์ให้เป็นมรดกตกทอดต่ออนุชนรุ่นหลัง และยังให้คงสภาพธรรมชาติดั้งเดิมไว้มิให้ถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลง

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าและหลากหลายทางชีวภาพด้านพรรณไม้และศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการปลดปล่อยออกซิเจนของป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เพื่อให้เกิดความห่วงหาพันทรัพยากรธรรมชาติอันนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ จัดการการให้ประโยชน์การท่องเที่ยวและเศรษฐกิจของชาวตำบลแม่ปานอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาศึกษาความหลากหลายชนิดด้านพรรณไม้ในป่าชุมชนบ้านแม่ปานใน (หมู่ 3) ตำบลแม่ปาน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และ 2. เพื่อศึกษามวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (C) การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และการปลดปล่อยออกซิเจน (O₂) ของป่าชุมชนบ้านแม่ปานใน (หมู่ 3) ตำบลแม่ปาน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

ระเบียบวิธีวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. เทปวัดระยะที่มีความยาว 50 เมตร และ 30 เมตร
2. อุปกรณ์ติดป้ายหมายเลขต้นไม้ ได้แก่ ป้ายหมายเลข (Tag) ค้อน ตะปู
3. Haga altimeter (เครื่องมือวัดความสูง)
4. สายวัดความโตเส้นรอบวงของต้นไม้
5. เครื่อง GPS
6. แบบฟอร์มหรือแบบบันทึกข้อมูล
7. อุปกรณ์วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

วิธีการดำเนินการ

การสำรวจเลือกพื้นที่การศึกษาครั้งนี้ ได้คัดเลือกพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภอลอง จังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นป่าเบญจพรรณ (ดังภาพที่ 1) ทำการวางแปลง 10x10 จำนวน 16 แปลงสองข้างทางห่างกัน 100 เมตร

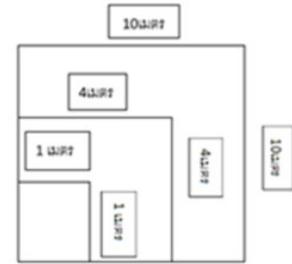


Figure 1. Ban Mae Pan community forest area, characteristics of the sample plots to collect data

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วางแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร เพื่อศึกษาไม้ใหญ่ (Tree) คือ ไม้ที่มีขนาดความสูงทั้งหมดตั้งแต่ 1.30 เมตรขึ้นไป และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพียงอก (Diameter at Breast Height: DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยทำการวัดขนาดของไม้ใหญ่ (Tree) ได้แก่ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพียงอก (Diameter at Breast Height: DBH) และวัดขนาดความสูง (Ht) ทั้งหมด
2. วางแปลงย่อยขนาด 4x4 เมตร ภายในแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร เพื่อศึกษาไม้หนุ่ม (Sapling) คือไม้ที่มีขนาดความสูงทั้งหมดตั้งแต่ 1.30 เมตรขึ้นไป และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพียงอก (Diameter at Breast Height: DBH) น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยทำการวัดขนาดของไม้หนุ่ม (Sapling) ได้แก่ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพียงอก (Diameter at Breast Height: DBH) และวัดขนาดความสูง (Ht) ทั้งหมด
3. วางแปลงย่อยขนาด 1x1 เมตร ในแปลงย่อยขนาด 4x4 เมตร เพื่อศึกษากิ่งไม้ (Seedling) คือ ไม้ที่มีขนาดความสูงทั้งหมดน้อยกว่า 1.30 เมตร โดยทำการนับจำนวนชนิดและจำนวนต้นของกิ่งไม้ (Seedling) ทำการจำแนกชนิดพันธุ์ไม้โดยผู้เชี่ยวชาญ ส่วนชนิดพันธุ์ที่ไม่ทราบชื่อก็เก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ (Specimens) ในแฉกอัดพันธุ์ไม้มาให้อาจารย์ที่ปรึกษาช่วยระบุชนิด
4. ทำการจำแนกและตรวจสอบชื่อชนิดไม้ต้นและทั้งหมดที่พบ ในแต่ละแปลงตัวอย่างโดยให้ชื่อตามการระบุชนิดของหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ (สำนักงานหอพรรณไม้, 2557)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่น (Density, D) ความเด่น (Dominance, Do) ความถี่ (Frequency, F) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Dominance, RDo) ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Frequency, RF) ของแต่ละพื้นที่โดยใช้สูตรดังนี้

2. ความหนาแน่น (Density, D) คือ จำนวนต้นไม้อัตโนมัติทั้งหมดของชนิดต้นไม้ที่กำหนดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$D_A = \frac{\text{จำนวนต้นไม้อัตโนมัติทั้งหมดของชนิด A ที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

3. ความเด่น (Dominance, DO) ในที่นี้จะใช้ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (Basal area, Ba) คือ พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ที่ได้จากการวัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดินต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$Do_A = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

4. ความถี่ (Frequency, F) คือ อัตราร้อยละของจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรากฏพันธุ์ไม้ชนิดที่กำหนดต่อจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสำรวจ

$$F_A = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ไม้ชนิด A ปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}} \times 100$$

5. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Density, RD) คือ สัดส่วนของความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคมคิดเป็นค่าร้อยละ

$$RD_A = \frac{\text{ความหนาแน่นของไม้ชนิด A}}{\text{ความหนาแน่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

6. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Dominance, RDo) คือ สัดส่วนของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคมคิดเป็นค่าร้อยละ

$$RDo = \frac{\text{ความเด่นของชนิดไม้ A}}{\text{ความเด่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

7. ค่าความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Frequency, RF) คือ สัดส่วนของความถี่ของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความถี่ทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคมคิดเป็นค่าร้อยละ

$$RF_A = \frac{\text{ความถี่ของไม้ชนิด A}}{\text{ความถี่ของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

8. ประเมินค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Importance Value Index: IVI) คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ ของชนิดไม้นั้นในสังคม ซึ่งหาได้จากสูตร

$$IVI_A = RD_A + RDo_A + RF_A$$

9. วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Species Diversity Index) หาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดของ Shanon – Wiener (Magurran, 1988) ดังนี้

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shanon-Wiener

S = จำนวนชนิดพืชพรรณ

P_i = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่ i ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิดในสังคม

การวิเคราะห์หามวลชีวภาพ

1. มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่ ใช้สมการของ Ogawa et al. (1965) ซึ่งเป็นสมการที่ใช้ประเมินมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพของลำต้น } WS = 0.0396 (D2H)^{0.933}$$

$$\text{มวลชีวภาพของกิ่ง } WB = 0.00349 (D2H)^{1.0270}$$

$$\text{มวลชีวภาพของใบ } WL = (28/(WS+WB+0.025))^{-1}$$

$$\text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด } WT = WS+WB+WL$$

$$\text{มวลชีวภาพใต้พื้นดินของพืชที่มีเนื้อไม้ } WR = WT \times 0.27$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูง (เมตร)

2. การประเมินการกักเก็บคาร์บอน ค่ามวลชีวภาพที่ได้จากสมการแอลโลเมตริกคูณกับ 0.47 โดยน้ำหนักของเนื้อไม้ที่อบแห้งหรือมวลชีวภาพจะมีคาร์บอนสะสมอยู่ประมาณร้อยละ 47 (ชมพูนุช, 2554)

$$\text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} = \text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน} \times 0.47 \text{ (ตันคาร์บอน)}$$

3. การแปลงค่าการกักเก็บคาร์บอนเป็นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเพียงการนำค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 44) และคาร์บอน (C มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 12) คือ $44/12$ หรือ 3.667 (ค่าคงที่) คูณด้วยค่าการกักเก็บคาร์บอน

$$\text{การดูดซับ } CO_2 \text{ ของป่า} = \text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด} \times 3.667 \text{ (ตันคาร์บอน)}$$

4. การแปลงค่าการปลดปล่อยออกซิเจนเท่ากับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน $\times 2.667$

ผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน พบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งสิ้น 48 ชนิด 45 สกุล 26 วงศ์ โดยพบพืชในวงศ์ Fabaceae มากที่สุด จำนวน 8 ชนิด รองลงมา คือ BIGNONIACEAE จำนวน 6 ชนิด MALVACEAE จำนวน 4 ชนิด ANNONACEAE และ POACEAE พบจำนวน 3 ชนิด PAPILONOIDEAE, COMBRETACEAE, MELIACEAE, HYPERICACEAE, EUPHORBIACEAE, ORAMINEAE, ANACARDIACEAE, LAMIACEAE และ RUBIACEAE พบจำนวน 2 ชนิด HYOROCHARITACEAE, SAPOTACEAE, SANTALACEAE, LRVINGIACEAE, STRYCHNACEAE, VERBENACEAE, EBENACEAE, OPILIAACEAE, BURSERACEAE, LABIATAEL, LYTHRACEAE, PHYLLANTHACEAE และ RUTACEAE พบจำนวน 1 ชนิด

สังคมพืชระดับไม้ต้น (TREE) ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน พบไม้ต้นทั้งหมด 27 ชนิด 26 สกุล 17 วงศ์ โดยพบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้เท่ากับ 2.73 ค่าความเด่น 10.93 ตารางเมตร/เฮกแตร์และมีความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้เท่ากับ 475 ต้น/เฮกแตร์

Table 1. Quantitative characteristics of tree species in Mae Pan Community Forest

Quantitative characteristics	tree level
number of species	27
Diversity Index (H')	2.73
Prominence(squaremeter/ha)	10.93
bulk density (trees/ha)	475

variety of plants

Survey results of wood type composition, top 5 prominence values namely Wild almond followed by Padauk Iron Wood Strychnos Nux-vomica and tongue bite were equal to 2.99, 1.71, 1.18, 1.00, 0.47 respectively.

The top 5 density values are Padauk followed by Iron Wood tongue bite Strychnos Nux-vomica Tree and Takian Rat were equal to 106.25, 93.75, 37.5, 18.75 and 18.75 respectively. The top 5 most important indices are Padauk followed by Iron Wood Wild almond tongue bite and Sakae Saeng were 50.33, 49.85, 30.36, 21.65 and 13.56 respectively.

Table 2. Density (D : %), Dominance (Do : %), Frequency (F : %) and Importance index (IVI) of tree species studied in Mae Pan Community Forest

type	D	Do	F	RD	Rdo	RF	IVI
Padauk	106.25	1.71	43.75	22.37	15.68	12.28	50.33
Iron Wood	93.75	1.18	68.75	19.74	10.82	19.29	49.85
Wild almond	6.25	2.99	6.25	1.32	27.29	1.754	30.36
tongue bite	37.50	0.74	25	7.89	6.74	7.017	21.65
Sakae Saeng	12.50	1.00	6.25	2.63	9.17	1.754	13.56
Strychnos Nux-vomica	18.75	0.39	18.75	3.95	3.55	5.26	12.76
Tree							
Fire of Pakistan	12.50	0.67	12.5	2.63	6.16	3.50	12.30
Takian Rat	18.75	0.11	18.75	3.95	1.04	5.26	10.25
Kenari	18.75	0.29	12.5	3.95	2.63	3.50	10.09
Wodier tree	6.25	0.67	6.25	1.32	6.08	1.75	9.15
other	143.75	1.18	137.5	30.31	10.72	38.51	79.57
together	475	10.93	356.25	100	100	100	300

The top 5 most important indexes were Pradu, followed by Daeng, Kapok, biting tongue and Sakaesaeng, with the values of 50.33, 49.85, 30.36, 21.65 and 13.56 respectively.

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการปลดปล่อยออกซิเจน ของป่าชุมชน บ้านแม่ปาน

ผลการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ABG) เท่ากับ 7.67 ตัน/ไร่ มีมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (BG) เท่ากับ 2.14 ตัน/ไร่ มีมวลชีวภาพรวม (ABG+BG) เท่ากับ 9.81 ตัน/ไร่ มีการกักเก็บคาร์บอน (C) เท่ากับ 4.61 ตันคาร์บอน/ไร่ มีการดูดซับคาร์บอน (CO₂) เท่ากับ 16.91 ตันคาร์บอน/ไร่พื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน จัดตั้งเป็นป่าชุมชนในปี พ.ศ. 2560 โดยใช้ชื่อโครงการป่าชุมชนบ้านแม่ปานในเป็นประเภทป่าป่าสงวนแห่งชาติ มีเนื้อที่ปกคลุม 80 ไร่ จากการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ABG) เท่ากับ 613.6 ตัน/พื้นที่ 80 ไร่ มีมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (BG) เท่ากับ 171.2 ตัน/พื้นที่ 80 ไร่ มีมวลชีวภาพรวม (ABG+BG) เท่ากับ 784.8 ตัน/พื้นที่ 80 ไร่ มีการกักเก็บคาร์บอน (C) เท่ากับ 368.8 ตันคาร์บอน/พื้นที่ 80 ไร่ มีการดูดซับคาร์บอน (CO₂) เท่ากับ 1,352.8 ตันคาร์บอน/พื้นที่ 80 ไร่ มีการปลดปล่อยออกซิเจน (O₂) เท่ากับ 984 ตันออกซิเจน/พื้นที่ 80 ไร่

Table 3. Carbon sequestration carbon dioxide adsorption and release of oxygen of Ban Mae

Pan Community Forest			
amount	(kg/clas)	(tons/clas)	tons per area 80 clas
Number of species	-	-	(27 type)
ABG	7,667.96	7.67	613.6
BG	2,147.03	2.14	171.2
ABG+BG	9,814.99	9.81	784.8
C	4,613.04	4.61	368.8
CO ₂	16,914.51	16.91	1,352.8
O ₂	12,301.46	12.30	984

สรุป

ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน อำเภอลอง จังหวัดแพร่ มีเนื้อที่ 80 ไร่ เป็นเขาสูงชันอยู่ทางทิศตะวันออกของหมู่บ้าน สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 280 เมตร ระยะทางห่างจากหมู่บ้าน 300 เมตร จากการสำรวจพบความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้ทั้งสิ้น 48 ชนิด 45 สกุล 26 วงศ์มี พบระดับไม้ต้นทั้งสิ้น 27 ชนิด 26 สกุล 17 วงศ์ มีค่าความหนาแน่นรวมของชนิดพันธุ์ไม้เท่ากับ 475 ต้น/เฮกแตร์ (76 ต้น/ไร่) มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้เท่ากับ 2.73 ค่าความเด่น 10.93 ตารางเมตร/เฮกแตร์มีมวลชีวภาพรวม (ABG+BG) เท่ากับ 9.81 ต้น/ไร่ มีการกักเก็บคาร์บอน (C) เท่ากับ 4.61 ต้นคาร์บอน/ไร่ มีการดูดซับการคาร์บอน (CO₂) เท่ากับ 16.91 ต้นคาร์บอน/ไร่

น้อยกว่างานวิจัยของของ ถวิกา และคณะ (2562) ที่พบว่า ป่าเต็งรังผสมสนในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีความหลากหลายชนิดของพืช 19 วงศ์ 40 ชนิด และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 12.44 ต้นต่อไร่ และงานวิจัยของ เกษราภรณ์ (2558) ที่พบว่าในส่วนพื้นที่ป่าเต็งรังที่มีการใช้ประโยชน์ของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 14.37 ต้นต่อไร่ น้อยกว่ากับงานวิจัยของ ชัญษา และคณะ (2559) ที่ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ป่าชุมชนห้วยข้าวกล้า จังหวัดพะเยา ซึ่งป่าเป็นป่าผลัดใบมีทั้งที่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายชนิด 23 วงศ์ 48 สกุล 58 ชนิด และ มีอัตราการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 15,418.89 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าชุมชนขึ้นอยู่กับชนิดพืชและพันธุกรรมของพรรณไม้ สภาพพื้นที่และการจัดการด้วย (ชมพูนุช, 2554)

ในป่าชุมชนบ้านแม่ปานมีความหนาแน่นเท่ากับ 475 ต้น/เฮกแตร์ (76 ต้น/ไร่) มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเท่ากับ 10.93 ตารางเมตร/เฮกแตร์ (1.74 ตารางเมตร/ไร่) เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ วสันต์ และคณะ (2553) ที่ดำเนินการวิจัยในป่าเต็งรังในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น พบพรรณไม้ 20 ชนิด มีความ

หนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 125.28 ต้นต่อไร่ มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.824 ตารางเมตรต่อไร่ มีอัตราการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ต้นต่อไร่ จะเห็นว่าป่าชุมชนบ้านแม่ปานมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าทำให้มีการกักเก็บคาร์บอนที่ดีกว่า นอกจากนี้เมื่อพิจารณา โครงสร้างเชิงปริมาณของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแม่ปานมีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ประดู่ (50.33) รองลงมาได้แก่ แดง (49.85) กัดลิ้น (30.36) สะแกแสง (21.65) และตะเคียนหนู (13.56) ทั้ง 5 ชนิดนี้ ยังเป็นไม้ต้นที่มีเป็นไม้โตช้าในพื้นที่ป่าด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชิงชัย (2546) ดอกกรัก และ อุทิศ (2552) ที่กล่าวไว้ว่า ปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอนที่กักเก็บในป่าแต่ละประเภทขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ความหนาแน่นและอัตราการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงปริมาณน้ำฝน สมบัติของดิน การรบกวน เป็นต้น ซึ่งในระบบนิเวศป่าไม้นอกจากการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแล้วจะถูกนำไปกักเก็บในดิน โดยเมื่อป่าไม้เจริญเติบโตหรือได้รับการฟื้นฟูให้อุดมสมบูรณ์ขึ้น ส่วนต่างๆ ของพืชร่วงหล่นคาร์บอนจะถูกหมุนเวียนไปสะสมอยู่ในรูปอินทรีย์วัตถุ ในดิน ทำให้ระบบนิเวศป่าไม้มีศักยภาพในการเป็นแหล่งนิเวศบริการ โดยเฉพาะการกักเก็บคาร์บอนใน ดินด้วย (จักรพงษ์ และคณะ, 2563)

ข้อเสนอแนะ คือ 1. ชุมชนควรมีการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้ป่าชุมชนบ้านแม่ปาน เพื่อถ่ายทอดความรู้ สื่อสารแนวทางการจัดการ และกติกาให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ป่าชุมชนได้อย่างถูกต้อง 2. ผู้นำชุมชนและชาวบ้านมีการตั้งกติการ่วมกัน ห้ามมิให้ตัดและขุดต้นไม้มิให้เผาป่าล่าสัตว์ และทิ้งขยะ แต่อุญาตให้เก็บหาของป่า เช่น ไข่มดแดง ผลไม้ป่า และผักป่าได้ รวมทั้งมีการปลูกไม้พื้นถิ่นเพิ่มเติมทำให้ป่าเกิดการฟื้นฟู เจริญเติบโตทดแทนเป็นป่าที่สมบูรณ์ขึ้น และ 3. ผู้นำชุมชนควรทำหน้าที่เสนอแนะในการประสานงานด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชน และนำแนวทางการจัดการเชื่อมโยงสู่เครือข่ายป่าชุมชนในพื้นที่ใกล้เคียง

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. (2544). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม 2544.

บริษัทประชาชน จำกัด. กรุงเทพฯ.

จตุฎฐาพร เพชรพรหม, ปัญญา หมั่นเก็บ และอัครงค์ เมฆโหรา. (2556). ความหลากหลายของพืชพรรณการใช้ประโยชน์และมูลค่าทางเศรษฐกิจจากป่าชุมชนดอนยาง ตำบลหลักเมือง อำเภอภูกามยาว จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*.

ชัยยา กันฉิ่ง และคณะ. (2559). การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ป่าชุมชนห้วยข้าวกล้า อำเภอจุน จังหวัดพะเยา. รายงานสืบเนื่องจากการประชุม “การประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 3 (2016) : 89-95. 15-17 มิถุนายน 2559 โรงแรมดิอิมแพรสน่าน. จังหวัดน่าน.

- นฤมล กุลศิริศรีตระกูล และคณะ. (2556). ความหลากหลายของชนิดและการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้: ป่าชุมชน บ้านท่าทองแดง ตำบลนาโบสถ์ อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก. *วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (ฉบับพิเศษ)*. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, 98-105.
- สุนทร ค่ายอง และคณะ. (2563). การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าปกปักอนุรักษ์พันธุ์กรรมพีช อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) บริเวณเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์.
- อัญชัน พิมพ์สุวรรณ และคณะ. (2562). โครงสร้างไม้ต้น ความหลากหลายชนิดและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าชุมชนบ้านหินลาดและบ้านหินลาด-เก่าน้อย ตำบลแว้ง อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 37 (1), 88-96.
- เอื้อมพร จันทร์สองดวง และคณะ. (2561). ความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับชนิดของไม้ต้น และการใช้ประโยชน์ของชุมชนไทลาวในเขตป่าอนุรักษ์วัดป่าพรหมประทาน บ้านน้ำคา ตำบลโนนชัยศรี อำเภอนาทอง จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่*. 19(1), 65-79.
- เอื้อมพร จันทร์สองดวง และคณะ. (2565). ความหลากหลายชนิดของไม้ต้นและปริมาณคาร์บอนสะสมของป่าชุมชนโคกทุ่งบะจังหวัดร้อยเอ็ด. <https://ph02.tci-thaijo.org>.

กลุ่ม 3

บริหารธุรกิจ
และสังคมศาสตร์

การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชนเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมฐานราก หลังโควิด ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่

Creating Value Added from Community Products to Drive the Economy and Society after COVID, Thung Lang Sub District, Long District, Phrae Province

ชัยวัฒน์ สมศรี^{1*} กรรณิการ์ เศวตปวิข¹ และ กชภัฏ บุญสิทธิ์¹

¹วิทยาลัยชุมชนแพร่ สถาบันวิทยาลัยชุมชนแพร่ 54000

*Corresponding author. E-mail address: chawat4057@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัย มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาบริบทและความต้องการของชุมชนในการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชน 2) เพื่อพัฒนาหลักสูตรในการการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชนตำบลทุ่งแล้ง และ 3) เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ชุมชน เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน โดยมีกลุ่มตัวอย่างการวิจัยเชิงปริมาณ คือ ประชาชนที่อาศัยในอำเภอลอง จำนวน 400 คน สุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสนทนากลุ่มกับกลุ่มเป้าหมาย 12 คน สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

ผลการวิจัยพบว่า ตำบลทุ่งแล้งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน ภายใต้การปกครองของอำเภอลอง จังหวัดแพร่ ประกอบด้วย 12 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากร จำนวน 7,242 คน มีความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของกล้วย โดยการพัฒนาศูนย์ผลิตผลกล้วยเบรคแตก แบรินด์ บรรจุภัณฑ์และช่องทางการจำหน่าย จากการทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ชุมชน มีระดับความพึงพอใจรวมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.39 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 โดยเรียงลำดับระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือ ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ ความพึงพอใจต่อราคา ความพึงพอใจต่อสถานที่การจัดจำหน่าย และความพึงพอใจต่อการสนับสนุนการจำหน่ายตามลำดับ โดยผลที่ได้จากการวิจัยสามารถสร้างให้เกิดอาชีพเสริมในชุมชน ก่อให้เกิดรายได้ในครัวเรือนเพื่อสนับสนุนความเข้มแข็งของเศรษฐกิจฐานรากของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง

คำสำคัญ: ทรัพยากรพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน มูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ ส่วนประสมทางการตลาด

Abstract

The purpose of research were 1) to study the context and needs of the community in creating added value products from community products, 2) to develop a course on creating value-added products from community products in Thung Lang Sub-district, and 3) to test products with marketing mix factors affecting community product purchase selection. It was mixed method research. The sampling group for quantitative research was 400 people living in Long District using by Random Sampling. The research tool was the questionnaire. Data were analyzed by descriptive statistics. For qualitative research tool was focus group discussion for 12 samples using by Purposive Sampling.

The results showed that Thung Lang Sub-district is in the upper northern region. That under the administration of Long District, Phrae Province, consisting of 12 villages with a population of 7,242 people, there was a need to create value-added banana agricultural products. By developing courses for crispy banana products, brands, packaging, and distribution channels. The results of product testing with marketing mix factors that affect community product purchase choices. had the highest level of overall satisfaction with an average of 4.39, with a standard deviation of 0.49, in order of the most satisfactory level satisfaction with the product, followed by satisfaction with price. Satisfaction with place and satisfaction with promotion, respectively. The results of the research could create additional occupations in the community and generate household income and support the strength of the foundation economy of Thung Lang sub-district communities.

Keywords: Resources base, Community product, Value added, Marketing mix

บทนำ

ความก้าวหน้าและการเจริญเติบโตทางระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้ปฏิวัติการผลิตของโลกใหม่ ซึ่งกระตุ้นให้เกิดธุรกิจในรูปแบบใหม่ๆ อย่างรวดเร็ว ระบบเศรษฐกิจใหม่ (New Economy) และเศรษฐกิจ BCG จึงเป็นระบบเศรษฐกิจที่หลายประเทศได้นำมาเป็นแนวทางในพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเชื่อมโยงกับการสร้างมูลค่าจากความคิดสร้างสรรค์ เอกลักษณ์และวัฒนธรรม ทรัพยากรธรรมชาติ และระบบดิจิทัลเทคโนโลยี เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจใหม่ (คณะกรรมการการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ, 2559) โดยการบูรณาการแนวคิดเศรษฐกิจ BCG และแนวคิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์ จึงเป็นส่วนหนึ่งของระบบเศรษฐกิจใหม่ โดยใช้แนวคิดการขับเคลื่อนเศรษฐกิจบนพื้นฐานของการใช้องค์ความรู้ (Knowledge)

การสร้างสรรคงาน (Creativity) ภูมิปัญญาและการใช้ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual property) ที่เชื่อมโยงกับรากฐานทางเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม การส่งสมความรู้ของสังคม และ นวัตกรรมสมัยใหม่ เพื่อผลิตสินค้าและบริการที่สร้าง “มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ” และ “คุณค่าทางสังคม” ซึ่งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยการสร้างมูลค่าที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ (อภิชา พรเจริญกิจกุล และคณะ, 2560) จนกระทั่งการเกิดโรคอุบัติใหม่ ที่เรียกว่า โควิด-19

ภายใต้สถานการณ์ การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่หรือ โควิด-19 (Covid-19) ส่งผลให้เกิดการแพร่ระบาดแล้วไปทั่วโลก ส่งผลกระทบไปยังทุกภาคส่วน ทำให้องค์การอนามัยโลกได้ประกาศให้การระบาดของไวรัสโคโรนาในครั้งนี้เป็นภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ นักเศรษฐศาสตร์ทั่วโลกออกมาวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อเศรษฐกิจโลกว่าจะมีผลกระทบผ่านห่วงโซ่อุปทานโลกจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานและวัตถุดิบ เนื่องจากจีนซึ่งเป็นโรงงานผลิตและส่งออกสินค้าชิ้นกลางรายใหญ่ของโลกจำเป็นต้องหยุดการผลิตตามที่ทางการจีนมีมาตรการ ควบคุมอย่างเข้มงวด "อย่างที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน" และมีผลกระทบด้านการท่องเที่ยว โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งพึ่งพารายได้จากการท่องเที่ยวด้วยการมีทรัพยากรพื้นฐานที่สนับสนุนการท่องเที่ยว (สมชัย จิตสุชน, 2564) ส่งผลกระทบอย่างใหญ่หลวง แบบที่ไม่เคยเจอมาก่อนในประเทศไทย เศรษฐกิจชะลอตัวอย่างมาก ภาคธุรกิจได้รับผลกระทบ ส่งผลให้เจ้าของกิจการหยุดการดำเนินงาน เนื่องจากแบบรับภาระไม่ไหว ทำให้ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง การท่องเที่ยวหยุดชะงักกัน ระบบการศึกษาไทยต้องปรับตัวด้านกระบวนการเรียนการสอน นักเรียน นิสิต นักศึกษาได้ปรับตัวให้เข้ากับระบบการเรียนรู้ ภายใต้สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ภาคแรงงานในเมืองได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงมากกว่าแรงงานส่วนภูมิภาค และภาคแรงงานเริ่มมีการเคลื่อนย้ายกลับภูมิลำเนา เพื่อลดภาระและมาสร้างงาน สร้างอาชีพ โดยอาศัยทรัพยากรพื้นฐานที่มีในชุมชน เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการดำเนินชีวิตด้วยหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2564) ซึ่งประชากรที่มีภูมิลำเนาในตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง ก็ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ที่กล่าวมาข้างต้นเช่นกัน

ตำบลทุ่งแล้ง จังหวัดแพร่ ประกอบด้วยสมาชิกในชุมชนที่ส่วนมากประกอบอาชีพด้านการเกษตร และทำปศุสัตว์ ได้แก่ การเลี้ยงโคเนื้อ สุกร ปลาและสัตว์อื่น ๆ เป็นอาชีพสำรอง อีกทั้งสร้างผลิตภัณฑ์จากทุนวัฒนธรรมที่มีอยู่ในชุมชน เช่นการทอผ้าฝ้าย เพื่อสวมใส่ และจำหน่ายแก่ผู้ที่สนใจ สำหรับผลิตทางการเกษตรของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย การผลิตข้าว ส้ม ยางพารา ข้าวโพด ต้นสัก ลองกอง มันสำปะหลัง และกล้วย ซึ่งส่วนใหญ่มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ได้จากการผลิต โดยไม่ผ่านการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ในชุมชน ที่ยังไม่ได้รับการส่งเสริมให้สร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ให้กับผลิตผลของชุมชน เกิดการจำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อในพื้นที่ ทำให้ได้ราคาต่ำกว่าตลาด สร้างรายได้ที่ไม่เหมาะสมและคุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นการหาหนทางเพื่อช่วยเหลือสมาชิกในชุมชนที่เป็นแรงงานที่ขาดแคลนทุนทรัพย์และกลุ่มเกษตรกรยังไม่สามารถเข้าใจถึงเทคโนโลยีการผลิตกล้วยในเชิงการค้า เพื่อให้ ได้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสูง เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตผลให้ได้รับรายได้ที่สูงขึ้นที่เหมาะสมและคุ้มค่ากับการลงทุน จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ภาครัฐควรให้การสนับสนุนและส่งเสริมการสร้างรายได้ให้กับชุมชน โดยการสร้างเสริมศักยภาพของชุมชนให้สูงขึ้นโดยการสร้างมูลค่าเพิ่ม

ผลิตภัณฑ์ให้กับสิ่งที่มีอยู่ในชุมชน เช่น ผลผลิตทางการเกษตร ศิลปะวัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ ซึ่งเป็น
อัตลักษณ์ของชุมชน อันเป็นการสร้างเสริมความเข้มแข็งให้กับชุมชน

จากประเด็นปัญหาข้างต้น ทีมงานผู้วิจัยมีความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างเสริมอาชีพ
สร้างเสริมรายได้ของชุมชน โดยการบูรณาการทรัพยากรพื้นฐานที่มีอยู่ในชุมชนและแนวคิดเศรษฐกิจ
สร้างสรรค์ ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อความอยู่ดีกินดีของสมาชิกในชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาบริบทและความต้องการของชุมชนในการสร้างมูลค่าเพิ่ม
ผลิตภัณฑ์จากผลิตผลของชุมชน 2. เพื่อพัฒนาหลักสูตรในการการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลของ
ชุมชนตำบลทุ่งแล้ง และ 3. เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อ
ผลิตภัณฑ์ชุมชน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยมีการวิจัยเชิงคุณภาพ
(Qualitative Research) เพื่อศึกษาบริบทของพื้นที่และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ชุมชน
จากนั้นดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยมีสมาชิกในชุมชน
ตำบลทุ่งแล้ง และประชาชนที่มีภูมิลำเนาในอำเภอลอง เป็นหน่วยในการวิเคราะห์ โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเชิงคุณภาพ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ สมาชิกชุมชนที่อาศัยอยู่ในตำบลทุ่งแล้ง
จำนวนทั้งสิ้น 7,242 คน จาก 12 หมู่บ้าน โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพได้เท่ากับ
12 คน โดยการจัดสรรจำนวน 1 คนต่อ 1 หมู่บ้าน เป็นผู้นำหมู่บ้านหรือตัวแทน แล้วสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง
สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เท่ากับ 400 คน (Yamane, 1973)
โดยกำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับค่าความคาดเคลื่อนร้อยละ 5 จากกลุ่มประชากรที่มี
ภูมิลำเนาในอำเภอลอง จังหวัดแพร่ จำนวน 53,190 คน สุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ การสนทนากลุ่ม (Focus group Discussion) โดยมี
วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบริบทของพื้นที่และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ให้กับผลิตผลของ
ชุมชนตำบลทุ่งแล้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาหลักสูตรเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชน

เครื่องมือการวิจัยเชิงปริมาณ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) การทดสอบผลิตภัณฑ์
ชุมชน มีส่วนประกอบดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ ตอนที่ 2 พฤติกรรม
การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ชุมชน จำนวน 4 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบทั้ง 2 ตอน ตอนที่ 3 การทดสอบ
ผลิตภัณฑ์ด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ชุมชน จำนวน 16 ข้อ เป็น
แบบสอบถามมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ มีการตรวจสอบคุณภาพ
ของแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงทางโครงสร้าง (Construct
Validity) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความชัดเจนในการใช้ภาษา ได้ค่าเฉลี่ยของดัชนี

ความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.60-1.00 มากกว่า 0.50 ตามเกณฑ์ที่กำหนด (Hambleton, 1984) จากนั้น นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความแม่นยำของเครื่องมือและนำมาทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.957 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Nunnally and Bernstein, 1994)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลใน 2 กิจกรรม คือ

1) กิจกรรมศึกษาบริบทและความต้องการของชุมชนพร้อมทำการบันทึกจากการสนทนากลุ่ม จากกลุ่มตัวอย่าง 12 คน โดยการวิจัยเชิงคุณภาพ และ 2) กิจกรรมการทดสอบผลิตภัณฑ์ชุมชนโดยแจกแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ หลังจากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความสมบูรณ์และนำแบบสอบถามที่สมบูรณ์เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและแปรผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม (Focus group Discussion) แล้วทำการสรุปผลของข้อมูลการวิจัยที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมเพื่อค้นหาบริบทชุมชนและความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ชุมชน

การวิจัยเชิงปริมาณ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive Statistic) คือ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการแปรผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีเกณฑ์การแปรผลข้อมูล ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550)

4.50 – 5.00	หมายความว่า	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายความว่า	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายความว่า	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายความว่า	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายความว่า	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ผลและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมฐานรากหลังโควิด ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ โดยสามารถอธิบายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

1) เพื่อศึกษาบริบทและความต้องการของชุมชนในการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ชุมชน

ตำบลทุ่งแล้งเป็นหนึ่งใน 9 ตำบลของอำเภอลอง จังหวัดแพร่ มีพื้นที่ทั้งหมด 224 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 140,000 ไร่ ระยะห่างจากที่ว่าการอำเภอลอง ประมาณ 20 กิโลเมตร เป็นพื้นที่การเกษตรจำนวน 17,352 ไร่ จำนวนครัวเรือนทั้งหมด 2,584 ครัวเรือน โดยจำนวนประชากรทั้งหมด 7,242 คน แยกเป็นชาย จำนวน 3,653 คน หญิง จำนวน 3,589 คน ความหนาแน่นเฉลี่ย 32.33 คน/ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศตั้งอยู่ที่ราบระหว่างหุบเขา มีภูมิประเทศเป็นภูเขาและป่าไม้ มีแม่น้ำยมไหลผ่าน สมาชิก

ในชุมชนที่ส่วนมากประกอบอาชีพด้านการเกษตร และทำปศุสัตว์ ได้แก่ การเลี้ยงโคเนื้อ สุกร ปลาและสัตว์อื่น ๆ เป็นอาชีพเสริม อีกทั้งมีการสร้างผลิตภัณฑ์จากทุนวัฒนธรรมที่มีอยู่ในชุมชน เช่นการทอผ้าฝ้าย เพื่อสวมใส่ และจำหน่ายแก่ผู้ที่สนใจ สำหรับผลผลิตทางการเกษตรของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย การผลิตข้าว ส้ม ยางพารา ข้าวโพด ต้นสัก เงาะ ลองกอง มันสำปะหลัง และกล้วย

จากการรวบรวมความต้องการของกลุ่มสมาชิกในชุมชนตำบลทุ่งแล้ง พบว่าทางกลุ่มต้องการใช้ประโยชน์จากกล้วย เพื่อพัฒนาแปรรูปเป็นกล้วยเบรคแตก เป็นการสร้างรายได้และความเข้มแข็งในกระบวนการผลิตของกลุ่มดังนั้น การฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย รวมทั้งความรู้ความเข้าใจเรื่องบรรจุภัณฑ์ และหลักปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice, GMP) เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่กล้วย ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ทางกลุ่มดำเนินการ นอกจากนี้ยังเป็น การส่งเสริมให้ ทางกลุ่มมีประสิทธิภาพและพัฒนาศักยภาพด้านการผลิต บรรจุภัณฑ์ และการตลาด และเป็น การพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนให้ยั่งยืนต่อไป

การศึกษาบริบทและความต้องการของชุมชนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลของชุมชน แสดงให้เห็นว่าชุมชนให้ความสำคัญอย่างมาก ในการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ให้กับผลิตผลชุมชน โดยอาศัยทรัพยากรพื้นฐานที่อยู่ในชุมชน เป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างแรก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Munoz, Castellanos & Salinero (2011) ที่พบแนวคิดว่าทรัพยากรขององค์กรเป็นปัจจัย สำคัญในการทำให้องค์กรมีความได้เปรียบในเชิงแข่งขัน และส่งผลต่อผลการดำเนินงานขององค์กร โดยที่ Barney, Ketchen & Wright (2011) กล่าวไว้ว่า ความได้เปรียบนี้เกิดขึ้นจากการที่องค์กร สามารถครอบครองและใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่และรักษาทรัพยากรเหล่านั้นไว้ โดยที่คู่แข่งไม่สามารถลอกเลียนแบบ หรือหาทรัพยากรอื่นใดมาทดแทนได้ นอกจากนี้ Men & Hung (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่อยู่ในตัวของบุคคล ถือเป็นทรัพยากรสำคัญอย่างหนึ่ง การที่องค์กรจะได้เปรียบทางการแข่งขัน ต้องมีบุคคล ถ่ายทอดความรู้จากตัวเองไปให้ผู้อื่น องค์กรความรู้ที่เกิดขึ้นต้องมีการถ่ายทอดต่อ ๆ กันไป และนำไปสร้างให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กร

ทั้งนี้การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลของชุมชน เป็นปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญ เนื่องมาจากสมาชิกในชุมชน ที่มีความต้องการจำหน่ายสินค้าของชุมชนให้มาก ๆ ควรทำให้ผลิตภัณฑ์ของชุมชนมีความโดดเด่น มีความพิเศษ แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ของชุมชนอื่น โดยการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ ด้วยการผสมผสานวัฒนธรรมและอัตลักษณ์ของชุมชน เพื่อกระตุ้นความต้องการ อยากรได้มาครอบครองของลูกค้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญทวรรณ วิงวอน และคณะ (2560) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ชุมชน ตำบลเวียง อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ว่าคนในชุมชนได้มีการวางแผนต่อยอดทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน โดยการวางแผนระหว่างชุมชนและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดตั้งกลุ่มในชุมชนในการ ประยุกต์ใช้ทรัพยากรในชุมชนด้วยการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของ

ผลิตภัณฑ์ เพราะการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมทางผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนทั้งจากที่มีอยู่เดิมและสร้างขึ้นใหม่ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และบริการ และนำไปสู่ความต้องการของคนในชุมชนอย่างแท้จริงผ่านการมีส่วนร่วมของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยการรวมตัวกันของสมาชิกในชุมชน มีพื้นฐานมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจแบบพอเพียง เพื่อประกอบกิจการโดยใช้ทุนและทรัพยากรพื้นฐานที่มีในชุมชนทำให้เกิดมีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ

2) เพื่อพัฒนาหลักสูตรในการการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากผลิตผลชุมชนตำบลทุ่งแล้ง

จากการดำเนินกิจกรรมในการพัฒนาหลักสูตร โดยการรวบรวมข้อมูลบริบทชุมชนและความต้องการของสมาชิกในชุมชน สามารถนำมาวิเคราะห์ สร้างเป็นหลักสูตร ดังมีรายละเอียดใน Table 1.

Table 1. Crispy Banana Product Course Contents.

No	Learning Unit	Lecture (hours)	Practical (hours)	Total (hours)
1	Create Value Added of Bananas	1		1
2	Crispy Banana Products		12	12
3	Branding and Prototyping of Modern, Eco-Friendly Packaging	1	1	2
4	Offline/Online Promotion and Marketing	1	2	3
	รวม	3	15	18

จาก Table 1. พบว่าหลักสูตรผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตก การสร้างแบรนด์ บรรจุภัณฑ์และช่องทางการจำหน่าย ประกอบไปด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ 1) คุณค่าการต่อยอดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของกล้วย 2) กิจกรรมแปรรูปกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตก 3) การสร้างแบรนด์และจัดทำต้นแบบ บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและทันสมัย และ 4) การส่งเสริมการขายและการตลาดออฟไลน์/ออนไลน์ รวมจำนวน 18 ชั่วโมง จากเนื้อหาหลักสูตรข้างต้น ได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตรจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของหลักสูตร (IOC- Item Objective Congruence Index) ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นโดยรวมว่าหลักสูตรมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรม

3) เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ชุมชน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามในส่วนของความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด สามารถสรุปดัง Table 2.

Table 2. Mean and Standard Deviation of Satisfaction in Community Products.

Assessment Issues	Mean	S.D.	Customer Satisfaction
Product Satisfaction	4.62	0.63	the most
Price Satisfaction	4.60	0.62	the most
Place Satisfaction	4.20	0.64	a lot
Promotion Satisfaction	4.15	0.57	a lot
Total Average	4.39	0.49	a lot

จาก Table 2 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม มีผลรวมของระดับความพึงพอใจ ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.49 โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ ลำดับแรก เป็นความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.63 รองลงมาเป็นความพึงพอใจต่อราคา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.62 ความพึงพอใจต่อสถานที่การจัดจำหน่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.64 และความพึงพอใจต่อการสนับสนุนการจำหน่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.57 ตามลำดับ

จากผลการวิจัยข้างต้น พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในภาพรวมของปัจจัยส่วนผสมทางการตลาดในระดับมาก และมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ชุมชนในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ที่นำไปทดสอบตลาด เป็นที่น่าสนใจต่อผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับการค้นพบของ ดวงฤดี อุทัยหอม และคณะ (2565) ที่ค้นพบว่า ส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ในระดับมากที่สุดคือด้านผลิตภัณฑ์ ประเด็นด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีสีสันสวยงามและรูปแบบที่ทันสมัย และให้ความสำคัญด้านราคา ที่มีการกำหนดราคาที่เหมาะสมและราคาเหมาะสมกับคุณภาพสินค้า มีการส่งเสริมการตลาด และช่องทางการจัดจำหน่ายที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก และจากผลการวิจัยข้างต้นนั้น มีความสอดคล้องกับการค้นพบจากงานวิจัยของ สมบัติ กันบุตร และคณะ (2566) ที่ทำการศึกษาปัจจัยส่วนประสมการตลาดผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่นเชิงสร้างสรรค์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ที่พบว่าการพัฒนาอาหารท้องถิ่นของชุมชนต้องมีการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น วัฒนธรรมของอาหารท้องถิ่น ซึ่งเป็นโอกาสของการเสริมจุดแข็งของวัฒนธรรมและประเพณีลงในอาหาร พิจารณาถึงห่วงโซ่อุปทานของอาหาร ในระดับต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ควรสื่อให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ ที่เกิดมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูมีคุณค่า มีมาตรฐานและอัตลักษณ์ที่โดดเด่น ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำได้ให้กับชาวบ้านมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากผลิตผลชุมชน โดยการต่อยอดภูมิปัญญา วัฒนธรรมของอาหารท้องถิ่นทำให้สนับสนุนการค้นพบจากงานวิจัยดังกล่าว อีกทั้งการศึกษาของ ธัญวลัย สว่างฟ้า และคณะ (2565) ได้ข้อค้นพบที่สอดคล้องกัน โดยพบว่า ส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 4 ด้าน มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานของกลุ่มผู้ผลิต โดยที่กลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตกที่เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่นำไปทดสอบ ได้คำนึงถึงปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ทั้ง 4 ด้าน โดยที่ปัจจัย

ด้านผลิตภัณฑ์ คือ สินค้าต้องมีคุณภาพ ประเภทและขนาดของสินค้ามีความหลากหลาย มีบรรจุภัณฑ์ที่มีความสวยงาม ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณของสินค้า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย คือ สถานที่จำหน่ายจะต้องตั้งอยู่ในทำเลที่เดินทางมาได้สะดวก และมีความรวดเร็วในการจัดส่งสินค้า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด คือ ความรวดเร็วในการให้บริการ มีการประชาสัมพันธ์ ผ่านทางสื่อต่าง ๆ สอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กับข้อค้นพบของ ญัฐสุดา ชูศรี และคณะ (2565) ที่สนับสนุนแนวคิดในการผลิตสินค้า ให้เน้นความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาด ทั้ง 4 ด้าน กล่าวคือควรทำให้สินค้ามีความหลากหลาย เพื่อสร้างผลตอบแทนที่สูงกว่า ซึ่งความหลากหลายเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจเข้ามาใช้บริการอย่างมาก มีราคาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ หาซื้อได้ง่ายและส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่รู้จักในวงกว้าง

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่า ความต้องการของกลุ่มสมาชิกในชุมชนตำบลทุ่งแล้ง พบว่าทางกลุ่มต้องการใช้ประโยชน์จากกล้วย เพื่อพัฒนาแปรรูปเป็นกล้วยเบรคแตก เป็นการสร้างรายได้และความเข้มแข็งในกระบวนการผลิตของกลุ่มดังนั้นควรมีการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย รวมทั้งความรู้ความเข้าใจเรื่องบรรจุภัณฑ์ และหลักปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร โดยได้ทำการพัฒนาหลักสูตรผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตก การสร้างแบรนด์ บรรจุภัณฑ์และช่องทางการจำหน่าย อันประกอบไปด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ 1) คุณค่าการต่อยอดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของกล้วย 2) กิจกรรมแปรรูปกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตก 3) การสร้างแบรนด์และจัดทำต้นแบบบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและทันสมัย และ 4) การส่งเสริมการขายและการตลาดออฟไลน์/ออนไลน์ รวมจำนวน 18 ชั่วโมง เพื่อนำไปอบรมกับสมาชิกในชุมชน และจากการนำผลิตภัณฑ์กล้วยเบรคแตกไปทดสอบตลาด ปรากฏภาพรวมของระดับความพึงพอใจในระดับมาก โดยเรียงลำดับความพึงพอใจ จากปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ได้ดังนี้ ลำดับแรก เป็นความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ รองลงมาเป็นความพึงพอใจต่อราคา ความพึงพอใจต่อสถานที่การจัดจำหน่าย และ ความพึงพอใจต่อการสนับสนุนการจัดจำหน่าย ตามลำดับ โดยข้อค้นพบดังกล่าวหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่สนับสนุนส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชน ควรนำสู่ผู้นำชุมชน เพื่อนำไปพัฒนา ปรับปรุง และต่อยอด ผลิตภัณฑ์ชุมชนให้มีความโดดเด่น มีอัตลักษณ์ นำสู่การสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับชุมชนต่อไป



Figure 1. Group of Research Participants and Crispy Banana Product.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือให้ข้อมูล และสนับสนุนให้กำลังใจ ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประทีป บินชัย ผู้อำนวยการวิทยาลัยชุมชนแพร่ อาจารย์ ดร.มนัส จันทรพิวง รองผู้อำนวยการวิทยาลัยชุมชนแพร่ อาจารย์ ดร.บงกชกร หงส์สาม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ตลอดจน ท่านนายทอน ใจยะกุล นายองค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งแล้ง และคณะผู้บริหารที่อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการลงพื้นที่ในการดำเนินกิจกรรมพร้อมกับคำแนะนำที่ดีเป็นประโยชน์ พร้อมกับสนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมตามโครงการให้เกิดความสมบูรณ์และเป็นประโยชน์ต่อชุมชนโดยรวมอย่างแท้จริง ขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเป้าหมาย ที่ได้สละเวลาเอื้อเฟื้อข้อมูลตอบแบบสอบถาม การสนทนากลุ่ม การเข้าร่วมกิจกรรมและให้ข้อเสนอแนะที่ดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการข้าราชการชั้นเคื่อนการปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ. (2559). รายงานการปฏิรูปเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์และเชิงวัฒนธรรม. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐสุดา, ชูศรี, ธนภรณ์, พึ่งบุญไพศาล, และเมษธาวิณ พลโยธี. (2565). แนวทางการพัฒนากลยุทธ์ส่วนประสมทางการตลาด สำหรับสินค้าของฝากประเภทปลาสามเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวชุมชนไชยบุรี อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครพนม. วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 17(62), 43-51

- ดวงฤดี อุทัยหอม, นาดยา โชติกุล, กรกมล ชื่นสุวรรณ, และกุลธิดา แซ่ไชว. (2565). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผ้าทอล่องมุด จังหวัดสงขลา. *Journal of Social Science and Buddhist Anthropology*, 7(2), 310-324.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2564). *ผลกระทบของโควิด 19 ระลอกใหม่ต่อเศรษฐกิจไทย*.
https://www.bot.or.th/Thai/AboutBOT/Activities/Documents/MediaBriefing2021/MediaBriefing_COVID19.pdf.
- ธัญวลัย สว่างฟ้า, มนสิชา ตีปะวรรณมา, และมัลลิกา สุนงกฎ. (2565). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและปัจจัยการจัดการวิสาหกิจชุมชน ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยเล็บมือนางใน จังหวัดชุมพร. *Journal of KMITL Business school*, 12(1), 1-12.
- บุณทวรรณ วิงวอน, อาชวิน ใจแก้ว, อัจฉรา เมฆสุวรรณ, และปิยนุช คำเงิน. (2560). *การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มผู้สูงอายุ ตำบลเวียง อำเภอเชียงแสนจังหวัดเชียงราย*. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 ณ คณะบริหารธุรกิจและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 19 ธันวาคม 2560. หน้า 233-242.
- สมชัย จิตสุชน. (2564). *ผลกระทบทางสังคมของการระบาดโรคโควิด-19 ระลอกใหม่และมาตรการที่ควรมี*.
<https://tdri.or.th/2021/01/impact-of-new-covid-19-wave/>.
- สมบัติ กันบุตร, เกษรา พรতিরาวงค์, อำนวยพร ใหญ่ยิ่ง, อโนชา สุภาวกุล, และน้ำฝน รักประยูร. (2566). ปัจจัยส่วนประสมการตลาดผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่นเชิงสร้างสรรค์ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในเขตพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร. *วารสารวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์*, 6(1), 133-149.
- อภิชา พรเจริญกิจกุล, รัชฎาพร เกตานนท์ แนวแห่งธรรม. (2560). การพัฒนารูปแบบการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ผ้าไหมทอมือตามแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ ของชุมชนบ้านประทุน ตำบลแด อำเภอสี่ขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์. *วารสารการบริหารปกครอง (Governance Journal) มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 6(2), 431-446.
- Barney, J. B., Ketchen, D. J., & Wright, M. (2011). The future of resource-based theory revitalization or decline?. *Journal of management*, 37(5), 1299-1315.
- Hambleton, R.K. (1984). *A guide to criterion referenced test construction*. Baltimore and London: T Johns Hopkins University Press.
- Men, L. R., & Hung, C. J. F. (2012). Exploring the roles of organization-public relationships in the strategic management process: Towards an integrated framework. *International Journal of Strategic Communication*, 6(2), 151-173.



Munoz Castellanos, R. M., & Salinero Martin, M. Y. (2011). Training as a source of competitive advantage: performance impact and the role of firm strategy, the Spanish case.

The international journal of Human Resource Management, 22(3), 574-594.

Nunnally, J. C. and Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory (3 rd ed.)*. New York: McGraw-Hill.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory statistics, (Second Edition)*. New York: Harper & Row.

การพัฒนาสร้างสรรค์และยกระดับผลิตภัณฑ์ชุมชนสู่ความยั่งยืนในอนาคต
กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่
Developing, Creating and Elevating Community Products Towards
Sustainability in the Future Case Study of Rice Processing Community
Enterprise Group, Nam Cham Subdistrict, Mueang Phrae District

มนัส จันทรพงษ์^{1*} จุฬารัตน์ ดวงตาต้า¹ และ วิยะณี ดังก้อน¹

¹วิทยาลัยชุมชนแพร่ สถาบันวิทยาลัยชุมชนแพร่ 54000

*Corresponding author. E-mail address: chaiwat4057@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาสร้างสรรค์และยกระดับผลิตภัณฑ์ชุมชนสู่ความยั่งยืนในอนาคต กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่ เป็นกรณีศึกษาแบบผสมผสาน (Mixed Methodology) เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว เครื่องมือวิจัย การสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสอบถาม และการระดมความคิดเห็น

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์มีการพัฒนาสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ คือการพัฒนาสูตรซอสผลไม้เพื่อรับประทานคู่กับข้าวแต๋น ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่หันมารักสุขภาพ เน้นรับประทานสิ่งที่มีประโยชน์ มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อดึงดูดความสนใจให้ผู้บริโภคหันมาเลือกซื้อมากขึ้น ส่วนของช่องทางการจัดจำหน่าย มีการสร้างเพจออนไลน์เพื่อเป็นช่องทางการตลาดไว้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ และจากปัญหาการที่ไม่สามารถตากข้าวแต๋นในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้รายได้ผู้ผลิตลดลง จึงเกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ กล้วยกรอบแก้ว ซึ่งใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบในชุมชน เป็นการสร้างรายได้ อีกทางหนึ่ง

คำสำคัญ: การพัฒนาสร้างสรรค์ ผลิตภัณฑ์ชุมชน การแปรรูปข้าว

Abstract

This research aimed to develop, create, and enhance the community products to the sustainability in the future; A case study of the Rice Processing Community Enterprise Group, Nam Cham Subdistrict, Mueang Phrae District. This was the mixed methodology research. It used both qualitative and quantitative approaches in the research. This was the purposive sampling. The sample was the rice processing community enterprise group. The research tools were the In-depth interviews, questionnaires, and brainstorming.

The research showed that the product development has developed to make a differentiation in products. The development of fruit sauce recipes to eat with rice cracker (Kwao-Tan) satisfied the needs of modern healthy consumers. The packaging was developed to make a product attractive to gain customers' attention to buy the products. The online page was a marketing channel for the products. According to rainy season, problem on the incapability to dry the raw materials was solved to make a new product called "Crispy Bananas" to make another way for earning their income.

Keywords: Creative development, Community products, Rice processing

บทนำ

ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถทางการแข่งขัน มีเป้าหมาย เป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว เศรษฐกิจเติบโตอย่างมีเสถียรภาพและยั่งยืน และมีความสามารถในการแข่งขันสูง แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ประเด็นการเกษตรมีเป้าหมายในการเพิ่มผลิตภัณท์มวลรวมสาขาเกษตรและการเพิ่มผลิตภาพการผลิต บนพื้นฐานการกระจายรายได้ที่เป็นธรรมและเท่าเทียม โดยส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณท์เกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น การสร้างความแตกต่างและโดดเด่นของสินค้าในแต่ละท้องถิ่น สร้างตราสินค้าของเกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น ส่งเสริมการทำเกษตรปลอดภัย ส่งเสริมและสนับสนุนการผลิต การแปรรูป และการพัฒนาสินค้าเกษตรและผลิตภัณท์จากฐานเกษตรกรรม และฐานทรัพยากรชีวภาพ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูป เป็นผลิตภัณท์ใหม่ที่มีมูลค่าสูง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาการเกษตรทุกขั้นตอนให้สามารถเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้อย่างยั่งยืน จากยุทธศาสตร์ เห็นชอบในการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจ ชีวภาพ - เศรษฐกิจหมุนเวียน - เศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green-Economy : BCG Model) เป็นโมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นวาระแห่งชาติ (สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2563) ผลิตภัณท์แปรรูปข้าวเป็นสินค้าศักยภาพ จากพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปและมี

ความเฉพาะกลุ่มมากขึ้น (Niche Market) ตามวิถีการดำเนินชีวิตที่เร่งรีบการขยายตัวของชนชั้นกลาง กระแสรักสุขภาพ เป็นต้น รวมถึงช่องทางการจัดจำหน่ายที่หลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะช่องทาง Online ที่เป็นโอกาสในการเข้าถึงตลาดที่ใหญ่ขึ้น นับเป็นโอกาสของผู้ประกอบการ SME ที่จะนำเสนอผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวที่หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ซึ่งต้องอาศัยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาปรับใช้เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า และช่วยยกระดับผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวชั้นกลาง ไปสู่ผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวชั้นปลาย ผู้ประกอบการ SME อาจต้องใช้กลยุทธ์เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จของผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าว คือ ต้องทำความเข้าใจตลาด ศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภค การตลาดจึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการธุรกิจและการสร้างสรรค์ ซึ่งวิสาหกิจชุมชนเป็นรูปแบบหนึ่งของธุรกิจ ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว มีประโยชน์ทั้งในด้านการสร้างรายได้ และส่งผลทางบวกอื่นๆ ต่อชุมชน สังคม และประเทศ เช่น ก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่น สร้างการรวมกลุ่มของชุมชน ลดการเคลื่อนย้ายแรงงาน เป็นต้น ในปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก (พิมพ์นิภา รัตนจันทร์, 2563)

กลุ่มวิสาหกิจชุมชน การแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่ เป็นกลุ่มที่ผลิตข้าวแต่น สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ให้กับผลิตผลของชุมชน เกิดการจำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อในพื้นที่ ปัจจุบันข้าวแต่นได้มีการปรับปรุงทั้งสูตรการผลิตและปรับปรุงลักษณะแผ่นให้บางขึ้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าวแต่น ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่ (1) การมีผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบเก่าที่ไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้คนในยุคสมัยใหม่ ไม่น่าสนใจ และไม่น่าดึงดูดใจในการเลือกซื้อ อีกทั้งมีภาพลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ที่เป็นเพียงของฝากเพียงเท่านั้น และ (2) ในช่วงฤดูฝนที่ข้าวแต่นไม่สามารถตากแดดได้ จึงทำให้รายได้ลดลง จากประเด็นปัญหาข้างต้น คณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างเสริมอาชีพ สร้างเสริมรายได้ของชุมชน โดยการบูรณาการเศรษฐกิจ BCG และแนวคิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยทรัพยากรพื้นฐานที่มีอยู่ในชุมชน ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อความอยู่ดีกินดีของสมาชิกในชุมชนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methodology) เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยดำเนินงานวิจัยกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่ จำนวน 20 คน ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาภูมิปัญญากระบวนการผลิตและการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ในเรื่องของลักษณะตัวผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น ขนาด การเลือกใช้พันธุ์ข้าวรสชาติและกรรมวิธีในการผลิต มีกลุ่มเป้าหมายที่ให้ข้อมูลประกอบด้วย ประชาชนชาวบ้านที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นและเป็นผู้ปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต จำนวน 4 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis)

กิจกรรมที่ 2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น ที่ตอบสนองต่อการบริโภคของผู้คนในยุคปัจจุบัน การแจกแบบสอบถาม (Questionnaire) ในเรื่องของความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์การแปรรูปข้าวแต่นใน

รูปแบบใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยการนำเศษผลไม้ ผลไม้ในท้องถิ่นและซีสโคแลต มาทำเป็นซอสเพื่อทานคู่กับข้าวแต่น จากการศึกษาข้อมูลตัวอย่างซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มวัยเด็ก กลุ่มวัยรุ่นและกลุ่มวัยทำงาน รวมจำนวน 100 คน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive Statistic) คือ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการแปรผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

กิจกรรมที่ 3 การเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่พร้อมเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจ การระดมความคิดเห็น (Focus group) เป็นการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจงในการให้ข้อมูลประกอบด้วย ผู้ที่มีความรู้ความสามารถเช่น ประชาชนชาวบ้านที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเรื่องกระบวนการผลิตแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นและเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ จำนวน 4 คน ผู้ปฏิบัติที่มีส่วนร่วมในการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น จำนวน 6 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร จำนวน 2 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลและอภิปรายผล

การพัฒนาสร้างสรรค์และยกระดับผลิตภัณฑ์สู่ความยั่งยืนในอนาคต กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่ โดยนำเสนอผลการวิจัยตามขั้นตอนกระบวนการวิจัย ดังนี้

1) ศึกษาภูมิปัญญากระบวนการผลิตและการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น

ชุมชนตำบลน้ำขำ อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ มีภูมิปัญญาในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวที่หลากหลายที่เป็นภูมิปัญญาของภาคเหนือ ข้าวแต่นมีจุดกำเนิดเริ่มต้นเมื่อใดไม่มีเอกสารหรือหลักฐานปรากฏชัดได้อย่างชัดเจน บางหลักฐานว่าถือกำเนิดจากภาคเหนือของประเทศไทยที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก โดยมีคนสันนิษฐานว่าข้าวแต่นเป็นอาหารที่มาจากข้าวเหนียวหนึ่งมาแปรรูปนั้นเกิดขึ้นจากความบังเอิญในการเก็บข้าวเหนียวหนึ่งที่เหลือจากการกินในแต่ละวันแต่ละครั้งของชาวบ้าน นำมาตากแห้งแล้วทอดด้วยน้ำมันเก็บไว้รับประทาน สามารถเก็บไว้รับประทานได้เป็นเวลานาน แต่คนล้านนาซึ่งมีชาวนาเป็นส่วนใหญ่ของสังคมได้ทำนามาด้วยความยากลำบากจึงรู้คุณค่าของข้าวมากกว่าคนในอาชีพอื่น ชาวนาจะไม่กินข้าวทิ้งๆ ขว้างๆ หนึ่งข้าวให้พอดีกับการกินในแต่ละวัน ถ้ามีข้าวเหลือก็จะนำมาอุ่นในวันต่อไป ข้าวที่เหลือจึงไม่มากพอที่จะคิดนำไปแปรรูปเป็นข้าวแต่นได้ แต่ที่วัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันทำบุญสำคัญทางศาสนาชาวบ้านที่ศรัทธาข้าวปลาอาหารไปถวายพระจำนวนมากทำให้มีข้าวเหลือกินและเกิดความเสียดายกลัวข้าวจะเสียจึงนำไปตากแห้งเก็บไว้จนเกิดความคิดในการแปรรูปนำไปทอดในน้ำมันกลายเป็นข้าวแต่นจนถึงปัจจุบันนี้ก็ว่าได้ แต่อีกทางหนึ่งมีผู้คนกล่าวไว้ว่าการทำข้าวแต่นเป็นวิธีถนอมอาหารเพื่อเก็บไว้รับประทานของชาวบ้าน และเพื่อการนำติดตัวไปเมื่อต้องเดินทางไกลหรือไปทำศึกสงครามในสมัยโบราณ และต้องไปหลายวันหรือหลายเดือนเพราะอาหารถือเป็นปัจจัยสำคัญของสงคราม ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นนับว่าข้าวแต่นเป็นยุทธปัจจัยที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปข้าว ใช้วัตถุดิบจากข้าวเหนียวขาวเขี้ยว และจากข้าวเหนียวไรซ์เบอร์รี่ โดยเป็นข้าวที่ปลูกด้วยกระบวนการเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ชุมชน โดยการนำข้าวเหนียวมาล้างน้ำทำความสะอาดจากนั้นนำไปนึ่งโดยใช้เวลา 20 นาที เพื่อให้ข้าวสุกและมีเมล็ดข้าวฟูสวย พักให้หายร้อนนำมาผสมกับส่วนผสมตามรสชาติแล้วนำมาทอดลงในแม่พิมพ์ข้าวแต่นให้เป็นแผ่นบางๆ

จากนั้นนำไปตากแดดโดยจะใช้เวลาดตากแดดอยู่ที่ 1-2 วันสังเกตจากข้าวแต่นถ้าตากแดดได้ที่แล้วจะไม่ติดกับตะแกรงที่ตาก พอได้ข้าวแต่นที่แห้งสนิทแล้วนำมาทอดโดยใช้ไฟอ่อนเพื่อให้ข้าวแต่นฟูขึ้นสวย มีสีสนับน่ารับประทาน ส่วนผสมของข้าวแต่น 1) ข้าวเหนียว 1,000 กรัม 2) เกลือ 8 กรัม 3) น้ำตาล 70 กรัม 4) น้ำแดงโมหรือน้ำอ้อย 300 กรัม ซึ่งสามารถผลิตข้าวแต่นได้จำนวน 180-200 ชิ้น จำนวนชิ้นขึ้นอยู่กับการกดข้าวเหนียวลงแม่พิมพ์ก่อนนำไปตากแดด การจะใช้น้ำแดงโมหรือน้ำอ้อยขึ้นอยู่กับรสชาติของข้าวแต่น เลือกอย่างไรอย่างหนึ่ง (Figure 1.)



Figure 1. Describes the original rice cracker (Kwao-Tan).

ทั้งนี้ในการลงพื้นที่ศึกษาภูมิปัญญากระบวนการผลิตและการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นเป็นขนมขบเคี้ยวพื้นบ้านภาคเหนือ ที่ทำจากข้าวเหนียวมาผ่านการทำให้สุก ขึ้นรูปและทำแห้งแล้วแล้วทำให้กรอบพองโรยด้วยน้ำอ้อยเคี้ยวจนขึ้น หยอดเป็นวงกลมซ้อน ๆ กัน นำมาทอดให้พองตัวและแต่งหน้าด้วยน้ำตาล หมูหยอง น้ำพริกเผา หรือธัญพืชแห้ง เนื่องจากตลาดต้องการผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นที่มีการแต่งหน้าแปลกใหม่ และเป็นสากล โดยเฉพาะจุดขายสำคัญคือ คุณภาพและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ในส่วนองหน้าข้าวแต่นที่สะอาดตา อร่อย ไม่มีกลิ่นหืน จึงได้แนวคิดในการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้แต่งหน้าข้าวแต่นเพื่อเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากผลไม้ท้องถิ่น อันจะเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรให้จำหน่ายผลผลิตได้มากขึ้นในช่วงฤดูกาลที่มีผลผลิตมาก และได้ข้าวแต่นที่มีรสชาติแปลกใหม่เป็นเอกลักษณ์ของไทย และเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภค สอดคล้องการวิจัยของพริ้มเพรา ตะมะพุด (2555) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นหน้าสับปะรดแช่อิ่มในพื้นที่จังหวัดลำปาง ทั้งนี้กระบวนการสร้างคุณค่าร่วมกัน ผลิตภัณฑ์ เปรียบเสมือนสื่อกลางในการส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้า Men & Hung (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่อยู่ในตัวของบุคคลถือเป็นทรัพยากรสำคัญอย่างหนึ่ง การที่องค์กรจะได้เปรียบทางการแข่งขัน ต้องมีบุคคลถ่ายทอดความรู้จากตัวเองไปให้ผู้อื่น องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นต้องมีการถ่ายทอดต่อ ๆ กันไป เพื่อป้องกันการสูญหาย และนำไปสร้างให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กร เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ ที่จำหน่ายในตลาดชุมชน ที่เน้นการผสมผสานวัฒนธรรมประเพณี เข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์ ภายใต้ความร่วมมือในการดำเนินกิจการของชุมชน

2) พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น ที่ตอบสนองต่อการบริโภคของผู้คนในยุคปัจจุบัน

คณะนักวิจัยได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น ที่ประยุกต์ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ที่ตอบสนองกลางกระแสรักสุขภาพ โดยส่วนของตัวผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม คงรสชาติและกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมเนื่องจากเป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ แต่พัฒนาซอสทานคู่กับข้าวแต่นขึ้นมาเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ ซึ่งจากการทดลองทำซอสทั้งหมด 3 รสชาติได้แก่ รสชาติได้แก่ รสชาติแก้วมังกรสตรอเบอรี่ ช็อคโกแลตอัลมอนด์ และ

น้ำอ้อยย่างซีม่อน พบว่ารสชาติที่ได้รับกระแสตอบรับมากที่สุดคือแก้วมังกรสตรอเบอรี่ โดยมีขั้นตอนการทำซอสคือ การนำผลไม้แก้วมังกรมาฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อสะดวกต่อการเคี้ยวแก้วมังกรให้ละลายจากนั้นใส่น้ำมะนาวสด น้ำตาลและผงสตรอเบอรี่ลงไปผสมแล้วคนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นพักให้หายร้อนแล้วนำไปบรรจุลงถุงพร้อมจัดจำหน่ายคู่กับข้าวแต๋นรสชาติข้าวลิ้มผิว ดัง Figure 2.



Figure 2. Describes Kwao-Tan from Luem Pua Glutinous Rice with dragon fruit source and strawberry-dragon fruit source.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามในส่วนของความพึงพอใจต่อการศึกษาคำคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น พบว่า ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น โดยภาพรวม มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.53, S.D. = 0.59) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า รสชาติของข้าวแต๋น รสแก้วมังกรสตรอเบอรี่ มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.67, S.D. = 0.42) รองลงมาคือ รสน้ำอ้อยย่างซีม่อน มีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 4.21, S.D. = 0.61) และ รสช็อคโกแลตอัลมอนต์ มีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 4.11, S.D. = 0.77) รูปร่างลักษณะข้าวแต๋น ลักษณะข้าวแต๋น วงกลมขนาด 2.5 นิ้ว มีความพึงพอใจอยู่ระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.53, S.D. = 0.51) และ การบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า มีความพึงพอใจอยู่ระดับมาก (\bar{X} = 4.53, S.D. = 0.59)

ทั้งนี้การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ จึงคิดหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ของตนเองมีความโดดเด่น มีความพิเศษ แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ของชุมชนอื่น ๆ อีกทั้ง หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนแนวความคิดเหล่านี้ ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ ด้วยการผสมผสานวัฒนธรรม อัตลักษณ์ของชุมชน หรือสร้างควมมีลักษณะพิเศษเฉพาะให้กับผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างความต้องการ อยากรได้มาครอบครองของลูกค้า การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อทราบถึงลักษณะความต้องการของ ผู้บริโภค ทางด้านต่าง ๆ เพื่อที่จะจัดส่วนประสมทางการตลาดต่างๆ ในการกระตุ้นและสนองความต้องการของลูกค้าที่เป็นเป้าหมายได้ถูกต้อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติและ พฤติกรรมของผู้บริโภค ประกอบด้วย 4 ประการ (ฉัตรชัย อินทสังข์ และคณะ, 2562 และ Sari & Bayram, 2015) ดังนี้ 1) ปัจจัยทางวัฒนธรรม (Cultural Factors) เป็นปัจจัยที่อิทธิพลมีผลกระทบต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคได้กว้างขวางที่สุด 2) ปัจจัยทางสังคม (Social Factors) ปัจจัยทางสังคมที่ส่งอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค 3) ปัจจัยส่วนบุคคล (Personal Factors) เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการตัดสินใจ ได้แก่ อายุ อาชีพ รายได้ รูปแบบการดำเนินชีวิต

บุคลิกภาพ 4) ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา (Psychological Factors) ปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูติมา เมฆวัน (2563) ที่ได้กล่าวถึง ด้านการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และสร้างช่องทางการตลาดข้าวพื้นบ้านตาม วิถีบริโภคในยุคปัจจุบัน และสอดคล้องกับความต้องการของตลาดเริ่มจากการค้นหาอัตลักษณ์ และความโดดเด่นของพื้นที่ รวมถึงศักยภาพของข้าวพื้นบ้านและผลิตภัณฑ์แปรรูปของข้าวพื้นบ้าน นำมาสู่การออกแบบตราสินค้าของผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าว โดยอัตลักษณ์และศักยภาพของพื้นที่รวมถึงคุณลักษณะและประโยชน์ของข้าวพื้นบ้าน

3) การเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่พร้อมเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจ

คณะนักวิจัยได้ศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายแบบเดิมมีเพียงช่องทางออฟไลน์เท่านั้น ซึ่งมีจำหน่ายแค่ที่บ้านที่อยู่ในตำบลน้ำชำ อำเภอเมืองแพร่ และร้านขายของฝากในสถานีขนส่งจังหวัดแพร่ จำนวน 2 ที่ คณะวิจัยได้วางแผนการดำเนินการสามารถหาร้านเพื่อนำผลิตภัณฑ์ไปฝากจำหน่ายเพิ่มเติม ได้แก่ เครือข่ายร้านกาแฟภายในจังหวัดแพร่ และจากการระดมความคิด เห็นควรว่าจำเป็นต้องมีช่องทางการจัดจำหน่ายออนไลน์เพราะยุคปัจจุบันผู้คนใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสาร เพื่อหาข่าวสาร หรือสินค้า/บริการที่สนใจ ดังนั้นจึงมีการดำเนินการเปิดเพจเฟซบุ๊กเพื่อใช้เป็นช่องทางในการส่งเสริมการตลาดให้มีคนรู้จักผลิตภัณฑ์มากขึ้น ดัง Figure 3.



Figure 3. Describes the website of Kwao-Tan Bariga & crispy bananas.

ผลการศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ จากการเก็บข้อมูลทั้งการลงพื้นที่ภาคสนามและการสัมภาษณ์ พบว่าในช่วงฤดูฝน การตากข้าวแต๋นสามารถตากแดดได้น้อยลง ทำให้ผลผลิตมีจำนวนน้อย ส่งผลให้รายได้ลดลงไปด้วย จึงเกิดการระดมความคิดขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อช่วยเพิ่มรายได้ในช่วงฤดูฝน โดยได้ข้อสรุปที่ชัดเจนคือการทำกล้วยกรอบแก้ว ซึ่งมีที่มา มาจากการลงพื้นที่ พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลน้ำชำ เพาะปลูกกล้วยเป็นจำนวนมาก บ้านทุกหลังมีการนำกล้วยมาจัดจำหน่ายหน้าบ้านในราคาถูก บ่อยครั้งที่คนในท้องถิ่นต้องสูญเสียกล้วยไปเป็นจำนวนมากเนื่องจากไม่มีใครต้องการซื้อ ด้วยเหตุผลนี้จึงเกิดเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้ว ที่สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาเศรษฐกิจ ชีวภาพ - เศรษฐกิจหมุนเวียน - เศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green-Economy : BCG Model) ดัง Figure 4.



Figure 4. describes crispy banana crisps with herbal flavor.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามในส่วนของความพึงพอใจต่อผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้ว พบว่า ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้ว โดยภาพรวม มีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 4.09, S.D. = 0.66) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า รสชาติของกล้วยกรอบแก้ว รสสมุนไพร มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.63) รองลงมาคือ รสน้ำตาลเกลือ ความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 3.71, S.D. = 0.52) รูปร่างลักษณะกล้วยกรอบแก้ว ลักษณะเป็นแท่ง มีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 4.40, S.D. = 0.77) รองลงมาคือ ลักษณะมันเป็นวงกลม มีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 3.52, S.D. = 0.73) และ การบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า มีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 4.35, S.D. = 0.49)

จากผลการศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่พร้อมเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจ พบว่า แสดงให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ที่นำไปทดสอบตลาด เป็นที่น่าสนใจต่อผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Rundh (2016) และสันติธร ภูริภักดี (2561) ศึกษาองค์ความรู้ที่สำคัญสำหรับผู้ประกอบการที่สามารถนำไปพัฒนาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ คือ การเพิ่มมูลค่าด้วยการสร้างตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ช่วยสร้างคุณค่าทางการตลาด นอกจากนี้ทิศทางเดียวกันกับงานของกฤษณะ ดาราเรือง (2560) ศึกษาการออกแบบตราสินค้าและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ พบว่า การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ฉลาก และ สื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อให้มีความสวยงาม ทันสมัย ทำให้มีจุดดึงดูดความสนใจลูกค้าเพิ่มขึ้น รวมถึงสามารถบอกเอกลักษณ์ของท้องถิ่นได้ อย่างไรก็ตาม การประเมินผลบรรจุภัณฑ์และสื่อประชาสัมพันธ์ พบว่า ลูกค้าเป้าหมายมีความพึงพอใจในระดับมาก รวมถึงใกล้เคียงกับงานของทวีศักดิ์ แสงสาย (2561) การพัฒนาการตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์แปรรูปเพื่อสุขภาพ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรทฤษฎีใหม่ จังหวัดสุรินทร์ พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อตราสินค้า ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ โลโก้ ตราสินค้าชัดเจน และจดจำได้ง่าย อีกทั้งการเติบโตของตลาดยังสามารถเติบโตได้อีกมาก หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้มีรูปแบบที่หลากหลายทั้งรสชาติและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม สอดคล้องกับงานของธีรา เดชนครินทร์ และคณะ (2562) และ Hakola (2013) พบว่า งานด้านการตลาดที่ส่งเสริมการพัฒนากิจการ คือ การกำหนด กลุ่มเป้าหมาย ความต้องการ การปรับปรุง และการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นปัจจัยที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐสุดา ชูศรี และคณะ (2565) สนับสนุนแนวความคิดการให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาด ทั้ง 4 ด้าน กล่าวคือควรทำให้สินค้ามีความหลากหลาย เพื่อสร้างผลตอบแทนที่สูงกว่า ซึ่งความหลากหลายของ

สินค้าเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจเข้ามาใช้บริการอย่างมาก มีราคาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ หาซื้อได้ง่ายและส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่รู้จักในวงกว้าง

สรุป

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ข้าวแต่นเป็นภูมิปัญญาด้านการแปรรูปอาหาร เป็นอาชีพดั้งเดิมของชุมชนเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นจัดจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นของชุมชนเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นที่มีความแตกต่างจากที่อื่นในเรื่องของรสชาติและขนาดรูปทรง ซึ่งเหมาะกับการนำเสนอสู่ตลาดเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคยุคใหม่ ที่เน้นความสะดวกสบายในการรับประทานและเรื่องของรสชาติที่โดดเด่น นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดียิ่งขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น โดยการนำผลแก้วมังกรที่มีอยู่มากในชุมชน และพื้นที่ใกล้เคียง นำมาประยุกต์พัฒนาเป็นซอสไว้ทานคู่กับข้าวแต่น สร้างความแปลกใหม่ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีภาพจำว่าเป็นแผ่นหนา ๆ ด้านในแข็งเป็นไต ไม่อร่อย และทานคู่กับซอสน้ำอ้อยเท่านั้น ส่วนการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่พร้อมเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจ เนื่องจากในยุคสมัยใหม่ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่เน้นสั่งซื้อสะดวกผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีการสร้างเพจเว็บไซต์ผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการนำเสนอผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดโลกออนไลน์มากขึ้น นอกจากนี้ยังค้นคว้าหาช่องทางออฟไลน์เพื่อให้ผู้บริโภคในจังหวัดได้เข้าถึงผลิตภัณฑ์ สิ่งสำคัญที่สุดคือ การจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้กระบวนการผลิต และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้ทุนทางสังคมวัฒนธรรมของชุมชนและเพิ่มความสร้างสรรค์ที่เหมาะสมกับผู้บริโภค และนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์เป็นประโยชน์กับผู้ว่างานในปัจจุบันได้นำองค์ความรู้ไปใช้ โดยการบูรณาการเศรษฐกิจ BCG และแนวคิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยทรัพยากรพื้นฐานที่มีอยู่ในชุมชน ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อความอยู่ดีกินดีของสมาชิกในชุมชนต่อไป

ในส่วนข้อเสนอแนะจากงานวิจัย ดังนี้ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน จำนวน 3 แนวทาง คือ (1) การการพัฒนาตราผลิตภัณฑ์ (2) ป้ายฉลาก และ (3) รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งช่วยเพิ่มศักยภาพคุณค่าของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสร้างความแตกต่างและตำแหน่งตราสินค้า (Differentiate/Position) ทำให้ผู้บริโภครับรู้ถึงความแตกต่าง สามารถที่จะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคจากตราสินค้านั้น ๆ บรรจุภัณฑ์เกิดการจดจำได้ในกลุ่มผู้บริโภคจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีความสม่ำเสมอในการใช้งานตราสินค้า อัตลักษณ์ของสี และภาพประกอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความตระหนักในตราสินค้า (Brand Awareness) ความทรงจำที่ดีต่อสินค้าบรรจุภัณฑ์ที่มีตราสินค้าใหม่ ควรศึกษาความคิดเห็นที่หลากหลายมุมมอง จากกลุ่มผู้ที่มีส่วนได้เสียอื่นๆ อาทิ หน่วยงานภาครัฐพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP ผู้จัดจำหน่ายต่าง ๆ นำมาสร้างคุณค่าร่วมกันในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม สถาบันวิทยาลัยชุมชนและวิทยาลัยชุมชนแพร่ ที่สนับสนุนการวิจัยนี้ และภูมิปัญญาท้องถิ่น ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย อินทสังข์ และคณะ. (2562). *หลักการตลาด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครราชสีมา: เอ็กปรีนติ้ง.ชุติมา เมฆวัน. (2563). แนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์ข้าวพื้นบ้านที่สอดคล้องกับบริบทและวิถีบริโภคของผู้บริโภคในปัจจุบัน ในพื้นที่อำเภอราชสีเสล จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 12(1), 152- 179.
- ณัฐสุดา, ชุศรี, ธนภรณ์, พึ่งบุญไพศาล, & เมฆธาวิน พลโยธี. (2565). แนวทางการพัฒนากลยุทธ์ส่วนประสมทางการตลาด สำหรับสินค้าของฝากประเภทปลาสามเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวชุมชนไชยบุรี อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดนครพนม. *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 17(62), 43-51.
- ทวีศักดิ์ แสงสหาย. (2561). *การพัฒนาการตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์แปรรูปเพื่อสุขภาพ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลคอคอด อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์*.
- ธีรา เดชนครินทร์ , ธัญญา ยินเจริญ และอัศญาณ อารยะญาณ. (2562). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองของผู้ประกอบการธุรกิจชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลตำบลเกาะแก้ว จังหวัดสงขลา. *วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 27(53), 225-254.
- พริ้มเพรา ตะมะพุด และ คณะ. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น้ำรสขมิ้น. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร*, 35(1), 75-91.
- พิมพ์นิภา รัตนจันทร์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยกระบวนการสร้างคุณค่าร่วมกัน ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสวย จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ*, 7(2), 1-16.
- สันติธร ภูริภักดี. (2561). การพัฒนาองค์ความรู้สำหรับการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันแก่ผู้ประกอบการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ในเขตจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร. *Veridian E-Journal สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 11(2), 2153-2168.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (2560-2564)*. สำนักนายกรัฐมนตรี. 1-22.
- สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2563). *BCG in Action: The New Sustainable Growth Engine โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน*. สืบค้นวันที่ 18 ตุลาคม 2564 , จาก https://www.nsteds.or.th/home/knowledge_post/bcg-in-action-new-sustainable
- Hakola, J. (2013). Customer perceptions of the value of new packaging technologies. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 28(8), 649-659.
- Men, L. R., & Hung, C. J. F. (2012). Exploring the roles of organization-public relationships in the strategic management process: Towards an integrated framework. *International Journal of Strategic Communication*, 6(2), 151-173.



Rundh, B. (2016). The role of packaging within marketing and value creation. *British Food Journal*, 118(10), 2491-2511.

Sari, A., & Bayram, P. (2015). Challenges of internal and external variables of consumer behaviour towards mobile commerce. *International Journal Communications, Network and System Sciences*, 8(13), 578.

แนวทางสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน: การประเมินผลกระทบของการเติบโตทางเศรษฐกิจและ นวัตกรรมที่มีต่อการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย

A Pathway Towards Sustainable Development: Assessing the Impact of Economic Growth and Innovation on Carbon Dioxide Emissions in Thailand

วันวสา วิโรจนารมย์^{1*} และ กษมา ภาอำาย¹¹มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: wanwasa@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของการเติบโตทางเศรษฐกิจและนวัตกรรมที่มีต่อการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิแบบอนุกรมเวลา ปี พ.ศ. 2533–2562 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบความนิ่ง การทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาวด้วยวิธี ARDL คำนวณหาค่า Error Correction Mechanism เพื่อหาการปรับตัวระยะสั้น และทดสอบสมมติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมคุชเนตส์และจุดวกกลับ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรมีความนิ่งที่ $I(0)$ และ $I(1)$ ยกเว้นดัชนีโลกาภิวัตน์มีความนิ่งที่ $I(2)$ จึงถูกตัดออก และตัวแปรในแบบจำลองมีความสัมพันธ์ระยะยาว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การบริโภคพลังงาน และมูลค่าการค้าระหว่างประเทศ จะทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ส่วนการบริโภคพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง และผลการวิจัยยังเป็นไปตามสมมติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมคุชเนตส์ โดยการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวจะทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น จนกระทั่งการพัฒนาเศรษฐกิจมาถึงจุดวกกลับที่ระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวเท่ากับ 242,493.22 บาท มีผลทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

คำสำคัญ: การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ เส้นโค้งสิ่งแวดล้อมคุชเนตส์

Abstract

This research aimed to assess the impact of economic growth and innovation on carbon dioxide emissions in Thailand. Time-series data from 1990 to 2019 were collected and analyzed using stationary (unit root) testing, long-run relationship (cointegration) testing with the ARDL method, and error-correction mechanism (ECM) calculation to determine short-run adjustments. The study also tested the hypothesis of the Kuznets environmental curve (KEC) and the turning point. The results showed that the variables had the data stationary at level $I(0)$ and $I(1)$, while the globalization index, which was removed from the model, had the data stationary at level $I(2)$. The variables in the model had a long-run relationship significant at the 0.10 level, indicating that an increase in gross domestic product, energy consumption, and international trade would escalate carbon dioxide emissions. In contrast, increasing renewable energy consumption would reduce carbon dioxide emissions. The study also supported the Kuznets environmental curve hypothesis; an increase in gross domestic product per capita would initially increase carbon dioxide emissions, yet, if economic development reached a certain level, carbon dioxide emissions would start to decrease.

Keywords: Carbon dioxide emission, Economic growth, Kuznets environmental curve

กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน
ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่

The Community Participation Process in Community-based Tourism Management
in Thungleang Subdistrict, Long District, Phrae Province

วิยะณี ดังก้อง^{1*} มนัส จันทร์พวง¹ และ ปาริฉัตร กุลเกลี้ยง¹

¹วิทยาลัยชุมชนแพร่ สถาบันวิทยาลัยชุมชนแพร่ 54000

* Corresponding Author. Email address: wiyanee@phrcc.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาศักยภาพการท่องเที่ยวของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ 2) หาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วมของตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเชิงปริมาณ คือ ผู้นำชุมชนและผู้สนใจ จำนวน 400 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย การวิจัยเชิงคุณภาพเป็นการสนทนากลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า ตำบลทุ่งแล้งมีศักยภาพเหมาะสมแก่จัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบระหว่างหุบเขา แม่น้ำยมไหลผ่าน มีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ ประชาชนมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก มีวัฒนธรรมท้องถิ่นน่าสนใจ ในด้านแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วมของตำบลทุ่งแล้งมีดังนี้ 1) การจัดทำแผนพัฒนาการท่องเที่ยว 6 ขั้นตอน 2) การบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนด้วยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน 3) การอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนรวมถึงการนำศักยภาพชุมชนมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : การท่องเที่ยวโดยชุมชน การมีส่วนร่วม

Abstract

The proposes were 1. to study the potential of Thungleang Sub-district, Long District, Phrae Province in developing community-based tourism management 2. to find out the guidelines to manage community-based tourism with participation. This was the mixed method research both quantitative and qualitative data collecting. The sampling group for quantitative research were 400 leaders and villagers from 12 villages grabbing by random sampling method. The qualitative research tool was the focus group discussion. The statistics used in the data analysis were mean, standard deviation, and content analysis.

The results found that Thungleang Subdistrict was suitable for cultural tourism and agrotourism due to its topography located on the plain among the valleys with the Yom River flows through the villages. There were abundant beautiful natural resources. The main occupation of the people in the community was agriculturists. The community also had interesting local culture and ways of life. The research also found that the 3 guidelines to manage community-based tourism in Thungleang Subdistrict were 1) the tourism development plan that divided into 6 steps 2) the management of community-based tourism with the participation of people in the community 3) The natural resources conservation in the community, including the use of community potential for sustainable efficiently.

Keywords: Community-based tourism, Participation

บทนำ

กระแสโลกาภิวัตน์ส่งผลต่อการขับเคลื่อนสังคมทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายถ่ายเท ข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม ศิลปวัฒนธรรมรวมถึงทำให้เกิดการท่องเที่ยวในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการท่องเที่ยวมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจกล่าวคือ ก่อให้เกิดการจ้างงาน ทำให้คนในท้องถิ่นมีรายได้เพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดการลงทุนในภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว ซึ่งแนวโน้มการท่องเที่ยวในปัจจุบันส่งผลต่อรูปแบบการท่องเที่ยว เนื่องจากความต้องการในการเดินทางท่องเที่ยวของประชากรโลกจะยังขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากทัศนคติของคนที่เปลี่ยนไป โดยลดการบริโภคที่ฟุ่มเฟือย แต่การท่องเที่ยวสามารถให้ความรู้ ประสบการณ์และการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่เปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรมรวมทั้งเหตุการณ์ที่อยู่นอกเหนือการควบคุมเกิดขึ้น เช่น การระบาดของโรคไวรัสโควิด 19 ซึ่งทำให้ทั้งนักท่องเที่ยวและผู้ให้บริการในธุรกิจท่องเที่ยวต้องปรับตัว สร้างสรรค์รูปแบบการท่องเที่ยวและบริการใหม่ๆ เพื่อตามให้เท่าทันกับความต้องการที่เปลี่ยนไปของนักท่องเที่ยว หน่วยงานภาครัฐซึ่งมีบทบาทในการกำกับดูแลจึงมีความเท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่

เกิดขึ้น และวางแนวทางการกำกับดูแลอย่างเหมาะสม เพื่อสนับสนุนธุรกิจอุตสาหกรรมกรรมการท่องเที่ยวของไทยให้เติบโตอย่างมั่นคง (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2564)

การท่องเที่ยวถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญกิจกรรมหนึ่งในชีวิตของมนุษย์ โดยทั่วไปจุดประสงค์ของการท่องเที่ยวคือพักผ่อนหรือท่องเที่ยวเพื่อศึกษาหาความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ธรรมชาติระบบนิเวศ ภูมิปัญญาและวิถีชีวิตในชุมชนซึ่งเป็นการเรียนรู้ประเพณีต่าง ๆ ของชุมชน รวมถึงวิถีอาชีพการเกษตรกร ซึ่งการท่องเที่ยวโดยชุมชนถือว่าการกำลังเป็นที่นิยม ทำให้แหล่งท่องเที่ยวใหม่ที่ที่พักและการเดินทางมีความหลากหลายและสะดวกสบายมากขึ้น และการท่องเที่ยวโดยชุมชน (Community Based Tourism) เป็นรูปแบบหนึ่งของการท่องเที่ยวที่มุ่งสร้างพลังให้ชุมชน โดยให้อำนาจแก่ชุมชนท้องถิ่นซึ่งเป็นเจ้าของทรัพยากรการท่องเที่ยวได้บริหารจัดการ ดำเนินงาน นำเสนอประเพณีท้องถิ่น วิถีชีวิต อนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม และส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมและเป็นประโยชน์ร่วมกัน เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของคนในชุมชน รวมถึงเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการให้บริการสินค้าและบริการให้แก่นักท่องเที่ยวที่มาเยี่ยมชม ซึ่งการท่องเที่ยวชุมชนเป็นการท่องเที่ยวทางเลือกที่บริหารจัดการโดยชุมชนอย่างสร้างสรรค์ และเป็นเครื่องมือพัฒนาชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ และเกิดความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจที่ดี (องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน), 2558) จากการรายงานของบูคกิ้งดอทคอม ด้านการเดินทางอย่างยั่งยืนในปี 2020 (Booking.com, 2020) Sustainable Travel Report 2020 รายงานว่า ร้อยละ 55 ของนักท่องเที่ยวทั่วโลก มุ่งมั่นที่จะท่องเที่ยวที่มีความยั่งยืนและช่วยเหลือชุมชนท้องถิ่น ร้อยละ 48 ของนักท่องเที่ยว ยอมเผชิญกับความยากลำบากมากขึ้น เช่น เวลาในการเดินทาง ถ้าหากเกิดประโยชน์ต่อท้องถิ่น ร้อยละ 56 ของนักท่องเที่ยวทั่วโลกคิดว่าการใช้บริการที่พักรที่มีความยั่งยืนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และ ร้อยละ 52 ของนักท่องเที่ยวทั่วโลก พร้อมทั้งจะมองหาสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความนิยมน้อย เพื่อหลีกเลี่ยงภาวะ จำนวนนักท่องเที่ยวมากเกินไปเกินความสามารถในการรองรับของสถานที่ท่องเที่ยว (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2564)

ตำบลทุ่งแล้งอยู่ในอำเภอคลอง จังหวัดแพร่ มีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาและป่าไม้ ประชากรประกอบอาชีพ ด้านเกษตร ด้านปศุสัตว์ ส่วนด้านอุตสาหกรรมมีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กคือ โรงงานดอกไม้ช่างทำไม้เสียบลูกชิ้นและไม้ตะเกียบ มีสาขาย่อยสหกรณ์การเกษตรอำเภอคลองเพื่อรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรจากเกษตรกร ด้านวัฒนธรรม เป็นชุมชนที่มีวัฒนธรรมความเป็นอยู่แบบล้านนา มีการใช้ภูมิปัญญาในการดำรงชีวิตในด้านต่างๆ ที่เป็นเอกลักษณ์ ได้แก่ ภูมิปัญญาในการทำเกษตร ความเชื่อ พิธีกรรมภูมิปัญญาในการดำรงชีวิต อาหาร หัตถกรรมศิลปกรรม งานฝีมือเช่น งานทอผ้า และงานประดิษฐ์จักสานต่าง ๆ

ถึงแม้ตำบลทุ่งแล้งมีความโดดเด่นทั้งด้านภูมิประเทศ ทรัพยากรธรรมชาติ วัฒนธรรม ประเพณีที่น่าสนใจซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวแห่งใหม่ได้ แต่ในทางกลับกันตำบลทุ่งแล้งยังไม่มีมีการดำเนินการในด้านการท่องเที่ยวในชุมชนเลย ทำให้ชุมชนเกิดรายได้หลักจากการทำเกษตรกรรมและปศุสัตว์เท่านั้น ซึ่งผู้นำชุมชนบางส่วนมีความต้องการพัฒนาให้ตำบลทุ่งแล้งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ให้ชุมชนเป็นผู้บริหารจัดการด้านการท่องเที่ยว และสามารถสร้างรายได้เสริมจากการท่องเที่ยว ดังนั้นคณะวิจัยจึงมีความสนใจศึกษา

ศักยภาพการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาตำบล
ทุ่งแล้งในมิติอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาศักยภาพการท่องเที่ยวของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง
จังหวัดแพร่ และ 2. เพื่อหาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วมของตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง
จังหวัดแพร่

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยมีกระบวนการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชากรที่อาศัยอยู่ใน
ตำบลทุ่งแล้ง จำนวนทั้งสิ้น 7,242 คนจาก 12 หมู่บ้าน ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเชิงปริมาณ ทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 400 คน และทำการ
สุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามความต้องการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชน
ตำบลทุ่งแล้ง มีส่วนประกอบคือ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 4 ข้อ ตอนที่ 2 ความ
ต้องการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง จำนวน 5 ข้อ และ ตอนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งเสริมการ
จัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง จำนวน 6 ข้อ

1.2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยเชิงคุณภาพ ได้ทำการวิจัยโดยใช้วิธีสนทนากลุ่ม (Focus
Group Discussion) ในประเด็นแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง จากกลุ่มตัวอย่างที่มีการ
กำหนด ดังนี้ เลือกตัวแทนจากจากหมู่บ้านละ 2 รวม จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้ (1) กลุ่มผู้
ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้นำชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น ผู้สูงอายุ (2) กลุ่มผู้ปฏิบัติการ
ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ หน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่ (3) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป เป็นผู้สนใจทั่วไปด้านการท่องเที่ยว

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นเครื่องมือที่คณะวิจัยสร้างขึ้น มี 4 ชนิด ประกอบด้วย
1) เครื่องมือ 7 ชิ้น (แผนที่เดินดิน ปฏิทินเศรษฐกิจ ปฏิทินวัฒนธรรม) 2) แบบสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน 3) แบบ
สรุปศักยภาพชุมชน 4) แบบสอบถามความต้องการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยเชิงคุณภาพทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis)
จากการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) แล้วทำการสรุปผลของข้อมูลการวิจัยที่ได้จากการดำเนิน
กิจกรรม การวิจัยเชิงปริมาณทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive Statistic) คือ ความถี่
ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วทำการแปรผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลและอภิปรายผล

การศึกษาศักยภาพการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ มีผลการศึกษาดังนี้

1. ศักยภาพการท่องเที่ยวของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง ผลการศึกษาชุมชนตำบลทุ่งแล้งด้านลักษณะทางภูมิศาสตร์ และ ทรัพยากรการท่องเที่ยว มีรายละเอียดดังนี้

1) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ตำบลทุ่งแล้งห่างจากที่ว่าการอำเภอลองมาทางทิศใต้ประมาณ 18 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดแพร่ 60 กิโลเมตร ประกอบด้วย 12 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 บ้านศรีดอนไชย หมู่ที่ 2 บ้านทุ่งแล้ง หมู่ที่ 3 บ้านปากจอก หมู่ที่ 4 บ้านปากจอกตะวันตก หมู่ที่ 5 บ้านอ้ายลิ้ม หมู่ที่ 6 บ้านผาจับ หมู่ที่ 7 บ้านวังเลียง หมู่ที่ 8 บ้านหาดผาคัน หมู่ที่ 9 บ้านใหม่ปากจอก หมู่ที่ 10 บ้านศรีดอนไชย หมู่ที่ 11 บ้านปากจอก หมู่ที่ 12 บ้านทุ่งทอง ลักษณะภูมิอากาศของทุ่งแล้ง แบ่งออกเป็น 3 ฤดู ลักษณะภูมิประเทศของตำบลทุ่งแล้ง ตั้งอยู่บนที่ราบระหว่างหุบเขามีกุเอาล้อมรอบ ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาและป่าไม้ พื้นที่ราบมีประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมดของตำบล มีแม่น้ำยมไหลผ่านทุกหมู่บ้าน ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก พืชเศรษฐกิจคือ มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าว ยางพารา มะนาว ส้มเขียวหวาน เพาะเห็ดฟาง

2) ทรัพยากรการท่องเที่ยว

(1) แหล่งท่องเที่ยว ผลการสำรวจทรัพยากรของชุมชนพบว่าในตำบลทุ่งแล้งมีสถานที่รองรับการท่องเที่ยวที่หลากหลาย ดังนี้ วัดพระธาตุปู่ต๊อบ สวนรุกขชาติป่ายางงาม โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยแม่จอก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน โครงการโคกหนองนา ของกำนันประสาร ชุ่มบุตร วัดทุ่งแล้ง วัดศรีดอนไชย ศูนย์เรียนรู้การทอผ้า วัดวังเลียง อ่างเก็บน้ำห้วยสนาน ฟาร์มแพะ สวนส้มเขียวหวานเกษตรกรในตำบลทุ่งแล้ง ประกอบด้วย สวนส้มเขียวหวานนายจเร ปัญญาทอง สวนส้มเขียวหวานนายบุญธรรม สืบทอง สวนส้มเขียวหวานนายวิทยา จันทร์สา ร้านกาแฟภูมิตาคาเฟ่ ร้านขนมจีนน้ำย้อย คริวข้างบ้านล้านในซอย ฟาร์มเพาะเห็ดนางฟ้าคนองเนตร อิมพิมพ์ จักรสานไม้ไผ่บ้านนางนิตยา นาแป้น ป่าชุมชน และแม่น้ำยม แต่ยังไม่พบการให้บริการด้านที่พักหรือโฮมสเตย์ในตำบล

(2) แหล่งวัฒนธรรม ผลจากการสำรวจวัฒนธรรมที่สำคัญของชุมชน พบว่าประชาชนในตำบลทุ่งแล้งส่วนใหญ่เป็นคนเมืองเหนือ ภาษาที่ใช้สื่อสารในชุมชนภาษาเมืองเหนือ (คำเมือง) ไม่มีชนเผ่า มีวัฒนธรรมประเพณีที่สำคัญดังนี้ ทำบุญตักบาตร ฟังเทศน์วันพระ พิธีสร้างบ้าน ขึ้นบ้านใหม่ แต่งงาน พิธีสังเคราะห์ สะเดาะเคราะห์ ประเพณีเลี้ยงผี ประเพณีแก้บน ประเพณีตานข้าวใหม่ ประเพณีบวชนาค ประเพณีนมัสการพระธาตุปู่ต๊อบ ตักบาตรเทโว วันเข้าพรรษา สงกรานต์ ก่อเจดีย์ทราย สรงน้ำพระ ประเพณีเบิกบ้าน ประเพณีเทศน์มหาชาติ นอกจากนี้ในชุมชนมีการทอผ้าได้ถนบ้านซึ่งเป็นภูมิปัญญาจากรุ่นสู่รุ่น

จากการศึกษาข้างต้น พบว่ารูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของตำบลทุ่งแล้ง เป็นรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ด้วยปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ ทรัพยากรการท่องเที่ยวที่หลากหลายทั้งด้านการเกษตรและวัฒนธรรม อัตลักษณ์ของชุมชน ส่งผลให้ตำบลทุ่งแล้ง มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวในรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตรและการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Richards G. (2010) กล่าวว่า ด้านความดึงดูดใจของแหล่งท่องเที่ยว ชุมชนเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความหลากหลายและน่าสนใจมากมาย สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ที่สามารถสะท้อนอัตลักษณ์ของชุมชนได้ ซึ่งการพัฒนาทักษะของ

นักท่องเที่ยวเกิดขึ้นได้จากการที่นักท่องเที่ยวมีส่วนร่วมในการลงมือทำกิจกรรมของชุมชน และ อยุธยาวัฒนมาตกุล (2556) แหล่งท่องเที่ยวควรประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ประการ (6A's) คือ การจัดโปรแกรมการท่องเที่ยว การเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว สิ่งดึงดูดใจ สิ่งอำนวยความสะดวก การท่องเที่ยว กิจกรรม การให้บริการของแหล่งท่องเที่ยว เพื่อทราบถึงศักยภาพการท่องเที่ยวของชุมชน อย่างไรก็ตามแหล่งท่องเที่ยวยังคงต้องอาศัยการใช้เทคโนโลยี เพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว และเป็นการเพิ่มคุณภาพการบริการ การกระจายข้อมูล (Buhalis & Amaranngana, 2014)

2. แนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่

จากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและผู้สนใจด้านการท่องเที่ยวเพื่อหาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน พบว่า ตำบลทุ่งแล้งยังไม่มีจัดการท่องเที่ยวรูปแบบใด ประกอบกับยังไม่มีหน่วยงานหรือแกนนำชุมชนที่ริเริ่มเกี่ยวกับการท่องเที่ยวในชุมชน ทั้งนี้หากมีการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนจะส่งผลให้ชุมชนมีอาชีพที่หลากหลายจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและมีรายได้เพิ่มขึ้น จากสนทนากลุ่มเพื่อระดมความคิดเห็นจากแกนนำชุมชนมีการวางแผนเกี่ยวกับแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยมีการวิเคราะห์ SWOT ดังนี้

จุดแข็ง (Strengths) ชุมชนมีความปลอดภัยสูง อยู่แบบระบบเครือญาติ มีสภาพสังคมเป็นแบบเกื้อกูลซึ่งกันและกัน มีสถานที่ในชุมชนที่น่าสนใจหลายแห่ง ผลผลิตทางการเกษตรในชุมชนมีคุณภาพและมีความหลากหลาย มีวัตถุดิบและผลิตสินค้าด้วยตนเองได้ มีบุคคลที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน มีวัฒนธรรมประเพณี และอาหารพื้นบ้านที่มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น มีประเพณีที่สืบทอดการปฏิบัติในท้องถิ่น

จุดอ่อน (Weakness) ตำบลทุ่งแล้งมีการดำเนินโครงการที่เกี่ยวกับการสร้างรายได้ให้ในชุมชนแต่ไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ขาดประสบการณ์และแรงบันดาลใจในการทำงานด้านการท่องเที่ยวส่งผลให้ขาดองค์ความรู้ด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชนทั้งด้านการจัดรูปแบบการท่องเที่ยว การเล่าเรื่องชุมชน การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว เป็นต้น ขาดแกนนำในด้านการท่องเที่ยวส่งผลให้ไม่มีแผนพัฒนาชุมชนด้านการท่องเที่ยว ขาดความร่วมมือในการรวมกลุ่มที่ส่งเสริมด้านการท่องเที่ยว และคนในชุมชนบางส่วนการไม่เปิดใจยอมรับและไม่กล้าลองทำในสิ่งใหม่ ๆ

โอกาส (Opportunity) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นโอกาสให้สามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยวในตำบล ประกอบกับในปัจจุบันหน่วยงานต่างๆ มีเป้าหมายและพันธกิจในการพัฒนาชุมชนในด้านต่างๆ เช่น ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน เกษตรอำเภอ เกษตรจังหวัด ททท. และ พัฒนาชุมชน ประกอบกับภาครัฐมีการกระจายอำนาจให้แก่ท้องถิ่นให้สามารถดำเนินการจัดการท่องเที่ยวได้ตามระเบียบที่กฎหมายกำหนด ชุมชนร่วมกิจกรรมโครงการมหาวิทยาลัยสู่ตำบล

อุปสรรค (Threats) ภาวะเศรษฐกิจไม่แน่นอนเป็นสาเหตุทำให้นักท่องเที่ยวไม่เดินทางและใช้จ่ายน้อยลงหรือเปลี่ยนรูปแบบและพฤติกรรมในการท่องเที่ยว การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรในชุมชน ประกอบกับการระบาดของโรค Covid19 ทำให้การท่องเที่ยวไม่สามารถพัฒนาได้มากนักในปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความต้องการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง โดยการแจกแบบสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้นำชุมชนและผู้สนใจด้านการท่องเที่ยว จำนวน 400 คน ดังมีรายละเอียดใน Table 1.

Table 1. The Community needs for Tourism Development in Thungleang Subdistrict.

Community Needs	Mean	S.D.	Meaning
Management and preparation of community-based tourism programs	4.67	0.47	Most
Story teller of the community	4.60	0.49	Most
Tourism promoting via social media	4.60	0.49	Most
Souvenirs Creation for tourism	4.40	0.80	More
Homestay management	4.20	0.40	More
Total	4.49	0.53	More

จาก Table 1 พบว่า ความต้องการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.49, S.D = 0.53) โดยด้านที่มีความต้องการสูงที่สุดคือ การบริหารจัดการและการจัดทำโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน มีค่าเฉลี่ย 4.67 รองลงมาคือ การสร้างนักร้องชุมชน และการส่งเสริมการท่องเที่ยวผ่านสื่อออนไลน์ ค่าเฉลี่ย 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

Table 2. Factors on Promoting Community Based Tourism Management in Thungleang Subdistrict.

Factors	Mean	S.D.	Meaning
The participation in the community	4.80	0.40	Most
Leaders in the community	4.60	0.49	Most
Marketing and public relation	4.60	0.49	Most
Tourism resources	4.40	0.49	More
Supports from agencies or organizations outside the community	4.40	0.40	More
Government policies and tourism promotion	4.40	0.80	More
Total	4.53	0.53	Most

จาก Table 2 พบว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.53, S.D = 0.53) โดยปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ด้านการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน มีค่าเฉลี่ย 4.80 รองลงมาคือ ด้านผู้นำชุมชน และด้านการตลาดและการประชาสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย 4.60 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

จากการร่วมกับอภิปรายหาข้อสรุปกับผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มแกนนำสำคัญในชุมชน มีการระดมความคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง มีแนวทางดังนี้

- 1) การจัดทำแผนพัฒนาการท่องเที่ยว มีการดำเนินการ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ดำเนินการประชาคมหมู่บ้าน เพื่อสร้างความเข้าใจทิศทางของการทำงานและการสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จ และสำรวจกิจกรรมที่สามารถสร้างเป็นกิจกรรมท่องเที่ยวได้ 2) เตรียมแหล่งท่องเที่ยวและทรัพยากรในท้องถิ่น 3) เตรียมการรูปแบบและกิจกรรมการท่องเที่ยว 4) ทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยว 5) ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว 6) เปิดหมู่บ้านสู่การท่องเที่ยว

นอกจากนี้ ยังมีแผนในการฝึกอบรมหลักสูตรชุดองค์ความรู้ให้เกิดการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนของตำบลทุ่งแล้งที่เป็นต้นแบบการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมผ่านกลไกการท่องเที่ยวตามบริบทชุมชนตำบลทุ่งแล้งทั้งหมด 5 หลักสูตร คือ หลักสูตรการบริหารจัดการและการจัดทำโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน หลักสูตรการสร้างนักร้องชุมชน หลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเพื่อรองรับการท่องเที่ยว หลักสูตรส่งเสริมการท่องเที่ยวผ่านสื่อออนไลน์ หลักสูตรการบริหารจัดการโฮมสเตย์ ศึกษาดูงานด้านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนพื้นที่กรณีตัวอย่าง ที่เป็นต้นแบบด้านการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน เพื่อส่งเสริมโอกาสในการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน เป็นการเตรียมความพร้อมด้านบุคลากร ด้านการจัดการท่องเที่ยวในอนาคต

จากผลการศึกษากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้ง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ จากการวิเคราะห์สภาพการมีส่วนร่วม (SWOT) และสนทนากลุ่ม (Focus group) ประกอบด้วยกิจกรรมหลักทั้ง 6 กิจกรรมนั้น สอดคล้องกับวิจัยของ อนุชา ม่วงใหญ่ (2559) แนวทางการพัฒนาเพื่อเสริมสร้างศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 ได้กล่าวว่า การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและเสริมสร้างศักยภาพชุมชนในการพัฒนา โดยการเปิดโอกาสให้ประชาชนได้การบริหารจัดการการท่องเที่ยว เพื่อประโยชน์ของตนเองและชุมชน โดยการพัฒนาจะต้องสร้างความเข้มแข็งของชุมชนให้สามารถพึ่งตนเองได้โดยมีเศรษฐกิจชุมชนที่มั่นคง เพื่อยกระดับรายได้และคุณภาพชีวิตของคนในชุมชนและท้องถิ่นอย่างมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน ทั้งนี้หน่วยรัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรให้ความช่วยเหลือในการวางแผนและการดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยว ช่วยส่งเสริมชุมชนให้มีศักยภาพในการปฏิบัติงานได้อย่างยั่งยืน (B. Saheb Zadeh and Nobaya Ahmad, 2010)

- 2) การบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนด้วยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน ปัจจัยที่ทำให้การบริหารจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลทุ่งแล้งประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ พบว่าต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน และชุมชนเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนรวมถึงการนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ ความคุ้มค่าสูงสุด และการจัดการของชุมชนจะต้องอาศัยผู้นำเป็นหลักในการที่จะสื่อสารข้อมูลผลักดันการมีส่วนร่วม เพื่อให้เกิดการทำงานแบบร่วมมือจะทำให้เกิดความยั่งยืน สอดคล้องกับองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน องค์การมหาชน (2560) ที่ได้กล่าวว่า การพัฒนาด้านการท่องเที่ยวภายในชุมชนจะต้องมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ โดยชุมชนจะต้องเกิดการมีรายได้ เกิดการสร้างอาชีพให้แก่คนในชุมชนมีการกระจายรายได้ให้แก่ผู้ที่มีส่วนร่วมอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม การพัฒนาด้านสังคม ภายในแหล่งท่องเที่ยวหรือชุมชนจะต้องมีกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ฟื้นฟูวัฒนธรรม

ประเพณี และวิถีชีวิตของ ชุมชน การพัฒนาด้านวัฒนธรรม ชุมชนมีการอนุรักษ์และรักษาเอกลักษณ์ของวัฒนธรรม ประเพณี ของชุมชนท้องถิ่น เพื่อเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยว การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อม ภายในชุมชนยังคงอนุรักษ์และรักษา สิ่งแวดล้อมธรรมชาติให้คงสภาพความสวยงามได้มากที่สุด และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติน้อยที่สุด และสอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย (2560) ให้บุคคลมีหน้าที่ร่วมมือและสนับสนุนการอนุรักษ์และคุ้มครองสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ ความหลากหลายทางชีวภาพ รวมทั้งมรดกทางวัฒนธรรมซึ่งบุคคลและชุมชนย่อมมีสิทธิจัดการ บำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุลและยั่งยืนตามวิธีการที่กฎหมายบัญญัติ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Cohen and Uphoff (1981) ได้ให้ความหมายการมีส่วนร่วมของชุมชนไว้ว่า การมีส่วนร่วมของชุมชน หมายถึง การสร้างโอกาสให้สมาชิกทุกคนของชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมช่วยเหลือและเข้ามามีอิทธิพลต่อกระบวนการดำเนินกิจกรรมในการพัฒนา รวมถึงได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนานั้นอย่างเสมอภาคและสอดคล้องกับ กุลจิรา เสาวลักษณ์จินดา (2555) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยว นั้น การมีส่วนร่วมหมายถึงการพัฒนาความสามารถหรือศักยภาพของประชาชนต่อการดูแลและการจัดการกับทรัพยากรที่มีให้ชุมชน ตลอดจนจนถึงการส่งเสริมการท่องเที่ยวใช้พื้นที่ของตนด้วยได้แสดงให้เห็นว่า การท่องเที่ยวเป็นการท่องเที่ยวที่พึงประสงค์ของชุมชน ชุมชนต้องมีส่วนร่วมในการจัดการและประโยชน์จะกลับสู่ชุมชนโดยตรง

3) การอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนรวมถึงการนำศักยภาพชุมชนมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน โดยชุมชนต้องมีการดำเนินการประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงหน่วยงานหลักในชุมชนคือองค์การบริหารส่วนตำบลเพื่อเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชน และประสานให้เกิดการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ชัดเจน มีกฎ ระเบียบ และแนวปฏิบัติเพื่อให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรในชุมชน

สรุป

การศึกษาศักยภาพการท่องเที่ยวของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ มีจุดแข็งด้านการท่องเที่ยว ทั้งทำเลที่ตั้งของตำบล สถานที่ในตำบลน่าสนใจหลายแห่ง ทรัพยากรธรรมชาติ ประกอบกับมีทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้เฉพาะด้าน มีวัฒนธรรม ประเพณี และอาหารพื้นบ้านที่มีความเป็นอัตลักษณ์เฉพาะถิ่น รวมทั้งผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพและความหลากหลาย เป็นต้นทุนในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนซึ่งรูปแบบท่องเที่ยวที่มีความเหมาะสมคือการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

ในด้านแนวทางที่จะขับเคลื่อนการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลทุ่งแล้ง อำเภอลอง จังหวัดแพร่ ให้ประสบผลสำเร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการร่วมกันวางแผนเพื่อกำหนดทิศทางเป้าหมายเพื่อให้เกิดการดำเนินงานด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างเป็นระบบ มีการให้อำนาจความรู้ที่เพียงพอต่อการนำไปขับเคลื่อนแผนงานที่วางไว้ ประกอบกับการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนด้วยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน ให้คนในชุมชนมีความรับผิดชอบร่วมกันและสร้างความรู้สึกรับผิดชอบเป็นเจ้าของชุมชนและทรัพยากรการท่องเที่ยว ผลักดันการมีส่วนร่วมในทุกภาคส่วนและอาศัยภาคีเครือข่ายรอบด้านเพื่อให้เกิดการ

ทำงานแบบร่วมมือจะทำให้เกิดความยั่งยืน โดยดำเนินงานควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน รวมถึงการนำศักยภาพชุมชนมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน เกิดความคุ้มค่าสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือให้ข้อมูล และสนับสนุนให้กำลังใจ ขอบพระคุณ ดร.ประทีป บินชัย ผู้อำนวยการวิทยาลัยชุมชนแพร่ พร้อมทั้งนายกองค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งแล้ง คณะผู้บริหาร และบุคลากรที่อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการลงพื้นที่ในการดำเนินกิจกรรมพร้อมกับคำแนะนำที่ดีเป็นประโยชน์ พร้อมกับสนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมตามโครงการให้เกิดความสมบูรณ์และเป็นประโยชน์ต่อชุมชนโดยรวมอย่างแท้จริง ขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเป้าหมาย ที่ได้สละเวลาเอื้อเฟื้อข้อมูล การเข้าร่วมกิจกรรมและให้ข้อเสนอแนะที่ดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.), (2564). 9 แนวโน้มใหม่ในอนาคตการท่องเที่ยว.

https://api.tourismthailand.org/upload/live/content_article_file/20603-15378.pdf

กุลจิรา เสาวลักษณ์จินดา. (2555). การมีส่วนร่วมของชุมชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยว: กรณีศึกษา อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี. คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธฤชวรรณ มาตกุล. (2556). รายงานวิจัยแรงจูงใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยสู่การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอีสาน กรณีศึกษาวัดศิลาอาสน์ (ภูพระ) จังหวัดชัยภูมิ. ขอนแก่น: คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560. ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 134 ตอนที่ 40 ก. หน้า 11 – 13. 6 เมษายน 2540.

องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน). (2558). การท่องเที่ยวโดยชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โคคูน แอนด์ โค.

องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน). (2560). การท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (Sustainable Tourism). <http://110.78.114.133/sec39/e-loader/data/P1L5fLIAN52347ThuJan2017.pdf>

องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งแล้ง. (2565, 4 กันยายน). สภาพทั่วไปตำบลทุ่งแล้ง.

<https://www.thunglang.go.th/condition.php>

อนุชา ม่วงใหญ่. (2559). แนวทางการพัฒนาเพื่อเสริมสร้างศักยภาพชุมชนและท้องถิ่น “ ในศตวรรษที่ 21 ”. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 6(3).

<https://so01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSocSci/article/view/70878/58925>

Booking.com. (2020). Sustainable Travel Report 2020. Retrieved 15 June 2021, from



<https://www.gstcouncil.org/booking-com-sustainable-travel-report-2020/>

B. Saheb Zadeh and Nobaya Ahmad. (2010). *Participation and Community Development*.
Online Current Research Journal of Social Sciences, 2(1).

<https://maxwellsci.com/print/crjss/v2-13-14.pdf>

Buhalis, D., & Amaranggana, A., (2014). *Smart Tourism Destination*. Information and
Communication Technologies in Tourism 2014.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-03973-2_40

Cohen, J. M., & Uphoff, N. T. (1981). *Rural Development Participation: Concept and
Measures for Project Design Implementation and Evaluation*. Ithaca, NY: Rural
Development Committee Center for International Studies, Cornell University.

Richards, G. (2010). *Creative Tourism and Local Development*. In Wurzburger, R. (Ed.).

Creative Tourism a Global Conversation how to provide unique creative experiences
for travelers worldwide: at present at the 2008 Santa Fe & UNESCO International
Conference on Creative Tourism in Santa Fe. (p. 78–90). New Mexico: USA.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เชิงสร้างสรรค์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน
กลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ ตำบลกาญจนา อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่
Development of Creative Bamboo Weaving Products with Community
Participation Ban Nong Bo Weaving Handicraft Group, Kanchana Subdistrict,
Mueang Phrae District, Phrae Province

กิตติพร สังคตีส^{1*} ภูงค์วิธัญญ์ เชื้อกุลชาติ¹ และ ปาริฉัตร กุลเกลี้ยง¹

¹วิทยาลัยชุมชนแพร่ สถาบันวิทยาลัยชุมชนแพร่ 54000

*Corresponding author. E-mail address: kittipornsang19@phrcc.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ของกลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ 2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ จำนวน 15 คน โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เครื่องมือในการวิจัยคือ แบบสอบถามแบบสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม แบบประเมินรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ดั้งเดิมส่วนใหญ่เป็นกระดังกระจาด และกระต๊อบ ผู้วิจัยนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่รูปแบบใหม่ จำนวน 3 แบบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น กระจาดสานโมเดิร์น และกระดังสานมินิมอล ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้บริโภค พบว่า ผลิตภัณฑ์กระดังสานมินิมอล มีความพึงพอใจรวมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น และกระจาดสานโมเดิร์น ตามลำดับ

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ การมีส่วนร่วมของชุมชน

Abstract

The objectives of this research were 1) to study bamboo wicker products of Ban Nong Bo Weaving Handicraft Group, 2) to develop bamboo wicker products with community participation, and 3) to study consumer satisfaction. towards bamboo wicker products The population used in this study were 15 members of Ban Nong Bo Weaving Handicraft Group using participatory action research. The research tools were questionnaires, interview forms, focus groups, and expert assessment forms. and consumer satisfaction assessment form. Qualitative data were analyzed by content analysis. and quantitative data analysis by find mean and standard deviation The results showed that most of the original bamboo weaving products are bamboo weaving baskets, bamboo baskets and bamboo woven rice bowls. The researcher developed them into 3 new types of bamboo basketry products, namely 3-tier bamboo woven products, modern woven baskets and a minimalist weaving basket The result of the satisfaction assessment by consumers found that the product minimalist weaving basket with the highest total satisfaction mean 4.44 standard deviation 0.57, followed by 3-tier bamboo woven products and modern woven baskets, respectively.

Keywords: Product development, Bamboo products, Community participation

บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2566 -2570) ได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียวโดยให้ความสำคัญในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจควบคู่กับการรักษาสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565) สอดคล้องกับโมเดล Thailand 4.0 ที่จะพัฒนาโลกขับเคลื่อน (Engine of Growth) ความมั่งคั่งอย่างยั่งยืนให้แก่ประเทศ โดยเปลี่ยนความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Advantage) ของประเทศไทยได้แก่ ความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายเชิงวัฒนธรรมและความคิดสร้างสรรค์ ให้กลายเป็นความได้เปรียบในการแข่งขันใน 5 กลุ่ม อุตสาหกรรมใหม่ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559) จากแนวนโยบายการพัฒนาประเทศของภาครัฐในปัจจุบันที่ได้กล่าวมานั้นจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ที่สามารถแข่งขันได้ในระดับโลกอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์วัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูง (Creative ,Culture& High Value Service) ทั้งนี้สิ่งสำคัญของการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจ

และสังคมจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2566 -2570) คือการปรับโครงสร้างระบบเศรษฐกิจที่เน้นการเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างนวัตกรรม”(Efficiency-driven and Innovation-driven Economy) โดยการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไปสู่การเป็นเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (พิริยะ ผลพิรุฬห์, 2556) เพื่อยกระดับให้เศรษฐกิจท้องถิ่นและผู้ประกอบการรายย่อยมีขีดความสามารถในการแข่งขัน สามารถต่อยอดไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มจากความคิดสร้างสรรค์ทั้งในแง่ของการพัฒนาหรือการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ด้วยการดีไซน์และการปรับรูปแบบของการใช้งานที่เหมาะสมกับยุคสมัย การสร้างเรื่องราวหรือความประทับใจพิเศษให้แก่ผู้บริโภค การสร้างแบรนด์ให้แก่สินค้า รวมถึงการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม ซึ่งจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจที่มีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม และสามารถเชื่อมโยงกับห่วงโซ่มูลค่าของภาคการผลิตและบริการได้ ทำให้เกิดการส่งเสริมความสร้างสรรค์ให้แก่ระบบเศรษฐกิจจุลภาคระดับเล็กอย่าง “ชุมชน” โดยผ่านตัวขับเคลื่อนหลัก คือหน่วยการผลิตที่ชุมชนเป็นเจ้าของ จึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่จะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจสร้างสรรค์จากฐานรากได้อย่างยั่งยืน (กนกวรรณ พวงประยงค์, 2561)

เครื่องจักสานเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ กลุ่มที่ 1 ประเภทสินทรัพย์หรือมรดกทางวัฒนธรรมและธรรมชาติ (คณะกรรมการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ, 2559) เป็นศิลปหัตถกรรมที่สืบทอดกันมาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันและได้พัฒนาทั้งวัตถุดิบ การสร้างรูปทรง ลวดลาย ให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย อุปกรณ์เครื่องมือในการผลิตมีการพัฒนามาโดยตลอด เครื่องจักสานจึงมีอยู่ในทุกภาคของประเทศในปัจจุบัน (วิบูลย์ ลี้สุวรรณ, 2539) ผลิตภัณฑ์จักสานที่ทำกันตามชุมชนท้องถิ่นส่วนมากคือ ผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เพราะไม้ไผ่เป็นวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น บ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอมือง จังหวัดแพร่ มีการตั้งกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสาน มีสมาชิก จำนวน 15 คน ปัจจุบันผู้ผลิตได้นำวัสดุในท้องถิ่นคือไม้ไผ่ซึ่งมีการปลูกเป็นจำนวนมากในชุมชนมาจักสานเป็นผลิตภัณฑ์ โดยใช้ภูมิปัญญาการสานแบบดั้งเดิม เช่น กระจัง กระจาด และกระจับข้าว จำหน่ายในราคาชิ้นละ 30 – 50 บาท ช่องทางการจัดจำหน่ายทางกลุ่มจะผลิตตามคำสั่งซื้อและมีพ่อค้ามารับซื้อผลิตภัณฑ์ในชุมชนเดือนละ 2 ครั้ง คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจและสัมภาษณ์เชิงลึก พบปัญหาของกลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์จักสานของกลุ่มมีรูปแบบดั้งเดิมทำให้มีการแข่งขันทางการตลาดกับชุมชนอื่นสูง ผลิตภัณฑ์ราคาถูก และไม่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ คณะผู้วิจัยและกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานบ้านหนองบ่อจึงมีแนวคิดในการนำไม้ไผ่ซึ่งมีจำนวนมากในท้องถิ่นมาออกแบบและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จักสานรูปแบบที่ทันสมัย มีเอกลักษณ์ และตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

จากประเด็นปัญหาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จักสานของกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานบ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอมือง จังหวัดแพร่ ตามแนวคิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative Economy) โดยใช้ทรัพยากรพื้นฐานที่มีอยู่ในชุมชน ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชน ทำให้ชุมชนมีความเข้มแข็งและยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่กลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยมีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) จากนั้นดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานบ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เป็นหน่วยในการวิเคราะห์ ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. การวิจัยเชิงคุณภาพ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานบ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
2. การวิจัยเชิงปริมาณ ได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เท่ากับ 222 คน (Yamane, 1973) จากผู้มาเที่ยวชมงานแสดงผลิตภัณฑ์ U2T วิทยาลัยชุมชนแพร่ จัดขึ้นที่กาดกองเก่า อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ โดยสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ

- 1.แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สามารถปรับคำถามได้ตามสถานการณ์
- 2.แบบบันทึกข้อมูลภาคสนามเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง
- 3.แบบประเมินคุณภาพต้นแบบผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
- 4.แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.ใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยการสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์ และกระบวนการมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมในรูปแบบการระดมความคิดเห็น การลงมือปฏิบัติ กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม และการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้องค์ความรู้
- 2.การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยแจกแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง และนำแบบสอบถามที่สมบูรณ์มาตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อนำคะแนนของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและแปลผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิจัยเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม (Focus group Discussion) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบสังเกต แบบบันทึก โดยทุกครั้งที่มีการซักถามและพูดคุยกับผู้ให้ข้อมูลจะทำการตั้งประเด็นคำถามย้อนกลับเพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเป็นการทวนสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรงและความเชื่อถือได้

2. การวิจัยเชิงปริมาณ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เชิงสร้างสรรค์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ ตำบลกาญจนนา อำเภอมืองแพร่ จังหวัดแพร่ สรุปเป็นประเด็นตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

1) เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่กลุ่มหัตถกรรมจักสานบ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอมืองแพร่ จังหวัดแพร่

ตำบลกาญจนนา อำเภอมืองแพร่ จังหวัดแพร่ ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ มีประชากร 4,529 คน จำนวน 1,561 ครัวเรือน ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร ได้แก่ ข้าว พืชไร่ ไม้ไผ่ นอกจากนี้ยังมีการทำหัตถกรรมจักสานจากไม้ไผ่ โดยใช้ไม้ไผ่ในชุมชนเป็นวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เกิดจากการถ่ายทอดภูมิปัญญามาจากบรรพบุรุษสำหรับไว้ใช้ในครัวเรือน ได้แก่ กระดัง กระจาด กระตืบ ชะลอม ลวดลายเป็นลายพื้นฐาน คือ สายขัด ลายสอง สอดคล้องกับ นวัตกรรมนันท รอดชื่น (2560) พบว่า ผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มหัตถกรรมจักสานพื้นบ้าน บ้านดงชะพลู ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทของใช้ในครัวเรือน เช่น ตะกร้า ตะแกรง กระดัง พัด เสื้อลำแพน กระจาด กระบุง เป็นต้น ส่วนลายที่ใช้ในงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่ ได้แก่ ลายขัด ลายเฉลว ลายทแยง ลายพิกุล ในปัจจุบันมีการรวมกลุ่มของผู้ประกอบอาชีพจักสานตั้งเป็นกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานบ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ตำบลกาญจนนา อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ มีสมาชิก จำนวน 15 คน รายได้เฉลี่ยที่เกิดจากงานจักสาน เฉลี่ยเดือนละ 2,000 – 3,000 บาทต่อคน โดยผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายได้ดีที่สุด คือ กระดัง ซึ่งมีลวดลายเอกลักษณ์พื้นถิ่น คือ ลายขัด ลายขัดแตะ ลายสอง ลายสาม เป็นต้น โดยจำหน่ายตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ราคา 30 บาท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ราคา 40 บาท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ราคา 50 บาท นอกจากนี้ยังมีการผลิตตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ลูกค้าสั่งโดยไม่มีมาตรฐานราคาขายที่แน่นอน

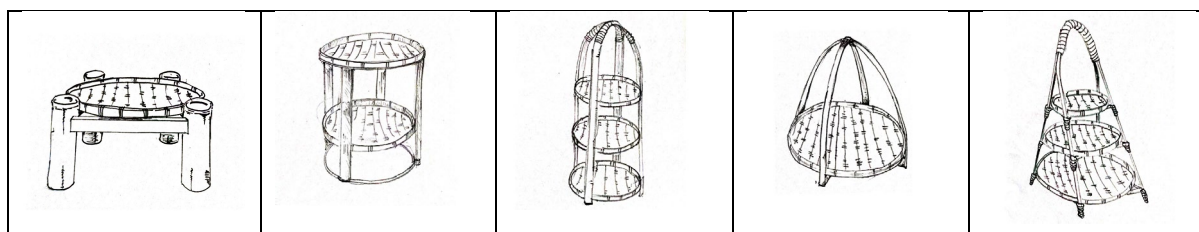
สำหรับกระบวนการผลิต มีขั้นตอนและลักษณะงาน ดังนี้

- 1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ลักษณะงานประกอบด้วย
 - 1.1 ตัดไม้ไผ่
 - 1.2 เหลาดอก
 - 1.3 จักตอก
 - 1.4 ต้มตอก ย้อมสี (ถ้ามี)
2. ขั้นตอนการจักสาน
 - 2.1 แกะรูปทรงงานต้นแบบ
 - 2.1 สานตัวโครงสร้าง โดยใช้ลวดลายตามแต่อัตลักษณ์ผู้สาน
 - 2.2 เก็บขอบ
3. ขั้นตอนการรักษาสภาพเก็บชิ้นงาน
 - 3.1 เก็บรายละเอียด ขอบหลุดลุ่ย
 - 3.2 ทาเคลือบเงา

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ของกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานไม้ไผ่บ้านหนองบ่อ ทำให้ทราบว่ากลุ่มผู้ผลิตใช้ภูมิปัญญาดั้งเดิมที่ได้รับสืบทอดกันมารุ่นสู่รุ่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะไม่โดดเด่น และลวดลายที่สานเป็นลวดลายง่ายๆ คือ ลายขัด และลายสอง สอดคล้องกับ จิราพร เกียรติคุณมล (2562) ที่ทำการพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์จักสานจากเตยหนาม ได้วิเคราะห์ปัญหาของเจ้าของภูมิปัญญาสานลายตามความถนัดของแต่ละคน ส่วนใหญ่เป็นลายพื้นฐาน(ลายสอง) และใช้สีในการสานเพียง 2 สี รวมถึงทักษะในการสานยังไม่ได้มาตรฐานเนื่องจากเป็นคนสูงอายุ จากปัญหาดังกล่าวคณะวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน

2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน

แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ โดยเน้นการเพิ่มมูลค่ากับงานจักสานด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นผสมผสานกับแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยผู้วิจัยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของคณะผู้วิจัย กลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสาน และผู้ประกอบการด้านการขายสินค้าหัตถกรรมจักสานร่วมสมัย โดยร่วมกันสนทนากลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปเป็นร่างต้นแบบผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ 5 แบบ ดังนี้



แบบที่ 1 โตกสานไม้ไผ่ แบบที่ 2 ชั้นสานไม้ไผ่ 2 ชั้น แบบที่ 3 ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น แบบที่ 4 กระจาดโมเดิร์น แบบที่ 5 กระดังสานมินิมอล

Figure 1. Bamboo wicker product sketch.

จากการใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของคณะผู้วิจัย กลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสาน และผู้ประกอบการด้านการขายสินค้าหัตถกรรมจักสานร่วมสมัย ได้แบบร่างผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ต้นแบบ จำนวน 5 แบบ ให้กลุ่มผู้ผลิตนำมาผลิตเป็นต้นแบบจริง นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมินคุณภาพ นำผลการประเมินมาสรุปค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลการประเมินโดยแบ่งเป็น 5 ระดับ เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์จักสานต้นแบบ ที่อยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงเหมาะสมที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป)

เกณฑ์การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

เกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

4.51 ขึ้นไป	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

Table 1. Show evaluation of bamboo wicker prototypes.

Nunber	Product	Mean	S.D	level
1	Khantoke weaving bamboo	3.15	0.68	moderately
2	2-tier bamboo woven	2.98	0.72	moderately
3.	3-tier bamboo woven	4.16	0.60	a lot
4.	modern woven baskets	3.89	0.63	a lot
5.	minimalist weaving basket	4.35	0.52	a lot
Total Average		3.71	0.63	a lot

จาก Table 1. เป็นการประเมินต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยผลการประเมินค่าเฉลี่ยรูปแบบที่ 5 ผลิตภัณฑ์กระดังงานมินิมอล เท่ากับ 4.35 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก รองลงมา คือ รูปแบบที่ 3 ผลิตภัณฑ์ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น และรูปแบบที่ 4 ผลิตภัณฑ์กระจาดสานโมเดิร์น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และ 3.89 ตามลำดับ และรูปแบบที่ 1 ผลิตภัณฑ์ชั้นโตกสานไม้ไผ่ และรูปแบบที่ 2 ผลิตภัณฑ์ชั้นสานไม้ไผ่ 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 และ 2.98 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลิตภัณฑ์กระดังงานมินิมอล ผลิตภัณฑ์ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น และ ผลิตภัณฑ์กระจาดสานโมเดิร์น ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เพื่อนำไปประเมินความพึงพอใจกับผู้บริโภค สอดคล้องกับสอดคล้องกับ นัฐธีรนนท์ รอดชื่น (2560) ได้ศึกษาและออกแบบโดยประยุกต์ใช้ภูมิปัญญางานจักสานมาทำต้นแบบเพื่อการผลิตงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่ จำนวน 15 แบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนประเมิน ผลการประเมินต้นแบบพบว่า ต้นแบบมีความเหมาะสมมาก จำนวน 5 แบบ เหมาะสม ปานกลาง จำนวน 10 แบบ และสอดคล้องกับ

อรนุตมูร์ สุธาคำ และ ตรีชฎา สมฟอง (2563) ออกแบบผลิตภัณฑ์จักสานสำหรับงานตกแต่งและใช้สอย มีจำนวน 6 รูปแบบ ได้แก่ โคมไฟแขวน ตะกร้าแขวน ตะกร้า กระเป๋า พร้อมป้ายสินค้า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบผลงานออกแบบ ผลิตภัณฑ์และป้ายสินค้า โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมากที่สุด



แบบที่ 5 กระตั้งสานมินิมอล



แบบที่ 3 ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น



แบบที่ 4 กระจาดโมเดิร์น

Figure 2. Prototype bamboo wicker products.

3) ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่

Table 2. Level of consumer satisfaction toward bamboo wicker products.

Product	List	Mean	S.D	Level of satisfaction
minimalist weaving basket	style aspect	4.50	0.51	the most
	usability	4.75	0.55	the most
	Beauty	4.62	0.53	the most
	Preservation of arts and culture	3.89	0.70	a lot
Total Average		4.44	0.57	a lot
3-tier bamboo woven	style aspect	4.15	0.68	a lot
	usability	4.16	0.72	a lot
	Beauty	3.95	0.75	a lot
	Preservation of arts and culture	3.70	0.78	a lot
Total Average		3.99	0.73	a lot

Product	List	Mean	S.D	level of satisfaction
modern woven baskets	style aspect	3.80	0.74	a lot
	usability	3.15	0.78	moderately
	Beauty	3.42	0.73	moderately
	Preservation of arts and culture	4.15	0.63	a lot
Total Average		3.63	0.72	a lot

จาก Table 2. พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์กระดังสานมินิมอล อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.57) โดยเรียงลำดับ ความพึงพอใจต่อรูปแบบ (ค่าเฉลี่ย= 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.51) ประโยชน์ใช้สอย (ค่าเฉลี่ย = 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.55) ความสวยงาม (ค่าเฉลี่ย = 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน=0.53) ความมีคุณค่าคงไว้ซึ่งวัฒนธรรม (ค่าเฉลี่ย= 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.70) สำหรับผลิตภัณฑ์ชั้นสานไม้ไผ่ 3 ชั้น อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.73) โดยเรียงลำดับ ความพึงพอใจต่อรูปแบบ (ค่าเฉลี่ย= 4.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.68) ประโยชน์ใช้สอย (ค่าเฉลี่ย = 4.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.72) ความสวยงาม (ค่าเฉลี่ย = 3.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน=0.75) ความมีคุณค่าคงไว้ซึ่งวัฒนธรรม (ค่าเฉลี่ย= 3.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.78) ส่วนผลิตภัณฑ์กระจาดโมเดิร์น อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.72) โดยเรียงลำดับ ความพึงพอใจต่อรูปแบบ (ค่าเฉลี่ย= 3.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.74) ประโยชน์ใช้สอย (ค่าเฉลี่ย = 3.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.78) ความสวยงาม (ค่าเฉลี่ย = 3.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.73) ความมีคุณค่าคงไว้ซึ่งวัฒนธรรม (ค่าเฉลี่ย= 4.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.65)

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ ทั้ง 3 แบบ พบว่า ผู้บริโภค พึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ วุฒิชัย วิภาทนาง (2559) ออกแบบรูปแบบ ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมงานจักสานประเภทผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งและเครื่องเรือน พบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมงานจักสาน ด้านรูปแบบ ด้าน ประโยชน์ใช้สอย ด้านความสวยงาม ด้านความคงไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ที่มาก และสอดคล้องกับ เอกพงษ์ อินแก้ว (2560) ศึกษาแบบและกระบวนการผลิตงานจักสานกลุ่มปราณีต หัตถกรรม จังหวัดสิงห์บุรี โดยใช้วัสดุอื่นเข้าร่วม ได้แก่ เซรามิค ไม้ และตะแกรงเหล็ก พบว่าการประเมินผล การรับรู้ต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากงานจักสาน เฉลี่ย 4.53 อยู่ใน ระดับดีมาก

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่เชิงสร้างสรรค์ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ชุมชนใช้ทุนทางวัฒนธรรม และทรัพยากรในท้องถิ่นตัวเองขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากให้มีความเข้มแข็งอย่างยั่งยืน เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยให้เติบโตควบคู่ไปกับการพัฒนาสังคมวัฒนธรรมและรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน สอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่เป็นแนวคิดสำหรับขับเคลื่อนเศรษฐกิจบนพื้นฐานของการใช้องค์ความรู้ การศึกษาการสร้างสรรค์งาน และการใช้ทรัพย์สินทางปัญญาที่เชื่อมโยงกับรากฐานทางวัฒนธรรม การสั่งสมความรู้ของสังคมและเทคโนโลยี/นวัตกรรมสมัยใหม่ (พิริยะ ผลพิรุฬห์, 2556) โดยจากวัตถุประสงค์การวิจัยทำให้เห็นว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่นี้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ โดยต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น และใช้ทรัพยากรที่ชุมชนมี โดยทุกกระบวนการวิจัยเน้นการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน และชุมชนสามารถทำได้เอง ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่รูปแบบใหม่ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชน ตอบโจทย์การเปลี่ยนแปลงของกระแสสังคม และตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น มีศักยภาพแข่งขันกับสินค้าในตลาดจักสานได้ สร้างชุมชนให้มีความสามารถในการพึ่งพาตนเอง สอดคล้องกับ Suvannin (2020) ซึ่งพบว่าการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชนบนรากฐานของภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างยั่งยืนประกอบด้วย 1) ภูมิปัญญาท้องถิ่นคือศักยภาพ การเรียนรู้ การอนุรักษ์ 2) การเพิ่มมูลค่าสินค้าชุมชน คือ การสร้างความแตกต่าง การสร้างภาพลักษณ์ การออกแบบ หีบห่อผลิตภัณฑ์ 3) ความเข้มแข็งวิสาหกิจชุมชนคือการพัฒนาตนเอง การสร้างธุรกิจชุมชน โดยทำให้ชุมชนมีองค์ความรู้สามารถพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์ของตนมีมูลค่าเพิ่ม ตอบสนองความต้องการของลูกค้า และยังคงอัตลักษณ์ทางภูมิปัญญาผสมผสานกับการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แต่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรสร้างความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์ เช่น เพิ่มวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น ของตกแต่งบ้าน ควรเน้นช่องทางการจัดจำหน่าย เพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้าผ่านหลากหลายช่องทางทั้งออนไลน์และออฟไลน์ และควรศึกษาแนวโน้มของตลาด (Trend) ผลิตภัณฑ์จักสานปัจจุบันและอนาคต เพื่อทราบแนวทางการออกแบบที่ตรงกับความต้องการของตลาด มีการใช้วัสดุอื่นร่วมเพื่อความแปลกใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับ เอกพงษ์ อินแก้ว (2564) ที่ใช้เซรามิก ไม้ และตะแกรงเหล็ก ร่วมกับงานจักสานของตกแต่งบ้าน พบว่าการใช้เซรามิกประกอบกับงานจักสานสามารถเพิ่มมูลค่าของงานจักสานได้ ข้อดีคือสามารถควบคุมคุณภาพ ขนาด สี สัน ของผลิตภัณฑ์ แต่ข้อเสียที่สำคัญคือชาวบ้านในท้องถิ่นไม่มีความรู้ความสามารถในงานเซรามิก จึงจำเป็นต้องอาศัยช่างจากต่างถิ่นในการผลิต ดังนั้นควรมีหน่วยงานภาครัฐเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนองค์ความรู้เพื่อพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ให้มีความโดดเด่น มีอัตลักษณ์ สร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป



Figure 3. Ban Nong Bo bamboo weaving group.

Group of Research Participants and Research-Derived Products

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือให้ข้อมูล และสนับสนุนให้กำลังใจ ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประทีป บินชัย ผู้อำนวยการวิทยาลัยชุมชนแพร่ บุคลากรวิทยาลัยชุมชนแพร่ทุกท่าน นายกองค้การบริหารส่วนตำบลกาญจนา และคณะผู้บริหารพร้อมเจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกให้ความร่วมมือในการลงพื้นที่ในการดำเนินกิจกรรมพร้อมกับคำแนะนำที่ดีเป็นประโยชน์ ขอขอบคุณผู้นำในชุมชนและประชาชนในตำบลกาญจนา อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ และกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่บ้านหนองบ่อ หมู่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในกระบวนการวิจัย ร่วมในการวางแผน ดำเนินการเก็บข้อมูล พัฒนาผลิตภัณฑ์ จนสามารถทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ พวงประยงค์. (2561) .บทบาทของเศรษฐกิจสร้างสรรค์และพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ ในการพัฒนา
ยกระดับวิสาหกิจชุมชนไทย .วารสารพัฒนศาสตร์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561
กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (2560- 2579)
คณะกรรมการการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ. (2559). รายงานการปฏิรูปเศรษฐกิจเชิง
สร้างสรรค์และเชิงวัฒนธรรม. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
จิราพร เกียรติณกุล. (2563). รายงานวิจัยการพัฒนาออกแบบลวดลายผลิตภัณฑ์จักสานจากเตยหนาม
ชุมชนพงษ์ไฉ่ ตำบลสะเตงนอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา.



- นัฐที่ธีรนนท์ รอดชื่น. (2560.) การออกแบบผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น วิสาหกิจชุมชน
กลุ่มหัตถกรรมจักสานพื้นบ้าน บ้านดงชะพลู ตำบลบางมะฝ่อ อำเภอโกรกพระ จังหวัด
นครสวรรค์. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
- พิริยะ ผลพิรุฬห์. (2556).วารสารเศรษฐศาสตร์ปริทรรศน์ สถาบันพัฒนาศาสตร์ ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม
2556
- วิบูลย์ ลีสุวรรณ. (2539). เครื่องจักสานในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์
- วุฒิชัย วิภาทานัง. (2559). การศึกษาและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมงานจักสานประเภทผลิตภัณฑ์
ของที่ระลึก ของตกแต่งและเครื่องเรือน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารวิจัยและพัฒนา
วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ 108 | ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2559)
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2565).แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2566 – 2570). กรุงเทพฯ. สำนักนายกรัฐมนตรี.
- เอกพงศ์ อินแก้ว. (2560). การออกแบบของตกแต่งบ้านจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและกระบวนการผลิตงาน
จักสานกลุ่มปราณีหัตถกรรม จังหวัดสิงห์บุรี. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- อรนุตภรณ์ สุธาคำ และ ตรีชฎา สมฟอง. (2563).การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานเชิงสร้างสรรค์ที่มี
เอกลักษณ์ชุมชน กลุ่มจักสานบ้านป่าจ้าว ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่.
วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม
- Suvannin, W. (2020). The Value-Added Approach of Local Wisdom Products for
Sustainability: A Case Study of Community Model in Nong Khai Province. BU
Academic Review, 19(1), 109-127.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory statistics, (Second Edition)*. New York: Harper & Row

การประยุกต์ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์เพื่อการนำเสนอข้อค้นพบ
จากงานวิจัยเรื่องมหาสติปัญญา

The Application of Social Media Channels for Presenting Findings
from Research on the Mahasatipatthana

สร้อยญา โชติรัตน์^{1*} และ ศักดา ปินตาวงค์²

¹งานบริการวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²หน่วยเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: saranyar6363@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยเรื่องนี้วัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวคิดและหลักการสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแผ่พระพุทธศาสนา 2) เพื่อออกแบบลักษณะช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแผ่งานวิจัยเรื่องมหาสติปัญญา ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า 1) แนวคิดและหลักการสื่อสารสังคมออนไลน์ ประกอบด้วย 1)ผู้ส่งสาร 2)สาร 3)ผู้รับสาร 4)ช่องทางการสื่อสาร 2) ลักษณะการออกแบบ 5 ช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์ ประกอบด้วย 1)TikTok ช่องทาง @numboon_mahasatipatthana 2)Twitter ช่องทาง @mahasati65 3)Facebook Page ช่องทาง Numboon_Mahasatipatthana 4)YouTube ช่องทาง @Mahasati65 5)Instagram ช่องทาง @Mahasati65

คำสำคัญ: ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ มหาสติปัญญาสูตร

Abstract

This research article aims 1) To study concepts and principles of online social communication leading to the propagation of Buddhism 2) To design the characteristics of online social communication channels leading to the dissemination of research on Mahasatipatthana. Qualitative research methods this study found that 1) The concept of online social communication theory consisting of 1) Sender 2) Message 3) Receiver 4) Communication channel 2) Characteristics of the design of 5 online social communication channels, consisting of 1) TikTok @numboon_mahasatipatthana channel 2) Twitter channel @mahasati65 3) Facebook Page channel Numboon_Mahasatipatthana 4) YouTube channel @Mahasati65 5) Instagram channel @Mahasati65

Keywords: Social media channels, Mahasatipatthana

บทนำ

จากรายงานผลการวิจัยและบทความวิจัยเกี่ยวกับเรื่องมหาสติปัฏฐานที่ผ่านมามีตั้งแต่เริ่มต้นความอยากรู้และความเข้าใจแนวคิดทฤษฎี แนวทางการปฏิบัติพระพุทธศาสนา เริ่มวิทยานิพนธ์เรื่อง การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์เรื่องมหาสติปัฏฐาน 4 ของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัยระหว่างปีพุทธศักราช 2540-2555 (สร้อยญา โชติรัตน์, 2558) ต่อมาจึงได้พัฒนาโจทย์วิจัยข้อเสนอโครงการวิจัยขอทุนสนับสนุนงานวิจัยผ่านหน่วยงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่นักวิจัยสังกัดจึงดำเนินเป็นโครงการวิจัยเรื่องการสังเคราะห์วรรณกรรมเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4 (สร้อยญา โชติรัตน์, 2559) แล้วขยายขอบเขตการศึกษาประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบปัญหาแต่ละรูปแบบการเข้าถึงภาวนามยปัญญาจากงานวิจัยเรื่อง รูปแบบการเข้าถึงปัญหาเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4 และต่อมาอยากรู้เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติและแนวคิดสอนครูบาอาจารย์ที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเกี่ยวกับมหาสติปัฏฐานสูตร ผลงานวิจัยเรื่องการสกัดหลักคำสอนเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4 (สร้อยญา โชติรัตน์, 2564) งานปัจจุบันล่าสุดสนใจคำสำคัญของหลักการอธิบายความจากคำสำคัญและรหัสคำสำคัญทั้งหลาย งานวิจัยเรื่องการถอดรหัสคำสำคัญพระสูตรมหาสติปัฏฐาน 4 (สร้อยญา โชติรัตน์ และคณะ, 2566) เป็นเรื่องสุดท้ายให้นำไปสู่ตกผลึกองค์ความรู้เฉพาะตน จากผลงานวิจัยต่อเนื่องทั้งหมดอาศัยกรอบสาระพระสูตรมหาสติปัฏฐาน 4 ได้นำเสนอเป็นบทความวิจัยมากกว่าสิบกว่าเรื่องขึ้นไป ตัวอย่างบทความวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์รูปแบบการเข้าถึงปัญหาเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4 ด้านเวทนานุปัสสนาสติปัฏฐาน (สร้อยญา โชติรัตน์, 2562) พบว่า เข้าใจรูปแบบความหมายและลักษณะเวทนาจากที่ปรากฏจากพระไตรปิฎกปฏิบัติหลักธรรมสนับสนุนฐานเวทนาตามองค์ธรรม คือ อาตปปี สัมปชานो สติมา เชื่อมโยงหลักพระไตรปิฎกเทียบเคียงภาคทฤษฎีสู่การปฏิบัติ บทความวิจัยเรื่อง จากการสำรวจความคิดเห็นเรื่องมหาสติปัฏ

ฐาน 4 ด้านกายานุสสนาสติปัญญาสู่การวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบการเข้าถึงปัญญา (สร้อยญา โชติรัตน์, 2562) พบว่า รูปแบบฐานกายเป็นที่ตั้งของความรู้สึก ปฏิบัติธรรมที่ประจักษ์แห่งความจริง ฝึกพิจารณาฐานกายเป็นพื้นฐานนำสู่เวทนา จิต ธรรม โดยสติ คุลมหายใจเคลื่อนไหว อิริยาบถเคลื่อนไหว กำหนดจดจ่อต่อเนื่อง เห็นการเกิดดับเข้าถึงปัญญา บทความวิจัยเรื่อง 10 ลักษณะรูปแบบการเข้าถึงปัญญาเรื่องมหาสติปัญญาฐาน 4 (สร้อยญา โชติรัตน์, 2562) พบว่า การปฏิบัติแนวทางแล้วปัญญาตามมาโดยแสวงหาครูบาอาจารย์ให้เรียนรู้ ฝึกฝนพากเพียรอย่างต่อเนื่องให้สืบทอดคำสอนครูบาอาจารย์ พื้นฐานภาวนา บริกรรมพุทโธ ฝึกสร้างสติให้ตัดอารมณ์ ใช้ภาวนา“พุทโธ” ฝึกจิตเป็นปัจจุบันขณะให้สติผานกายจิต บทความวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เรื่อง มหาสติปัญญาฐาน 4 จากงานเขียนทางพระพุทธศาสนาเรื่อง ภาวนา เริ่มต้น ณ กม.๐ เล่าเรื่องโดย ประมวล เพ็งจันทร์ (สร้อยญา โชติรัตน์ และคณะ, 2562) พบว่า แนวทางหรือวิถีแห่งการปฏิบัติและผลการปฏิบัติ วิธีการปฏิบัติ วิเคราะห์และเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติของครูบาอาจารย์ ประยุกต์จนลงตัวทั้งรูปแบบและเทคนิคการภาวนา บทความวิจัยเรื่อง การถอดรหัสคำว่า โฆษณงค์ 7 ตามหลักกรรมมหาสติปัญญาสูตร (สร้อยญา โชติรัตน์ และคณะ, 2565) พบว่า สติสัมโพชฌงค์ รหัส คือ สติ ธัมมวิจยสัมโพชฌงค์ รหัส คือ เลือก เพ็นธรรม วิริยสัมโพชฌงค์ รหัส คือ เพียร พอกำลังจิตให้บริสุทธิ์ ปีติสัมโพชฌงค์ รหัส คือ เบิกบาน อิมใจ ปัสสัทธิสัมโพชฌงค์ รหัสคือ สงบเย็น สมาธิสัมโพชฌงค์ รหัส คือ ตั้งมั่น จิตรวมพลังความรู้ อุเบกขาสัมโพชฌงค์ รหัสคือ วางเฉยรู้เห็นด้วยจิตว่างน้อมจิต สภาวะรับรู้ความรู้สึกเป็นกลางไม่ยินดียินร้าย ดังนั้น จึงเป็นการนำเสนอบทความวิจัยเรื่องนี้โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวคิดและหลักการสื่อสารสังคมออนไลน์ นำไปสู่การเผยแผ่พระพุทธศาสนา 2) เพื่อออกแบบลักษณะช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแผ่ งานวิจัยเรื่อง มหาสติปัญญา

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เน้นเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ควบคู่กับการศึกษาทบทวนวรรณกรรมประยุกต์เป็นงานวิจัยแบบ R2R (Routine to Research) วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 1)ศึกษาเรียนรู้ตัวอย่างช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ การรวบรวมข้อมูลผ่านเครื่องมือสื่อสังคมออนไลน์ 5 ช่องทาง 2)การสร้างรูปแบบและพัฒนาเป็นช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ YouTube, Facebook Page, Twitter, Instagram, TikTok และประเมินผล 3)สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิผู้ให้ข้อมูล 1)ด้านคอมพิวเตอร์ 2)ด้านนิเทศศาสตร์ 3)พระสงฆ์ซึ่งผู้ใช้สื่อสังคมออนไลน์เผยแผ่ธรรมะ 4)นำผลการศึกษาไปวิเคราะห์ อาศัยกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแสดงใน Figure 1.

กรอบแนวคิดการวิจัย : การประยุกต์ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์เพื่อการนำเสนอข้อค้นพบจากผลงานวิจัยมหาสถิตปัญญา

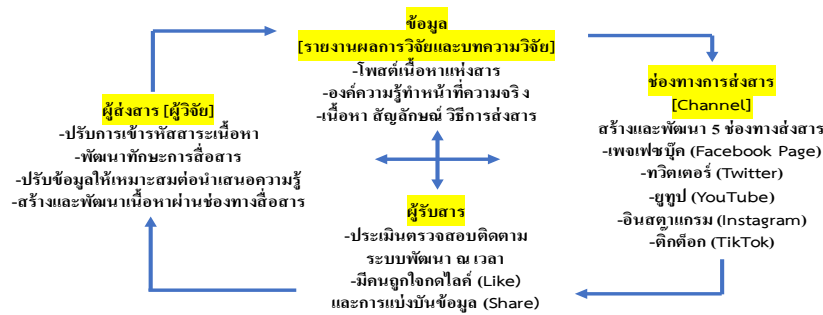


Figure 1. Conceptual Framework for the Application of Online Social Communication Channels.

ผลและอภิปรายผล

วัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวคิดและหลักการสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแพร่พระพุทธศาสนา พบว่า 1) ผู้ส่งสาร หมายถึง ผู้วิจัยเป็นผู้ส่งสารต้องปรับแก้สาระเนื้อหา พัฒนาทักษะการสื่อสาร ปรับข้อมูลนำเสนอความรู้สร้างพัฒนาเนื้อหาผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ พบว่า ผู้ส่งสารต้องนำหลักการเป็นพื้นฐานตัวตนส่งสาร สอดคล้องกับวิธีการเผยแพร่พระพุทธศาสนามีหลายวิธี วิธีการพูด วิธีการทำตัวอย่างให้ดู วิธีการเขียนต้องมีพุทธวิธีการสอนเริ่มจากพื้นฐาน คือ กัลยาณมิตรและมีสติปัญญา มีความกรุณาต่อกันอย่างมีคุณธรรมจริยธรรม (เมธี เศรษฐวิสุต, 2562) และการเข้าถึงสื่อออนไลน์ด้วยพุทธธรรม ประกอบหลักการคือ อินทรีย์สังวร สัมมาสติ สัมมาสมาธิ คือ การใช้หลักอินทรีย์สังวรเป็นหลักการสำรวมกาย วาจาใจ ไม่ให้ยินดีในร้ายในการเข้าใช้สื่อออนไลน์เพื่อไม่ให้ตัดสินใจด้วยอาการไม่มีสติ หลักสัมมาสติเป็นความมีสติรู้ตัวไม่ให้หลงไปกับสื่อออนไลน์นำหลงเชื่อต่างๆ หลักสัมมาสมาธิ ความตั้งใจไม่ฟุ้งซ่าน ประยุกต์เข้าใช้สื่อสังคมออนไลน์ สังวรก่อนเข้าถึง มีสติระหว่างใช้ ตั้งสมาธิหลังการใช้ (พระกมลรัตน์ อภิปัญญา (ต่ายสีลาศ), 2564) และสอดคล้องหลักการลีลาการสอน พุทธลีลาในการสอน เทศนาวิธี 4 องค์ประกอบคุณลักษณะ 1)ชี้แจงให้เห็นชัด 2)ชวนใจให้อยากรับเอาไปปฏิบัติ 3)เข้าใจให้อาจหาญแก่กล้า 4)ปลอบใจให้สดชื่นว่าเรื่อง (พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต), 2553) สรุปว่า ผู้ส่งสารต้องใช้หลักธรรมนำทางเป็นพื้นฐาน

2) สาร หมายถึง ข้อมูลรายงานผลการวิจัยและบทความวิจัยทั้งหมด การโพสต์เนื้อหาข่าวสาร ตามองค์ความรู้จากงานวิจัย ตามเนื้อหาและสัญลักษณ์ วิธีการสื่อสาร พบว่า การถอดความรู้ให้ชัดเจน เป็นรูปธรรมสอดคล้องกับหลักการสื่อสารตามแนวพุทธเป็นการบอกกล่าวหรือชี้แจงสังฆธรรมที่เป็นความจริงอันประเสริฐ (พระอัคราภิศุทธิ สิริวิฑฒโน, 2564) และสอดคล้องการศึกษาแนวทางการใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อเผยแพร่พระพุทธศาสนาของพระสงฆ์ในสังคมปัจจุบัน พบว่า นำเสนอเนื้อหาตามสื่อ คือ เจตนาต้องเด่นชัด รูปแบบโดนใจ เนื้อหาโดดเด่น ตระหนักรู้ผลที่จะตามมา (พระอนันต์ อภิปัญญา (ผากา), 2565) และงานวิจัยการศึกษาโซเชียลมีเดียที่ออกซ์ : บำบัดด้วยสติ เมื่อชีวิตเสพติดโลกออนไลน์ พบว่า เวลาใช้โซเชียลมีเดียจะเกิดการหลง

สารเคมีโดปามีออกมาทำให้เกิดอาการติดได้ (กนกวรรณ ปรีดีเปรม, 2565) สรุปว่าสาระเนื้อหาต้องต่อเนื่อง
อย่างเป็นแบบแผน การโพสต์ต้องเป็นเนื้อหาจากองค์ความรู้วิจัย การเข้าถึงธรรมเป็นประจำสม่ำเสมอ

3) ผู้รับสาร หมายถึง ผู้ติดตามเข้าดูสาร โดยการประเมินตรวจสอบติดตามจากการถูกใจ Like และ
การแบ่งปัน Share ระบบพัฒนาตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยรูปแบบการเผยแพร่พระพุทธศาสนาด้วยสื่อ
ธรรม ขั้นตอนวิเคราะห์และเขียนเนื้อหา บันทึกและตัดต่อ โพสต์และแบ่งปัน ติดตามและประเมินผล ส่วน
ปัจจัยที่มีความพึงพอใจคือ ความน่าเชื่อถือ (พระครูสิริธรรมบัณฑิต, 2564) สอดคล้องกับงานวิจัยการพัฒนา
เผยแพร่พระพุทธศาสนาของวัดไทยในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา คือ ผู้ส่งสาร ต้องมีความรู้
ความสามารถความชำนาญผลิตสื่อธรรมะ ผู้รับสารต้องได้รับการปรับพื้นฐาน ประเมินก่อนและหลัง กำหนด
กลุ่มผู้รับสาร นำธรรมไปปรับใช้ประโยชน์ได้ และมีความศรัทธาเลื่อมใส (พระครูวิเทศกัลยาณธรรม และคณะ,
2565) สรุปว่า ความตรงไปตรงมาต่อผู้รับสาร ความชัดเจนและความมีตัวตนในโลกสังคมออนไลน์

4) ช่องทางสื่อสาร หมายถึง การสร้างและพัฒนา YouTube, Facebook Page, Twitter, Instagram,
TikTok พบว่า ช่องทางสื่อสารเป็นเครื่องมือสื่อสาร สอดคล้องกับงานศึกษาการบูรณาการสื่อสารเพื่อการเผย
แผ่พระพุทธศาสนาผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของพระสงฆ์ในสังคมไทย ประกอบด้วย การสนทนา การบรรยาย
การตอบปัญหา การวางกฎข้อบังคับ ผ่านกระบวนการสื่อ Facebook, YouTube โดยแนวคิด ทฤษฎี การ
สื่อสารออนไลน์ ประกอบด้วย ผู้ส่งสาร สาร สื่อ ผู้รับสาร ต้องมีพุทธวิธีการสื่อสาร (พระมหาชูชาติ จิรสุทธิ,
2565) และสอดคล้องกับงานวิจัยรูปแบบการสื่อสารด้านพระพุทธศาสนาสู่คนรุ่นใหม่ในภาพรวม คือ
Facebook ซึ่งเป็นช่องทางสื่อสารออนไลน์ นำเสนอด้วยภาพวิดีโอ ข้อเสนอแนะว่า ใช้สื่อออนไลน์ที่มีเนื้อหา
และภาษาไม่เป็นการสื่อสารเป็นหลัก (วิสิฐพัชร์ วาฤทธิ์ และคณะ, 2560) และงานวิจัยเทคโนโลยี
สารสนเทศกับยุทธศาสตร์เพื่อการเผยแพร่พระพุทธศาสนาในยุคออนไลน์ พบว่า ในอนาคตมีการใช้เทคโนโลยี
สารสนเทศในการผลิต สร้างองค์ความรู้เผยแพร่พระพุทธศาสนา ทั้ง Facebook, YouTube, Line, Chat และ
ช่องทางอื่นๆ ในแบบออนไลน์ทั้งหมดเน้นคุณสมบัติภายในของผู้เผยแพร่ ปณิธาน ปฏิสัมพันธ์ พหุสูต แสดง
ธรรมตามขั้นตอน (พิเชฐ ทังโต, 2565) สรุปว่า ช่องทางสื่อสารเป็นเครื่องมือของผู้ส่งสารส่งสารไปยังผู้รับสาร

สรุปว่าแนวคิดและหลักการสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแพร่พระพุทธศาสนา ประกอบด้วย ผู้
ส่งสาร สาร ผู้รับสาร และช่องทางสื่อสาร สอดคล้องกับงานวิจัยแนวคิดในกระบวนการสื่อสารพุทธธรรม (พระ
มหาธนิต สิริวัฒน, 2558) เน้นกระบวนการว่า 1)ผู้ส่งสารหรือแหล่งสาร หมายถึง บุคคล กลุ่มบุคคล หรือ
หน่วยงานที่ทำหน้าที่ส่งสาร โดยคุณสมบัติผู้ส่งสารที่ดีประกอบความสามารถ รู้เรื่องสื่อสาร บุคลิกลักษณะที่ดี
ความสุขุม การยอมรับทางสังคม คนส่วนใหญ่เชื่อถือ การเป็นคนเปิดเผยสร้างความไว้วางใจ 2)สาร หมายถึง
เรื่องราวที่มีความหมาย รูปข้อมูล ความรู้ ความคิด ความต้องการ อารมณ์ 3)สื่อ หรือ ช่องทาง เป็นสิ่งที่เป็
พาหนะของสาร ทำหน้าที่นำสารส่ง 4)ผู้รับสาร หมายถึง บุคคล กลุ่มบุคคล หรือมวลชนที่รับข่าวสาร แสดง
ปฏิกิริยาโต้ตอบ พบว่า หลักการสื่อสารสังคมออนไลน์เพื่อการเผยแพร่พระพุทธศาสนาเป็นการใช้แนวทางตาม
หลักการเดิม 1)ผู้ส่งสาร 2)สาร 3)ผู้รับสาร และ 4)ช่องทางสื่อสาร

วัตถุประสงค์ที่ 2) เพื่อออกแบบลักษณะช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแผ่งานวิจัยเรื่อง
มหาสติปัญญา พบว่า การออกแบบสัญลักษณ์เพื่อจัดทำช่องทางสื่อความหมายที่มาที่ไปจากผลงานวิจัย พบว่า

“เวลา” แทนด้วยสัญลักษณ์ “8” ความหมายระยะเวลาแห่งความไม่สิ้นสุดเวลา แทนค่าเป็นการทางเดินทาง “มรรคมืองค์ 8” หรือ “อริยสัจ” ไปสู่การฝึกฝนและพัฒนาทั้งสมณะและวิปัสสนา ดังแสดงใน Figure 2.

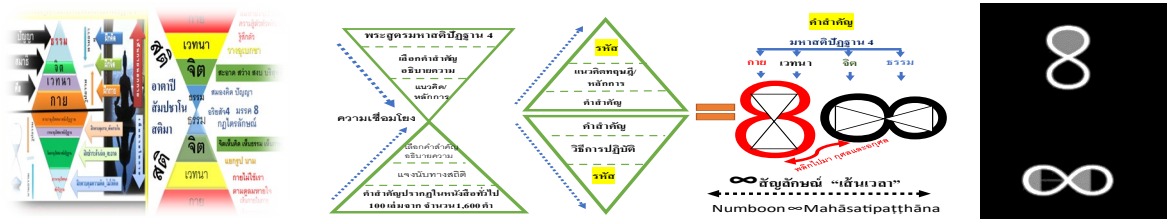


Figure 2. The Meaning of Symbol Design for Creating Social Media Channels.

สำหรับการออกแบบลักษณะช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์ 5 ช่องทางเป็นการสร้างรูปแบบและ พัฒนา ตามวัตถุประสงค์ ข้อ 1 แนวคิดทฤษฎีการสื่อสารสังคมออนไลน์ ประกอบด้วย 1)ผู้ส่งสาร 2)สาร 3) ผู้รับสาร 4)ช่องทางการสื่อสาร ผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ 5 ช่องทาง ประกอบด้วย TikTok, Twitter, Facebook Page, YouTube, Instagram พบว่า

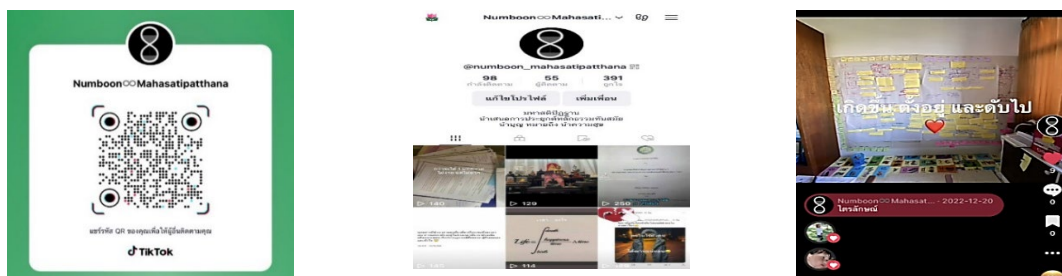


Figure 3. Setting up a TikTok Channel named Numboon ∞ Mahasatipatthana.



Figure 4. Setting up a Twitter Channel named Numboon Mahasatipatthana @mahasati65

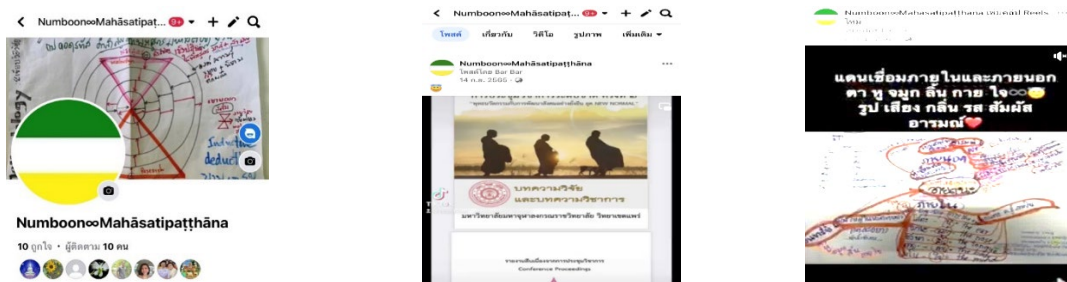


Figure 5. Setting up a Facebook Page Channel named Numboon ∞ Mahāsatiṭṭhāna

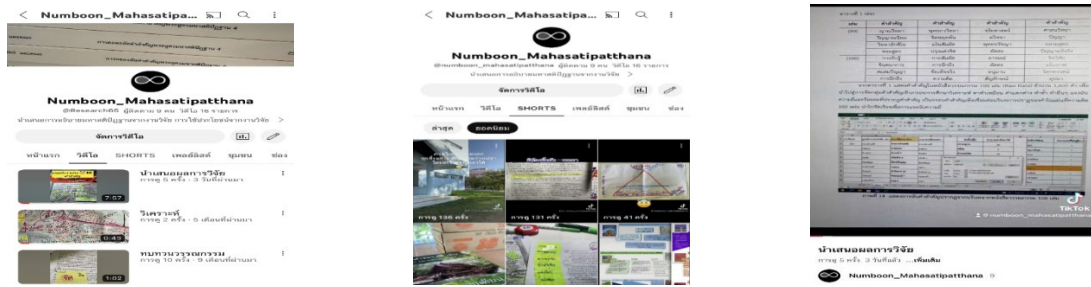


Figure 6. Setting up a YouTube Channel named Numboon_Mahasatipathana



Figure 7. Setting up a Instragram named Numboon∞Mahasatipathana

สรุป

1) สรุปแนวคิดและหลักการสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแพร่ทางพระพุทธศาสนา ประกอบด้วย
1) ผู้ส่งสาร 2) สาร 3) ผู้รับสาร 4) ช่องทางการสื่อสาร มีผลต่อกันเพื่อนำพัฒนาเชื่อมโยงต่อการสร้างเนื้อหาสาระข้อมูลแล้วนำไปทดสอบและพัฒนาผลิต Content เรียนรู้จากตัวอย่างและเชื่อมโยงข้อมูลรายงานผลการวิจัยและบทความวิจัยที่ต้องการสื่อสาร ผู้ส่งสารต้องพัฒนาความสามารถเชิงเทคนิคเครื่องมือช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเนื้อหาสาระให้สัมพันธ์แต่ละช่องทางสื่อสาร การประยุกต์สารกับช่องทางสื่อสาร ต้องวางโครงสร้าง ออกแบบ และวางแผน

2) สรุปการออกแบบลักษณะช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์นำไปสู่การเผยแพร่งานวิจัยเรื่องมหาสติปัญฐานผ่าน 5 ช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์ ประกอบด้วย 1)TikTok 2)Twitter 3)Facebook Page 4)YouTube 5)Instagram เรียง ตามลำดับจำนวนผู้ติดตาม รับสารสอดคล้องกับความง่าย การเข้าถึงและความสะดวก จากการศึกษาต่อการสร้างและพัฒนา 5 ช่องทางสอดคล้องกับผู้ให้ข้อมูลว่าได้ใช้ช่องทาง TikTok เป็นช่องทางที่ดีที่สุดมีผู้ติดตามเยอะ พัฒนาเทคนิคการเชื่อมต่อช่องทางการสื่อสาร ผู้ส่งสารต้องเรียนรู้เทคนิคสารกับช่องทางสื่อสารสังคมออนไลน์ด้วยตนเอง



Figure 8. Names of social media channels.



Figure 9. The Body of Knowledge for Applying Aocial Media Channels to Present the Research on the Mahasatipatthana.

3) สรุปลงความรู้อันการประยุกต์ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์เพื่อนำเสนอข้อค้นพบจากงานวิจัยเรื่องมหาสติปัญญา พบว่า ผู้วิจัยเป็นผู้ส่งสารด้วยตนเองต้องพัฒนาเทคนิคช่องทางส่งสารเชื่อมโยงสาระเกี่ยวกับงานวิจัยอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ และวางแผนการสื่อสารให้เป็นระบบระเบียบสอดคล้องกับผู้รับสาร ผู้ติดตามเรียงตามลำดับความง่าย ช่องทางการสื่อสารสังคมออนไลน์พบว่าประกอบ 1)TikTok 2)Twitter 3)Facebook Page 4)YouTube 5)Instagram และสร้างสาระข้อมูลจากช่องทาง Tik Tok แล้วนำไปโพสต์ในช่องทางอื่นๆ ได้ทำให้การเผยแพร่ผลงานข้อค้นพบงานวิจัยได้หลายช่องทาง Twitter, Facebook Page, YouTube และ Instagram บนพื้นฐานแนวคิดการสื่อสารสังคมออนไลน์

4) สรุปลงการใช้ประโยชน์จากรายงานผลการวิจัยและบทความวิจัยให้ดำเนินงานเป็นคู่มือเป็นประโยชน์ จากการสร้างและพัฒนาช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ 5 ช่องทาง ให้ประยุกต์ใช้พัฒนา 1) ผู้ส่งสาร คือ ตัวนักวิจัยต้องพัฒนาความรู้เทคนิคเชื่อมโยงสารกับช่องทางสื่อสาร 2)การโพสต์เนื้อสารต้องปรับข้อมูลให้เหมาะสมกับข้อความรู้และช่องทางส่งสาร 3)การพัฒนาเนื้อสารคือผลงานวิจัยย่อเนื้อหาสาระเหมาะสมกับช่องทางสังคมออนไลน์ 4)ประเมินติดตามพัฒนาระบบเนื้อหาและสารให้เหมาะสม พัฒนาอย่างต่อเนื่อง 5) ต้องเป็นทั้งออนไลน์ คือ ส่งสารเป็นสังคมออนไลน์ 5 ช่องทางและต้องเป็นออฟไลน์ คือ เขียนเป็นบทความวิจัยท้ายสุดต้องทั้งทุกอย่าง 6)การดำเนินงานระเบียบวิจัยประยุกต์เป็นงานวิจัยแบบ R2R (Routine to Research) เป็น R2R1L (Routine to Research to Way of life) วางหนทางชีวิตอย่างมีเป้าหมายนำผลวิจัยเป็นงานในชีวิตประจำวันขัดเกลาคิดใจ เพื่อทางพันธุกรรมเป็นหนทางเดินนำชีวิตนำสมถภาวนาไปสู่วิปัสสนาภาวนา

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ ปรีดีเปรม. (2565). โซเชียลมีเดียที่ออกซ์ : บำบัดด้วยสติเมื่อชีวิตเสพติดโลกออนไลน์. *วารสารการวิจัยและการบริหารการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 12(1), 138-152.
- มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.(2539). *พระไตรปิฎกภาษาไทย ฉบับมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัยเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้า สิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.
- เมธี เชษฐวิสุต. (2562). สื่อสังคมออนไลน์กับการเผยแผ่พระพุทธศาสนา. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย*, 10(2) , 521-531.
- วสิษฐพัชร วาฤทธิ ญัฐพงศ์ แยมเจริญ วโรชา สุทธิรักษ์ พระเมธาวิณัยรส. (2560). รูปแบบการสื่อสารด้านพระพุทธศาสนาสู่คนรุ่นใหม่ในประเทศไทยปัจจุบัน. *วารสารสถาบันวิจัยญาณสังวร มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย*, 8(1) , 88-94
- พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ. ปยุตโต). (2553). *พจนานุกรมพุทธศาสตร์ ฉบับประมวลธรรม*. โรงพิมพ์พิมพ์พิมพ์การพิมพ์ : นนทบุรี. พิมพ์ครั้งที่ 18.
- พระอนันต์ อภินนโท (ผากา) พระมหาสุพร รุกขิตถมโฆ เบญจมาศ สุวรรณวงศ์. (2565). แนวทางการใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อเผยแผ่พระพุทธศาสนาของพระสงฆ์ในสังคมปัจจุบัน. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย*, 13(2), 61-79.

- พระกมลรัตน์ อภิปุณฺโญ (ต่ายสีลาศ) และ พระวิเชียร อภิปุณฺโญ (แสนศรี). (2564). การเข้าถึงสื่อออนไลน์ด้วย
พุทธธรรม. *วารสารปรัชญาปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย*, 26(2), 230-238.
- พระอักษราภิกุทธิ์ สิริวิฑฒโน พระรัตนมุนี และพระครูธีรศาสน์ไพศาล. (2564). กระบวนการสื่อสารผ่านสื่อ
สังคมออนไลน์ของพระสงฆ์ในสังคมไทย. *วารสารสถาบันวิจัยพินลธรรม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
ราชวิทยาลัย*, 8(2) , 107-118.
- พระมหาธนิต สิริวิฑฒโน (2558) รูปแบบและกระบวนการสื่อสารพุทธธรรมผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของพระสงฆ์
ในสังคมไทย. *วารสารวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, 16(2), 76-86.
- พระมหาชชาติ จิรสุโท. (2565). การบูรณาการสื่อสารเพื่อเผยแผ่พระพุทธศาสนาผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของ
พระสงฆ์ในสังคมไทย. *วารสาร มจร บาลีศึกษายุทธศาสตร์ปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
ราชวิทยาลัย*, 8(1), 211-224.
- พระครูสิริธรรมบัณฑิต บุรินทร์ รุจจนพันธ์ บุษกร วัฒนบุตร. (2564). การเผยแผ่พระพุทธศาสนาเชิงรุกผ่านสื่อ
สังคมของวัดมิ่งเมืองมูล อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง. *วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏพระนครศรีอยุธยา*, 23(2), 133-144.
- พระครูวิเทศกัลยาณธรรม (ฐิตินกร กุลยาณธมฺโม) พระอุดมสิทธินายก (กำพล คุณงกรโ)
พระมหากฤษญา กิตติโสภโณ. (2565). การพัฒนาการเผยแผ่พระพุทธศาสนาของวัดไทยในรัฐ
แคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสาร มจร สังคมปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราช
วิทยาลัย*, 11(3), 239-251.
- พิเชษฐ ทังโต. (2565). เทคโนโลยีสารสนเทศกับพุทธศาสตร์เพื่อการเผยแผ่พระพุทธศาสนาในยุคออนไลน์.
วารสารพุทธนวัตกรรมการปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 3(1), 62-75.
- สร้อยญา โชติรัตน์. (2558). *การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์เรื่องมหาสติปัฏฐาน 4 ของมหาวิทยาลัยมหา
จุฬาลงกรณราชวิทยาลัยระหว่างปีพุทธศักราช 2540-2555*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย].
- สร้อยญา โชติรัตน์. (2559). *การสังเคราะห์วรรณกรรมเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4*. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์.
สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- สร้อยญา โชติรัตน์. (2562). *รูปแบบการเข้าถึงปัญญาเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4*. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์.
สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- สร้อยญา โชติรัตน์. (2564). *การสกัดหลักคำสอนเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4*. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์.
สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- สร้อยญา โชติรัตน์ อลิษา อินจันทร์ วิลาสินี บุญธรรม วัชรลี เลขะวิวัฒน์ ประไพพรรณ กวีเกษม และ
พระครูโสภณกิตติบัณฑิต (บุญเสริม ศรีทา). *การถอดรหัสคำสำคัญพระสูตรมหาสติปัฏฐาน 4*.
(2566). รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร.
มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- สร้อยญา โชติรัตน์. (2560). *การสำรวจวรรณกรรมปัจจุบันเรื่องมหาสติปัฏฐาน 4*. (น. 548-560). การประชุม

วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”. เพชรบูรณ์ : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

สร้อยญา โชติรัตน์. (2562). การวิเคราะห์รูปแบบการเข้าถึงปัญหาเรื่องมหาสติปัญญา 4 ด้านเวทนานุสติปัญญา สติปัญญา. (น.24-36). การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 1 วิชาการล้านนาเพื่อการศึกษาและพัฒนายุค 4.0 ณ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตล้านนา วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2562

สร้อยญา โชติรัตน์. (2562). จากการศึกษาความคิดเห็นเรื่องมหาสติปัญญา 4 ด้านกายานุสติปัญญา สติปัญญา การวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบการเข้าถึงปัญหา. (น.368-383). รายงานการประชุมระดับชาติ “นครน่าน : นครพระพุทธศาสนา มรดกธรรมสู่มรดกโลก”. วันที่ 15 พฤษภาคม 2562. วิทยาลัยสงฆ์ นครน่าน มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ .

สร้อยญา โชติรัตน์. (2562). 10 ลักษณะรูปแบบการเข้าถึงปัญหาเรื่องมหาสติปัญญา 4. (น.819-830) . รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ประจำปี 2562 ครั้งที่ 12. วันที่ 26-28 มิถุนายน 2562. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

สร้อยญา โชติรัตน์ (2562). การวิเคราะห์เรื่องมหาสติปัญญา 4 จากงานเขียนทางพระพุทธศาสนาเรื่อง “ภาวนา เริ่มต้น ณ กม.๐”. การประชุมวิชาการระดับชาติ “พหุวิทยาการแห่งภาษา วรรณกรรม และ คติชนวิทยา : วิถีไทย วิถีอาเซียน” ครั้งที่ 1. ประจำปี 2562. (น.219-232) วันที่ 20 ธันวาคม 2562. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง .

สร้อยญา โชติรัตน์ อลิษา อินจันทร์ วิลาสินี บุญธรรม วัชรี เลขาวิพัฒน์ ประไพพรรณ กวีเกษม และ พระครูสังฆรักษ์บุญเสริม กิตติวัฒนโธ (บุญเสริม ศรีธา) (2565). การถอดรหัสคำว่า “โพชฌงค์ 7” ตาม หลักการมหาสติปัญญาสูตร. (น.347-367). การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2 พุทธนวัตกรรมกับการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน ยุค New Normal” มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตแพร่. วันที่ 4 มิถุนายน 2565.

แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
Guidelines for Online Teaching and Learning
at Maejo University Phrae Campus

ฉลวย จันศรี^{1*}¹มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: chaluay59@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) เพื่อศึกษาความคิดเห็นด้านการจัดการการเรียนแบบออนไลน์ของอาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ และ 2) เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของอาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ อาจารย์ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนแบบออนไลน์ของอาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีด้านอาจารย์ผู้สอน อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ อยู่ในระดับปานกลาง อยู่ในระดับน้อยที่สุด แนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของอาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้แก่ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน จัดกิจกรรมเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม ใช้สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอนบนฐานวิถีชีวิตใหม่

คำสำคัญ: การเรียนการสอน การเรียนรู้ ออนไลน์

Abstract

The purposes of this research were to explore 1) opinions towards online teaching and learning of instructors at Maejo University Phrae Campus, and 2) guidelines for developing online teaching management of instructors at Maejo University Phrae Campus. The samples were 80 instructors at Maejo University Phrae Campus. Questionnaire was used as an instrument for collecting data. Then, the data were analyzed using percentage, mean, and standard deviation.

The results of the study showed that opinions towards online teaching and learning of instructors at Maejo University Phrae Campus in the overall was at a high level. Instructors was at a high level. However, online learning was at a low level. Guidelines for developing online teaching and learning revealed that instructors should create learning atmosphere, encourage participation in class, provide extra activities to enhance teamwork skills, use various kinds of learning support to stimulate learning, and provide teaching and learning that based on the new normal era.

Keywords: Teaching and learning, Learning, Online

บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (Covid19) ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนและการทำงาน เป็นสถานการณ์ไม่ปกติ ที่ทุกคนใช้ชีวิตปกติไม่ได้ เป็นการใช้ชีวิตแบบวิถีใหม่ (New Normal) และการปฏิบัติตามมาตรการของรัฐ เพื่อเป็นการควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 มีการเว้นระยะทางสังคม (Social Distance) สถาบันการศึกษาที่ไม่สามารถมานั่งเรียนในห้องเรียนได้ จึงมีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ เช่น โปรแกรมต่างๆ สำหรับการเรียนการสอน เช่น Microsoft Teams, Google Meet, Line, Facebook ซึ่งเป็นเครื่องมือรูปแบบการสอนแบบออนไลน์ในลักษณะซิงโครนัส (ชุมชนพงศ์ ไทยอุปถัมภ์ อ่างใน ตามพงศ์ สเลลานนท์, 2556) รูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ มีองค์ประกอบ ได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน เนื้อหา สื่อการเรียนและแหล่งเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ระบบการติดต่อสื่อสาร ระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ การวัดและประเมินผล ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนมีความหลากหลาย ด้วยการเรียนรู้ (วิทยา วาโย และคณะ, 2563)

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (Disruptive technology) ทำให้เทคโนโลยี เข้ามาเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ของคนยุคใหม่ และส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและการดำรงชีวิตของประชาชนในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงด้านการเรียนการสอนในสถานศึกษา การจัดการ

ทรัพยากรธรรมชาติ การเดินทาง การใช้ข้อมูลข่าวสารเพื่อการบริหารและการจัดการการทำงาน เทคโนโลยีสารสนเทศ จึงเกี่ยวข้องกับทุกเรื่องในชีวิตประจำวัน ดังนั้น เยาวชนรุ่นใหม่จึงควรเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้รู้เท่าทันและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและประเทศ ซึ่งเป็นบทบาทของการศึกษาที่ต้องพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีทักษะและความรู้ (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579, 2560) กอปรกับการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะปัจจุบัน ทักษะที่จำเป็นคือ ทักษะการเรียนรู้ และทักษะด้านดิจิทัล (ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา พ.ศ. 2565, 2565) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ การเรียนรู้ในสถานการณ์ของโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านดิจิทัล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสร้างความร่วมมือ ความคิดสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียน ตลอดถึงบุคคลทั่วไปในอนาคต เพื่อการปรับต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะสังคมและสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการดำเนินการควบคุมคุณภาพการจัดการศึกษาให้เป็นไปตามแนวทางที่แต่ละหลักสูตรได้ออกแบบไว้ การปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพในทุกกระบวนการจัดการศึกษา เพื่อตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของผู้เรียนและผู้มีส่วนได้เสียที่เปลี่ยนแปลงไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาระดับความคิดเห็นในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลและด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ และการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

1.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการศึกษา คือ อาจารย์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยมีอาจารย์ จำนวน 93 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 80 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามออนไลน์ Microsoft Form เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของอาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยแบ่งแบบสอบถาม เป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลและด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ แบบประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) เกณฑ์การประเมิน คือ 5 ระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 ระดับน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50

ตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิด ปัญหาและข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจและผ่านการทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ ผ่านการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างมาสร้างเป็นแบบสอบถาม ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แจกแบบสอบถามตามรูปแบบออนไลน์ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น กลุ่ม Line คณะกรรมการวิชาการ (ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร) ผ่านช่องทางกล่องข้อความส่วนตัว Facebook, Line เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าเป็นกลุ่มตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามออนไลน์ รวบรวมสรุปข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าทางสถิติ (SPSS) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการวิจัย

1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 65 การศึกษาระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 78.8 มีช่วงอายุระหว่าง 41 – 45 ปี คิดเป็นร้อยละ 43.8 โดยเป็นอาจารย์สังกัดกลุ่มวิชาชีพที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 13.8 สภาพการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ จำแนกตามอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อาจารย์ใช้ Notebook ใช้อินเทอร์เน็ตที่ทำงาน/มหาวิทยาลัย ด้านสื่อสังคมออนไลน์ที่ใช้ ส่วนมากใช้ Line คิดเป็นร้อยละ 93.8 ส่วนใหญ่ใช้โปรแกรม Microsoft Teams ใช้ในการสอนออนไลน์ ร้อยละ 98.8 รองลงมาได้แก่ Zoom ร้อยละ 40

1.2 ความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์

Table 1. Opinion towards online teaching and learning.

Opinion towards online teaching and learning	\bar{X}	S.D.	Level
Contents	3.85	0.74	high
Instructors	3.89	0.75	high
Teaching and learning activities	3.62	0.92	high
Measurement and evaluation	3.87	0.77	high
Online learning	3.40	0.86	moderate
Total	3.73	0.81	high

จาก Table 1 ความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์โดยภาพรวมของผู้อาจารย์ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านแล้ว พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านผู้สอน อยู่ในระดับมาก ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.89 S.D.=0.75) รองลงมา คือ ด้านการวัดและประเมินผล (ค่าเฉลี่ย = 3.87 S.D.=0.77) ด้านเนื้อหา (ค่าเฉลี่ย = 3.85 S.D.=0.74) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (ค่าเฉลี่ย = 3.62 S.D.=0.92) ตามลำดับและน้อยที่สุด คือ ด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ ที่อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.40 S.D.=0.86)

3.การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความคิดเห็นการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบว่า ข้อมูลจากการสำรวจที่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งผู้วิจัยนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ รายละเอียด มีดังนี้

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (ค่าเฉลี่ย = 3.43) ด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ 1) การสื่อสารในห้องเรียน/ปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย = 3.35) 2) การจัดกิจกรรมการเรียนออนไลน์ ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม (ค่าเฉลี่ย = 3.20) 3) มีการใช้เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เช่น สื่อออนไลน์/เกมส์ (ค่าเฉลี่ย = 3.46) 4) นักศึกษาเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ บนฐานวิถีชีวิตใหม่ (ค่าเฉลี่ย = 3.27)

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ รูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ที่ใช้เป็นแบบ Synchronous Learning Methods โดยใช้โปรแกรม Microsoft Teams การนำเสนอเนื้อหาในการสอนเป็น Power point มีช่องทางในการติดต่อสื่อสาร เช่น Line หรือ Facebook อาจารย์ส่วนใหญ่ใช้ Notebook ในการสอน

2. การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ พบว่า อาจารย์ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาและสื่อในการสอนเป็น Power point เช่นเดิมเสมือนสอนในห้องเรียนปกติ และเป็นแบบ Realtime โดยใช้โปรแกรม Microsoft Teams และสร้างห้องเรียนเสมือนโดยมหาวิทยาลัยดึงข้อมูลจากระบบการลงทะเบียนเรียน ตามตารางเรียนตารางสอน ของอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา เพียงแต่ปรับรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ให้เหมาะสมกับผู้เรียน และเนื้อหาครอบคลุมและสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้กับวัตถุประสงค์

รายวิชา นักศึกษาจะเรียนรู้ได้หรือบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับสมรรถนะผู้สอน สอดคล้องกับ มนตรี แยมกสิกร (2563) และอนุสร หงส์ขุนทด (2558) กล่าวว่า การสอนออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยี ที่ผู้สอนในยุคแห่งสังคมดิจิทัลและในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ Covid-19 สอดคล้องกับสมรรถนะและบทบาทผู้สอนออนไลน์ของปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ (2554) สมรรถนะที่มีความสำคัญของผู้สอนออนไลน์ ได้แก่ ด้านศาสตร์การสอน การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ออนไลน์ การแนะนำและช่วยเหลือผู้เรียน การวัดและประเมินผล และความรู้และทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และบุญทิพย์ สิริธรงค์ศรี (2563) ผู้สอนต้องพัฒนาทักษะการสอนออนไลน์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและบังเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่สถาบันกำหนด มีการบูรณาการความรู้ ด้านเนื้อหาสาระ ศาสตร์และศิลป์การสอนและความรู้ด้านเทคโนโลยี

3. แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จากความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ประเด็นหัวข้อการวิจัย ผลที่ได้จากการศึกษา ผู้วิจัยขอเสนอแนวทางเพื่อการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ รายละเอียด มีดังนี้

3.1 ด้านเนื้อหา ให้มีความครอบคลุมและสอดคล้องของผลลัพธ์การเรียนรู้กับวัตถุประสงค์รายวิชา/หลักสูตร ผู้สอนพิจารณาปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน

3.2 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน 1) การเพิ่มทักษะและวิธีการสอนเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนให้แก่ผู้สอนและผู้เรียน 2) ผู้สอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และแนะนำแหล่งความรู้เพิ่มเติม 3) พัฒนาผู้เรียนให้เกิดแนวคิดเชิงวิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างสรรค์ 4) มีรูปแบบการสอนและกิจกรรมที่หลากหลาย 5) มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอนด้วย

3.3 ด้านการวัดและประเมินผล มีรูปแบบการวัดและประเมินผลตามวัตถุประสงค์และผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา มีเกณฑ์และวิธีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจนและมีความเที่ยงธรรม โปร่งใสและแจ้งให้ผู้เรียนทราบ

3.4 ด้านการเรียนรู้ออนไลน์ 1) การพัฒนาทักษะและใช้สื่อ เครื่องมือเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการสอนออนไลน์ เพื่อสร้างการสื่อสารในห้องเรียน/ปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนออนไลน์ 2) การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้แบบผสมผสาน (Hybrid Learning) การจัดการกิจกรรมการเรียนออนไลน์ ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม และมีการใช้เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เช่น สื่อออนไลน์/เกมส์ 3) การสร้างการรับรู้และความเข้าใจในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปของโลกปัจจุบัน การปรับตัวและอยู่กับสถานการณ์จริงในโลกปัจจุบันที่

เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ภายใต้สถานการณ์โรคระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ที่ทุกคนไม่สามารถเรียนในห้องเรียน (Onsite) ได้

สรุป

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบว่า ความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ทั้ง 5 ด้าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.73) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านผู้สอน อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.85) ด้านที่น้อยที่สุดได้แก่ ด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย 3.40) การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ได้แก่ 1) การพัฒนาทักษะและใช้สื่อ เครื่องมือเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการสอนออนไลน์ เพื่อสร้างการสื่อสารในห้องเรียน/ปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนออนไลน์ 2) การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้แบบผสมผสาน (Hybrid Learning) การจัดกิจกรรมการเรียนออนไลน์ ส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม และมีการใช้เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เช่น สื่อออนไลน์/เกมส์ 3) การสร้างการรับรู้และความเข้าใจในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปของโลกปัจจุบัน การปรับตัวและอยู่กับสถานการณ์จริงในโลกปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

ข้อเสนอแนะการวิจัย (Research Suggestions)

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากกระบวนการเรียนการสอนแบบออนไลน์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ใช้ Microsoft Teams เป็นโปรแกรมสำหรับการสอน แต่เครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน นิยมใช้สื่อ Social Media เช่น Facebook และ Line

1.2 ในการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ด้านผู้สอน สามารถนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจและสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ (PLO,CLO) ได้ มีความยืดหยุ่น แต่บรรยากาศการเรียนการสอนและการมีส่วนร่วมของนักศึกษาในการเรียนออนไลน์ ยังมีไม่มาก

1.3 สำหรับผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ มีความยืดหยุ่น จัดเนื้อหาที่น่าสนใจ แต่พบว่า บรรยากาศการมีส่วนร่วม การมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนมีน้อย รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีประเมินผล ไม่มีความหลากหลาย

2. ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์

2.2 ศึกษารูปแบบและกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสม

2.3 การศึกษาพฤติกรรมผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบออนไลน์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการงานวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ให้การสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ ประจำปีงบประมาณ 2563 ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ ดร.วิชัย เลชะวิวัฒน์ และอาจารย์ ดร.อนุวัฒน์ จรัสไพบุลย์ ที่ให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะการทำวิจัย ตลอดจนคณาจารย์ นักศึกษาและพี่ๆ เพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำและมีส่วนร่วมให้การทำผลงานวิจัยนี้ สำเร็จ สมบูรณ์ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2565). *คู่มือการตรวจสอบหลักสูตรการศึกษาและการตรวจสอบการดำเนินการจัดการศึกษาเพื่อการรับรองมาตรฐานการอุดมศึกษาในหลักสูตรการศึกษา*. <https://reg.dru.ac.th/2021/pdf/mua/mhesi-2565.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย. (2563, 29 มีนาคม). *เทคนิคการสร้างสื่อการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล (Learning Media Technique in Digital Age)*. Touch Point. <https://touchpoint.in.th/learning-media-technique-in-digital-age/>
- กอบสุข คงมนัส. (2562). เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ : วิธีแห่งการศึกษายุคดิจิทัล Digital Learning Tools: Ways of Digital Education Era. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(4), 279-290.
- จักรกฤษณ์ โปตาพล. (2563, 6 กันยายน) *การจัดการเรียนรู้ออนไลน์: วิธีที่เป็นไปทางการศึกษา Online Learning Management : New Normal of Education*. <https://pubhtml5.com/gqxf/yatn/basic>
- ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง รายละเอียดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565. (2565, 20 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 139 ตอนพิเศษ 212 ง. หน้า 35-36.
- ตามพงศ์ สเลตานนท์, จิรัชฌา วิเชียรปัญญา. (2556). การพัฒนาแนวทางการเรียนการสอนออนไลน์เชิงรุกสำหรับมหาวิทยาลัยรังสิต. *รังสิตสารสนเทศ*, 19(2), 39-53.
- ธนาชาติ วิวัฒน์ภูติ. (2563, 17 เมษายน). *Lannacom Webinar - ไขทุกข้อสงสัยการใช้งาน Teams สำหรับการเรียนการสอนครบวงจร*. Lannacom. <https://www.youtube.com/watch?v=It69XyVtQYA>

- บุญทิพย์ สิริธรงค์ศรี. (2563). การจัดการเรียนการสอนออนไลน์สู่กรอบมาตรฐานวิชาชีพการสอนและ
สนับสนุนการเรียนรู้ระดับอุดมศึกษา. *ราชวิทยาลัยจุฬารัตน์*, 2(3), 1-17.
- ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. (2561). สมรรถนะและบทบาทผู้สอนออนไลน์ : การแสดงตนและสนับสนุนผู้เรียน.
วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 12(2), 244-256.
_____. (2563, 29 เมษายน). การประยุกต์ใช้เครื่องมือออนไลน์เพื่อการจัดการเรียนออนไลน์แบบ
ต่างเวลากัน (*Asynchronous Learning*) และเทคนิคการประเมินผลงาน, ETC-Chulalongkorn
University. <https://www.facebook.com/EtcCommunity/>
_____. (2564, 17 มิถุนายน) *Edu CoWorking Season 2 EP.8* เรื่อง "The next normal of
learning and teaching". ETC-Chulalongkorn University. <https://www.facebook.com/EtcCommunity>
- เพชรรา บุคสีทา. (2560). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. <https://fms.kpru.ac.th/pr-all/pr-km/pr-km-2560/4908/>
- มนตรี แยมกสิกร. (2563, 20 เมษายน). *ศาสตร์การสอนออนไลน์ ตอนที่ 1 (Online Learning Pedagogy)*
– *เน้นการเข้าใจด้านเทคโนโลยี*. <https://www.youtube.com/watch?v=FAFrGo04k3o>
- วิทยา วาโย, อภิรดี เจริญนุกูล, ฉัตรสุดา กานกายนต์และจรรยา คนใหญ่. (2563). การเรียนการสอนแบบ
ออนไลน์ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 : แนวคิดและการประยุกต์ใช้จัดการ
เรียนการสอน. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9*, 14(34), 285-298.
- สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2563). *สถิตินักศึกษา*. www.reg.mju.ac.th
- สุมนา สุขพันธ์. (2561). การเปรียบเทียบนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนออนไลน์โดยใช้ Google
Classroom กับรายวิชาออนไลน์บนเว็บไซต์การเรียนการสอน comparing technique innovation
by Google Classrom and online courses on the teaching website. *การประชุมมหาดใหญ่
วิชาการระดับชาติและนานาชาติ* (น. 583-594). คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่.
<http://www.hu.ac.th/conference/proceedings/index.html>
- อนูวัติ คุณแก้ว. (2563). *การทดสอบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนออนไลน์*. สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิรดี นันทศุภวัฒน์ และเรมวอล นันทศุภวัฒน์. (2556). ความพึงพอใจและผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการ
สอนแบบผสมผสานในกระบวนวิชาภาวะผู้นำ และการจัดการทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล
คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *พยาบาลสาร*, 40(ฉบับพิเศษ), 47-60.



อนุสร หงษ์ขุนทด. (2558). *ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological*

Pedagogical Knowledge: TPK). <http://pitcforteach.blogspot.com/>

2015/03/tpack-model.html

Cimen, E., Celik, S., Kafali, G., Sezgin, U., Yanaz, H. (2018). *Online Training Platform for*

Library Professionals : ANKOS Academy. <https://www.researchgate.net/>

figure/Subsets-of-Distance-Learning-Urdan-ve-Weggen-2000-9_fig1_322244966

Kim, J. (2020). Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student

Teachers in an Early Childhood Education Practicum. *IJEC*, 52, 145–158.

<https://doi.org/10.1007/s13158-020-00272-6>

R.Radha, K.Mahalakshmi, Dr.V.Sathish Kumar, Dr.AR.Saravanakumar. (2020). E-Learning during

Lockdown of Covid-19 Pandemic: A Global Perspective. *International Journal of*

Control and Automation, 13(4), 1088-1099.

การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้

Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Development of Basketball Skill Package by Applying Active Learning

Management in Physical Education for Matthayomsuksa 3 Students

ชยันต์ สีนสกุล^{1*} สมิตรา โรจนนิต² ภาคภูมิ โชคทวีพาณิชย์³ สิริรัตน์ สีนสกุล⁴ และ จริญญา พิชัยคำ⁵¹นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อุดรดิตถ์ 53000²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อุดรดิตถ์ 53000³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อุดรดิตถ์ 53000⁴โรงเรียนบ้านหลักร้อย สพป.อ.ต.1 อุดรดิตถ์ 53000⁵คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อุดรดิตถ์ 53000

*Corresponding author. E-mail address: krujune23@icloud.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดฝึกทักษะกีฬาบาสเกตบอลทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ ชุดฝึกทักษะ การรับ-ส่งลูกบอล,ชุดฝึกทักษะ การเลี้ยงลูกบอลและการเคลื่อนที่,ชุดฝึกทักษะการทำคะแนนและชุดฝึกทักษะการเล่นเป็นทีม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ T-Test ผลการวิจัยพบว่า จากการพัฒนาชุดฝึกทักษะมีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.79 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 นักเรียนมีผลการปฏิบัติทักษะกีฬาบาสเกตบอล โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X}) เท่ากับ 3.92 และ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด (\bar{X} =4.77, S.D. = 0.51)

คำสำคัญ: การเรียนรู้เชิงรุก พลศึกษา ชุดฝึกทักษะบาสเกตบอล

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop a basketball skill package by applying learning management, Active Learning in physical education of secondary 3 students 2) to study the results of the basketball skill package, and 3) to examine students' satisfaction with using the basketball skill package. The samples consisted of 25 students recruited by random sampling Matthayomsuksa 3 students, studying in the 2/2565 academic year at Uttaradit Rajabhat University Demonstration school. The research tools included four sets of basketball skill packages: ball picking-up, dribbling and moving, scoring, and team playing The collected data were analyzed using percentage, mean, standard deviation and t-test.

The results showed that the basketball skill package was appropriate at the highest level (\bar{X} =4.79, S.D.=0.31), the students' performances were very good (\bar{X} =3.92), and students' satisfaction with the using the basketball skill package was at the highest level (\bar{X} = 4.77, S.D.=0.51).

Keywords: Active learning, Physical education, Basketball skill package

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีและรักการออกกำลังกายไว้ในสาระที่ 3 เรื่องการเคลื่อนไหว การออกกำลังกาย การเล่นเกม กีฬาไทย และกีฬาสากล ซึ่งปัจจุบันนั้นพลศึกษาเป็นศาสตร์หนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคมที่ดีของเรา ด้วยกิจกรรมทางพลศึกษานั้นสามารถสร้างเสริมสมรรถภาพร่างกาย กลไกการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย รวมถึงยังเป็นกิจกรรมที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและกลุ่มบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการจัดให้มีการเรียนการสอนกีฬาไทยและกีฬาสากลในสถานศึกษาต่าง ๆ ดังเช่น กระทรวงศึกษาธิการ ได้ยกตัวอย่างวิชาบาสเกตบอลไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นปีพุทธศักราช 2551 โดยกำหนดให้เป็นสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งบาสเกตบอลนั้น เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมมากในประเทศไทย และเป็นกีฬาที่ให้ประโยชน์ในการออกกำลังกาย ดังที่ เฉลีย์ พิมพันธุ์ (2529) ได้กล่าวไว้ว่า “กีฬาบาสเกตบอลเป็นหนึ่งในกีฬายอดนิยมที่มีประโยชน์ สอนให้ผู้เล่นมีความแข็งแรงอดทน คล่องแคล่วว่องไว มีการทรงตัวที่ดี

มีสมรรถภาพสูงขึ้น เมื่อได้รับการฝึกอย่างถูกวิธีไม่หนักเกินไปก็จะทำให้ร่างกายสดชื่น กระปรี้กระเป่าและยังช่วยรักษารูปร่างให้ได้สัดส่วนสง่างาม” รูปแบบการเล่นที่มีความสนุกสนาน ตื่นเต้น ไร้ใจ เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาที่มีความแข็งแรงสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อที่พร้อมในการทำกิจกรรมทางพลศึกษาอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ลักษณะของกีฬาบาสเกตบอล ยังเป็นสังคมย่อย ๆ ที่ผู้เล่นต้องปฏิบัติตามขอบเขตของกฎกติกา ให้เป็นไปตามระเบียบที่ดี ทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการแสดงออกในการเล่น การแข่งขัน การเชียร์ การทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี และเมื่อได้มีการจัดการแข่งขันอย่างถูกต้องแล้ว ก็จะทำให้ผู้เข้าร่วม มีน้ำใจเป็นนักกีฬา รู้แพ้ รู้ชนะ รู้อภัย จิตใจหนักแน่นและเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ อันเป็นการช่วยป้องกันและแก้ไขปัญหาอาชญากรรมและสิ่งเสพติดให้โทษอีกด้วย

การเปลี่ยนแปลงในยุคศตวรรษที่ 21 นั้น ส่งผลต่อวิถีชีวิตของคนในสังคม ระบบการศึกษาจำเป็นต้องพัฒนาเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ด้วย จากเดิมการศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะเพียงอ่านออกเขียนได้ (literacy) เท่านั้น แต่สำหรับในศตวรรษที่ 21 ต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การปฏิบัติและการสร้างแรงบันดาลใจไปพร้อมกัน กล่าวคือ จะไม่เป็นเพียงผู้รับ (Passive Learning) อีกต่อไป แต่ผู้เรียนต้องฝึกการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Active Learning) โดยมีครูเป็น "โค้ช" ที่คอยออกแบบการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลได้ และต้องแสวงหาความรู้ไปพร้อม ๆ กันกับผู้เรียน (นวพร ชลารักษ์, 2558) Active learning เป็นกระบวนการ ที่เน้นการเรียนการสอนด้วยการลงมือทำ สามารถส่งผลให้เกิดการเรียนรู้แนวคิดที่ลดทักษะการจำและการอ่าน ในรูปแบบการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนจากเดิมที่เน้นการบรรยาย สู่การลงมือปฏิบัติเพื่อเน้นเพิ่มทักษะ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหา ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยมีการวางแผน หรือร่วมกันในด้านกระบวนการคิดเพื่อต่อยอดในการลงมือปฏิบัติที่แตกต่างจากกระบวนการเรียนการสอนในแบบเดิม (พระครูปลัดอุทัย รตนปัญโญ และคณะ, 2562) ซึ่งลักษณะของ Active learning (นนทลี พรธาดาวิทย์, 2559) ได้กล่าวถึง Active learning ว่า เป็นวิธีการที่ผู้สอนสร้างสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเช่น เตรียมตัวอย่างภาพ วีดิทัศน์และวิธีดำเนินการ เมื่อผู้เรียนดำเนินกิจกรรม จะเกิดแนวคิดและสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองจากความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยผู้เรียนทำกิจกรรมในเวลาเรียนเช่นการอภิปราย การปฏิบัติ การตอบคำถาม การอ่าน เป็นต้น Active learning จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตน (Transformative Learning) เกิดภาวะผู้นำมีทักษะในการนำการเปลี่ยนแปลง (Change Agent) เน้นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ (Learning skills) เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต เน้นเนื้อหาการบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ภายใต้กิจกรรม วิธีการ และกระบวนการที่หลากหลาย สนุกสนาน กระตือรือร้น มีชีวิตชีวาไม่น่าเบื่อ โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้ฝึกทักษะการคิดในระดับสูง โดยผู้สอนมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีแรงบันดาลใจให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งผลลัพธ์ที่ผู้เรียนได้รับคือเกิดทักษะการเรียนรู้และทักษะการดำรงชีวิตอย่างถาวร

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้มีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลาง โดยในภาคเรียนที่ 2 ได้กำหนดให้มีการเรียนการสอนกีฬาบาสเกตบอล สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญ ของการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน ว่าสามารถก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะของนักเรียนในรายวิชาบาสเกตบอล ได้มากกว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบเดิม ๆ ที่นักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมและครูเป็นผู้สอนเพียงอย่างเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกกีฬาบาสเกตบอล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีการศึกษา 2/2565 จำนวน 48 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีการศึกษา 2/2565 จำนวน 25 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ชุดฝึกทักษะกีฬาบาสเกตบอลทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ ชุดฝึกทักษะการรับ-ส่งลูกบาสเกตบอล ชุดฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบอลและการเคลื่อนที่ ชุดฝึกทักษะการทำคะแนน และชุดฝึกทักษะการเล่นเป็นทีม
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning
3. แบบวัดผลของการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning
4. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง อธิบายขั้นตอนการใช้ชุดฝึกบาสเกตบอลและทำความเข้าใจรายละเอียดในการเรียนวิชาพลศึกษาภาคเรียนที่ 2/2565
2. ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามลำดับของชุดฝึกทั้ง 4 ชุด และแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน โดยใช้แบบวัดผลของการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning เก็บข้อมูลในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชุดฝึก โดยนำคะแนนของแต่ละแบบวัดไปคำนวณหาค่า เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก่อนและหลังการใช้ชุดฝึก

3. นำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ให้นักเรียนประเมินหลังจบการใช้ชุดฝึกทั้ง 4 ชุด และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

4. การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแต่ละชุดฝึก
2. ศึกษาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item – Objective Congruence) และความเที่ยงตรง
3. เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยการทดสอบค่า T – Test (Dependent Samples)
4. ค่าเฉลี่ยและร้อยละ/ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความพึงพอใจ

ผลและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะบาสเกตบอล และทำการเลือกทักษะที่นำมาพัฒนาเป็นชุดฝึกทั้งหมด 4 ชุดฝึกได้แก่ ชุดฝึกทักษะที่ 1 การรับ - ส่ง ลูกบาสเกตบอล ชุดฝึกทักษะที่ 2 การเลี้ยงลูกบอลและการเคลื่อนที่ ชุดฝึกทักษะที่ 3 การทำคะแนน และชุดฝึกทักษะที่ 4 การเล่นเป็นทีม ออกแบบกิจกรรมตามแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) โดยใช้หลักการสอนพลศึกษา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียม ขั้นอธิบาย ขั้นฝึกปฏิบัติ ขั้นนำไปใช้ และขั้นสรุปและประเมินผล นำชุดฝึกทั้ง 4 ชุดเข้าไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบทั้งหมด 10 องค์ประกอบ ดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ คำถามสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกบาสเกตบอลที่สร้างขึ้น สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538) เมื่อนำชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้ประเมินจัดสร้าง ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

ผลที่ได้พบว่าชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพดีเนื่องจากการออกแบบและพัฒนาภายใต้การกำกับดูแลโดยผู้เชี่ยวชาญตามหลักการและทฤษฎีที่ได้ทบทวนอย่างเหมาะสมประกอบกับกิจกรรมที่ เน้นการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง สอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (2551) ที่ได้กล่าวโดยสรุปว่า Active

Learning เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ในการนี้ ครูต้องลดบทบาทในการสอนและการให้ข้อความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง แต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้นและหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อน ๆ เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จทางด้านวิชาการ เกิดทักษะทางการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดไปสู่ในระดับที่สูงขึ้น เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและเกิดแรงจูงใจต่อการเรียน และดิเรก พรสีมา (2559) กล่าวว่า Active Learning คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนกระตือรือร้น คิดค้นหาความรู้ และคำตอบอยู่ตลอดเวลา (Active Learner) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งผลทำให้เกิดคำว่า Work-based Learning หรือ Work-integrated Learning หรือ Site-based Learning จะเป็นผลทำให้นักเรียนและครูค้นพบความรู้ใหม่ สร้างสรรค์ความรู้ใหม่ และสร้างนวัตกรรมใหม่ได้ ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหา จากการลงมือกระทำด้วยตนเอง

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ได้แก่ แผนที่ 1 การสร้างความคุ้นเคยกับลูกบาสเกตบอล แผนที่ 2 ทักษะการรับ - ส่ง บาสเกตบอล แผนที่ 3 ทักษะการเลี้ยงลูกบอลและการเคลื่อนที่ แผนที่ 4 ทักษะการทำคะแนน แผนที่ 5 การเล่นเป็นทีม ผลการศึกษาปรากฏดังต่อไปนี้

Table 1. The results of the assessment of the practical skills of the skill training set according to the learning management plan.

Plan	Subject	\bar{x}	S.D.	Quality
1	Familiar with the ball	4.78	0.32	Very good
2	Passing the ball	4.8	0.37	Very good
3	Dribbling the ball and movement	4.81	0.28	Very good
4	Scoring	4.79	0.32	Very good
5	Team play	4.79	0.28	Very good

จาก Table 1. พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน เมื่อได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.79 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.31

ตอนที่ 3 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบActive Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อนำชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบActive Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาปรากฏดังต่อไปนี้

Table 2. The results of using basketball skill sets by applying Active Learning.

Skill sets	Follow the method $n(\bar{x})$	Practice fluently $n(\bar{x})$	Perform on time $n(\bar{x})$	Treat with safety precautions $n(\bar{x})$	Total Average	Quality
Passing the ball	25(0.96)	25(1.00)	25(0.96)	25(1.00)	3.92	Very good
Dribbling the ball and movement	25(0.96)	25(1.00)	25(0.96)	25(1.00)	3.92	Very good
Scoring	25(0.96)	25(1.00)	25(0.96)	25(1.00)	3.92	Very good
Team play	25(0.96)	25(1.00)	25(0.96)	25(1.00)	3.92	Very good
\bar{x}	25(0.96)	25(1.00)	25(0.96)	25(1.00)	3.92	Very good

จาก Table 1. พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกตามชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนครบทั้ง 4 ชุด พบว่า นักเรียนมีผลการปฏิบัติการกีฬาบาสเกตบอล โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x}) เท่ากับ 3.92 ซึ่งนักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่วและปฏิบัติได้ตามกำหนดเวลา เมื่อดำเนินการฝึกตามชุดฝึกเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลในแต่ละด้าน พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ ทุกคน โดยมีคะแนนก่อนเรียนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 36.08 และมีคะแนนหลังเรียนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 39.04

นักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น (Table 2-3) ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดให้ในชุดฝึกทักษะ มีความท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ในการเรียนรู้ เกี่ยวกับกีฬาบาสเกตบอล ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการ

เรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหา จากการลงมือกระทำด้วยตนเองสอดคล้องกับ
มโน มาพะเนา (2550) ได้ศึกษาและสร้างแบบฝึกแบบสถานีเพื่อเสริมสร้างทักษะกีฬาบาสเกตบอลและ
สมรรถภาพทางกาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบกับกลุ่มทดลองเพื่อหาค่าความ
เชื่อถือได้ ทำการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลและทดสอบสภาพทางกายก่อนการฝึก (Pre-Test) และหลัง
การฝึก (Post-Test) ของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานพบว่า แบบฝึกแบบสถานีเพื่อ
เสริมสร้างทักษะกีฬาบาสเกตบอลและสมรรถภาพทางกาย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มีความ
เชื่อถือได้ ผลการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลและสมรรถภาพทางกาย ของกลุ่มตัวอย่าง หลังการฝึก
สูงกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกรายการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของสมาพร
เกาะแก้ว (2550) ที่ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 โรงเรียนราชินันท์ทาจารย์ สามเสนวิทยาลัย 2 กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง
แบบทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชินันท์ทาจารย์ สามเสน
วิทยาลัย 2 จำนวน 6 รายการคือ การเคลื่อนที่ การเลี้ยงบอลเร็ว การเลี้ยงบอลอ้อมหลัก การรับ – ส่งลูก
บาสเกตบอลสองมือระดับอกกระทบฝ่าผนัง การยิงประตูโทษ ทำทางการยิงประตูโทษ หาค่าความเที่ยงตรง
เชิงประจักษ์จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน หาค่าความเชื่อถือได้กับนักเรียนจำนวน 40 คน โดยวิธีการทดสอบซ้ำ
ระยะห่าง 1 สัปดาห์ พบว่านักเรียนมีทักษะการเคลื่อนที่ การเลี้ยงบอลเร็ว การเลี้ยงบอลอ้อมหลัก การรับ –
ส่งลูกบาสเกตบอลสองมือระดับอกกระทบฝ่าผนัง การยิงประตูโทษ ณ จุดโทษ ทำทางการยิงประตูโทษ ณ จุด
โทษ สำหรับนักเรียนชาย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.99, 0.99, 0.89, 0.88, 0.70,
0.91 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ดีมาก ดี ดี ยอมรับ ดีมาก ตามลำดับ สำหรับนักเรียนหญิง มีค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์ความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.97, 0.96, 0.83, 0.88, 0.68, 0.84 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ดีมาก ดี ดี
ยอมรับ ดี ตามลำดับ

Table 3. Comparison of means, standard deviations of pre- and post-school basketball skill set measurements.

Skill Tests	n	\bar{x}		S.D.		df	t	p
		Before	After	Before	After			
Passing the ball	25	18.84	23.28	7.85	5.98	24	-7.232	.000*
Dribbling the ball and movement	25	15.25	16.90	5.84	5.13	24	6.795	.000*
free throw	25	0.56	2.00	0.77	0.91	24	-8.774	.000*
Three-point score shoot with 7 place	25	0.32	1.16	0.48	0.75	24	-5.629	.000*
Lay up	25	2.60	5.08	1.58	1.73	24	-15.074	.000*
Team Play	25	15.76	17.88	2.17	2.09	24	-4.543	.000*

*p ≤ .05

จาก Table 2. พบว่า การฝึกตามชุดฝึกเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทักษะกีฬาบาสเกตบอลในแต่ละแบบทดสอบ พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ ทุกคน โดยมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น

Table 4. Comparison of means, standard deviation of using pre- and post-class knowledge tests.

testing	n	\bar{x}	S.D.	df	t	Sig.
Pre - Test	25	36.08	1.93	24	- 4.968	.000*
Post - Test	25	39.04	2.98			

*p ≤ .05

จาก Table 3. พบว่าการทดสอบความรู้ของแบบทดสอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อดำเนินการครบตามแผนที่วางไว้ ผู้วิจัยได้สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏผลดังนี้

Table 5. Students' satisfaction with use of basketball skill sets by applying Active Learning in Physical Education of Secondary 3 students.

No.	list	\bar{x}	S.D.	assessment criteria
1	The learning atmosphere allows students to participate in activities	4.77	0.51	Most
2	The atmosphere of learning makes students enthusiastic in learning	4.60	0.70	Most
3	Teaching media are used appropriately	4.63	0.67	Most
4	Skill set are challenging	4.54	0.76	Most
5	An understanding of the objectives and goals of the skill set is established	4.67	0.69	Most
6	There are teaching and learning activities that encourage learners to develop thinking, discuss, ask questions and express opinions	4.67	0.72	Most
7	There are teaching and learning activities to encourage students to develop physically, socially, emotionally and intellectually	4.75	0.60	Most
8	Skill set are sorted from easy to difficult	4.79	0.58	Most
9	Learning management helps students build knowledge. self-understanding	4.77	0.51	Most
10	Using this basketball training skill set allows to work with others	4.71	0.73	Most
	ภาพรวม	4.77	0.51	Most

จาก Table 4. พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.51) โดย 3 อันดับแรก ได้แก่ นักเรียนเห็นว่าแบบฝึกทักษะมีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ($\bar{x} = 4.79$, S.D. = 0.58) บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ($\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.51) และ การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้ ($\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.51) เนื่องจากการที่กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active

Learning) มีความน่าสนใจและกีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนทำให้ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ สอดคล้องกับเทพประสิทธิ์ กุลธวัชวิชัย (2544) ที่กล่าวว่ากีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาประเภททีม โดยมีจุดมุ่งหมายให้นำลูกบาสเกตบอลไปโยนลงห่วงประตูหรือยิงประตูของฝ่ายตรงข้าม นอกจากนี้บาสเกตบอลยังเป็นกีฬาที่จัดอยู่ในกลุ่มประเภททีมที่มีคุณลักษณะพิเศษสองประการ คือเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ของผู้เล่นในทีม (Team work) และเป็นกีฬาที่ต้องใช้ความเร็วในการเล่น (Speed game) กล่าวคือความสัมพันธ์ของผู้เล่น หมายถึงความร่วมมือกันของผู้เล่นในทีมกระทำสิ่งใด ๆ ได้

สรุป

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นชุดฝึกทั้งหมด 4 ชุดฝึกได้แก่ ชุดฝึกทักษะที่ 1 การรับ - ส่ง ลูกบาสเกตบอล ชุดฝึกทักษะที่ 2 การเลี้ยงลูกบอลและการเคลื่อนที่ ชุดฝึกทักษะที่ 3 การทำคะแนนและชุดฝึกทักษะที่ 4 การเล่นเป็นทีม ออกแบบกิจกรรมตามแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และใช้วิธีการสอนทางพลศึกษา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียม ขั้นอธิบาย ขั้นฝึกปฏิบัติ ขั้นนำไปใช้ และขั้นสรุปและประเมินผล นำชุดฝึกทั้ง 4 ชุดเข้าไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบทั้งหมด 10 องค์ประกอบ ดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ คำถามสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกบาสเกตบอลที่สร้างขึ้น สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ทั้ง 5 แผน เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.79 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31

ตอนที่ 3 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกตามชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนครบทั้ง 4 ชุด พบว่า นักเรียนมีผลการปฏิบัติการกีฬาบาสเกตบอล โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X}) เท่ากับ 3.92 ซึ่งนักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่วและปฏิบัติตามกำหนดเวลา เมื่อดำเนินการครบทุกชุดฝึกแล้วนักเรียนมีผลทดสอบผ่านเกณฑ์ ทุกคน โดยมีคะแนนก่อนเรียนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 36.08 และมีคะแนนหลังเรียนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 39.04 จากคะแนนเต็ม 45 คะแนน นักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกตามชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในวิชาพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนครบ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องกีฬาบาสเกตบอลโดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.51)

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

1. ได้รับชุดฝึกทักษะกีฬาบาสเกตบอลทั้ง 4 ชุด มีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปใช้กับนักเรียนในรายวิชาพลศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. กีฬาบาสเกตบอล เป็นกีฬาที่มีกฎกติกาที่เกี่ยวข้องในการเล่นมาก ดังนั้นผู้นำไปใช้ ควรศึกษากฎกติกาของกีฬาบาสเกตบอลฉบับปัจจุบัน เพื่อความถูกต้องของทักษะและการเล่น
3. กิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกสามารถทำให้นักเรียนเกิดการกระตือรือร้นและส่วนร่วมกับการเรียนรู้ ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม ดังนั้นผู้สอนพลศึกษา สามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในการสอนกีฬาประเภททีม เช่น ฟุตบอล ฟุตซอล วอลเลย์บอล แคร้บอล เป็นต้น

2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. กีฬาบาสเกตบอลมีทักษะเฉพาะ หลายด้าน เช่น การทำคะแนนในรูปแบบต่าง ๆ มีหลากหลาย ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปอาจเพิ่มทักษะหรือรูปแบบการฝึกอื่น ๆ

2. การเรียนรู้เชิงรุกมีหลายรูปแบบ ดังนั้นผู้วิจัยเสนอให้นำรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการทำงานเป็นทีม อาทิ การจัดกลุ่มร่วมมือการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ร่วมในกิจกรรมการปฏิบัติกีฬาบาสเกตบอล

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาขอบคุณครอบครัวที่ช่วยเหลือและเคียงข้างเป็นกำลังใจจนทุกอย่างสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เฉลียว พิมพ์พันธุ์. (2529). *บาสเกตบอล*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์.
- นนทลี พรธาดาวิทย์. (2559). *การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ทริปปี้ล เอ็ดดูเคชั่น.
- ดิเรก พรสีมา. (2559). *ครูไทย 4.0* สืบค้น 3 สิงหาคม 2563, from มติชนออนไลน์ <https://www.matichon.co.th/news/345042>.
- เทพประสิทธิ์ กุลธวัชวิชัย. (2544). *เทคนิคและทักษะกีฬาบาสเกตบอล*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- นwor ชลารักษ์. (2558). บทบาทของครูกับการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 9(1), 64-71.
- สมาพร เกาะแก้ง. (2550). *การสร้างแบบทดสอบ ทักษะกีฬาบาสเกตบอลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชินันท์หาจารย์ สามเสนวิทยาลัย 2 กรุงเทพมหานคร*. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พระครูปลัดอุทัย รตนปัญญา และคณะ. (2562). การตระหนักรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสังคม เศรษฐกิจและวิถีชีวิต จากกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง*, 8(3), 249.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- มโน มาพะเนา. (2550). *แบบฝึกแบบสถานี เพื่อเสริมสร้างทักษะกีฬาบาสเกตบอลและสมรรถภาพทางกาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

Guidelines for Development of Dharma Way of Life for Maejo-Phrae University Students

ภิญโญ ผลงาม^{1*} และ สรัญญา โชติรัตน์²¹งานบริการการศึกษาและกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140²งานบริการวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: Pinyo@mju.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับวิถีธรรมและแนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ วิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ เพศหญิง ร้อยละ 74.6 อายุ 19 ปี ร้อยละ 56.2 สาขาเกษตรป่าไม้หลักสูตร 4 ปี ร้อยละ 21.9 ระดับชั้นปี 1 อาศัยอยู่หอพัก แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมนักศึกษาภาพรวม ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.27 ประกอบ 1)ด้านปัญญาระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.59 ประกอบ พ่อแม่และคนในครอบครัว ครูบาอาจารย์ประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดี ศรัทธาพระรัตนตรัย พระพุทธพระธรรมพระสงฆ์ 2)ด้านสมาธิระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.45 ประกอบ มีสติกำหนดรู้อิริยาบถ ยืน เดิน นั่ง นอน มีความยินดีความตั้งใจทำความดี มีสติทำกิจกรรมต่างๆ 3)ด้านปัจจัยภายนอก ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.27 ประกอบ เข้าร่วมพิธีกรรมต่าง ๆ ทางศาสนา ศีลธรรม จริยธรรม ครูบาอาจารย์แสดงแบบอย่างพฤติกรรมที่ดีให้นักศึกษาให้เห็นเสมอ ในสังคมปัจจุบันการแยกระหว่างคนดีกับคนชั่วเป็นเรื่องยากลำบากมักแยกไม่ออก 4)ด้านศีลระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.85 เชื่อในเรื่องกฎแห่งกรรม ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว ศรัทธาเรื่องบาปบุญคุณโทษ เว้นชั่ว ประพฤติดี เชื่อหลักคำสอนพระพุทธเจ้าแก้ปัญหาชีวิตมนุษย์ได้จริง

คำสำคัญ: แนวทางพัฒนาชีวิต วิถีธรรม นักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

Abstract

This research aimed to investigate the level and guidelines for development of Dharma way of life for Maejo-Phrae University students. A quantitative methodology was employed. The samples were Maejo-Phrae University students. Questionnaire was used as the research tool. Data analysis included percentages, means, and standard deviation. The findings indicated that majority of participants were female (74.6%) and 19 years old (56.2%). Most respondents were students majoring in agroforestry, first-year students (21.9%), and stayed in a dormitory. The overall guidelines for the development of the Dharma way of life for students were at a moderate level ($\bar{X}=3.29$). The guidelines comprised four aspects, as follows:

1) The intelligent aspect was at a moderate level ($\bar{X}=3.59$). The role models were parents and family members, teachers, and faith in the Triple Gem (Buddha, Dhamma, and Sangha).

2) The concentration aspect was at a moderate level ($\bar{X}=3.45$), emphasizing mindfulness in various activities and joy in performing good deeds.

3) The external aspect was at a moderate level ($\bar{X}=3.27$), including participation in religious activity, having moral and ethical rituals, teacher role modeling, and distinguishing between good and bad people in a society.

4) The virtue aspect was at a moderate level ($\bar{X}=2.85$), including belief in karma, performing good deeds, abstaining from bad behavior, and relying on Buddha's teachings.

Keywords: Guidelines for development of way of life, Dharma way, Maejo-Phrae University, Students

บทนำ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จากระบบการอุดมศึกษาในรูปแบบวิทยาเขตเริ่มมาจากโครงการจัดตั้งวิทยาเขตการศึกษาเพื่อขยายโอกาสทางการศึกษา ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2538 ขยายวิทยาเขตการศึกษาไปสู่ส่วนภูมิภาคให้สถาบันอุดมศึกษา 10 แห่งใน 11 จังหวัด และปีงบประมาณ 2539 โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขยายวิทยาเขตการศึกษาไปยังจังหวัดแพร่ และดำเนินการกิจกรรมตามบทบาทหน้าที่ การเรียนการสอน การวิจัย การบริการวิชาการ และการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ตลอดมาจนถึงปัจจุบัน สืบจากผลการศึกษาวิจัยแนวทางการพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาในรูปแบบวิทยาเขตไปสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ (สร้อยญา โชติรัตน์ และคณะ, 2546) ด้านแนวทางการพัฒนาด้านกิจกรรมนักศึกษา พบว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมแนวทางการพัฒนาและดัชนีบ่งชี้ด้านกิจกรรมนักศึกษาในรูปแบบวิทยาเขตไปสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ ควรมียุทธศาสตร์ประกอบ 1)การนำแนวคิดพัฒนารูปแบบกิจกรรมนักศึกษาเพื่อพัฒนานักศึกษา 2)การให้ความสำคัญต่อความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตนักศึกษาเป็นลำดับความสำคัญต้นๆ 3) มีการวางแผนการพัฒนาด้านกิจกรรมนักศึกษา ควบคู่กับการพัฒนากิจกรรมด้านวิชาการ 4) มีโครงสร้างงานด้านกิจกรรมนักศึกษาและระบบการบริหารงานที่ชัดเจน 5) มีการจัดทำโปรแกรมพัฒนาด้านกิจกรรมนักศึกษา ตั้งแต่ปีที่ 1-4 และจากผลงานวิจัย วิถีชีวิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยศึกษาวิถีชีวิต 4 ด้าน ได้แก่ด้านการเรียน การใช้เวลาว่าง การปฏิสัมพันธ์กับสังคมด้านสุขภาพ พบว่า อยู่ในทางที่ดี (ชัยวัฒน์ พรหมลธิ และคณะ, 2550) และจากงานวิจัยรูปแบบการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคมสำหรับนิสิตนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา พบว่า ความอ่อนน้อมถ่อมตน คุณธรรมจริยธรรมดำเนินชีวิต จรรยาบรรณวิชาชีพ การอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นอย่างมีความสุข ความรับผิดชอบต่อสังคม ความรับผิดชอบ จิตใจที่คิดถึงประโยชน์ต่อส่วนรวม ความซื่อสัตย์สุจริต จิตใจความเป็นผู้ให้ ความมุ่งมั่น พากเพียร พยายาม ความรอบคอบ การมีวินัยในตนเอง (อนันท์ คัมภีรานนท์, 2556) สอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมของนักศึกษาสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในจังหวัดเชียงใหม่ ว่า คุณธรรมนักศึกษาประกอบ ความเสียสละและความมีระเบียบวินัย การจัดการเรียนการสอนสอดแทรกหรือบูรณาการหลักคุณธรรมจริยธรรมในการสอนหมวดวิชาศึกษาทั่วไป จัดกิจกรรมโครงการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมให้นักศึกษาเป็นประจำ เข้าร่วมกิจกรรมตามความสมัครใจและความสามารถ ปลูกฝังความซื่อสัตย์ต่อการประกอบอาชีพตน (พรนิภา จันทร์น้อย และคณะ, 2559) ดังนั้นผู้วิจัยสนใจศึกษาปัญหาทำอย่างไรจะพัฒนาชีวิตนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ ฯ ปลูกฝังคุณธรรมและจริยธรรมเป็นการพัฒนาแนวทางชีวิตเชิงวิถีธรรม จึงเป็นที่มางานวิจัยแนวทางการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับวิถีธรรมและแนวทางการพัฒนาวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ความหมาย“ไตรสิกขา” 1)ศีล ข้อปฏิบัติสำหรับฝึกอบรมประพฤติอย่างสูง 2) จิต ข้อปฏิบัติฝึกอบรมจิตเพื่อให้เกิดคุณธรรม 3)ปัญญา ข้อปฏิบัติฝึกอบรมให้เกิดความรู้แจ้งอย่างสูง เรียกว่า ศีล สมาธิ ปัญญา ความหมาย“โยนิโสณสิการ” การใช้ความคิดถูกวิธี คือ การทำในใจโดยแยบคาย มองสิ่งทั้งหลายด้วยความคิด พิจารณาสืบค้นถึงต้นเค้า สวาทาเหตุผลจนตลอดสาย แยกแยะออก พิเคราะห์ดูด้วยปัญญาที่คิดเป็นระเบียบโดยอุบายวิธีเห็นสิ่งหรือปัญหานั้นๆ ตามสภาวะ ความสัมพันธ์แห่งเหตุปัจจัย (พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตโต), 2553)

การนำ“ทฤษฎีต้นไม้จริยธรรม”จิตลักษณะพื้นฐานและองค์ประกอบจิตใจของพฤติกรรมทางจริยธรรม ส่วนดอกและผลไม้บนต้น แสดงถึงพฤติกรรมการทำงานที่ละเว้นชั่วและพฤติกรรมการทำงานอย่างขยันขันแข็งเพื่อส่วนรวม เป็นพฤติกรรมพลเมืองดี พฤติกรรมเอื้อเฟื้อต่อการพัฒนาประเทศ ส่วนลำต้นต้นไม้ แสดงถึงพฤติกรรมการทำงานอาชีพอย่าง ขยันขันแข็ง ด้วยจิตลักษณะ 5 ด้าน เหตุผลเชิงจริยธรรม มุ่งอนาคตและการควบคุมตนเอง ความเชื่ออำนาจในตน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทัศนคติ คุณธรรมและค่านิยม ส่วนรากของต้นไม้ แสดงถึงพฤติกรรมการทำงานอาชีพอย่างขยันขันแข็ง ด้วยจิตลักษณะ 3 ด้าน สติปัญญา ประสพการณ์ทางสังคม สุขภาพจิต (ดวงเดือน พันธมนาวิน, 2555)

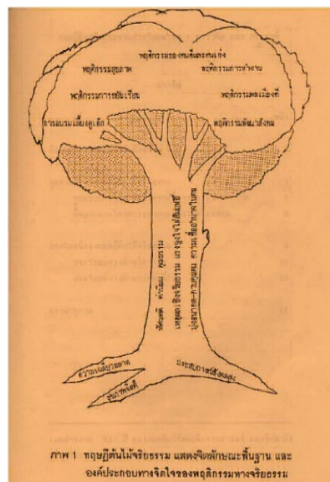


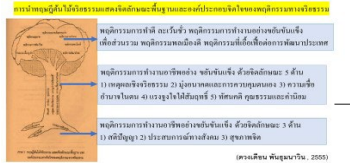
Figure 1. Ethical Tree Theory.

กรอบแนวคิดการวิจัย: แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

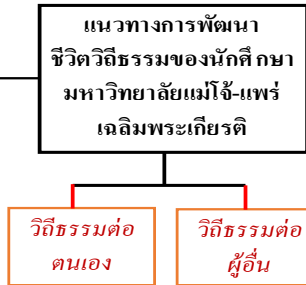
ตัวแปรอิสระ (IV)

ไตรสิกขา
ข้อที่ต้องศึกษา ข้อปฏิบัติเป็นหลักสำหรับ
ศึกษา คือ สีกัลลอบรม กาย วาจา จิตใจ ปัญญา

โยนิโสณสิกขา
การใช้ความคิดถูกวิธี ถิถาททำในใจโดยแยบคาย
มองสิ่งทั้งหลายด้วยความคิดพิจารณา



PV



ตัวแปรตาม (DV)

**พฤติกรรมกรดำเนินชีวิตวิถีธรรม
ด้านศีล ด้านสมาธิ ด้านปัญญา
ด้านปัจจัยภายนอก**

ความหมายระดับคะแนน

5 หมายถึง	มีการปฏิบัติจริง/ ความคิดเห็น/ ระดับมากที่สุด
4 หมายถึง	มีการปฏิบัติจริง/ ความคิดเห็น/ ระดับมาก
3 หมายถึง	มีการปฏิบัติจริง/ ความคิดเห็น/ ระดับปานกลาง
2 หมายถึง	มีการปฏิบัติจริง/ ความคิดเห็น/ ระดับน้อย
1 หมายถึง	มีการปฏิบัติจริง/ ความคิดเห็น/ ไม่มี/ไม่ปฏิบัติ

Figure 2. The Conceptual Framework of the Research Method for Development of the Ethical Way of Life of Maejo-Phrae University Students.

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการศึกษา เป็นการวิจัยเชิงสำรวจกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ปีการศึกษา 2556 การเลือกแบบเจาะจงเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามแบบประเมินค่า การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) การสร้างเครื่องมือ 1)ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม 6 ข้อ 2) แบบประเมินค่า (Rating Scale) จำแนกพฤติกรรมวิถีธรรม 1)ด้านศีล 36 ข้อ 2) ด้านสมาธิ 26 ข้อ 3) ด้านปัญญา จำนวน 38 ข้อ ตอนที่ 3 การศึกษาการจัดกิจกรรมด้านการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรม จำนวน 20 ข้อ รวม 126 ข้อ ระดับพฤติกรรมเปรียบเทียบจริงแนวทางปฏิบัติ 5 ระดับมีระดับการประเมิน และการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ค่าพิสัย มีเกณฑ์แปลความหมายดังนี้ (สำราญ เพ็ญนอก, 2550)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00	หมายถึง มีความรู้ความจริง/ความคิดเห็น/การปฏิบัติ	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49	หมายถึง มีความรู้ความจริง/ความคิดเห็น/การปฏิบัติ	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49	หมายถึง มีความรู้ความจริง/ความคิดเห็น/การปฏิบัติ	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49	หมายถึง มีความรู้ความจริง/ความคิดเห็น/การปฏิบัติ	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49	หมายถึง มีความรู้ความจริง/ความคิดเห็น/การปฏิบัติ	ไม่มีเลย/ไม่ปฏิบัติเลย

ผลและอภิปรายผล

ตอบวัตถุประสงค์ที่ 1 การศึกษาระดับวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ผลการศึกษาพบว่า

1) ด้านสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เป็นหญิงมากที่สุด ร้อยละ 74.6 รองลงมาเป็นชาย ร้อยละ 25.4 ด้านอายุพบว่า อายุ 19 ปีมากที่สุด ร้อยละ 56.2 รองลงมา อายุ 20 ปี ร้อยละ 24.4 อายุ 18 ปี ร้อยละ 17.9 อายุ 21 ปี ร้อยละ 1.5 ตามลำดับ ระดับชั้นที่กำลังศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทั้งหมด และสถานภาพอาศัยอยู่หอพักทั้งหมด สาขาที่นักศึกษา กำลังศึกษาอยู่ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามศึกษาสาขาเกษตรป่าไม้ หลักสูตร 4 ปี มากที่สุด ร้อยละ 21.9 รองลงมาสาขาวิชาพัฒนาการท่องเที่ยว ร้อยละ 19.4 และสาขารัฐศาสตร์ ร้อยละ 13.4 ตามลำดับ ด้านภูมิลำเนาเดิมอาศัยอยู่ภาคเหนือมากที่สุด ร้อยละ 49.3 ภาคกลาง ร้อยละ 22.9 ตามลำดับ

2) แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านปรากฏว่า แนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมด้านปัญญา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 อยู่ในระดับมาก รองลงมาคือ แนวด้านสมาธิ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านปัจจัยภายนอก มีค่าเฉลี่ย 3.27 อยู่ในระดับปานกลาง และแนวทางการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมด้านศีล อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1.

Table 1. Mean, Standard Deviation and the Ethical Level for Developing way of Life Maejo University–Phrae Students Overview.

Rating	Development of Dharma way of Life	Average (\bar{X})	Standard deviation (S.D.)	Practical Level
1	The Level of Development of Moral Life in Wisdom	3.59	0.34	A Lot
2	The Level of Development of a Dharma Way of Life in Terms of Meditation	3.45	0.22	Moderate
3	The Level of Moral Life Development in Terms of External Factors	3.27	0.15	Moderate
4	The Level of Moral Life Development in Terms of Precepts	2.85	0.69	Moderate
Overview		3.27	0.32	Moderate

จำแนกเป็นรายละเอียด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับแนวทางการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 1)ด้านปัญญา 2)ด้านสมาธิ 3)ด้านปัจจัยสี่สิ่งแวดล้อม และ 4)ด้านศีล จำแนกเป็นรายลักษณะ ดังแสดงผลการศึกษจาก Table 2-5.

Table 2. Mean, Standard Deviation and the Ethical Level for Developing way of Life Maejo University–Phrae Students, the Dimension of Intelligence, Ranked by Top 10.

Rating	Dharma way of Life Development Intellectual	Average (\bar{X})	Standard Deviation (S.D.)	Practical Level
1	Parents, Family Members, Behave as Good Examples.	4.25	.81	A Lot
2	Teachers Behave as Good Examples.	4.15	.84	A Lot
3	Faith in the Three Jewels, the Buddha, the Dharma, and the Sangha	3.90	.91	A Lot
4	Faith in the Law of Karma, Sin, Merit, Punishment	3.89	.89	A Lot
5	Share with others in Consumption	3.88	.76	A Lot
6	Associate Friends be a Role Model	3.88	.84	A Lot
7	Have Courage get Likes for What You Do	3.87	.81	A Lot
8	Faith in the Practice of Dharma to Achieve Dharma Wisdom	3.84	.87	A Lot
9	Living with Honesty and Fairness	3.81	.80	A Lot
10	Learn or do Activities with others Happily.	3.78	.84	A Lot

Table 3. Mean, Standard Deviation and the Ethical Level for Developing way of Life Maejo University–Phrae Students, the Dimension of Meditation, Ranked by Top 10.

Rating	Dharma way of Life Development Concentration	Average (\bar{X})	Standard Deviation (S.D.)	Practical Level
1	Consciousness of Posture, Standing, Walking, Sitting, Lying Down	3.73	.83	A Lot
2	Have joy and Determination to do Good Deeds.	3.69	.87	A Lot
3	Be Mindful of Doing Different Activities.	3.68	.81	A Lot
4	Can use Consciousness to Control Body Movements	3.64	.80	A Lot

Rating	Dharma way of Life Development Concentration	Average (\bar{X})	Standard Deviation (S.D.)	Practical Level
5	Consciousness to Restrain one's own Mind	3.64	.79	A Lot
6	You can use your Consciousness to Control Yourself.	3.63	.78	A Lot
7	Don't be Careless in Daily Life.	3.61	.87	A Lot
8	Be Conscious and Aware of Your own Thoughts.	3.61	.76	A Lot
9	Being Conscious, Aware of one's own Mind	3.59	.79	A Lot
10	Directing, Controlling, Being Aware of one's own Thoughts	3.57	.81	A Lot

Table 4. Mean, Standard Deviation and the Ethical Level for Developing way of Life Maejo University–Phrae Students, the Dimension of External Factors, Ranked by Top 10.

Rating	Dharma Way of Life Development External Factors	Average (\bar{X})	Standard Deviation (S.D.)	Practical Level
1	Participate in Various Religious Ceremonies, Morals, Ethics	3.68	.83	A Lot
2	Teachers Always Show Examples of Good Behavior.	3.45	.87	Moderate
3	Separating Between the Good and the Bad is Difficult.	3.45	.89	Moderate
4	Teachers Teach Virtues and Good Behavior to Students.	3.44	.87	Moderate
5	Always Participate in Community and Social Development Activities.	3.43	.81	Moderate
6	Participate in Meditation Activities to Build Faith in Buddhism.	3.40	.81	Moderate
7	Teachers Often Teach Morals and Ethics in the Classroom.	3.32	.93	Moderate
8	Participate in Ethical Promotion Activities	3.30	.79	Moderate

9	Universities Organized Educational Activities and Dharma Practice.	3.24	.89	Moderate
10	Organize Inviting Monks to Educate on Various Festivals on Important Buddhist Days.	3.24	.91	Moderate

Table 5. Mean, Standard Deviation and the Ethical Level for Developing way of Life Maejo University–Phrae Students, the Dimension of Precepts Exhibited, Ranked by Top 10.

Rating	Dharma Way of Life Development Precepts	Average \bar{X}	Standard Deviation (S.D.)	Practical Level
1	Believe in the Law of Karma, do Good Things get Good, do Bad Things get Bad	4.05	.77	A Lot
2	Faith in Sin, Merit, Punishment, Abstaining From Evil, doing Good	3.94	.78	A Lot
3	Believe That The Buddha's Teachings Can Really Solve the Problems of Human Life	3.89	.78	A Lot
4	Think that Torturing Animals Causes Suffering	3.88	.95	A Lot
5	He is a Person who Always Likes to Joke Nonsense.	3.72	.91	A Lot
6	Likes to always Tell the Truth to Others.	3.67	.90	A Lot
7	Is a Person who Likes to Speak to Others to Understand Each Other Well	3.53	.84	A Lot
8	Be Polite and Gentle to Everyone.	3.38	.84	Moderate
9	Always Try to Keep the 5 Precepts.	3.36	.88	Moderate
10	Not Thinking of Vindictive Vengeance Against Fellow Human Beings	3.34	1.18	Moderate

ผลการศึกษาจาก Table 2-5 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับพฤติกรรมการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตามลำดับ 10 อันดับดังต่อไปนี้ อันดับ 1) ด้านปัญญา พบว่า ระดับพฤติกรรมการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 เมื่อพิจารณาเป็นรายชื่อ 5 อันดับปรากฏว่า 1)พ่อแม่ คนในครอบครัวประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดี 2)ครูบาอาจารย์ประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดี 3)ศรัทธาในพระรัตนตรัย พระพุทธ พระธรรม พระสงฆ์ 4)ศรัทธาในกฎแห่งกรรม บาปบุญคุณโทษ 5)แบ่งปันผู้อื่นในการบริโภคใช้สอย ตามลำดับ อันดับ 2) ด้านสมาธิ พบว่า ระดับพฤติกรรมการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่

ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ 5 อันดับปรากฏว่า 1) มีสติกำหนดรู้อิริยาบถ ยืน เดิน นั่ง นอน 2) มีความยินดีและความตั้งใจในการทำ ความดี 3) มีสติในการทำกิจกรรมต่างๆ 4) สามารถใช้สติในการควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายได้ 5) มีสติในการหักห้ามจิตใจตนเองได้ตามลำดับ อันดับ 3) ด้านปัจจัยภายนอก พบว่า ระดับพฤติกรรมการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ 5 อันดับปรากฏว่า 1) เข้าร่วมพิธีกรรมต่าง ๆ ทางศาสนา ศิลธรรม จริยธรรม 2) ครูบาอาจารย์ มักแสดงแบบอย่างและพฤติกรรมที่ดีให้นักศึกษาให้เห็นเสมอ 3) สังคมปัจจุบันการแยกระหว่างคนดีกับคนชั่วเป็นเรื่องยากลำบากมักแยกไม่ออก 4) ครูบาอาจารย์ มักสอนเรื่องคุณความดีและความประพฤติที่ดีให้นักศึกษาในห้องเรียน 5) เข้าร่วมกิจกรรมการพัฒนาชุมชนและสังคมอยู่เสมอ ตามลำดับ อันดับ 4) ด้านศีล พบว่า ระดับพฤติกรรมการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ 5 อันดับปรากฏว่า 1) เชื่อในเรื่องกฎแห่งกรรม ทำดีได้ดีทำชั่วได้ชั่ว 2) ศรัทธาเรื่องบาปบุญคุณโทษ เว้นชั่ว ประพฤติดี 3) เชื่อหลักคำสอนพระพุทธเจ้าสามารถแก้ปัญหาชีวิตมนุษย์ได้จริง 4) คิดว่าการทรมานสัตว์ทำให้เกิดความทุกข์ 5) ไม่เป็นคนชอบพูดตลกไร้สาระเสมอ ตามลำดับ

ตอบตามวัตถุประสงค์ที่ 2 แนวทางการพัฒนาวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบว่า ระดับแนวทางการพัฒนาชีวิตเชิงวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ภาพรวมในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.29 โดยด้านปัญญาเป็นอันดับแรก แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาชีวิตวิถีธรรมนักศึกษาใช้ปัญญานำทางพัฒนาเบื้องต้นก่อนด้านสมาธิ ตามมาด้วยส่งเสริมปัจจัยภายนอก และด้านศีลเป็นอันดับสุดท้าย

1) แนวทางการพัฒนาวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ : ด้านปัญญา พบว่า วิถีธรรมต่อตนเองภายใน เป็นความศรัทธาศาสนา กฎแห่งกรรม การปฏิบัติธรรม วิถีธรรมต่อผู้อื่น เป็นการดูแลแบบอย่างและประพฤติตนที่ดีจากพ่อแม่ คนในครอบครัว ครูบาอาจารย์ และเพื่อนที่คบหาสมาคม เพื่อดำเนินชีวิตด้วยความสุจริตและเป็นธรรม เพื่อการเรียนรู้อยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุขและแบ่งปันผู้อื่น สอดคล้องกับแนวคิดหลักการและคำสอน พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตโต) ปัจจัยทำให้เกิดสัมมาทิฐิ ทางเกิดแห่งแนวคิดที่ถูกต้องต้นทางของปัญญาและความดีงามทั้งปวง 1) ปรโตโมหะ เสียงจากผู้อื่น การกระตุ้นหรือชักจูงจากภายนอก คือ การรับฟังคำแนะนำสั่งสอน เล่าเรียน หาความรู้ สนทนาซักถาม ฟังคำบอกเล่าชักจูงของผู้อื่น โดยเฉพาะการสดับสัทธรรมจากท่านผู้เป็นกัลยาณมิตร 2) โยนิโสมนสิการ การใช้ความคิดถูกวิธี ความรู้จักคิด คิดเป็น และสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมที่พึงประสงค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาไทย (รุ่งนภา ตั้งจิตเรเจริญกุล และคณะ, 2560) พบว่า ตัวบ่งชี้คุณธรรมจริยธรรมต่อตนเอง ประกอบด้วย ความซื่อสัตย์สุจริต การมุ่งผลสัมฤทธิ์ ความมีสติสัมปชัญญะ ความมีวินัย ความขยันหมั่นเพียร ความอดทน ความประหยัด 2) ตัวบ่งชี้คุณธรรมต่อผู้อื่น ประกอบด้วย ความรับผิดชอบ ความกตัญญูตเวที ความสามัคคี ความมีจิตอาสา ส่วนแนวทางการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมที่พึงประสงค์ของนักศึกษา พบว่า สถาบันการศึกษาต้องวางนโยบายเพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมที่พึงประสงค์ของนักศึกษา ด้วยการปรับเปลี่ยน

การปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมที่พึงประสงค์ผ่านสถาบันการศึกษา ผ่านครอบครัว ผ่านสื่อ/สื่อมวลชน ผ่านสถาบันศาสนา/ลัทธิ/ความเชื่อ ผ่านการกำหนดนโยบายจากภาครัฐ ผ่านบุคคลที่เป็นศูนย์รวมแห่งศรัทธา และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณธรรมจริยธรรมที่พึงประสงค์ คือ การเข้าร่วมกิจกรรม คุณธรรมจริยธรรมของนักศึกษา การปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมผ่านสถาบันการศึกษา และการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมผ่านครอบครัว

2) แนวทางการพัฒนาวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ : ด้านสมาธิ พบว่าวิถีธรรมต่อตนเองภายใน คือ การมีสติกำหนดรู้อิริยาบถ ยืน เดิน นั่ง นอน มีสติรู้เท่าทันความคิด จิตใจตนเอง การกำกับ ควบคุม รู้เท่าทัน มีสติหักห้ามจิตใจและควบคุมเคลื่อนไหวร่างกายได้ ฯลฯ วิถีธรรมต่อผู้อื่น คือความไม่ประมาทในการใช้ชีวิตประจำวัน และมีสติในการทำกิจกรรมต่างๆ ฯลฯ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กานต์สินี จันทร์วิภาติล (2551) การศึกษาวิเคราะห์ระบบวิถีคิดเพื่อการดำเนินชีวิตตามแนวพุทธ พบว่า โยนิโสมนสิการเป็นวิถีคิดเกิดสภาวะรู้จริง รู้แจ้งและให้ผลเป็นความเห็นถูก (สัมมาทิฐิ) หรือปัญญาในระดับต่างๆ บทบาทโยนิโสมนสิการทำหน้าที่เชื่อมต่อหลักธรรมกับการนำหลักธรรมไปใช้ในการดำเนินชีวิตเป็นกระบวนการเรียนรู้ ประกอบ การรับรู้ การคิด การนำหลักธรรมสู่ภาคปฏิบัติ วิถีคิดแบบพุทธ“ระบบวิถีคิดแบบกาย” บันได 4 ขั้น 1)เข้าใจหัวใจตนเอง 2)เข้าใจหัวใจผู้อื่น 3)เข้าใจหัวใจกันและกัน 4)เข้าถึงหัวใจสัจธรรม และเทคนิคประยุกต์ 1)หลุดจากกรอบความคิดเดิม 2)สร้างกรอบความคิดใหม่ 3)หมั่นฝึกฝนจนกลายเป็นอุปนิสัย 4)ประเมินผล

3) แนวทางการพัฒนาวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ : ด้านปัจจัยภายนอก เป็นวิถีธรรมต่อผู้อื่นและส่วนรวม พบว่า เข้าร่วมพิธีกรรมต่าง ๆ ทางศาสนา เข้าร่วมกิจกรรมโครงการส่งเสริมจริยธรรม ฝึกปฏิบัติธรรม นิมนต์พระในวันสำคัญทางพระพุทธศาสนา ครูบาอาจารย์มีพฤติกรรมที่ดีให้นักศึกษาให้เห็นเสมอ มักสอนเรื่องคุณความดีและความประพฤติที่ดีในห้องเรียน เข้าร่วมกิจกรรม นั่งสมาธิ สร้างศรัทธาพระพุทธศาสนา มหาวิทยาลัยจัดกิจกรรมศึกษาเกี่ยวข้อ ฯลฯ สอดคล้องกับงานวิจัย ปารีชาติ ธีระวิทย์ (2561) ศึกษาการเสริมสร้างคุณธรรมจริยธรรมสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า แนวทางสร้าง 1)วิถีทางการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรม คือ การศึกษาเรียนรู้ การวิเคราะห์ตนเอง และการฝึกฝนตนเอง 2)วิธีการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม คือ การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาจริยธรรมและรายวิชาอื่นๆ ต้องกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้วยคุณธรรมจริยธรรมร่วมด้วยกับเนื้อหาความรู้แต่ละรายวิชา พัฒนาระบบคุณธรรมและจริยธรรมด้วยการปลูกฝังค่านิยม

4) แนวทางการพัฒนาวิถีธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ : ด้านศีล พบว่าความเชื่อความศรัทธาหลักคำสอนพระพุทธเจ้า ความพยายามรักษาศีล 5 อย่างสม่ำเสมอ ศีลเป็นวิถีธรรมต่อตนเองทั้งหมด ปัญญาควบคุมศีลต้องให้ปัญญาที่สร้างจากมรรค 8 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สำราญ เพ็ญนอก (2551) ศึกษาการดำเนินชีวิตตามแนววิถีพุทธของวัยรุ่น พบว่า ระดับพฤติกรรมการดำเนินชีวิตตามแนววิถีพุทธของวัยรุ่นระดับอุดมศึกษาตามหลักการดำเนินชีวิตมรรคมีองค์ 8 ในระดับอุดมศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ระดับมากได้แก่ ด้านความเห็น ด้านความเพียร ด้านสติการระลึกรู้ ส่วนระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านสมาธิความตั้งมั่น ด้านการเลี้ยงชีพ ด้านความคิด ด้านการพูด และด้านการกระทำ และสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญส่ง ทองเอียง (2563) การนำหลักไตรสิกขาไปใช้ในชีวิตประจำวันของ

นักศึกษาด้านศิลป พบว่า เคารพต่อสิทธิ์ในทรัพย์สินของคนอื่น มีความสำรวมระวังประพฤติผิดในกาม สำรวม การดื่มสุรา-เมรัย และพูดจาสุภาพอ่อนหวาน ข้อเสนอแนะว่าศิลปินสามารถปฏิบัติบางข้อได้สม่ำเสมอ

สรุป

จากผลการวิจัยแสดงว่า การเรียนรู้ต้องตามหลักไตรสิกขาเป็นแกนหลัก เป็นวิถีธรรมต่อตนเองเป็นหลัก คือ การฝึกฝนตนเองในเรื่องศีล สมาธิ ปัญญา การฝึกตนอยู่ในศีล การควบคุมให้อยู่ในสังขมได้ สมาธิ ควบคุมอารมณ์และสภาวะจิต ปัญญาทำให้เกิดการพัฒนาโดยแสวงหาความรู้เป็นกระบวนการ และนำไปปัจจัย ภายในตนเองออกสู่ภายนอก อาศัยหลักโยนิโสมนสิการ เป็นปัญญาคิดใคร่ครวญโดยธรรมแยกแยะสิ่งซึ่ง อย่าง ผู้มีปัญหา ไปภายนอกด้วยกัลยาณมิตรที่ดี ครูอาจารย์ที่ดี พ่อแม่ที่ดี ให้ความรู้ที่ถูกต้องเป็นตัวอย่างที่ดีได้ ปัญญา ใฝ่รู้ รู้รอบ รู้จริงแท้ แก้ปัญหาได้ รู้สังขมด้วยความจริง เกิดสติและปัญญา รู้ด้วยการคิดวิเคราะห์ พิจารณาความรู้ความสำเร็จจำได้ แยกแยะได้ วิถีธรรมทั้งภายในออกสู่ภายนอก และเรียนรู้จากภายนอกสู่ภายใน เป็นการสร้างวิถีธรรมการดำเนินชีวิตของคนแต่ละคน โดยกำหนดให้ยังรู้สังขมจากหัวใจตนเองอย่างลึกซึ้ง

จากแนวคิดและผลงานวิจัยข้อค้นพบที่ผ่านมาจนเป็นปัจจุบัน สรุปชีวิตวิถีธรรมประกอบ 2 อย่างคือ วิถีธรรมต่อตนเองและวิถีธรรมต่อผู้อื่น แนวทางพัฒนาชีวิตวิถีธรรมของนักศึกษาซึ่งสอดคล้องการนำทฤษฎี ต้นไม้จริยธรรมองค์ประกอบจิตใจ พฤติกรรมทำดีละเว้นชั่ว ทำงานขยันขันแข็งเพื่อส่วนรวม เป็นพลเมืองดี ประเทศ อาชีพขยันขันแข็ง จิตเหตุผลเชิงจริยธรรม มุ่งอนาคต ควบคุมตนเอง เชื่ออำนาจในตน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทศนคติคุณธรรมและค่านิยม ด้วยจิต สติปัญญา ประสบการณ์ทางสังคม สุขภาพจิต (ดวงเดือน พันธุม นาวิน, 2555) และปัจจุบันยังสอดคล้องกับกฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานคุณธรรมจริยธรรมระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565 ข้อ 7 ผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้สำเร็จการศึกษา ต้องมีอย่างน้อย 4 ด้าน 1)ด้านความรู้ 2)ด้านทักษะ 3)ด้านจริยธรรม 4)ด้านลักษณะบุคคล โดยความหมายด้านจริยธรรม หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำระดับ บุคคลที่สะท้อนถึงความเป็นผู้มีคุณธรรม ศีลธรรมและจรรยาบรรณ เพื่อประโยชน์ส่วนรวมและส่วนตน ทั้งต่อ หน้าและลับหลัง ส่วนความหมายลักษณะบุคคล หมายถึง บุคลิกภาพ ลักษณะนิสัย ค่านิยม ที่สะท้อน ลักษณะเฉพาะศาสตร์วิชาชีพ และสถาบันโดยพัฒนาผ่านการเรียนรู้และฝึกประสบการณ์จากหลักสูตร โดยมีความเหมาะสมกับแต่ละมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัยประจำมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ให้การสนับสนุน งบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวงมาตรฐานคุณธรรมจริยธรรมระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565. (2565, 31 มีนาคม).

ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 139 ตอนที่ 20 ก. หน้า 28-31.

กานต์สินี จันทร์วิภาติลก. 2551. การศึกษาวิเคราะห์ระบบวิธีคิดเพื่อการดำเนินชีวิตตามแนวพุทธศาสนา.

[วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาพระพุทธศาสนา] มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ พรหมลี และ สุมนชาติ เจริญศรี. 2550. วิถีชีวิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วารสารศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 1(2), 26-34.

บุญส่ง ทองเอียง. 2563. พฤติกรรมการนำหลักไตรสิกขาไปใช้ในชีวิตนักศึกษามหาวิทยาลัยมหามกุฏราช

วิทยาลัย วิทยาเขตศรีธรรมมาศกราช. วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยวิทยาเชิงพุทธ. 5 (6), 78-89.

ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง รายละเอียดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิ

ระดับอุดมศึกษา พ.ศ.2565. (2565, 9 กันยายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 139 ตอนที่พิเศษ 212 ง.

หน้า 35-36.

ปาริชาติ ธีระวิทย์. 2561. การเสริมสร้างคุณธรรมจริยธรรมสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในศตวรรษที่ 21 .

วารสารเทคโนโลยีภาคใต้ นครศรีธรรมราช. 11(1), 31-39.

พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตโต). 2553. พจนานุกรมพุทธศาสตร์ ฉบับประมวลธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 18.

โรงพิมพ์พิมพ์การพิมพ์.

พรนิภา จันทร์น้อย วีระศักดิ์ ชมภูคำ ประวัตติ พื้นผาสุก และ เรื่องวิทย์ นนทภา. 2559. แนวทางการจัดกิจกรรม

พัฒนาคุณธรรมจริยธรรมนักศึกษา สถาบันอุดมศึกษาเอกชนในจังหวัดเชียงใหม่.

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น. 10(4), 261-273.

ดวงเดือน พันธมนาวิน. (2543) ทฤษฎีต้นไม้อจริยธรรม. บ้านจอมยุทธ์ (baanjomyut.com).

https://www.baanjomyut.com/library_2/ethics/06.html

รุ่งนภา ตั้งจิตรเจริญกุล และคณะ. การศึกษาแนวทางการปลูกฝังคุณธรรมที่พึงประสงค์ของนักศึกษาระดับ

อุดมศึกษาไทย. วารสารพฤติกรรมศาสตร์ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ . ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 มกราคม 2560 หน้า 147-168.

สร้อยญา โชติรัตน์ และคณะ. 2546. แนวทางการพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาในรูปแบบวิทยาเขต

ไปสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

รายงานผลการวิจัย. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สำราญ เพียนอก (พ.ต.ท). 2550. การดำเนินชีวิตตามแนววิถีพุทธของวัยรุ่น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขา

พระพุทธศาสนา]. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

อนันท์ คัมภีรานนท์. 2556. ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และ

ความรับผิดชอบต่อสังคม สำหรับนิสิตนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย

หอการค้าไทย มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 33(1), 39-54

การศึกษาแนวทางการเลือกใช้โปรแกรม E-meeting ที่เหมาะสม

: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

The Study of Guidelines for Choosing Suitable E-meeting Programs

: The Case Study of Maejo University Phrae Campus

ศิริภัสสร กันถาด^{1*}¹มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: kantad2499@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม E-meeting ปัญหาและอุปสรรคในการใช้โปรแกรม E-meeting ที่ใช้ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 2) เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการเลือกใช้โปรแกรม E-meeting ที่เหมาะสม

กลุ่มตัวอย่างคือผู้ใช้งานโปรแกรม E-meeting ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2564 ได้แก่ บุคลากรสายวิชาการ สายสนับสนุนวิชาการและนักศึกษา ใช้แบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การจัดอันดับ วิเคราะห์และแปลความหมายตามเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale)

ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรม Microsoft Teams ได้รับความพึงพอใจและมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีที่สุด โดยทั้ง 3 กลุ่ม คือ บุคลากรสายวิชาการ บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการและนักศึกษาพึงพอใจประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด โดยโปรแกรม Microsoft Teams เป็นโปรแกรมที่ควรเลือกใช้ด้านกระบวนการจัดการผู้เข้าร่วม โปรแกรม Zoom และ โปรแกรม Google Meet เป็นโปรแกรมที่ควรเลือกใช้ด้านเครื่องมือครบถ้วน และโปรแกรม Line เป็นโปรแกรมที่ควรเลือกใช้ด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรม

คำสำคัญ: โปรแกรมประชุมออนไลน์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

Abstract

This research aimed 1) to investigate the satisfaction, problems, and ocstracles towards E-meeting Program used in Maejo University-Phrae Campus. 2) to summarize the guidelines for selecting an appropriate E-meeting Program.

Sample of this research were the users of the E-meeting Program in Maejo University - Phrae Campus during the years 2020-2021 including lecturers, staffs, and students. Questionnaires used in this research. Data were analyzed by frequency, percentage, mean, and standard deviation. The Likert Scale used to analyzed and Interpretated of data. The results showed that Microsoft Teams program has a highest satisfaction and the best efficiency among all 3 groups which are lecturers, staffs, and students. Microsoft Teams was the most suitable program to manage the participant. Zoom and Google Meet program should be used as completeness tools and Line program should be used as convenience in entering the program.

Keywords: E-meeting programs, Maejo University Phrae Campus

บทนำ

เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคเชื้อไวรัสโคโรนา รัฐบาลให้ทุกหน่วยงานพิจารณา มาตรการการเว้นระยะห่างทางสังคม (social distancing) หรือทำงานที่บ้าน (Work Form Home) มหาวิทยาลัยเป็นหน่วยงานหนึ่งอยู่ภายใต้การกำกับของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) ได้มีการเข้มงวดมาตรการการเฝ้าระวังการระบาดในการกำหนดห้ามใช้อาคารหรือสถานที่ ของสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการจัดการเรียนการสอนและการประชุมที่จะส่งผลเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรค

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อยู่ภายใต้การกำกับของ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) มีการควบคุมอย่างเข้มงวดในการเฝ้าระวังการระบาดของโรค โดยการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์โปรแกรมประชุมออนไลน์หรือโปรแกรม E-meeting ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเกิดโรคระบาด บุคลากรสามารถดำเนินการจัดประชุมให้เป็นไปตาม พระราชกำหนดว่าด้วยการประชุมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2563 และประกาศกระทรวงดิจิทัล เพื่อเศรษฐกิจและสังคม เรื่อง มาตรฐานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของการประชุมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2563 รวมทั้งดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรการเฝ้าระวังและป้องกันตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด อย่างเคร่งครัด เช่นเดียวกับการวิธีการในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโปรแกรมออนไลน์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติใช้โปรแกรม E-meeting ทั้งการจัดการเรียนการสอน การประชุม สัมมนาต่าง ๆ โดยมหาวิทยาลัยใช้ โปรแกรม Microsoft Teams เป็นหลักและโปรแกรมที่ใช้ส่วนมากในมหาวิทยาลัยคือโปรแกรม Zoom โปรแกรม Google meet และโปรแกรม line

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรม E-meeting ดังกล่าวข้างต้น ยังไม่ได้ดำเนินการศึกษาว่าใช้งานได้สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ของแต่ละงานหรือไม่ ผู้ใช้งานอันได้แก่ บุคลากรสายวิชาการ บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการและนักศึกษาของประสบปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้างในการใช้โปรแกรมห้างกล่าวเพื่อการดำเนินงาน กิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องของคณะฯ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมและแนวทางการเลือกใช้โปรแกรม E-meeting ที่เหมาะสมในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติเพื่อสรุปเป็นแนวทางการเลือกใช้ในด้านต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ขอบเขตงานวิจัย

ผู้ใช้งานโปรแกรม E-meeting ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติจำนวน 3 กลุ่ม คือ บุคลากรสายวิชาการ บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการและนักศึกษาที่กำลังศึกษาทุกชั้นปี ทำการศึกษาในขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง พฤติกรรมการใช้โปรแกรม E-meeting และความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม E-meeting ตั้งแต่เดือนกันยายน 2563 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2564

2. กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

ตามเกณฑ์การกำหนดขนาดตัวอย่างของธีรวิทย์ เอกะกุล (2543) โดยได้กำหนดเป็นร้อยละของประชากรในการพิจารณา ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักร้อยละควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25% บุคลากรสายวิชาการจำนวน 89 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการจำนวน 42 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คนและนักศึกษาจำนวน 173 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน รวมประชากรจำนวนทั้งหมด 304 คน กลุ่มตัวอย่างรวม 3 กลุ่มจำนวน 76 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์ (Interview schedule) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้โปรแกรม E-meeting และตอนที่ 3 ความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม E-meeting

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์ตรวจสอบความตรงของข้อคำถามและวัตถุประสงค์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ทดสอบกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาร์ค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าอัลฟาส่งกว่า 0.80 ปรับปรุงข้อคำถามก่อนนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเป็นแบบตรวจสอบรายการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมเป็นแบบตรวจสอบรายการ และส่วนที่ 3 ความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม E-meeting วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ วิเคราะห์และแปลความหมายตามเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale)

ผลและอภิปรายผล

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงรองลงมาคือเพศชายตามลำดับ เนื่องจากจำนวนประชากรโดยรวมของคณะทั้งบุคลากรและนักศึกษามีอัตราส่วนจำนวนเพศหญิงมากกว่าเพศชายอยู่แล้ว ส่วนใหญ่อยู่ต่ำกว่า 30 ปีและมีการศึกษต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ช่วงอายุงาน (เฉพาะบุคลากร) ส่วนใหญ่มีช่วงอายุการทำงาน 16-20 ปี

2. ข้อมูลพฤติกรรมการใช้โปรแกรม E-meeting

ผู้ตอบแบบสอบถามใช้โปรแกรม E-meeting มากกว่า 7 ครั้ง/เดือน การใช้งานเกิดจากการยอมรับการใช้เทคโนโลยี การรับรู้ความง่าย การรับรู้ถึงประโยชน์และคิดเห็นว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนชา ธนเดชะวัฒน์ (2564) กล่าวว่า การยอมรับเทคโนโลยีการประชุมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์และตัวแปรสาเหตุที่มีอิทธิพลรวมสูงสุดต่อตัวแปรพฤติกรรมการใช้งานจริง ได้แก่ ความตั้งใจในการแสดงพฤติกรรม รองลงมาคือ การรับรู้ถึงความง่าย การรับรู้ถึงประโยชน์ ทศนคติต่อการใช้งานและปัจจัยภายนอก

ระดับความถี่ในการใช้งานโปรแกรม เกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบ (จากน้อยไปหามาก) ดังนี้

ระดับ 1	ความถี่ในการใช้งานโปรแกรม E-meeting	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
ระดับ 2	ความถี่ในการใช้งานโปรแกรม E-meeting	1-2 ครั้งต่อสัปดาห์
ระดับ 3	ความถี่ในการใช้งานโปรแกรม E-meeting	3-4 ครั้งต่อสัปดาห์
ระดับ 4	ความถี่ในการใช้งานโปรแกรม E-meeting	5-6 ครั้งต่อสัปดาห์
ระดับ 5	ความถี่ในการใช้งานโปรแกรม E-meeting	7 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากผลการวิเคราะห์ระดับความถี่ของการใช้งานโปรแกรม E-meeting แปลผลได้ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.80	หมายถึง	ใช้งานน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	1.81-2.60	หมายถึง	ใช้งานน้อย
คะแนนเฉลี่ย	2.61-3.40	หมายถึง	ใช้งานปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.41-4.20	หมายถึง	ใช้งานมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.21-5.00	หมายถึง	ใช้งานมากที่สุด

Table 1. Average and rating of E-meeting programs.

E-meeting program	students (n=44)		lecturers (n=22)		staff (n=10)		total (n=76)	
	\bar{x}	rating	\bar{x}	rating	\bar{x}	rating	\bar{x}	rating
1. Microsoft Teams	4.10	1	4.50	1	4.19	1	4.26	1
2. Zoom	2.70	3	4.11	2	4.04	2	3.62	2
3. Line	3.50	2	3.27	3	3.62	3	3.46	3
4. Google Meet	1.98	4	2.08	4	1.50	4	1.85	4

โดยโปรแกรม Microsoft Teams มีการใช้มากที่สุด ($\bar{x} = 4.26$) รองลงมาคือโปรแกรม Zoom มีการใช้งานมาก ($\bar{x} = 3.62$) โปรแกรม Line มีการใช้มาก ($\bar{x} = 3.46$) และโปรแกรม Google Meet มีการใช้น้อย ($\bar{x} = 1.85$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิวัฒน์ ศิลปะรัมย์ และคณะ (2564) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับในการใช้แอปพลิเคชันสำหรับประชุมออนไลน์ คือการประหยัดเวลาในการเดินทางไปประชุมได้มากขึ้น ความสามารถรองรับความต้องการพื้นฐานของการใช้งานง่าย มีความเสถียรในการใช้งาน ผู้บริหารเล็งเห็นถึงความสำคัญในการใช้งานและได้มีการปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพการใช้งานอย่างต่อเนื่อง

กลุ่มนักศึกษาใช้โปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด ($\bar{x} = 4.10$) เนื่องจากโปรแกรม Microsoft Teams เป็นโปรแกรมหลักของมหาวิทยาลัย ทำให้การใช้งานโปรแกรมนี้สูงกว่าโปรแกรมอื่นสอดคล้องกับแนวความคิดการรับรู้ความง่ายที่เมื่อมีการใช้งานมากขึ้นก็จะง่ายต่อการใช้งาน รองลงมาคือใช้โปรแกรม Line โปรแกรม Zoom และโปรแกรม Google Meet ตามลำดับ

กลุ่มบุคลากรสายวิชาการใช้โปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$) รองลงมาคือใช้โปรแกรม Zoom โปรแกรม Line และโปรแกรม Google Meet

กลุ่มบุคลากรสายสนับสนุนวิชาใช้โปรแกรม Microsoft Teams มาก ($\bar{x} = 4.19$) สอดคล้องกับแนวความคิดการรับรู้ประโยชน์ สายสนับสนุนจะเป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็นผู้จัดการประชุมซึ่งจะรับรู้ถึงประโยชน์ รู้ถึงรูปแบบฟังก์ชันที่ซับซ้อนแต่เมื่อใช้งานมากขึ้นก็จะเกิดความชำนาญ รองลงมาคือใช้โปรแกรม Zoom โปรแกรม Line และโปรแกรม Google Meet ตามลำดับ

ส่วนใหญ่ มีสถานะเป็นผู้เข้าร่วมประชุม/ผู้เรียน รองลงมามีสถานะเป็นทั้งผู้จัดการประชุมและเป็นผู้เข้าร่วมประชุมในคนเดียวกัน เนื่องจากผู้จัดการประชุมจะเป็นบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการผู้วิจัยคิดเห็น ว่ากลุ่มผู้จัดการประชุมและเป็นผู้เข้าร่วมประชุมคนเดียวกันเป็นสายสนับสนุนวิชาการ

การใช้งานภายในคณะ ส่วนใหญ่ใช้โปรแกรม Microsoft Teams เนื่องจากเป็นโปรแกรมใช้หลักของมหาวิทยาลัย รองลงมาคือใช้โปรแกรม Zoom เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มหาวิทยาลัยมีใช้บางกลุ่มงาน และใช้โปรแกรม Line ผู้วิจัยคิดเห็นว่าเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานแพร่หลายใช้งานง่าย

นอกเหนือจากการใช้โปรแกรมในการพูดคุยระหว่างบุคคลยังใช้ประโยชน์ เช่น การประชุมกลุ่มแบบไม่เป็นทางการและใช้โปรแกรม Google meet ตามลำดับ ดังนั้น จึงมีจำนวน 4 โปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการใช้งานโปรแกรม E-meeting ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ สอดคล้องกับแนวคิดการยอมรับเทคโนโลยีของประชากรที่เปิดรับการใช้งานโปรแกรมใหม่ ผู้วิจัยคิดเห็นว่าในอนาคตข้างหน้าอาจมีการใช้งานโปรแกรมอื่นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการปรับรูปแบบคุณสมบัติของฟังก์ชัน สอดคล้องกับงานวิจัยของวศิณี อิมธรรมพร (2559) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การยอมรับเทคโนโลยี ความสะดวกในการใช้บริการ และการตลาดผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสั่งอาหารผ่านแอปพลิเคชันของผู้บริโภคกลุ่มเจนเนอเรชันวาย (Gen Y) ในกรุงเทพมหานคร ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสั่งอาหารผ่านแอปพลิเคชันของผู้บริโภคกลุ่มเจนเนอเรชันวาย (Gen Y) ในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการคล้อยตาม ด้านการรับรู้ความน่าเชื่อถือ

ส่วนใหญ่มีการใช้โปรแกรม E-meeting เพื่อการเรียนการสอนรองลงมาใช้เพื่อใช้ในการประชุมรูปแบบทางการโปรแกรม E-meeting เป็นโปรแกรมที่ตอบสนองต่อวิถีชีวิตปัจจุบันสอดคล้องกับแนวคิดการรับรู้ประโยชน์ แนวคิดการรับรู้ความง่ายและแนวความคิดการยอมรับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการทดลองทำกิจกรรมที่แตกต่างจากรูปแบบเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของ รติกาญจน์ ขุนณรงค์ (2548) การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง ระบบการบริหารยุทธศาสตร์ทั่วทั้งองค์กร ผู้ที่จะเข้ามาใช้งานบทเรียนออนไลน์เพื่อทดสอบระบบและผลการเรียนรู้ระบบบทเรียนช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้นำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการพัฒนาเพื่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้สนใจหาความรู้ ลดข้อจำกัดเวลาและระยะทางของข้อมูลข่าวสาร อินเทอร์เน็ตทำให้การเรียนรู้เปิดกว้างการเรียนในรูปแบบมัลติมีเดียสามารถตอบโต้กับผู้เรียนได้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น นำไปใช้กับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ โดยง่ายแต่จำกัดในด้านความเร็วของอินเทอร์เน็ตบางครั้งจากสถานที่ไกลอาจเรียกดูข้อมูลได้ช้า

3. ความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม E-meeting

3.1 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม E-meeting ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 3.85$) ต่อการใช้งานโปรแกรม E-meeting ด้านต่างๆ เมื่อแยกตามรายโปรแกรม พบว่าโปรแกรม Microsoft Team ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x} = 4.35$) รองลงมาโปรแกรม Zoom ได้รับความพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 4.06$) โปรแกรม Line ได้รับความพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 3.59$) และโปรแกรม Google Meet ได้รับความพึงพอใจปานกลาง ($\bar{x} = 3.38$) ตามลำดับ

โปรแกรม Microsoft Teams ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x} = 4.35$) ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือด้านกระบวนการจัดการผู้เข้าร่วม รองลงมาคือด้านเครื่องมือครบถ้วน ด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรม ด้านโปรแกรมใช้งานง่าย สะดวกต่อการใช้งานและด้านโปรแกรมมีรูปแบบสวยงามตามลำดับ พบว่าการใช้งานโปรแกรมมีปัญหาความเสถียรภาพของสัญญาณ อินเทอร์เน็ตมากที่สุดผู้วิจัยคิดเห็นว่าปัญหาดังกล่าวไม่ได้เกิดจากตัวโปรแกรม พบว่ามีปัญหาการใช้ฟังก์ชันทั่วไป ผู้วิจัยคิดเห็นว่าควรมีการจัดการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในลำดับต่อไป

โปรแกรม Zoom ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x} = 4.06$) ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือด้านเครื่องมือครบถ้วน รองลงมาคือด้านกระบวนการจัดการผู้เข้าร่วม สอดคล้องกับงานวิจัยของวรเมธ ไวยเจริญ (2564) ด้านความต้องการสามอันดับแรกคือมีจอกล้องแสดงภาพ มีการพูดคุยทางเสียงและมีความสามารถในการแชร์ไฟล์ แชร์หน้าจอ ในกลุ่มพนักงานผู้ปฏิบัติงานภายในมหาวิทยาลัยมักให้ความสนใจในการใช้งานฟังก์ชันเสริม ความสามารถในการควบคุมห้องออนไลน์ ลำดับต่อมาพึงพอใจด้านโปรแกรมมีรูปแบบสวยงาม ด้านโปรแกรมใช้งานง่าย สะดวกต่อการใช้งาน และด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรม พบว่าการทำงานของโปรแกรมมีปัญหาการเข้ารหัส ซึ่งสอดคล้องกับความพึงพอใจด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรมที่ได้รับความพึงพอใจเป็นลำดับสุดท้ายและพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ฟังก์ชันการใช้งานบ้างเล็กน้อย

โปรแกรม Line ได้รับความพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 3.59$) โดยได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรม รองลงมาคือด้านโปรแกรมใช้งานง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ด้านเครื่องมือครบถ้วน ด้านกระบวนการจัดการผู้เข้าร่วมและด้านโปรแกรมมีรูปแบบสวยงามตามลำดับ พบว่าการทำงานของโปรแกรมมีปัญหาการไม่ตอบสนองความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ใช้อยู่บ้างเช่นการไม่แจ้งเตือนการอัปเดตโปรแกรม

โปรแกรม Google Meet ได้รับความพึงพอใจปานกลาง ($\bar{x} = 3.38$) โดยได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือด้านเครื่องมือครบถ้วน รองลงมาคือด้านโปรแกรมใช้งานง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรม ด้านกระบวนการจัดการผู้เข้าร่วมและด้านโปรแกรมมีรูปแบบสวยงามตามลำดับ พบว่าการทำงานของโปรแกรมมีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ปัญหาการใช้ฟังก์ชันของโปรแกรมเล็กน้อย โปรแกรมมีผู้เสนอแนะให้มีการจัดอบรมให้ความรู้การใช้ โปรแกรม Google meet เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีการใช้แพร่หลายแต่ภายในมหาวิทยาลัยพบว่ามีการใช้งานน้อย

นอกจากนี้พบว่าการเสนอแนะให้มหาวิทยาลัยมีการจัดอบรมการใช้โปรแกรม E-meeting อื่น ๆ ที่น่าสนใจเพิ่มเติมเพื่อเป็นทางเลือกที่หลากหลาย

3.2 ระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม E-meeting ที่ใช้งานเฉพาะกลุ่ม เกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและแปลผล ดังนี้

ระดับ 1	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพน้อยที่สุด
ระดับ 2	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพน้อย
ระดับ 3	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพปานกลาง
ระดับ 4	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพมาก
ระดับ 5	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพมากที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยมีดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.80	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	1.81-2.60	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพน้อย
คะแนนเฉลี่ย	2.61-3.40	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.41-4.20	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.21-5.00	หมายถึง	ระดับประสิทธิภาพมากที่สุด

Table 2. Satisfaction towards efficiency of E-meeting programs.

E-meeting program	students (n=44)		lecturers, (n=22)		staff (n=10)		total (n=76)	
	\bar{x}	rating	\bar{x}	rating	\bar{x}	rating	\bar{x}	rating
1. Microsoft Teams	4.31	1	4.70	1	4.23	1	4.41	1
2. Zoom	2.90	3	4.20	2	4.10	2	3.73	2
3. Line	3.71	2	3.40	3	3.88	3	3.66	3
4. Google Meet	2.00	4	2.20	4	3.20	4	2.47	4

ความพึงพอใจเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม E-meeting ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x} = 4.41$) ต่อโปรแกรม Microsoft Teams รองลงมาคือพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 3.73$) ต่อโปรแกรม Zoom พึงพอใจมาก ($\bar{x} = 3.66$) ต่อโปรแกรม Line และพึงพอใจต่อโปรแกรม Google Meet น้อย ($\bar{x} = 2.47$) ตามลำดับ

นักศึกษามีความพึงพอใจประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด ($\bar{x} = 4.31$) เนื่องจากนักศึกษามีความคุ้นชินโปรแกรมเนื่องจากได้ใช้งานเพื่อการเรียนออนไลน์ด้วยความถี่ของการใช้งานส่งผลให้นักศึกษาคิดเห็นว่าเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพที่สุด จึงทำให้นักศึกษาพึงพอใจสูงสุด รองลงมามีความพึงพอใจโปรแกรม Line โปรแกรม Zoom และโปรแกรม Google Meet ตามลำดับ

บุคลากรสายวิชาการพึงพอใจประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$) นอกจากสายวิชาการได้ใช้งานด้านการเรียนแล้วยังมีโอกาสได้ใช้งานด้านการประชุม ซึ่งมีโอกาสได้ใช้งานในหลายลักษณะการใช้งานจึงได้เล็งเห็นความมีประสิทธิภาพของโปรแกรม รองลงมาพึงพอใจโปรแกรม Zoom โปรแกรม Line และโปรแกรม Google Meet ตามลำดับ

บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการพึงพอใจประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด ($\bar{x} = 4.23$) นอกจากการใช้งานลักษณะของการเข้าร่วมยังมีหน้าที่ในการเป็นผู้จัดการประชุม

การได้มีโอกาสได้ใช้งานในหลายลักษณะ การได้มีโอกาสในการใช้ฟังก์ชันจึงทำให้คิดเห็นว่าเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพที่สุด รองลงมาคือ โปรแกรม Zoom โปรแกรม Line และโปรแกรม Google Meet ตามลำดับ

สรุป

1. ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานโปรแกรม E-meeting

ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ยต่ำกว่า 30 ปี อายุการทำงาน (เฉพาะบุคลากร) อยู่ระหว่าง 16-20 ปี มีระดับการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี มีการใช้โปรแกรม E-meeting มากกว่า 7 ครั้งต่อเดือน โดยโปรแกรม Microsoft Teams มีความถี่ในการใช้งานมากที่สุด ส่วนใหญ่ใช้ในฐานะผู้เข้าร่วมประชุม/ผู้เรียน ในภาพรวมของบุคลากรและนักศึกษา ทั้ง 3 กลุ่มมีการใช้งานโปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด

2. ความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรม E-meeting

กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานโปรแกรม E-meeting มีความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรม Microsoft Team มากที่สุด รองลงมามีความพึงพอใจโปรแกรม Zoom โปรแกรม Line และโปรแกรม Google Meet ตามลำดับ

โปรแกรม Microsoft Teams ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดด้านกระบวนการจัดการผู้เข้าร่วม พบปัญหาด้านเสถียรภาพของสัญญาณ อินเทอร์เน็ต ปัญหาที่พบคือการใช้งานของฟังก์ชันการใช้งาน

โปรแกรม Zoom ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดด้านเครื่องมือครบถ้วน ปัญหาการใช้งานคือการเข้ารหัสทำได้ยากเนื่องจากรหัสมีความยาวและพบปัญหาเล็กน้อยเกี่ยวกับการใช้งานฟังก์ชันโปรแกรม

โปรแกรม Line ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดด้านความสะดวกในการเข้าสู่โปรแกรม พบว่าโปรแกรมมีปัญหาการไม่ตอบสนองของโปรแกรม เช่นการไม่แจ้งเตือน

โปรแกรม Google Meet ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดด้านเครื่องมือครบถ้วน มีปัญหาการเกี่ยวกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต

ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจและคิดเห็นว่าโปรแกรม Microsoft Teams มีประสิทธิภาพการทำงานมากที่สุด โดยทั้ง 3 กลุ่มคือ นักศึกษา บุคลากรสายวิชาการ บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการ พึงพอใจประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม Microsoft Teams มากที่สุด

3. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. ผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต เช่นความเสถียรของสัญญาณ อาการค้าง หลุดบ่อย เสียงหาย ซึ่งอาจจะเหตุผลการสนับสนุนการเลือกสัญญาณการเข้าสัญญาณในลำดับต่อไป

2. โปรแกรม Microsoft Teams เป็นโปรแกรมการใช้งานหลักของมหาวิทยาลัยแต่มีผู้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความซับซ้อนของฟังก์ชันโปรแกรม คณะควรมีการจัดอบรมเพิ่มเติมการให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะการใช้งานเพิ่มเติมให้แก่บุคลากรและนักศึกษาที่มีความสนใจ

3. เนื่องจาก google ได้รับความนิยมในการใช้งานเป็นอย่างมาก อาทิการทำ google form และ google doc ซึ่งตรงกันข้ามกับการใช้งาน โปรแกรม google meet ที่ใช้ในมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยคิดเห็นว่าบุคลากรและนักศึกษายังไม่มีความเข้าใจการใช้งานโปรแกรม google meet มหาวิทยาลัยควรมีการจัดอบรมให้ความรู้เพื่อให้มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการใช้งานโปรแกรม google meet มากขึ้น และเกิดประโยชน์กับองค์กร

4. ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการสอบถามเกี่ยวกับโปรแกรม E-meeting โปรแกรมอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุ และรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเสนอหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการปรับปรุง พัฒนาระบบ สัญญา การใช้งานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นต้น

2. ควรมีการขยายกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบเป็นกลุ่มบุคคลภายนอกที่ใช้งานร่วมกลุ่มระหว่างวิทยาเขตหรือคณะเป็นต้น

3. เนื่องจากการวิจัยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 25 ของจำนวนประชากรวิจัยแต่ละกลุ่มทำให้มีเพียงข้อมูลเชิงลึกในกลุ่มผู้ใช้ในคณะแต่ไม่สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในเชิงกว้างได้ งานวิจัยในอนาคตควรขยายการศึกษาเป็นรูปแบบการวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed method research) มีข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพควบคู่กันไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากงบประมาณเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ปีงบประมาณ 2563 ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา ใหม่เพย อาจารย์ ดร.วัชร เลขาวิวัฒน์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย จนทำให้การวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- ชนชา ธนเดชะวัฒน์. (2564). การยอมรับเทคโนโลยีการประชุมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีรวัฒน์ ศิลประศรี, โยธิน คำนนท์ และคณะ. (2564). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้แอปพลิเคชันสำหรับประชุมออนไลน์. น.123-128. ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม 22 พฤษภาคม 2564. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- รติกาญจน์ ขุนณรงค์. (2548). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องระบบการบริหารยุทธศาสตร์ทั่วทั้งองค์กร. https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=21192&query.
- วรมธ ไวยเจริญ. (2564). ความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการเลือกใช้งานโปรแกรมบริการประชุมออนไลน์ภายในมหาวิทยาลัย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วศินี อิมธรรมพร. (2559). การยอมรับเทคโนโลยี ความสะดวกในการใช้บริการ และการตลาดผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสั่งอาหารผ่านแอปพลิเคชันของผู้บริโภคกลุ่มเจนเนอเรชั่น วาย (Gen Y) ในกรุงเทพมหานคร. [การค้นคว้าอิสระปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติของนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
Factors Affecting Learning in Principles of Statistics of Students at
Maejo University Phrae Campus

วัชรวิทย์พัฒน์¹ ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด² และ ศศิกานต์ คุ้มณา^{2*}

¹สาขาวิชาการบัญชี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

²กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: sasigarn@gmaejo.mju.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 82 คน จากประชากร 148 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติของนักศึกษา สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติ ด้านเนื้อหาวิชา และสื่อการเรียนการสอน ด้านผู้เรียน ด้านผู้สอน และด้านครอบครัว ในทุกด้าน อยู่ในระดับมาก 2) ข้อมูลพื้นฐาน คือรายได้ต่อเดือนที่ครอบครัว/ผู้ปกครอง ส่งให้ใช้จ่าย มีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาหลักสถิติ ด้านผู้เรียน และด้านครอบครัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: การทดสอบไคสแควร์ การสุ่มตัวอย่าง ปัจจัย



Abstract

The purpose of this research was to investigate factors affecting the studying in Principles of Statistics of Maejo University-Phrae Campus students who enrolled this course in the second semester of 2022. The sample were 82 students from 148 population, The research tool used for collecting the data was questionnaires about factors affecting the studying in Principles of Statistics. The data was analyzed by using mean, standard deviation and Chi-square test. The results revealed that 1) factors affecting the studying in Principles of Statistics included course content, instructional media, students, instructors, and family. All were at a high level 2) fundamental information was a factor affecting the studying in Principles of Statistics. It was found that monthly financial support from family/parents correlated with students factor and family factor at a level of significance .05.

Keywords: Chi-square test, Factor, Sampling

ธุรกิจร้านชานมไข่มุกลดพลังงาน: กรณีศึกษาในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ A Low-calorie Bubble Tea Shop: Case Study in Srinakharinwirot University Ongkharak

ชลิตา เอี่ยมแจ่ม¹ อภิสรา เล่งวงศ์¹ กรโชค ศิรินนทชาติ¹ และ ธนัท อมาตยกุล^{1*}

¹สาขานวัตกรรมการอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก 26120

*Corresponding author. E-mail address: tanut@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ประเมินความเป็นไปได้และหาแนวทางในการเปิดธุรกิจร้านชานมไข่มุกลดพลังงาน “41GACHA” ในพื้นที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ และศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้ลูกค้าซื้อชานมไข่มุกลดพลังงาน การศึกษานี้แบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 การสอบถามเบื้องต้นกลุ่มเป้าหมาย 86 คน ประกอบด้วย ทั้งนิสิตและบุคลากร เกี่ยวกับเรื่องที่เกี่ยวข้องจากการทานชานมไข่มุก ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามกังวลเกี่ยวกับเรื่อง ปริมาณแคลลอรี่ (อันดับ 1) ตามด้วยความหวาน และ โรคอ้วน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ SWOT ซึ่งจากแนวโน้มการ รักษสุขภาพของผู้บริโภค และลักษณะผลิตภัณฑ์ชานมไข่มุกลดพลังงานซึ่งตอบสนองต่อความกังวลของ กลุ่มเป้าหมาย ระยะที่ 2 การพัฒนาสูตรชานมไข่มุกลดพลังงานด้วยการใช้น้ำเชื่อมหญ้าหวานและนมสดและ การคำนวณต้นทุน ประเมินการรายรับ การคำนวณจุดคุ้มทุน ชานมไข่มุกลดพลังงานถูกพัฒนาโดยมีปริมาณ พลังงานลดลง 50% และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 35 แก้ว/วัน (ราคาขายเฉลี่ย 40 บาท/แก้ว) ระยะที่ 3 การเปิดร้าน ระหว่างมกราคม (2 วัน) งต้นเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 และการสัมภาษณ์เชิงลึกถึงเหตุผลของลูกค้าประจำ ในการเลือกชานมไข่มุกลดพลังงาน ร้าน 41GACHA ตั้งราคาขายอยู่ระหว่าง 30 - 50 บาท มีกลยุทธ์ส่งเสริม การขายในรูปแบบต่างๆ จากการดำเนินการ ร้านมียอดขายทั้งสิ้น 46,040 บาท 52.75% เป็นชานมไข่มุกลด พลังงาน จากการทำการสอบถามเชิงลึกกับลูกค้าประจำที่ซื้อเมนูลดพลังงานจำนวน 19 คน พบว่าเหตุผลหลัก คือชานมไข่มุกลดพลังงานเป็นเมนูที่ดีต่อสุขภาพ พลังงานต่ำ ราคาเหมาะสม รสชาติพอรับได้

คำสำคัญ: ธุรกิจ ชานมไข่มุก ลดพลังงาน แคลลอรี่

Abstract

This research aimed at finding guidelines on opening a reduced-calorie bubble tea shop called “41GACHA” in Srinakharinwirot University Ongkharak and factors influencing customer to buy reduced-calorie bubble tea. This study was divided into 3 periods. The first period involved a preliminary concerns survey on the consumption of bubble tea. Respondents comprised 86 students and university’s staffs. SWOT analysis was used to analyze the data. Calorie was the number one of concerns followed by sweetness and obesity, respectively. The result showed that the healthy trends and value in the reduced-calorie bubble tea responded to customer needs. In second period, the reduced-calorie formula of bubble tea was developed by using stevia syrup and fresh milk. The budget and break-even point were estimated. The calories of milk tea were reduced by approximately 50% and break-even point was 35 cup/day (an average of 40 baht/cup). The final period involved operating the shop which was opened from January (twice a month) to first week of May, 2023. In-depth interview was conducted to find the reasons of regular customers purchasing. 41GACHA shop set the price of products between 30-50 baht. Various marketing strategies were also implemented. Total sales were 46,040 baht. Noted that 52.27% of reduced-calorie products was sold. It was reported that the main reasons to buy because of the healthy products, low calories, reasonable price and acceptable taste.

Keywords: Business, Bubble tea, Reduced-calorie, Calories

บทนำ

ชานมไข่มุกเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในประเทศไทย จากการรายงานของ Grab มีการเพิ่มขึ้นของการสั่งชานมไข่มุกของประเทศไทยมากกว่า 3,000% ในช่วงระหว่างมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2560 และโดยเฉลี่ยแล้วคนไทยบริโภคชานมไข่มุก 6 แก้วต่อคนต่อเดือน (Yim และ Lee, 2019) เมื่อเทียบกับตลาดของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แล้วพบว่าในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีมูลค่าตลาดของชานมไข่มุก 749 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็นอันดับสองรองจากประเทศอินโดนีเซีย (1,600 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) (Vallippan, 2022) อย่างไรก็ตามการบริโภคชานมไข่มุกเป็นประจำสามารถเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอ้วน เบาหวาน หัวใจและหลอดเลือดได้ เนื่องจากส่วนผสมของชานมไข่มุกที่ประกอบไปด้วย น้ำตาล ครีมเทียม นมข้นหวาน และไข่มุก ที่ล้วนให้พลังงานต่อร่างกายทั้งจากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน โดยชานมไข่มุก 1 แก้วสามารถให้พลังงานได้ประมาณ 240 – 360 กิโลแคลอรี (ศูนย์สื่อสารสาธารณะ, 2562) โดย Nongnuch และ

คณะ (2023) รายงานว่าชานมไข่มุกที่ได้นำไปผ่านการวิเคราะห์ในห้องทดลองมีพลังงานสูงถึง 418 กิโลแคลอรี ซึ่งคิดเป็นประมาณ 19% ของพลังงานที่ควรได้รับต่อ 1 วัน/คน ในเพศชาย และ ประมาณ 23% สำหรับเพศหญิง (กรมอนามัย, 2563) จากงานวิจัยของจิตพนธ์ ชุมเกตและคณะ (2556) พบว่ากลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่บริโภคชานมไข่มุกในเขตพื้นที่บางรักเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 67.25) เป็นนิสิต นักศึกษา และนักเรียน (ร้อยละ 51.25) ในขณะที่งานวิจัยของ เอก ชุณหัชชราชัย (2565) พบว่าผู้บริโภคชานมไข่มุกในพื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นเพศหญิงโดยส่วนใหญ่และมีอายุระหว่าง 22-30 ปี และปัจจัยหลักที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อชานมไข่มุกคือ ราคา คุณภาพผลิตภัณฑ์และการใส่ใจสุขภาพ ซึ่งผู้บริโภคในกลุ่มนักเรียน นิสิต นักศึกษา รวมถึงวัยทำงานนั้น จะไม่ค่อยมีกิจกรรมที่ใช้พลังงานในปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรหรือผู้ใช้แรงงาน ดังนั้นการบริโภคชานมไข่มุกเป็นประจำจะนำไปสู่โรคอ้วน เบาหวาน ความดันได้ การพัฒนาธุรกิจชานมไข่มุกลดพลังงาน น่าจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้บริโภคที่ชื่นชอบในรสชาติของชานมไข่มุกแต่ต้องการควบคุมพลังงานสามารถรับประทานชานมไข่มุกได้โดยไม่กระทบต่อปัญหาสุขภาพ จากเหตุผลที่กล่าวไว้ข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดลองดำเนินธุรกิจร้านเครื่องดื่มชานมไข่มุกลดพลังงานในพื้นที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการดำเนินธุรกิจอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับกลุ่มในพื้นที่มหาวิทยาลัยให้ประสบความสำเร็จต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อหาแนวทางในการดำเนินธุรกิจอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับกลุ่มผู้บริโภคในพื้นที่มหาวิทยาลัย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคเลือกซื้อชานมไข่มุกลดพลังงาน

กรอบแนวคิดการศึกษา

ตัวแปรต้น

1. ความต้องการ/ความกังวลของลูกค้า
2. กลยุทธ์ทางการตลาด
 - ผลิตภัณฑ์ชานมไข่มุกลดพลังงาน
 - การส่งเสริมการตลาด (promotion)

ตัวแปรตาม

สามารถดำเนินธุรกิจโดยไม่ขาดทุน

ขอบเขตการศึกษา

1. การทดลองดำเนินธุรกิจร้านชานมไข่มุกลดพลังงานในพื้นที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
2. ร้านชานมไข่มุกลดพลังงานมีที่นั่งจำนวน 28 ที่นั่ง (ภายในห้องปรับอากาศจำนวน 16 ที่นั่ง)
3. การขายอยู่ในช่วงเวลาราชการ
4. ในพื้นที่ใกล้เคียง (ระยะไม่เกิน 200 เมตร) มีร้านเครื่องดื่มไม่ลดพลังงานเปิดให้บริการจำนวน 4 ร้านในร้านอาหาร

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นโครงการวิจัยการเปิดร้านชาวมัข่มูกลดพลังงาน ชื่อร้าน 41GACHA ของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวัตกรรมการอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ ทำการศึกษาทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณโดยแบ่งวิธีการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสำรวจเบื้องต้นและวิเคราะห์ปัญหาความต้องการของกลุ่มลูกค้าในอนาคต

เป็นการดำเนินงานเพื่อสำรวจเบื้องต้นและวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการ ของลูกค้าในอนาคต เกี่ยวกับการบริโภคชาวมัข่มูก เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาวมัข่มูกลดพลังงานและบริการของร้าน 41GACHA แบบสอบถามซึ่งมีคำถามครอบคลุมเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ราคาเครื่องดื่มที่เหมาะสม ปัญหาหรือความกังวลจากการบริโภคเครื่องดื่มชาวมัข่มูก โดยทำการสอบถามด้วย google form กับกลุ่มนิสิตและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ ซึ่งได้ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 86 คน จากนั้นจึงนำผลการสอบถามมาทำการวิเคราะห์ด้วยร้อยละ และมีการวิเคราะห์การดำเนินธุรกิจชาวมัข่มูกลดพลังงานด้วย SWOT analysis

ระยะที่ 2 การพัฒนาสูตรชาวมัข่มูกลดพลังงาน และการคำนวณโครงสร้างต้นทุนการผลิตและประมาณการจุดคุ้มทุน

มีการวางแผนการดำเนินธุรกิจโดยการพัฒนาสูตรชาวมัข่มูกลดพลังงาน การคำนวณต้นทุน ประมาณการรายรับ จุดคุ้มทุน โดยใช้สูตรจุดคุ้มทุน = ต้นทุนคงที่/(อัตราส่วนของกำไรต่อแก้วต่อราคาขายต่อแก้ว) (ศิริวรรณ ว่องวิรุฒ, 2553) และพัฒนาสูตรชาวมัข่มูกลดพลังงานด้วยการทดแทนน้ำตาลและนมข้นหวานด้วยน้ำเชื่อมหญ้าหวานและนมสด

ระยะที่ 3 การดำเนินการขายและประเมินปัจจัยในการตัดสินใจซื้อของลูกค้าประจำชาวมัข่มูกลดพลังงาน

เริ่มดำเนินการเปิดร้านขายชาวมัข่มูกทั้งเมนูปกติและเมนูลดพลังงานเพื่อเป็นทางเลือกให้กับลูกค้า ที่บริเวณชั้นล่างของโรงอาหารอาคารสโมสร ใกล้เคียงวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งโดยเฉลี่ยโรงอาหารมีนิสิตและบุคลากรมาใช้บริการ 700-1,000 คน/วัน ทำการขายระหว่างปลายเดือนมกราคม (2 วัน) ถึง ต้นเดือนพฤษภาคม 2566 ช่วงเวลา 10.00-16.00 น. วันอังคารถึงศุกร์

การประเมินปัจจัยในการตัดสินใจซื้อชาวมัข่มูกลดพลังงานกับลูกค้าประจำ (ซื้ออาทิตย์ละ 1 ครั้ง) จำนวน 19 คนโดยการใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ในหัวข้อที่เกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของผู้ถูกสัมภาษณ์ และปัจจัยที่ทำให้เลือกซื้อชาวมัข่มูกลดพลังงานจากร้าน 41GACHA

ผลและอภิปรายผล

ระยะที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาความต้องการของกลุ่มลูกค้าในอนาคต

ร้านชานมไข่มุก 41GACHA เริ่มต้นจากการสำรวจความต้องการของนิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 86 คน ด้วยการใช้ Google Forms ในการสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถาม 80.2% เป็นเพศหญิง มีอายุอยู่ในช่วง 18-25 ปี (95.3%) เป็นนักเรียน/นักศึกษา (89.5%) มีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 10,000 บาท (62.8%) และราคาผลิตภัณฑ์ที่ผู้ตอบแบบสอบถามยินดีจ่ายต่อ 1 แก้ว อยู่ที่ระหว่าง 41-50 บาท/แก้ว (68.6%) นอกจากนี้ยังได้มีการสำรวจถึงปัญหาและความต้องการของกลุ่มผู้ที่ชื่นชอบชานมไข่มุก และพบว่า 77.3% ของผู้บริโภคกังวลเกี่ยวกับผลเสียต่อร่างกาย และผลเสียที่ผู้บริโภคมีความกังวล อันดับ 1. คือ ปริมาณแคลอรีของชานมไข่มุก (53 คน) รองลงมาคือ ความหวาน (47 คน) และ โรคอ้วน (43 คน) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ชานมไข่มุกลดพลังงานน่าจะตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคคนนอกจากนี้ หากผู้บริโภคสามารถรู้ปริมาณแคลอรีที่ได้รับจากการบริโภคชานมไข่มุกลดพลังงานต่อ 1 แก้ว สิ่งนี้จะช่วยให้ผู้บริโภคในการควบคุมปริมาณพลังงานและดูแลสุขภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับะสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติยา ธารีนาท (2551) ศึกษาเรื่องลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการยอมรับโค้กซีโร พบว่าลักษณะผลิตภัณฑ์โค้กซีโร ด้านประโยชน์เชิงเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มอื่น ด้านความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับโค้กซีโร จึงเป็นที่มาของการทำธุรกิจร้าน 41GACHA ร้านชานมไข่มุกลดพลังงาน เป็นทางเลือกใหม่สำหรับคนใส่ใจในการดูแลสุขภาพ อย่างไรก็ตามจากการสำรวจพบว่ามี ผู้ตอบแบบสอบถามที่ตอบว่าการบริโภคชานมไข่มุกไม่ส่งผลเสียหรือไม่สนใจ (รวม 22.7%) การเปิดธุรกิจร้านชานมไข่มุกที่มีทั้งผลิตภัณฑ์ปกติและผลิตภัณฑ์ลดพลังงานจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการขายให้เพิ่มมากขึ้น

จากการวิเคราะห์ SWOT (Table 1) จะเห็นได้ว่าถึงแม้จะยังไม่มีร้านชานมไข่มุกที่ขายผลิตภัณฑ์ลดพลังงานในพื้นที่ศึกษา แต่ก็มีร้านที่ขายเครื่องดื่มอื่นๆในพื้นที่ เช่น กาแฟ น้ำอัดลม น้ำเปล่า เป็นต้น ผนวกกับผลิตภัณฑ์ชานมไข่มุกลดพลังงานและร้าน 41GACHA ยังไม่เป็นที่รู้จัก ผนวกกับแนวโน้มการรักสุขภาพกำลังได้รับความสนใจจากสังคม การใช้สื่อโซเชียลที่หลากหลายช่องทางในการโฆษณาจะช่วยสื่อสารผลิตภัณฑ์และร้านกับกลุ่มเป้าหมาย

ระยะที่ 2 การพัฒนาสูตรชานมไข่มุกลดพลังงาน และการคำนวณโครงสร้างต้นทุนการผลิต และประมาณการจุดคุ้มทุน

การพัฒนาสูตรชานมไข่มุกลดพลังงาน

ผลิตภัณฑ์ชานมไข่มุกลดพลังงานถูกพัฒนาขึ้นโดยการทดแทนนมข้นหวาน น้ำตาลและไข่มุกด้วยนมสด สารทดแทนความหวานและวุ้น ซึ่งร้าน 41GACHA มีเมนูชานมไข่มุกปกติจำนวน 8 รายการ และมีเมนูชานมไข่มุกลดพลังงานจำนวน 6 รายการ (Table 2.) โดยรวมแล้วสามารถลดพลังงานของเครื่องดื่มลงได้ 50% เป็นอย่างน้อย รายการเครื่องดื่มและวุ้น (ใช้แทนไข่มุก) ที่ระบุจำนวนพลังงานนี้ถูกแสดงให้ลูกค้าเห็น ณ บริเวณรับออเดอร์

การคำนวณโครงสร้างต้นทุนของเครื่องต้มและจุดคั่วหมูน

ในการคำนวณโครงสร้างต้นทุนของเครื่องต้มได้แบ่งต้นทุนออกเป็นต้นทุนคงที่ประกอบด้วยค่าเช่าสถานที่ ค่าจ้างพนักงาน ค่าอุปกรณ์ใช้สำหรับเปิดร้าน ค่าส่งเสริมการตลาด และต้นทุนผันแปรประกอบด้วยค่าวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ (Table 3.) ซึ่งจากโครงสร้างต้นทุนนี้หากประมาณราคาขายโดยเฉลี่ย 40 บาท/แก้ว โดยมีต้นทุนผันแปร 15 บาท/แก้ว และประมาณการว่าร้านจะขาย 16 วันใน 1 เดือน ร้านจะมีจุดคุ้มทุนเมื่อจำนวนแก้วที่ขายที่ทำให้ (ต้นทุนคงที่/อัตราส่วนของกำไรต่อแก้วต่อราคาขายต่อแก้ว) (ศิริวรรณ ว่องวีรวิฑู, 2553) ซึ่งก็คือ 22,400 บาท/เดือน ซึ่งถ้าขาย 16 วันต่อเดือน หมายถึงต้องขายให้ได้เฉลี่ย 35 แก้ว/วัน หรือ 1,400 บาท/วัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

ระยะที่ 3 การดำเนินการขายและประเมินปัจจัยในการตัดสินใจซื้อขนมไข่มุกลดพลังงานของลูกค้าประจำ

การดำเนินการขายจริงในช่วงกุมภาพันธ์ถึงต้นพฤษภาคม 2566 ร้าน 41GACHA เริ่มต้นกลยุทธ์ทางการตลาดด้วยการสร้างการรับรู้โดยการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์และการปิดโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ในบริเวณมหาวิทยาลัย จากนั้นเพิ่มยอดขายด้วยการทำโปรโมชั่น เช่น ซื้อ 2 แถม 1 ร่วมกับการกดไลค์กดแชร์ ช่วงวันวาเลนไทน์ รวมทั้งกลยุทธ์การส่งเสริมการซื้อซ้ำของลูกค้าผ่านการทำบัตรสะสมแต้ม ทั้งนี้ยอดขายมีการเพิ่มขึ้นมาตามกลยุทธ์ทางการตลาดและการมองเห็นของลูกค้า เมื่อเปรียบเทียบยอดขายที่ขายได้ต่อวันในแต่ละเดือนจะพบว่าขนมไข่มุกลดพลังงานมียอดขายเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการขายจาก 11 แก้ว/วันในเดือนแรกเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 34 แก้ว/วันในเดือนสุดท้าย (Table 4.) โดยรวมแล้วร้าน 41GACHA ได้ลงทุนไปทั้งสิ้น 37,400 บาท ขายได้ทั้งสิ้นจำนวน 1,543 แก้ว มีรายรับทั้งหมด 46,040 บาท คิดเป็นกำไรทั้งสิ้น 4,990 บาท ซึ่งจาก 1,543 แก้ว เป็นเมนูขนมไข่มุกลดพลังงานทั้งสิ้นจำนวน 814 แก้วหรือคิดเป็น 52.75% ของขนมไข่มุกที่ขายได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามการทดลองเปิดร้านในระยะเวลาเพียงประมาณ 3 เดือนก็ถือว่าในช่วงเริ่มต้นของการประกอบธุรกิจ ผลการดำเนินการที่เกิดขึ้น อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของการรับรู้จากลูกค้ารวมทั้งกลยุทธ์การตลาดที่ทางร้านได้ดำเนินการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิ่นปิ่นท์ สัทธรรมนวงศ์ และวนาวลัย ดาตี (2558) ในหัวข้องานวิจัยเรื่องถอดรหัสวงจรชีวิตตราสินค้าซึ่งพบว่าวงจรชีวิตของตราสินค้ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณค่า ตราสินค้า การรับรู้และพฤติกรรมผู้บริโภค โดยการรับรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ตราสินค้าเกิดคุณค่า ซึ่งการรับรู้จะสัมพันธ์กับระยะเวลาและคุณค่าตราสินค้า

สำหรับการประเมินปัจจัยในการตัดสินใจซื้อขนมไข่มุกลดพลังงานของลูกค้าประจำนั้น จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างกับลูกค้าประจำจำนวน 19 คน (โดยส่วนใหญ่เป็นนิสิต) ซึ่งพบว่าเหตุผลที่เลือกทานร้าน 41GACHA เพราะต้องการดูแลสุขภาพตนเอง ทางร้านมีเมนูขนมไข่มุกลดพลังงานให้เลือกทาน ไข่มุกนุ่ม อร่อยกว่าเจ้าอื่น กลิ่นชาหอมเป็นเอกลักษณ์ ราคาเหมาะสม และมีการบอกเคลือบที่เมนู ซึ่งเหตุผลของการเลือกมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมรัฐ ทิวสังวาลย์ และคณะ (2554) ที่เหตุผลของการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคเพศชายต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพได้แก่ 1) ปัจจัยด้านประโยชน์ต่อสุขภาพและความปลอดภัย และ 2) ปัจจัยด้านรสชาติและลักษณะปรากฏ

สรุป

จากผลการศึกษาการดำเนินธุรกิจชาไข่มุกลดพลังงานในพื้นที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จากการสำรวจเบื้องต้นผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนิสิต เพศหญิง มีความกังวลเกี่ยวกับผลเสียของชาไข่มุกต่อร่างกาย เกี่ยวข้องกับปริมาณแคลอรี ความหวานและโรคอ้วน แต่ก็ยังมีผู้ตอบแบบสอบถามอีกส่วนหนึ่งที่ไม่มีความกังวล จาก SWOT analysis ยังไม่มีร้านชาไข่มุกที่ขายผลิตภัณฑ์ลดพลังงานในพื้นที่ศึกษาแต่แนวโน้มการรักสุขภาพกำลังได้รับความสนใจจากสังคม การใช้สื่อโซเชียลที่หลากหลายช่องทางในการโฆษณาจะช่วยสื่อสารผลิตภัณฑ์และร้านกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อลดปริมาณแคลอรีในชาไข่มุกลง นมชั้นหวานและน้ำตาลถูกแทนที่ด้วยหญ้าหวานและนมสด จากการดำเนินธุรกิจ ยอดขายเฉลี่ยต่อวันเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จาก 34 แก้ว/วัน เพิ่มเป็น 61 แก้ว/วัน ตามกลยุทธ์ทางการตลาดต่างๆ อย่างไรก็ตามพบว่าลูกค้าเพียงครั้งเดียวที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ลดพลังงาน ซึ่งจากการสัมภาษณ์เชิงลึกพบว่าลูกค้ากลุ่มนี้เลือกซื้อชาไข่มุกลดพลังงานเนื่องจากจากความใส่ใจในการดูแลสุขภาพของลูกค้าเอง ดังนั้นแนวทางในการดำเนินธุรกิจอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับกลุ่มผู้บริโภคในพื้นที่มหาวิทยาลัยคือ 1. มีความจำเป็นที่จะต้องขายทั้งผลิตภัณฑ์ทั้งที่ลดพลังงานและในรูปแบบปกติเพื่อลดความเสี่ยงในการขาดทุน 2. ควรเพิ่มการส่งเสริมภาพลักษณ์การขายผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพรวมทั้งมีการให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และด้านสุขภาพเพื่อตอบสนองต่อความต้องการดูแลสุขภาพของลูกค้าซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ลูกค้าเข้ามาซื้อชาไข่มุกลดพลังงานของทางร้าน รวมทั้งราคาขาย (40-50 บาท) ก็ถือว่าเหมาะสมดีแล้ว

Table 1. SWOT analysis of of 41GACHA

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • Values of product to customers • Healthy image of low calories product • No competitor in term of low calories milk tea around close by area • Provide calories information 	<ul style="list-style-type: none"> • Only in-store purchasing • New brand • New product
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> • Healthy trend • Popularity of pearl milk tea • Increase visibility and purchasing through digital marketing rapidly • Our product suit to hot climate of Thailand 	<ul style="list-style-type: none"> • High competition of pearl milk tea business • Other beverages can be substituted (4 more shop in close by area with one pearl milk tea shop)

Table 2. Menu of milk tea at 41GACHA

Items	Price (baht)	Normal calories (kcal)	Low calories (kcal)
Jasmine tea	30	120	4
Milk tea	30	321	64
Apple green tea	30	126	54
Strawberry green tea	30	126	54
Lychee-lemon green tea	30	137	65
Grapefruit green tea	30	146	74
Milk green tea	40	298	-
Thai milk tea	40	319	-

Table 3. Budgeting plan of opening the 41GACHA shop

Items	Fix costs (per month)	Variable costs (per cup)
Shop rental fee	2,000 baht	
Employee wages	6,000 baht	
Initial equipment	5,000 baht	
Marketing	1,000 baht	
Ingredients and packaging (average)		13-15 baht
Total	14,000 baht	

Table 4. Sales of Milk Tea during January to May, 2023 of 41GACHA shop

Month	Total Selling Days	Number of Total Milk Tea Sales	Number of Low Calories Milk Tea Sales	% Low Calories Milk Tea Sales	Average Sales (Baht)	Average	
						Number of Cup of Total Milk Tea Sales/Day	Number of Cup of Low Calories Milk Tea Sales/Day
January	2	67	21	31.3	2,305.00	34	11
February	12	417	183	43.9	14,590.00	35	15
March	13	473	265	56.0	14,505.00	36	20
April	7	404	243	60.1	9,650.00	58	35
May	3	182	102	56.0	4,990.00	61	34
Total		1543	814	52.75	46,040.00		

เอกสารอ้างอิง

- กิตติยา ธารินาท. (2551). ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการยอมรับผู้บริโภคโค้กซีโร่. สารนิพนธ์. บธ.ม. (การตลาด). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- จิตพนธ์ ชุมเกต, พรชัย อร่ามรัตน์ และ วรวัฒน์ จันทิม. (2556). พฤติกรรมการบริโภคและปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อขนมไข่มุกของผู้บริโภคในพื้นที่เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร. วารสารบริหารธุรกิจแม่โจ้, ปีที่ 2, ฉบับที่ 1, 1187-1205.
- ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563. DIETARY REFERENCE INTAKE FOR THAIS (2020). คณะกรรมการและคณะทำงานปรับปรุงข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
- ปิ่นปิ่นทร์ สัทธรรมนวงศ์ และ วनावัลย์ ดาดี. (2558). ถอดรหัสวงจรชีวิตตราสินค้า Brand Life Cycle Code. วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2557 - มีนาคม 2558, 15-27.
- ศิริวรรณ ว่องวีรวุฒิ. (2553). จุดคุ้มทุน สิ่ง SMEs ควรรู้ The Break-Even Point for SMEs. Executive journal, Vol. 30, No. 2, 203-210.

ศูนย์สื่อสารสาธารณะ (2562). *กรมอนามัย เผยชานมไข่มุกพลังงานสูง ชีตูด 1 แก้ว รับพลังงานสูงถึง 360 กิโลแคลอรี แนะเลียง ดีต่อสุขภาพ.*

<https://multimedia.anamai.moph.go.th/news/news260862-2/>

สมรัฐ ทิวสังวาลย์, วิษฐิตา จันทราพรชัย และ ธงชัย สุวรรณสิขณน์. (2554). ความต้องการและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคเพศชายต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพ. *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. (หน้า 573-580). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.*

เอก ชุณหัชชราชัย. (2565). ปัจจัยด้านการใส่ใจสุขภาพและคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อชานมไข่มุกเพื่อสุขภาพของผู้บริโภควัยทำงานในกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, ปีที่ 42 ฉบับที่ 4, 56-73.*

Nongnuch, J., Suya, I., Lorenzetti, L., Kantachuesiri, S. and Thamarangsi, T. (2023). Nutritional Content of Popular Menu Items from Online Food Delivery Applications in Bangkok, Thailand: Are They Healthy?. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20, no. 5: 3992. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053992>

Valliappan, A. (2022). The US\$3.66 billion bubble tea market of Southeast Asia.

<https://thelowdown.momentum.asia/3-66billion-bubble-tea-marketsoutheast-asia/>

Yim, L.P. and Lee. M. (2019). Bubble Tea Craze on GrabFood!.

<https://www.grab.com/ph/blog/bubble-tea-craze-on-grabfood/>

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้จากสีธรรมชาติภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ BCG
ชุมชนตำบลพระหลวง จังหวัดแพร่
Development of Clothing Products Using Eco Printing and Natural Dyes
Based on BCG Economy Model in Tombon Phra Luang Community,
Phrae Province

นุชสิริ ภาคยุทธ^{1*} และ ศุภลักษณ์ มุญยะ¹¹วิทยาลัยชุมชนแพร่ สถาบันวิทยาลัยชุมชนแพร่ 54000

*Corresponding author. E-mail address: nuchsir@phrcc.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการของตลาด (2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ ใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมผสาน ในส่วนของการวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น การสุ่มแบบเจาะจง คือ กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติตำบลพระหลวง จำนวน 15 คน เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสนทนากลุ่มร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณกลุ่มตัวอย่างคือ สมาชิกบนเพจ Facebook เพจ Phra laung Craft จำนวน 230 คน สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือในการวิจัยคือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1.การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ 3 รูปแบบประกอบด้วย พรหมตกแต่งผนัง ผ้าคลุมไหล่ และเสื้อลำลอง 2.ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ค่าเฉลี่ย 4.81 รองลงมาคือ มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ น่าใช้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และ มีความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop clothing products using eco printing and natural dyes to meet market demands 2) to study the consumer's satisfaction towards clothing products using eco printing and natural dyes. This study was mixed methods research. In the qualitative approaches, samples were recruited by using purposive sampling. They were 15 people who developed products using eco printing and natural dyes. Data were collected through group discussion and action research. Content analysis was used to analyze the data. In the quantitative approaches, samples were recruited by using random sampling. They were 230 members of Phra Laung Craft Page. The research tools were questionnaires. Quantitative data were analyzed by mean and standard deviation.

The results were as follows: 1) Clothing products using eco printing and natural dyes included three items: wall hanging rugs, shawls, and casual clothes. 2) The greatest satisfaction of consumers was eco-friendly (\bar{X} =4.81), followed by colorful and attractive (\bar{X} =4.65), and community identity (\bar{X} =4.57), respectively.

Keywords: Product development, Eco printing and Natural dyes

บทนำ

จากแนวทางในการกำหนดทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2566 -2570) ได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว โดยให้ความสำคัญในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ควบคู่กับการรักษาสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต การให้บริการ และการบริโภคเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเมื่อพิจารณาถึงสถานการณ์ทางสิ่งแวดล้อมของไทยพบว่า ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ อาทิ ไอเสียจากรถยนต์ การเผาไหม้จากเครื่องยนต์ การปล่อยก๊าซเสียในภาคอุตสาหกรรม ภัยธรรมชาติจากไฟฟ้า รวมถึงการเผาขยะหรือวัสดุการเกษตรในที่โล่ง (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565)

BCG Model เป็นการพัฒนาระบบเศรษฐกิจรูปแบบใหม่ ที่เน้นการพัฒนาเศรษฐกิจให้เติบโตแบบก้าวกระโดดไปพร้อมกับการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม และเกิดการพัฒนาในทุกภาคส่วนของสังคมบนฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน BCG ย่อมาจาก Bio – Circular – Green Economy หรือการผสมผสานของการพัฒนา

เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เน้นการนำความรู้ระดับสูงด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และต้นทุนความหลากหลายทางชีวภาพที่ประเทศไทยมีอยู่มากเป็นตัวขับเคลื่อน เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ที่คำนึงถึงการนำวัสดุต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด เน้นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบต่างๆ ตลอดวัฏจักรชีวิต และการนำวัสดุเหลือทิ้งเดิมมาสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งช่วยลดขยะและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) การมุ่งแก้ไขมลพิษ เพื่อลดผลกระทบต่อโลกอย่างยั่งยืน ที่เน้นส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นเป้าหมายหลัก การพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากโดยนำแนวคิดของ BCG Model มาประยุกต์ใช้ คือมุ่งเน้นการสร้างความเข้มแข็งให้คนในชุมชน สามารถคิดต่อยอดวัตถุดิบของท้องถิ่นได้เองจากทุนหรือจุดแข็งที่แต่ละพื้นที่ โดยการปรับโครงสร้างและเสริมสร้างเศรษฐกิจฐานรากให้มีความเข้มแข็งสามารถพึ่งตนเอง ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อซึ่งกันและกัน ตลอดจนดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน (พรพจน์ ศรีตัน, 2564)

จากสภาพพื้นที่ในตำบลพระหลวง อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ ซึ่งพบว่ามีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ มีการปลูกพืชพรรณทางการเกษตร และมีต้นไม้ ใบไม้ หลากหลายชนิด ซึ่งทำให้เกิดขยะจากเศษใบไม้ในชุมชนเป็นจำนวนมาก ซึ่งคนในชุมชนส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดโดยการเผา ทำให้เกิดสภาวะมลพิษทางอากาศในชุมชน ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและคนในชุมชนเป็นอย่างมาก จึงเกิดแนวคิดการนำใบไม้มาใช้ให้เกิดประโยชน์จากกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ทำลายธรรมชาติ เช่น ผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ (Eco – printing) ซึ่งเป็นเทคนิคการพิมพ์ลายหรือรูปร่างใบไม้ลงบนพื้นผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติโดยอาศัยความร้อนจากการนั่งช่วยในการสกัดและถ่ายเทสีจากพืชลงบนผืนผ้า ซึ่งสีนี้เกิดขึ้นมาโดยกระบวนการตามธรรมชาติ ซึ่งเชื่อกันว่าไม่ก่อให้เกิดมลพิษใดๆ เมื่อนำไปพิมพ์ลงบนผ้า น้ำทิ้งที่ได้ก็ประกอบด้วยสารธรรมชาติที่สลายตัวได้ง่าย และสารที่เกิดจากการสลายตัวยังมีความเป็นพิษต่ำหรือไม่มีความเป็นพิษ เป็นกระบวนการพิมพ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนอกจากจะดีต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว สีสันทันได้ยังแปรเปลี่ยนไปตามสภาพของใบไม้แต่ละชนิด ทำให้ชิ้นงานที่ได้แต่ละชิ้นมีลักษณะไม่เหมือนกัน เกิดเป็นงานทำมือ (Handmade) ที่มีคุณค่าไม่เหมือนใคร สามารถนำผ้าที่ได้มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ (ศุภยวีจัยและพัฒนาป่าไม้ภาคเหนือ, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจ BCG กล่าวคือ การใช้วัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ ไม่ใช่สารเคมี ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้นำไปใช้ และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน

คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการนำเศษใบไม้ที่เหลือทิ้งในชุมชน มาพัฒนาและสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้จากสีธรรมชาติ โดยการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ออกแบบให้มีความทันสมัย ตรงใจผู้บริโภค เป็นการนำสิ่งที่เหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ลดปริมาณขยะ ลดสภาวะมลพิษในชุมชน สร้างรายได้ให้กับชุมชน ทำให้ชุมชนมีความเข้มแข็งและยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการของตลาด และ 2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ประชากร

ประชากร ได้แก่ กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ ตำบลพระหลวง จำนวน 15 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเลือกจากประชาชนในตำบลพระหลวงที่อยู่ในกลุ่มผู้ผลิตผ้าหม้อห้อมเดิม และมีความสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติเพื่อเพิ่มรายได้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ประชากร ได้แก่ สมาชิก จากเพจ Facebook ชื่อเพจ Phra laung Craft มีสมาชิกเข้าร่วมเพจ ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2565 มีจำนวนสมาชิก 498 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ สมาชิกบนเพจ Facebook ชื่อเพจ Phra laung Craft จำนวน 230 คน (Yamane, 1973) โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1

1. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สามารถปรับคำถามได้ตามสถานการณ์
2. แบบบันทึกข้อมูลภาคสนามเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

และการสัมภาษณ์บุคคล การสนทนากลุ่ม

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยการสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์ และกระบวนการมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมในรูปแบบการระดมความคิดเห็น การลงมือปฏิบัติ กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม และการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้องค์ความรู้

2. การสอบถามความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ โดยการใช้แบบสอบถามออนไลน์ กับสมาชิกจากเพจ Facebook ชื่อเพจ Phra laung Craft

การวิเคราะห์ข้อมูล**การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ**

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบบันทึก ซึ่งหลังจากที่วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลซึ่งบางครั้งทำไปพร้อมๆกับการเก็บข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา โดยทุกครั้งที่มีการซักถามและพูดคุยกับผู้ให้ข้อมูลที่วิจัย จะทำการตั้งประเด็นคำถามย้อนกลับให้ผู้

ร่วมสนทนา ช่วยกันวิเคราะห์รวมทั้งนำเสนอทัศนะและแนวคิดของตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลในขั้นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรงและความเชื่อถือได้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีเขียว วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัยสรุปเป็นประเด็นได้ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีเขียวตามความต้องการของตลาด

จากผลการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม กับกลุ่มผู้เข้าร่วมจำนวน 15 คน เห็นสอดคล้องว่าต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้ด้วยสีเขียว (Eco-printing) โดยใช้ใบไม้ที่มีอยู่ในชุมชนโดยเฉพาะใบสักที่มีอยู่มากในชุมชน และเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับการที่ชุมชนพระหลวงจะเป็นชุมชนที่มีการผลิตเฟอร์นิเจอร์ และผลิตภัณฑ์จากไม้สักที่มีชื่อเสียงในจังหวัดแพร่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้โดยใช้ใบสัก จะสะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนพระหลวงได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาใบไม้ที่มีอยู่ในชุมชน ที่สามารถจะนำมาพิมพ์ลายได้

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีเขียว ซึ่งเป็นเทคนิคการพิมพ์ลายหรือรูปร่างใบไม้ลงบนพื้นผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติ โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ความร้อนจากการนึ่งช่วยในการสกัดและถ่ายเทสีจากพืชลงบนผืนผ้า เมื่อพิมพ์ลายลงบนผืนผ้าจะเกิดลวดลายและสีสันทันที่ได้จะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพของใบไม้แต่ละชนิด โดยมีกระบวนการทำผ้าพิมพ์ลายใบไม้ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วย ผ้า (ผ้าฝ้าย ผ้าฝ้ายกบ) สารช่วยติดสี (สารส้ม น้ำส้มสายชู เบคกิ้งโซดา) หม้อใช้สำหรับนึ่งผ้า พืชพรรณใบไม้ (ใบสัก ใบเพกา ใบสบู่เลือด ใบสาบเสือ ใบปีบ ใบตะขบใบละหุ่ง ใบแคนา ใบสะเดา ใบยูคาลิปตัส)

กระบวนการพิมพ์ลายใบไม้สีเขียว

1. กระบวนการเตรียมผ้าก่อนพิมพ์ลาย

ซักผ้าให้สะอาด ตากให้แห้ง หลังจากนั้นแช่ผ้าในสารช่วยติดสี (สารละลายมอร์แดนท์) ซึ่งประกอบด้วย สารส้มบด 90 กรัม เบคกิ้งโซดา 80 กรัม และ น้ำส้มสายชู 1 ลิตร แช่ผ้าไว้ประมาณ 3 – 8 ชั่วโมง

2. การเตรียมใบไม้แช่น้ำสนิม

ใช้น้ำสนิมเหล็ก(น้ำ 1 ลิตร ต่อสารสนิม 3 กรัม) แช่ใบไม้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3. การพิมพ์ผ้าด้วยใบไม้

บิดผ้าที่แช่สารช่วยติดสีให้หมาด คลี่ผ้าออกวางบนพื้นเรียบที่มีแผ่นพลาสติกรอง นำใบไม้ที่แช่น้ำม้วนผ้า จัดให้สวยงาม และนำพลาสติกมาคลุมทับ ม้วนผ้าโดยใช้ไม้ไผ่เป็นแกนม้วน พยายามม้วนให้แน่น เพื่อให้เกิดลายที่คมชัด หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกเพื่อป้องกันไอน้ำเข้าไปถึงผืนผ้าซึ่งจะทำให้สีใบไม้ซีจิม จากนั้นมัดเชือกฟางให้แน่น นึ่งม้วนผ้าด้วยไฟปานกลางเป็นเวลา 2 ชั่วโมง รอให้ผ้าเย็นจึงค่อยแกะคลี่ผ้าออก ผึ่งลมไว้ 3 -4 วัน แล้วซักด้วยน้ำเปล่า

จากกระบวนการพิมพ์ผ้าลายใบไม้ พบใบไม้ที่ให้สีดังนี้

ใบไม้ที่ให้โทนสีเหลือง ได้แก่ ละหุ่ง ตะขบ สาบเสือ ใบสักแก่

ใบไม้ที่ให้โทนสีส้ม ได้แก่ เพกา

ใบไม้ที่ให้โทนสีม่วง ชมพู ได้แก่ ใบสัก

ใบไม้ที่ให้โทนสีเขียว ได้แก่ แคนา สบู่เลือด สะเดา ยูคาลิปตัส

ใบไม้ที่ให้โทนสีน้ำตาล ได้แก่ ราชพฤกษ์(คูณ)

จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สี่ธรรมชาติที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการระดมความคิดเห็นของกลุ่มผู้ผลิตและจากการศึกษาแนวโน้มของตลาดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบ คือ




รูปแบบที่ 1 พรหมติดผนังลายใบไม้ ทำมาจากผ้าฝ้ายกบ ขนาด 90 x 80 ซม. เกิดจากแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนมีอยู่ คือผลิตภัณฑ์จากเศษไม้สัก ซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่ นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ในการตกแต่งบ้าน ร้านกาแฟ ร้านอาหาร จึงคิดออกแบบผลิตภัณฑ์พรหมติดผนังลายใบไม้ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมาย มีฐานผู้บริโภค ที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์ไปใช้ในการตกแต่ง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน สอดคล้องกับ สุธิดา คงแสงสุข และเครือศักดิ์ คงสุวรรณ (2560) ที่ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุ พบว่า ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากเศษวัสดุไม้เป็นภาพประดับผนัง มีความต้องการและเป็นที่น่าสนใจของผู้บริโภคมากที่สุด

รูปแบบที่ 2 ผ้าคลุมไหล่ลายใบไม้ ทำมาจากผ้าฝ้าย ขนาด 150x 80 ซม. เนื่องจากผ้าคลุมไหล่มีความคงทน มีประโยชน์ในการใช้งานที่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญชนก หอมสวัสดิ์ (2563) ที่ศึกษาถึงความพึงพอใจของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ผ้าคลุมไหล่จากการประยุกต์ใช้ลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์บนผืนผ้าจังหวัดขอนแก่น : แบรินด์บ้านสบายจิตร พบว่า ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ผ้าคลุมไหล่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คือด้านความคงทน และด้านการใช้ประโยชน์การใช้งาน เนื่องจากในการผลิตผ้าคลุมไหล่จะใช้เนื้อผ้าที่มีลักษณะผิวเรียบเนียนเนื้อบางพลิ้ว ทำให้ลายที่พิมพ์ลงไปมีสีชัดเจน ใช้งานได้ทั้ง Indoor และ Outdoor และผ้าคลุมไหล่มีประโยชน์ใช้สอยอยู่หลากหลาย นอกเหนือจากการคลุมไหล่เพื่อความอบอุ่นกับร่างกายแล้วยังสามารถใช้เป็นเครื่องประดับ เพื่อเพิ่มจุดสนใจในการแต่งกายได้อีกด้วย

รูปแบบที่ 3 เสื้อลำลองลายใบไม้ เป็นการสร้างลวดลายใบไม้ลงบนผืนผ้าทำเป็นเสื้อลายใบไม้ ซึ่งเสื้อแต่ละตัวจะมีลักษณะลวดลายที่ไม่เหมือนกัน มีลักษณะเฉพาะ เป็นงานทำด้วยมือ (Handmade) ที่มีคุณค่าไม่เหมือนใคร สร้างคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ โดยมีการผลิตเสื้อหลายขนาด เพื่อให้เกิดความหลากหลายกับผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สี่ธรรมชาติ 3 รูปแบบ

Table 1. Styles of Clothing Products Using Eco Printing and Natural Dyes.

Product	Product style
<p>1. Wall decorative tapestry from natural leaf by Eco – printing with with a length of 90 cm, 80 wide .</p>	<div data-bbox="930 304 1157 517" data-label="Image">  </div> <p data-bbox="699 528 1382 618">Figure 1. Wall decorative tapestry from natural leaf by Eco – printing.</p>
<p>2. Shawls from natural leaf by Eco – printing with with a length of 150 cm, 50 wide.</p>	<div data-bbox="762 685 1326 909" data-label="Image">  </div> <p data-bbox="699 920 1286 1010">Figure 2. Shawls from natural leaf by Eco – printing</p>
<p>3. Casual shirt from natural leaf by Eco – printing.</p>	<div data-bbox="919 1077 1169 1279" data-label="Image">  </div> <p data-bbox="699 1290 1262 1379">Figure 3. Casual shirt from natural leaf by Eco – printing</p>

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ

Table 2. Consumer satisfaction towards Clothing Products Using Eco Printing and Natural Dyes.

Item	\bar{x}	S.D.	Satisfaction level	Rank
1. The products are colorful and attractive.	4.65	0.71	The most	2
2. The products have many variations to meet the needs of customers.	4.35	0.53	A lot	6
3. The products are community identity.	4.57	0.64	The most	3
4. The products are eco-friendly	4.81	0.75	The most	1
5. Value of products.	4.55	0.68	The most	4
6. Fairness of pricing consideration determined by product style.	4.48	0.57	A lot	5
Total	4.56	0.58	The most	

จากตารางพบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.56, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.58) โดยเรียงลำดับ ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ย= 4.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.75) ผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ น่าใช้ (ค่าเฉลี่ย = 4.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.71) ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน (ค่าเฉลี่ย = 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน=0.64) ความมีคุณค่าของผลิตภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย= 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.68) ราคาเหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย = 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.57) และ ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย ตอบสนองต่อการใช้สอย (ค่าเฉลี่ย = 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.53)

จากผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติด้านผลิตภัณฑ์ มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ บันเล็งลอย และคณะ (2565) ที่พบว่า ความเหมาะสมในการนำผ้าพิมพ์ลวดลายจากพืชพรรณไม้มาแปรรูป มีค่าเฉลี่ย 4.60 จากผลความพึงพอใจจากผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มที่ชอบเสื้อแนวรักษ์โลก และมี

ความสอดคล้องกับวีระศักดิ์ ศรีลารัตน์ (2565) ซึ่งค้นพบผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนจากภูมิปัญญาผ้าพิมพ์สีธรรมชาติ เป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมด้วยการนำวัสดุท้องถิ่นที่มีมาใช้ประโยชน์และเป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับคนในชุมชน และอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย โดยเฉพาะผ้าฝ้ายพิมพ์สีจากธรรมชาติถือว่าเป็นแฟชั่นรักษ์โลกแนวใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมหรือสร้างนวัตกรรมสีเขียวของชุมชนและผู้รักสิ่งแวดล้อม ดังนั้นคุณค่าของการผลิตผ้าพิมพ์สีจากธรรมชาติและใช้สีจากใบไม้ที่มีในท้องถิ่นให้คุณค่าทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งร่างกายและจิตใจ โดยที่การศึกษาของ จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง (2560) ได้ข้อค้นพบที่สอดคล้องกัน โดยพบว่าแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดเน้นรูปแบบที่เป็นธรรมชาติและให้เหมาะสมกับบุคลากรหลายวัย มีความร่วมสมัยแต่ยังคงเน้นวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นและกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป เป็นการนำความรู้เดิมและความรู้ใหม่ประยุกต์รวมกัน

ด้านผลิตภัณฑ์มีความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย ตอบสนองต่อการใช้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นริศรา ลอยฟ้า และคณะ (2563) ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเพิ่มช่องทางการตลาดผ่านระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของวิสาหกิจชุมชนผ้าทอท้องถิ่น จังหวัดศรีสะเกษ โดยวิเคราะห์ประเด็นสำคัญและงานบริบทชุมชนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนผ้าทอท้องถิ่น พบว่า มีกรอบการพัฒนา ประกอบด้วย (1) รูปแบบที่ทันสมัยและตอบสนองต่อผู้บริโภค (2) เพิ่มความเป็นเอกลักษณ์ (3) เน้นความเรียบง่ายตามท้องถิ่นและชุมชนสามารถผลิตเองได้ (4) ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย การพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ เพิ่มสีสัน เพิ่มลวดลายความเป็นท้องถิ่น การประยุกต์กับรูปแบบใหม่ที่มีความทันสมัยจะช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์น่าสนใจต่อกลุ่มผู้บริโภคมากขึ้น และยังสามารถเพิ่มกลุ่มของลูกค้าที่หลากหลายวัยยิ่งขึ้น

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจ BCG เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยให้เติบโตควบคู่ไปกับการพัฒนาและรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน โดยการนำเศษใบไม้ พืชพรรณในชุมชนที่เหลือทิ้ง เป็นขยะในชุมชนและก่อให้เกิดปัญหามลพิษจากการกำจัดโดยการเผา นำมาใช้ประโยชน์ ด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้นวัตกรรมการผลิต ที่สามารถสร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ และชุมชนสามารถทำตัวเอง สร้างรายได้ให้กับชุมชน สร้างชุมชนให้มีความสามารถในการพึ่งพาตนเอง โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบ ประกอบด้วย พรหมติดผนังลายใบไม้ ผ้าคลุมไหล่ลายใบไม้ และเสื้อลำลองลายใบไม้ โดยการนำใบไม้โดยเฉพาะใบสักที่มีอยู่มากในชุมชน มาใช้ในการพิมพ์ลายที่สะท้อนเอกลักษณ์ของชุมชนตำบลพระหลวงซึ่งเป็นแหล่งผลิตเฟอร์นิเจอร์จากไม้สักที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และจากการสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายใบไม้สีธรรมชาติ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในเรื่อง ผลิตภัณฑ์มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รองลงมาคือ มีสีสันสวยงาม

น่าสนใจ น่าใช้ และ มีความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ตามลำดับ ซึ่งในอนาคตกลุ่มผู้ผลิตควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เกิดความหลากหลายและมีเอกลักษณ์ของชุมชน การศึกษาแนวโน้มการออกแบบ (Trend) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นปัจจุบัน เพื่อทราบแนวทางการออกแบบที่ตรงกับความต้องการของตลาด โดยเพิ่มความหลากหลาย ความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ตามวัตถุประสงค์และเกิดประโยชน์แก่ชุมชนตามเป้าหมายด้วยความอนุเคราะห์ ร่วมมือของผู้นำในชุมชนและประชาชนในตำบลพระหลวง อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ ที่ร่วมในการวางแผน ดำเนินการ เก็บข้อมูลทั้งด้านเนื้อหาและข้อมูลการบันทึกในด้านต่างๆให้ความร่วมมือในกระบวนการวิจัย ให้ความกรุณา เสียสละอุทิศเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ และอนุเคราะห์ข้อมูล จนสามารถทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง.(2560) . การจัดการและพัฒนาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำผ้าหม้อห้อมของชาวไทยพวนเพื่อพัฒนาวิสาหกิจชุมชนจังหวัดแพร่. รายงานการวิจัย.มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. ๕๖๖ หน้า
- ธัญชนก หอมสวาสดี.(2563).กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ผ้าคลุมไหล่จากการประยุกต์ใช้ลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์บนผ้าทอพื้นบ้านจังหวัดขอนแก่น: แบรินด์บ้านสบายจิตร.วารสารอักษรทิบูล,1(2),54-72.
- นริศรา ลอยฟ้าและคณะ.(2563) แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเพิ่มช่องทางการตลาดผ่านระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของวิสาหกิจชุมชนผ้าทอท้องถิ่น จังหวัดศรีสะเกษ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- นิพัทธ์พนธ์ ลิ้มนิตชัย. (2561) การมีส่วนร่วมของภาครัฐและประชาชนในการแก้ไขปัญหาการเกิดไฟป่าและหมอกควันในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเทพฯ, 5(2), 77-84.
- พรพจน์ ศรีตัน.(2564) รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการนวัตกรรมทางสังคมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่การแข่งขันเชิงพาณิชย์.สถาบันวิจัยสังคม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภักดี สิทธิฤทธิ์กวินและคณะ.(2562). การศึกษาการจัดการขยะด้วยวิธีการกำจัดขยะต้นทางแบบมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านป่าก้อ ตำบลห้วยสัก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย.วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่, 20(2), 1-13.
- วารารณณ์ บันเล็งลอยและคณะ.(2565). การออกแบบเสื้อผ้าจากผ้าพิมพ์ลวดลายด้วยพืชพรรณไม้. วารสารเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์และนวัตกรรม, 1(1), 32-42.



วีระศักดิ์ ศรีลารัตน์.(2565). การพิมพ์สีธรรมชาติจากใบเพกาด้วยเทคนิคการถ่ายโอนสีผ้าฝ้าย.วารสาร

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีลงกรรม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 17(1), 45-55.

ศุภวิทย์วิจัยและพัฒนาการป่าไม้ภาคเหนือ.(2564) เทคนิคการพิมพ์ลายใบไม้บนผืนผ้าโดยการทาบ.สำนักวิจัย

และพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สุธิตา คงแสนสุขและชูศักดิ์ เครือสุวรรณ.(2560).การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากเศษวัสดุไม้เพื่อ

สร้างรายได้ให้กลุ่มผู้สูงอายุ จังหวัดสุโขทัย. รายงานการวิจัยสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม

และงานสร้างสรรค์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2565) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2566 – 2570). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียน
ในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
Decision Making Behavior based on Marketing Mix Factors of Parents
in Choosing Private Tutoring School, Muang District, Lopburi Province

สุชีนา มีบุญพอ¹ อุษณี จิตติมณี¹ และ พรพจน์ จุลสวัสดิ์^{1*}

¹คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี 15000

*Corresponding author. E-mail address: Sushi_mook@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี และ 2) เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน อาชีพ จำนวนบุตรหลาน และช่วงชั้นเรียนของบุตรหลาน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 355 คน ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ Independent sample t-test และสถิติ One-way ANOVA (F-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของฟิชเซอร์ ผลการวิจัยพบว่า

ระดับพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยภาพรวมทั้ง 7 ด้าน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.97$) เรียงลำดับได้ดังนี้ ด้านผลิตภัณฑ์ ($\bar{X} = 4.09$) ด้านราคา ($\bar{X} = 3.99$) ด้านสถานที่ ($\bar{X} = 3.96$) ด้านกระบวนการให้บริการ ($\bar{X} = 3.96$) ด้านการส่งเสริมการตลาด ($\bar{X} = 3.94$) ด้านลักษณะทางกายภาพ ($\bar{X} = 3.93$) และด้านบุคคล ($\bar{X} = 3.91$)

ผู้ปกครองของผู้เรียนที่เรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามเพศและช่วงชั้นเรียนของบุตรหลานเมื่อทดสอบด้วย t-test ไม่แตกต่างกัน จำแนกตามอายุและจำนวนบุตรหลานเมื่อทดสอบด้วย F-test ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจำแนกตามระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และอาชีพ เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของฟิชเชอร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: พฤติกรรมการตัดสินใจ โรงเรียนเอกชนนอกระบบ ส่วนผสมทางการตลาด

Abstract

The objectives of this research were 1) to examine decision making behavior based on marketing mix factors of parents in choosing private tutoring school in Muang District, Lopburi Province, and 2) to compare decision making behaviors based on marketing mix factors of parents in choosing private tutoring school in Muang District Lopburi Province, which were classified by gender, age, education level, average monthly income, occupation, number of children and level of education. The sample of a quantitative research consisted of 355 people calculated by stratified random sampling. Questionnaire was used as a tool for collecting data. The statistics used in data analysis were percentage, mean, standard deviation, t-test, One-Way ANOVA (F-Test), and test for pairwise mean differences by Fisher's method at the significant level of 0.05. The results showed that;

The levels of decision making behavior based on marketing mix factors of parents in choosing private tutoring school in Muang District, Lopburi Province in all 7 aspects were at a high level ($\bar{X} = 3.97$). They can be sorted as follows: product ($\bar{X} = 4.09$), price ($\bar{X} = 3.99$), location ($\bar{X} = 3.96$), service process ($\bar{X} = 3.96$), marketing promotion ($\bar{X} = 3.94$), physical evidence ($\bar{X} = 3.93$) and personnel ($\bar{X} = 3.91$), respectively.

In choosing private tutoring schools, the analysis between gender and education level of the parents was no statistical different. In addition, the analysis between children age and number of children was no statistical different. However, level of education, average monthly income and occupation were statistically significant at the 0.05 level.

Keywords: Decision making behavior, Private tutoring school, Marketing mix

บทนำ

โรงเรียนกวดวิชาเกิดขึ้นในเมืองไทยเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2530 โดยในระยะแรก เป็นการสอนเสริมให้กลุ่มนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือขาดเรียนบ่อยจนเรียนตามเพื่อนไม่ทัน ต่อมาจึงเริ่มสอนให้นักเรียนทั่วไปรวมถึงนักเรียนที่มีผลการเรียนดีอยู่แล้วด้วย เพื่อให้สามารถสอบเทียบไปยังระดับชั้นที่สูงกว่า และเพื่อให้สอบเข้ามหาวิทยาลัยปิดของรัฐบาลได้ตามต้องการ การกวดวิชาในระยะแรกจะจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ที่บ้านหรือที่โรงเรียนในเวลาเลิกเรียนเท่านั้น ต่อมาเมื่อการแข่งขันทางการศึกษาทวีความเข้มข้นขึ้นตามภาวะเศรษฐกิจและสังคม การกวดวิชาจึงขยายตัวตามความต้องการของผู้เรียน ผลที่ตามมาก็คือ เด็กไทยจึงต้องสั่งสม “ความเป็นเลิศทางวิชาการ” ในทุกวิถีทาง เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการแข่งขันสู่เก้าอี้อันจำกัดของมหาวิทยาลัย การเรียนพิเศษ หรือที่เรียกกันว่า การกวดวิชา จึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาไทยไปโดยปริยาย และมีบทบาทมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเรียกได้ว่าแทบจะเป็นปัจจัยหลักสำหรับการเรียนและการสอบในระบบการศึกษาไทย โดยเฉพาะการสอบเข้ามหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญให้การสอบระดับล่างลงไปเข้มข้นตามมาด้วย กระบวนการทั้งหมดนี้สะท้อนให้เห็นว่า การศึกษาในสายตาของพ่อแม่ ผู้ปกครอง และอาจารย์รวมทั้งครูอาจารย์ ได้กลายเป็นทางสายตรงสู่มหาวิทยาลัยมากกว่าจะหมายถึง “กระบวนการพัฒนามนุษย์ไปสู่ศักยภาพสูงสุดของตน” ตามที่นักการศึกษาของโลกนิยามเอาไว้ หรือการศึกษาจะต้องทำให้เด็กทั้งเก่ง ทั้งดี และมีความสุข ดังกล่าวไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ตามประกาศของคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เรื่อง การกำหนดประเภทและลักษณะของโรงเรียน การจัดการเรียนการสอน และหลักสูตรของโรงเรียนนอกระบบไว้เป็น 7 ประเภท ได้แก่ 1) ประเภทสอนศาสนา 2) ประเภทศิลปะและกีฬา 3) ประเภทวิชาชีพ 4) ประเภทกวดวิชา 5) ประเภทสร้างเสริมทักษะชีวิต 6) ประเภทศูนย์การศึกษาอิสลามประจำมัสยิด (ตาดีกา) และ 7) ประเภทสถาบันศึกษาปอเนาะ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558)

ในสภาวะการณ์การแข่งขันของธุรกิจที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้ผู้ปกครองและนักเรียนมีทางเลือกเพิ่มขึ้น ซึ่งแต่ละโรงเรียนมีสิ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ปกครองและนักเรียนได้มากน้อยแตกต่างกัน ส่งผลให้โรงเรียนกวดวิชาต่างๆ ต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกันเพื่อให้ได้มาซึ่งลูกค้าให้ได้มากที่สุด จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมืองจังหวัดลพบุรี ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ประกอบการธุรกิจกวดวิชา ที่จะนำไปปรับปรุงในการบริหารโรงเรียนเอกชนนอกระบบให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้ตรงกับความต้องการของผู้ปกครองและนักเรียนมากขึ้น

วัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี และ 2. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภทกวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน อาชีพ จำนวนบุตรหลาน และช่วงชั้นเรียนของบุตรหลาน

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ ผู้ปกครองของผู้เรียนที่เรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบ ประเภททกวติวิชา ในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 3,120 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของทาร์ ยามาเน่ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2563) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ที่ค่าความคาดเคลื่อน 0.05 ซึ่งได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ปกครอง 355 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถาม (questionnaire) ประเภทคำถามปลายปิด (closed form) เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรม การตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททกวติวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาจากการทดลองใช้ทุกฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach,s alpha) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.896
2. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จให้ประธานและกรรมการที่ปรึกษาคั่นคว้าอิสระตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อขอความเห็นชอบและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาในด้านเนื้อหาสาระและโครงสร้างของคำถามตลอดจนภาษาที่ใช้และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ (frequency distribution) และค่าร้อยละ (percentage) ของข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม
2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของคะแนนที่ได้มาจากแบบสอบถามที่วัดพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททกวติวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
3. แปลความหมายของคะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ แล้วแปลค่าเฉลี่ยโดยใช้หลักเกณฑ์การกำหนดระดับ
4. ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้การทดสอบค่า ที (t-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะ 2 กลุ่ม

5. ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้การทดสอบเอฟ (F-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มขึ้นไป เมื่อมีนัยสำคัญทางสถิติจึงเปรียบเทียบรายคู่ โดยใช้วิธีแอลเอสดี (Fisher's least significant difference : LSD)

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

Table 1. Percentage of personal factors.

Personal factors	Number (n=355)	Percentage
1. Gender		
Male	213	60.00
Female	142	40.00
2. Age		
under 25 years old	20	5.63
25 – 35 years old	141	39.72
36 – 45 years old	152	42.82
46 years old or older	42	11.83
3. Education level		
Primary school	29	8.17
Junior High School	64	18.03
Senior High School / Vocational Certificate	20	5.63
Diploma/High Vocational Certificate	50	14.08
Bachelor's degree	122	34.37
Master's degree or Doctor's degree	70	19.72
4. Average monthly income		
Less than 10,000 baht	66	18.59
10,001 – 20,000 baht	69	19.44
20,001 – 30,000 baht	113	31.83

Personal factors	Number (n=355)	Percentage
30,001 or more	107	30.14
5. Occupation		
Civil servant/State enterprise employees	113	31.83
Private employee/Contractor	84	23.67
Business owner/Merchant	109	30.70
Agriculturist	44	12.39
Others (ex. housewife)	5	1.41
6. Number of children		
1 person	95	26.77
2 persons	185	52.11
More than 2 persons	75	21.12
7. Education level		
Primary school	159	44.79
Secondary school	196	55.21

Table 1. พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 60.00 อายุ 36 – 45 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.82 การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 34.37 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20,001 – 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 31.83 ประกอบอาชีพข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 31.83 จำนวนบุตรหลาน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 52.11 และระดับชั้นมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 55.21

Table 2. Mean, standard deviation and level of decision making behavior based on marketing mix factors of parents in choosing private tutoring school in Muang District, Lopburi Province.

Marketing mix factors	\bar{X}	S.D.	translation
1. Product	4.09	0.49	very
2. Price	3.99	0.45	very
3. Location	3.96	0.49	very
4. Marketing promotion	3.94	0.61	very
5. Personnel	3.91	0.51	very

Marketing mix factors	\bar{X}	S.D.	translation
6. Service process	3.96	0.60	very
7. Physical evidence	3.93	0.44	very
Total	3.97	0.39	very

Table 2. พบว่า พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยภาพรวมทั้ง 7 ด้าน อยู่ในระดับมาก เรียงลำดับได้ดังนี้ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านสถานที่ ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านบุคคล

Table 3. Hypothesis test results

Variables	Statistics		p	Test results
	Test	Value		
1. Gender	t-test	0.001	.999	No difference
2. Age	F-test	0.383	.765	No difference
3. Education level	F-test	3.587	.004	Difference
4. Average monthly income	F-test	3.397	.018	Difference
5. Occupation	F-test	3.107	.016	Difference
6. Number of children	F-test	0.030	.970	No difference
7. Child's class	t-test	0.047	.963	No difference

Table 3. ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวดวิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามเพศและช่วงชั้นเรียนของบุตรหลานเมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test และจำแนกตามอายุและจำนวนบุตรหลานเมื่อทดสอบด้วย F-test ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าเพศ อายุ จำนวนบุตรหลานและช่วงชั้นเรียนของบุตรหลาน ไม่มี

ผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ปกครอง แต่เมื่อจำแนกตามระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และอาชีพ โดยทดสอบด้วย F-test แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และอาชีพมีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ปกครอง

อภิปรายผล

1. ศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

จากผลการศึกษาเรื่องพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ผลการศึกษาในด้านภาพรวม ด้านบุคคล และด้านสถานที่ อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกันตรัตน์ สุจิตวนิช (2563) ที่กล่าวว่า ผู้ปกครองมีระดับความคิดเห็นของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดโดยรวม ด้านบุคลากร และด้านทำเลที่ตั้งอยู่ในระดับมาก ส่วนในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านกระบวนการให้บริการ และด้านลักษณะทางกายภาพ อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาณิกา กาญจนหงส์ (2560) ที่ผลการศึกษาพบว่า ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านกระบวนการให้บริการและด้านลักษณะทางกายภาพ อยู่ในระดับมาก ส่วนในด้านการส่งเสริมการตลาดอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอารดา ชัยวิวัฒน์พงศ์ (2564) ที่กล่าวว่าปัจจัยด้านโปรโมชั่นและการส่งเสริมการตลาด มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับมากโดยประเด็นที่ผู้ปกครองให้ความสำคัญมากที่สุดคือ มีการนำเสนอโปรโมชั่นส่วนลดตามเทศกาลต่าง ๆ

2. เปรียบเทียบพฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

2.1 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามเพศ ในภาพรวมไม่แตกต่างกันซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย แต่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ กาญจนา มักเขียว (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษา ในโรงเรียนโชติกาญจน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างของการตัดสินใจเลือกศึกษา จำแนกตามเพศ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

2.2 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามอายุ ในภาพรวมไม่แตกต่างกันซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย แต่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ กาญจนา มักเขียว (2558) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษา ในโรงเรียนโชติกาญจน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างของการตัดสินใจเลือกศึกษา จำแนกตามอายุ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในการตัดสินใจเลือกศึกษาโดยรวม

2.3 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามระดับการศึกษาใน

ภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จำลอง สุริวงศ์ (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกสถานศึกษาเอกชนให้บุตรหลานของผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนเอกชนในจังหวัดพิจิตร ผลการศึกษา พบว่า ผู้ปกครองนักเรียนที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน ตัดสินใจเลือกสถานศึกษาเอกชนให้บุตรหลานแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ปาณิกา กาญจนหงส์ (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนนานาชาติอเมริกันแปซิฟิก ผลการศึกษา พบว่า ระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนบุคคลในด้านรายได้รวมของครอบครัว (เฉลี่ยต่อเดือน) มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนนานาชาติอเมริกันแปซิฟิก

2.5 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามอาชีพ ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ปาณิกา กาญจนหงส์ (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนนานาชาติอเมริกันแปซิฟิก ผลการศึกษา พบว่า ระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนบุคคลในด้านอาชีพของผู้ปกครอง มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนนานาชาติอเมริกันแปซิฟิก

2.6 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามจำนวนบุตรหลาน ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย แต่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ กาญจนา มักเชียว (2558) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนโชติกาญจน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษา พบว่า ความแตกต่างของการตัดสินใจเลือกศึกษา จำแนกตามจำนวนเด็กนักเรียนที่มีภาระดูแล ไม่มีความแตกต่างในการตัดสินใจเลือกศึกษาโดยรวม

2.7 พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททวิศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามช่วงชั้นเรียนของบุตรหลาน ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และไม่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ บุชบา เนกขัม (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าเรียนในโรงเรียนโยธินบูรณะ ผลการศึกษา พบว่า ผู้ปกครองที่มีระดับชั้นของนักเรียนต่างกันมีปัจจัยการตัดสินใจในการส่งบุตรหลานเข้าเรียนในโรงเรียนโยธินบูรณะในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .001

ข้อเสนอแนะ

พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททววิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะทั่วไป และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

พฤติกรรมการตัดสินใจตามส่วนประสมทางการตลาดของผู้ปกครองนักเรียนเลือกเรียนในโรงเรียนเอกชนนอกระบบประเภททววิชาในอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ด้านบุคคล เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังนั้น โรงเรียนทววิชาควรให้ความสำคัญพนักงาน หรือเจ้าหน้าที่ที่มีอรรถยาศยดี คอยอำนวยความสะดวกให้แก่ทั้งเด็กนักเรียนและผู้ปกครอง เช่น มีการติดตามนักเรียนที่ขาดเรียนบ่อย ครูผู้สอนก็ถือเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนการสอน ควรให้ความเป็นกันเองกับเด็กนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ สำหรับผู้ที่สนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิจัยเรื่องนี้ ควรจะมีการศึกษาวิจัยเจาะลึกในเชิงคุณภาพ ถึงมูลเหตุที่มีอิทธิพล หรือปัจจัยอื่นๆ เพื่อให้เกิดการค้นพบปัจจัยใหม่ๆ ที่อาจส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการของโรงเรียนทววิชาของผู้ปกครองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนโรงเรียนทววิชาของนักเรียน โดยขยายขอบเขตไปยังต่างจังหวัด ซึ่งอาจพบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนโรงเรียนทววิชาของนักเรียนที่แตกต่างกันออกไป

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยดีโดยได้รับอนุเคราะห์ ความกรุณา ความใส่ใจ และความช่วยเหลือในการแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ จุลสวัสดิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณี จิตติมณี ซึ่งได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้ถูกต้องตามระเบียบของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบแบบสอบถาม ซึ่งได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรยุทธ ทองคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวรรณ สมหวัง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา พยุงสิน และขอขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เจ้าของงานวิจัย วิทยานิพนธ์ หนังสือ ตำราที่ผู้วิจัยได้ใช้อ้างอิงในการค้นคว้าอิสระทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เรือโท ดร.ทวีศักดิ์ รูปสิงห์ ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะ ได้สั่งสอนอบรม และได้วางรากฐานด้านการศึกษา แก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาทุกคนที่ช่วยให้คำแนะนำ ร่วมกันปรึกษา และเป็นกำลังใจในการค้นคว้าอิสระเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ทุกท่านที่ได้เมตตาให้ความกรุณาชี้แนะข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น และผู้เป็นบิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนเพื่อนๆ นักศึกษา ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนในการทำการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เรื่อง การกำหนดประเภทและลักษณะของโรงเรียน การจัดการเรียนการสอนและหลักสูตรของโรงเรียนนอกระบบ*. <https://www.moe.go.th>.
- กันตรัตน์ สุจิตวนิช. (2563). *ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกโรงเรียนสองภาษา เอกชน A ของผู้ประกอบการสำหรับบุตรหลานในจังหวัดปทุมธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต.
- กาญจนา มักเขียว. (2558). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษา ในโรงเรียนโชติกาญจน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จำลอง สุริวงศ์. (2559). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกสถานศึกษาเอกชนให้บุตรหลานของผู้ปกครอง นักเรียนโรงเรียนเอกชนในจังหวัดพิจิตร*. ในการประชุมสัมมนาวิชาการ “ราชภัฏนครสวรรค์วิจัย ครั้งที่ 1” (หน้า 77-90). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ บัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์และศูนย์ วิทยาศาสตร์.
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2563). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS (พิมพ์ครั้งที่ 18)*. นนทบุรี: เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- บุษบา เนกขัม. (2559). *ปัจจัยการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าเรียนในโรงเรียนโยธินบูรณะ*. *วารสารวิจัย มสค.* 12(1), 41-56.
- ปาณิกา กาญจนหงส์. (2560). *ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนนานาชาติอเมริกันแปซิฟิก*. *ค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*.
- อารดา ชัยวิวัฒน์พงศ์. (2564). *ปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ปกครองในการส่งบุตรหลานเข้าเรียนในสถาบันการเรียนเสริมทักษะในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*. 15(1), 366-383.

การศึกษารายละเอียดบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัย
แต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย

The Study on Details of the Deposit Account Opened in the Name of
University That Do Not Appear on the Financial Report of University

วิภารัตน์ พุพัฒนานุรักษ์^{1*}

¹กองคลัง มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

*Corresponding author. E-mail address: wiparatp@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเป็นการศึกษารายละเอียดบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงิน จำนวน 435 บัญชี เป็นเงิน 42,205,221.73 บาท โดยผู้ตรวจสอบได้ทำการยื่นยันยอดเงินฝากของมหาวิทยาลัยกับสำนักงานใหญ่ของธนาคารพาณิชย์ทำให้พบบัญชีดังกล่าว ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลบัญชีเงินฝากธนาคาร จัดเรียงข้อมูล แยกประเภท และขอรายละเอียดผู้มีอำนาจสั่งจ่ายจากธนาคารพาณิชย์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบและใช้สถิติเชิงพรรณนาในการนำเสนอผล พบว่าบัญชีเงินฝากธนาคาร ที่มหาวิทยาลัยต้องนำมาบันทึกบัญชี เพื่อให้ปรากฏอยู่ในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย มีจำนวน 10 บัญชี คิดเป็นร้อยละ 2.30 เป็นจำนวนเงิน 4,189,611.70 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.93 ส่วนบัญชีเงินฝากธนาคารที่เหลือจำนวน 425 บัญชี คิดเป็นร้อยละ 97.07 เป็นจำนวนเงิน 38,015,610.03 บาท คิดเป็นร้อยละ 90.07 ไม่ใช่บัญชี ที่อยู่ในกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยควรมีหลักเกณฑ์ในการเปิดบัญชีเงินฝากธนาคารเพื่อป้องกันการเพิ่มขึ้นของบัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงิน

คำสำคัญ: การบันทึกบัญชี มหาวิทยาลัย รายงานการเงิน

Abstract

This research aimed to study the details of 435 deposit accounts with the amount of 42,205,221.73 baht opened in the name of university that do not appear on the financial report. The auditor verified the deposit amount with Commercial Bank Head Office. The researcher collected information of the deposit account, arranged the information, classified accounts, and asked for details from the authorized person from Commercial Bank. The information was analyzed using a comparative technique and descriptive statistics were used for presentation. There were 10 deposit accounts, accounting for 2.30% with the amount of 4,189,611.70 baht (9.93%). The rest of 425 deposit accounts account for 97.07% with the amount of 38,015,610.03 baht (90.07%) were not the accounts owned by the university. University should have a criterion required for opening a deposit account to prevent an increase of a deposit account opened in the name of university but does not appear on the financial report of the university.

Keywords: Accounting record, University, Financial report

บทนำ

การจัดทำรายงานการเงินของมหาวิทยาลัยต้องรวบรวมข้อมูลของทุกแหล่งเงินที่มหาวิทยาลัยนำมาใช้สำหรับการดำเนินงานหรือบริหารจัดการ โดยรายงานการเงินของมหาวิทยาลัยประกอบไปด้วยงบแสดงฐานะทางการเงิน งบแสดงผลการดำเนินงานทางการเงิน งบแสดงการเปลี่ยนแปลงสินทรัพย์สุทธิ/ส่วนทุน และงบกระแสเงินสด เพื่อให้ผู้บริหารของมหาวิทยาลัยได้ใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการมหาวิทยาลัย และจัดส่งให้กับสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินเพื่อดำเนินการตรวจสอบ ตามที่กระทรวงการคลังได้กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำรายงานการเงินประจำปีเพื่อให้หน่วยงานของรัฐใช้สำหรับการจัดทำรายงานการเงินตั้งแต่รอบระยะเวลาบัญชีปีงบประมาณ พ.ศ.2561 และพระราชบัญญัติวินัยการเงินการคลัง พ.ศ.2561 มาตรา 70 กำหนดให้หน่วยงานของรัฐจัดทำรายงานประจำปี ส่งสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน และส่งกระทรวงการคลัง ภายในเก้าสิบวันนับแต่วันสิ้นปีงบประมาณ มาตรา 71 กำหนดให้สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินตรวจสอบรายงานการเงินที่หน่วยงานของรัฐส่งให้ภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันสิ้นปีงบประมาณ กรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ส่งรายงานการเงินภายในระยะเวลาตามมาตรา 70 ให้กระทรวงการคลังเปิดเผยและแจ้งไว้ในรายงานที่เสนอคณะรัฐมนตรี

สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินได้ขอให้มหาวิทยาลัยจัดทำหนังสือขอยืนยันยอดบัญชีเงินฝากธนาคาร ณ วันสิ้นปีงบประมาณ ของบัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดในนามมหาวิทยาลัยโดยไม่ระบุเลขที่บัญชี ถึงสำนักงาน

ใหญ่ของธนาคารพาณิชย์ที่มหาวิทยาลัยเปิดให้บริการ และขอให้สำนักงานใหญ่ของธนาคารพาณิชย์จัดส่งข้อมูลไปยังสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินโดยตรง จากการตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวพบว่ามีบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย ณ วันที่ 30 กันยายน 2562 จำนวน 435 บัญชี เป็นเงิน 42,205,221.73 บาท ซึ่งหากบัญชีเงินฝากดังกล่าวเป็นกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยจะส่งผลกระทบต่อรายงานการเงินของมหาวิทยาลัยที่มีการบันทึกรายการบัญชีไม่ครบถ้วน โดยมีการแสดงข้อมูลสินทรัพย์ต่ำไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษารายละเอียดบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย จำนวน 435 บัญชี เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 42,205,221.73 บาท เพื่อให้ทราบข้อมูลที่แท้จริงของบัญชีเงินฝากธนาคารที่มหาวิทยาลัยต้องนำมาบันทึกบัญชีตามมาตรฐานการบัญชีภาครัฐแต่ยังไม่ได้นำมาบันทึกบัญชี และเพื่อหาแนวทางการแก้ไขเกี่ยวกับบัญชีเงินฝากธนาคารที่ไม่ต้องนำมาบันทึกบัญชี เพื่อให้การจัดทำรายงานทางการเงินของมหาวิทยาลัยมีการแสดงข้อมูลของสินทรัพย์ที่แท้จริง

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อให้ทราบว่ารายการบัญชีเงินฝากธนาคารใดที่ยังไม่ได้นำมาบันทึกบัญชี เพื่อจัดทำรายงานทางการเงินของมหาวิทยาลัยให้มีการแสดงข้อมูลของสินทรัพย์ที่แท้จริง และ 2. เพื่อหาแนวทางแก้ไขเกี่ยวกับบัญชีเงินฝากธนาคารที่ไม่ต้องนำมาบันทึกบัญชี เพื่อให้การจัดทำรายงานทางการเงินของมหาวิทยาลัยมีการแสดงข้อมูลของสินทรัพย์ที่แท้จริง

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเนื้อหาเป็นการศึกษารายละเอียดข้อมูลบัญชีเงินฝากธนาคารจำนวน 435 บัญชีที่สำนักงานใหญ่ของธนาคารพาณิชย์ได้ยืนยันยอดไปยังสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน แต่บัญชีเงินฝากธนาคารดังกล่าวไม่ปรากฏอยู่ในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย ณ วันที่ 30 กันยายน 2562 จำนวนเงินทั้งสิ้น 42,205,221.73 บาท

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำข้อมูลบัญชีเงินฝากธนาคารจำนวน 435 บัญชีที่สำนักงานตรวจเงินแผ่นดินได้รายงานผลการตรวจสอบรายงานการเงิน มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อจัดเรียงข้อมูลแยกรายละเอียดของบัญชีเงินฝากธนาคาร ว่าเป็นธนาคารใด สาขาใด เพื่อจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังธนาคาร และสาขา เพื่อขอทราบชื่อบัญชีเงินฝากธนาคารและชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเงินฝากธนาคารนั้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิจัยจำแนกเป็นแบบตารางและพรรณนา

2. ผู้วิจัยนำข้อมูล ชื่อบัญชีเงินฝากธนาคาร และชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่าย ที่ได้รับจากธนาคาร บันทึกลงในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ข้อมูลมีความครบถ้วนสมบูรณ์ และวิเคราะห์จำแนกกลุ่มของผู้มีอำนาจสั่งจ่าย และกลุ่มของชื่อบัญชีเงินฝากธนาคาร เช่น นำรายชื่อสืบค้นในฐานข้อมูลบุคลากรออนไลน์ของมหาวิทยาลัย เพื่อตรวจสอบว่าเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยหรือไม่ กรณีเป็นบุคลากร ผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูล

เกี่ยวกับหน่วยงานที่สังกัดนั้น เพื่อใช้สำหรับการจำแนกประเภทของหน่วยงานเจ้าของบัญชีเงินฝากธนาคาร โดยจำแนกเป็นแบบตาราง แผนภูมิ และพรรณนา

3. ผู้วิจัยนำข้อมูลผังบัญชีสินทรัพย์ ในส่วนของบัญชีเงินฝากธนาคารเงินลงทุนระยะสั้น และเงินลงทุนระยะยาวจากระบบ 3 มิติ และ Export ข้อมูลจากระบบ 3 มิติ เป็นรูปแบบของโปรแกรม Microsoft Excel และจัดเรียงข้อมูลที่ได้จากระบบ 3 มิติ และใช้การวิเคราะห์ของโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อสอบถามข้อมูลว่ามีบัญชีเงินฝากธนาคารที่ตรงกันหรือไม่

4. ผู้วิจัยจัดทำทะเบียนคุมรายละเอียดบัญชีเงินฝากธนาคารจำนวน 435 บัญชี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการแก้ไขปัญหาบัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานทางการเงินของมหาวิทยาลัย โดยจัดเรียงข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel

การนำเสนอข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการสรุปเปรียบเทียบและแปลความหมาย นำเสนอในรูปแบบตารางและแผนภูมิประกอบการพรรณนา เพื่อจำแนกประเภท สาเหตุ และวิธีการแก้ไข้ปัญหา

ผลและอภิปรายผล

เพื่อให้ทราบข้อมูลรายละเอียดของบัญชีเงินฝากธนาคาร ผู้วิจัยได้ออกแบบตารางข้อมูลจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปที่ธนาคารพาณิชย์สาขาเจ้าของบัญชี โดยสืบค้นข้อมูลสาขาของธนาคารพาณิชย์จากรหัสสาขาซึ่งจะแสดงอยู่ในลักษณะของตัวเลข 3 ตัวแรกของเลขที่บัญชีเงินฝากธนาคารนั้น และจัดส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ชื่อบัญชีเงินฝาก ผู้มีอำนาจส่งจ่าย สำหรับใช้วิจัยกลุ่มรายการของบัญชีเงินฝากนั้น ๆ และนำข้อมูลที่ได้รับจากธนาคารพาณิชย์ดำเนินการบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม Microsoft Excel จำแนกรายละเอียดของบัญชีเงินฝากธนาคาร

1. ผลการศึกษาการจำแนกบัญชีเงินฝากธนาคารตามชื่อของธนาคารพาณิชย์

Table 1. Results of a study of the classification of bank accounts by commercial banks.

Bank name	Number Of Accounts	Amount
Krungthai bank	81.00	14,088,787.51
Bank of Ayudhya	346.00	28,098,932.57
Kasikornbank	7.00	17,501.01
BAAC	1.00	0.64
Total	435.00	42,205,221.73

บัญชีเงินฝากธนาคารจำนวน 435 บัญชี จำนวนเงิน 42,205,221.73 บาท มีรายการบัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดกับธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) มากที่สุด จำนวน 346 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 28,098,932.57 บาท รองลงมาคือธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) จำนวน 81 บัญชี เป็นจำนวนเงิน

14,088,787.51 บาท ธนาคารสีกกรไทย จำกัด (มหาชน) จำนวน 7 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 17,501.01 บาท และธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร จำนวน 1 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 0.64 บาท

ผลการศึกษาความเชื่อมโยงของการเปิดบัญชีในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย จำนวนบัญชีของธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) มีจำนวนบัญชีมากที่สุด จำนวน 346 บัญชี ลำดับที่สอง ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) จำนวน 81 บัญชี สามารถสรุปได้ว่าจากจำนวนบัญชีเงินฝากของธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) มีจำนวนมากที่สุดเนื่องจากเป็นธนาคารที่เปิดสาขาในมหาวิทยาลัยมานาน และเป็นธนาคารแรกที่มีการเปิดให้บริการในมหาวิทยาลัย เดิมมหาวิทยาลัยได้ใช้บัญชีเงินทดรองจ่ายของทุกหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยเป็นธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) จากจำนวนบัญชีของธนาคารกรุงศรี จำกัด (มหาชน) มากที่สุด เปิดมานานทำให้บางบัญชีไม่สามารถติดต่อกับผู้มีอำนาจสั่งจ่ายนั้นได้

2. ผลการศึกษากำหนดบัญชีเงินฝากธนาคารตามประเภทของชื่อบัญชี

Table 2. Results of a study of the classification of bank accounts by account names.

Type	Number Of Accounts	Amount
Student Activities	37.00	2,251,525.06
General Management	85.00	10,734,461.37
Academic / Research	160.00	5,184,596.32
Faculty / Division	96.00	9,971,916.61
Other	57.00	14,062,722.37
Total	435.00	42,205,221.73

บัญชีเงินฝากธนาคารจำนวน 435 บัญชี จำนวนเงิน 42,205,221.73 บาท มีรายการบัญชีเงินฝากที่เปิดมากที่สุด คือ กลุ่มโครงการบริการวิชาการ/วิจัย จำนวน 160 บัญชี จำนวนเงิน 5,184,596.32 บาท รองลงมาคือ กลุ่มของคณะ/หน่วยงาน จำนวน 96 บัญชี จำนวนเงิน 9,971,916.61 บาท กลุ่มบริหารจัดการทั่วไป จำนวน 85 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 10,734,461.37 กลุ่มอื่น ๆ จำนวน 57 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 14,062,722.37 บาท และกลุ่มกิจกรรมนิสิต จำนวน 37 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 2,251,525.06 บาท

เมื่อพิจารณาจากจำนวนบัญชีที่พบมากที่สุด คือ บัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดโดยใช้ชื่อเกี่ยวกับโครงการบริการวิชาการ/วิจัย จำนวน 160 บัญชี จำนวนเงิน 5,184,596.32 บาท และเมื่อพิจารณาจากจำนวนเงินฝากที่พบมากที่สุด คือ บัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดโดยใช้ชื่อเกี่ยวกับบริหารจัดการทั่วไป จำนวน 85 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 10,734,461.37 บาท จากการจำแนกดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดโดยใช้ชื่อโครงการบริการวิชาการ/วิจัย จะเป็นการเปิดเพื่อใช้สำหรับการดำเนินกิจกรรมซึ่งจะมีการถอนเงินออกจากบัญชีดังกล่าวแต่ไม่มีการปิดบัญชี ทำให้มีปริมาณบัญชีเงินฝากธนาคารที่ค้างอยู่จำนวน

มาก แต่จำนวนเงินคงค้างในบัญชีเงินฝากธนาคารบางบัญชีมียอดเคลื่อนไหวเพียงดอกเบี้ย หรือคงค้างด้วยยอดจำนวนเงินเป็นเศษสตางค์เท่านั้น และในส่วนของบัญชีที่ใช้ชื่อเกี่ยวกับการบริหารจัดการทั่วไป จำนวน 85 บัญชี แต่มียอดเงินคงค้างสูงถึง 10,734,461.37 บาท สามารถสรุปได้ว่า บัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดโดยใช้ชื่อเกี่ยวกับการบริหารจัดการทั่วไป เป็นบัญชีที่ไม่มีการถอนเงินแต่เป็นการเปิดเพื่อสะสมจำนวนเงินของกลุ่มบุคคลเพื่อใช้สำหรับทำกิจกรรมร่วมกัน อาทิ ชมรม สวัสดิการ สมาคม เป็นต้น

จากการศึกษาบัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย จากชื่อบัญชีเงินฝากธนาคาร สามารถสรุปได้ว่าเป็นการเปิดเพื่อดำเนินกิจกรรม และเมื่อได้ดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้วไม่ดำเนินการปิด หรือดำเนินการปิดเฉพาะบัญชีประเภทออมทรัพย์แต่ไม่ได้ปิดบัญชีประเภทกระแสรายวัน

3. ผลการศึกษาการจำแนกบัญชีเงินฝากธนาคารที่มีรายชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเป็นผู้บริหารของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย

Table 3. Results of a study of the classification of bank accounts with the list of authorized persons as executives for each department.

Number	Account Number	Account Name	Amount	Percentage
1	6320358718	Student loan fund	7,016.05	0.17
2	6320394749	Income contingent loan for management	22,446.71	0.53
3	8570008562	Student loan fund for management	335,516.07	8.00
4	8570008511	Naresuan University student loan fund	3,807,880.00	90.89
5	8570208065	Income contingent loan 2012	10,432.91	0.25
6	8570008538	Naresuan University Income contingent loan	741.26	0.02
7	3461646023	Faculty of Education Naresuan University	1,147.56	0.03
8	0483599471	Naresuan University Graduate School	116.14	0.01
9	0483601433	Naresuan University Graduate School	4,315.00	0.10
10	8570179057	Naresuan University welfare	-	
Total			4,189,611.70	100.00

รายการที่ 1 - 6 เป็นเงินกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) และกองทุนเงินกู้ยืมเพื่อการศึกษาที่ผูกกับรายได้ในอนาคต (กรอ.) ของนักเรียนและนิสิตของมหาวิทยาลัย มีการจัดทำรายงานการเงินจัดส่งให้กับกองทุน โดยรูปแบบการบริหารจัดการเป็นในลักษณะของกลุ่มคณะกรรมการดำเนินงาน จำนวน 6 บัญชี รวมเป็นจำนวนเงิน 4,184,033 บาท

รายการที่ 7 - 9 เป็นบัญชีเงินฝากธนาคารที่หน่วยงานเปิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการ เช่น เปิดไว้สำหรับรับโอนเงินค่าเช่าสถานที่ตั้งตู้ ATM ของธนาคารนั้นๆ โดยจะดำเนินการถอนเงินที่เข้าบัญชีเงินฝากธนาคารมานำส่งเป็นเงินรายได้ของหน่วยงาน

รายการที่ 10 เป็นบัญชีวงเงินสดย่อย ที่เปิดไว้สำหรับการรับโอนเงินจากระบบจ่ายตรงเพื่อคืนให้กับวงเงินสดย่อย กรณีที่นำเงินสดย่อยทตรงจ่ายไป

เมื่อเปรียบเทียบกับบัญชีเงินฝากธนาคารที่เปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย จำนวน 435 บัญชี เป็นจำนวนเงิน 42,205,221.73 บาท พบว่าเป็นรายการที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัย มีจำนวน 10 บัญชี คิดเป็นร้อยละ 2.30 ของจำนวนบัญชีทั้งหมด เป็นจำนวนเงิน 4,189,611.70 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.93 ของจำนวนเงินทั้งหมด และบัญชีที่เหลือจำนวน 425 บัญชี คิดเป็นร้อยละ 97.07 ของจำนวนบัญชีทั้งหมด จำนวนเงิน 38,015,610.03 บาท คิดเป็นร้อยละ 90.07 ของจำนวนเงินทั้งหมด ไม่ใช่บัญชีที่อยู่ในกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย

สรุป

การศึกษารายละเอียดข้อมูลบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย จำนวน 435 บัญชี จำนวนเงิน 42,205,221.73 บาท จากการศึกษาข้อมูลพบว่า มีบัญชีเงินฝากธนาคารที่มีผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเป็นผู้บริหารของหน่วยงานที่อยู่ในวาระปัจจุบัน ประกอบกับวัตถุประสงค์ในการเปิดบัญชีเกี่ยวข้องกับพันธกิจของหน่วยงานซึ่งมหาวิทยาลัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ต้องนำบัญชีดังกล่าวมาบันทึกบัญชีเพื่อให้ปรากฏรายการในงบการเงินของมหาวิทยาลัย มีจำนวนทั้งสิ้น 10 บัญชี คิดเป็นร้อยละ 2.30 ของจำนวนบัญชีทั้งหมดเป็นจำนวนเงิน 4,189,611.70 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.93 ของจำนวนเงินทั้งหมด เพื่อให้รายงานการเงินของมหาวิทยาลัยมีการแสดงข้อมูลที่ถูกต้อง

ทั้งนี้บัญชีเงินฝากธนาคารที่เหลือจำนวน 425 บัญชี คิดเป็นร้อยละ 97.07 ของจำนวนบัญชีทั้งหมดจำนวนเงิน 38,015,610.03 บาท คิดเป็นร้อยละ 90.07 ของจำนวนเงินทั้งหมด ไม่ใช่บัญชีที่อยู่ในกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยไม่ต้องนำมาบันทึกบัญชี โดยมหาวิทยาลัยต้องหาแนวทางแก้ไขเพื่อไม่ให้บัญชีเงินฝากดังกล่าวไปปรากฏในการยืนยันยอดจากสำนักงานใหญ่ของธนาคารพาณิชย์ที่จัดส่งให้กับสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เพื่อให้การแสดงยอดบัญชีเงินฝากธนาคารที่สำนักงานใหญ่ของธนาคารพาณิชย์ถูกต้องตรงกับรายการที่บันทึกบัญชีในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย

ดังนั้นมหาวิทยาลัยต้องแจ้งให้ผู้มีอำนาจสั่งจ่ายของบัญชีเงินฝากธนาคารจำนวน 425 บัญชี ติดต่อกับธนาคารพาณิชย์เจ้าของบัญชีเพื่อดำเนินการแก้ไขข้อมูลบัญชีเงินฝากนั้นให้ให้ถูกต้อง โดยบัญชีดังกล่าวต้องมีสถานะเป็นบัญชีของบุคคลธรรมดา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลบัญชีเงินฝากเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการประสานงานและติดตามการดำเนินการแก้ไขข้อมูลบัญชีเงินฝากธนาคารที่ไม่ใช่กรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะ คือ มหาวิทยาลัยควรจัดทำหลักเกณฑ์ในการเปิดบัญชีเงินฝากธนาคารในนามมหาวิทยาลัย และแจ้งให้ส่วนงานรวมทั้งบุคลากรทราบ เพื่อป้องกันมิให้มีการเปิดบัญชีเงินฝากธนาคารในนามมหาวิทยาลัยโดยที่ไม่ได้เป็นกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยควรกำหนดให้หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการตรวจสอบภายในของมหาวิทยาลัยดำเนินการตรวจสอบบัญชีเงินฝากธนาคารของมหาวิทยาลัยเช่นเดียวกับการตรวจสอบของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินเป็นประจำ เพื่อป้องกันการเพิ่มขึ้นของบัญชีเงินฝากธนาคารซึ่งเปิดในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ใช่บัญชีที่มหาวิทยาลัยต้องบันทึกบัญชีตามมาตรฐานการบัญชีภาครัฐ

มหาวิทยาลัยควรทำความเข้าใจกับธนาคารพาณิชย์ที่มีสาขาตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัย เพื่อสร้างความเข้าใจในเจตนาของการเปิดบัญชีที่ทางธนาคารสามารถผูกมัดมหาวิทยาลัยไว้กับบัญชีเงินฝากที่เปิดใหม่ได้ เพื่อไม่ให้เกิดการเปิดบัญชีในนามมหาวิทยาลัยแต่ไม่ปรากฏในรายงานการเงินของมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

- กองบัญชีภาครัฐ กรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง. (2561). *มาตรฐานการบัญชีภาครัฐและนโยบายการบัญชีภาครัฐ พ.ศ. 2561*.
- สมพงษ์ พรอุปถัมภ์. (2545). *การสอบบัญชี* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ธรรมนิติ.
- ณภัทร กรรภิรมย์. (2550). *พฤติกรรมและความพึงพอใจในการใช้บริการเงินฝากที่มีผลต่อการบริหารจัดการธนาคารพาณิชย์ของลูกค้าในจังหวัดนครศรีอยุธยา*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- วรารัตนา พลศักดิ์. (2553). *ความพึงพอใจต่อการให้บริการเงินฝากของ บมจ.ธนาคารกรุงไทย ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ดิชพงศ์ พงศ์ภัทรชัย. (2560). *แนวทางการส่งหนังสือยืนยันยอด ในยุคไทยแลนด์ 4.0 ก้าวทันข่าวชาวอดีต ฉบับที่ 30*. <https://www.tfac.or.th/Article/Detail/68448>
- สิงห์ชัย อรุณวุฒิพงศ์. (2560). *การขอคำยืนยันจากบุคคลภายนอก*. วารสารเอกสารภาษีอากร ปีที่ 37 ฉบับที่ 433 (ตุลาคม 2560). <http://med.swu.ac.th/msmc/account/index.php/component/content/article/88-knowledge/185>
- พระราชบัญญัติวินัยการเงินการคลังของรัฐ พ.ศ. 2561. (2561). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135. ตอนที่ 27 ก. ลงวันที่ 19 เมษายน 2561.

การศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่
A Study on Facebook Using Behaviors of Students in
Rongkwang District, Phrae Province

พรหมพร พันพิจิตร¹ และ ปัญจพร คำไธ^{1*}

¹สาขาวิชารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

*Corresponding author. E-mail address: punchaporn2525@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ก โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่ จำนวน 300 ราย และวิเคราะห์ผลโดยค่าสถิติ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 20-22 และมีการศึกษาระดับปริญญาตรี พฤติกรรมการรับข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายเฟสบุ๊ก เป็นส่วนใหญ่รู้จักเครือข่ายสังคมออนไลน์ จากการศึกษาด้วยตนเอง มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อความบันเทิงและการสื่อสาร และใช้เวลาในการใช้งานมากกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน การวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.79$) และพบว่าด้านความพึงพอใจที่มีต่อเฟสบุ๊กอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.18$) ปัจจัยด้านเพศ อายุ และระดับการศึกษาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

คำสำคัญ: เครือข่ายสังคมออนไลน์ พฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ เฟสบุ๊ก

Abstract

The objectives of this study were 1) to study Facebook using behaviors the of students in Rongkwang District, Phrae Province, 2) to study factors affecting Facebook using behavior. Quantitative methos was used in this study. Data were collected from 300 students in Rongkwang District, by using questionnaire. The obtained data were analyzed by using descriptive statistics. The results showed that the majority of the respondents were male, aged 20-22 years old, with undergraduate education degree. Most of them received online information through self-study. They used Facebook for up to 6 hours per day for entertainment and communication. It was found that students' opinions about social networking behavior was at a high level (\bar{X} =3.79), the satisfaction toward Facebook was at the highest level (\bar{X} = 4.18). The gender, age and education level do not have any significant influence on Facebook using behaviors ($P>0.05$)

Keywords: Social network, Social network using behaviors, Facebook

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นยุคของเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) ที่เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน ทุกเพศทุกวัย มีการติดต่อสื่อสารกันผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Facebook ที่มีไว้สำหรับแชทโพส ข้อความ ข่าวสาร คลิปวิดีโอ ภาพ รวมถึงการสนทนาแบบแชท และการวิดีโอคอล หรือ Line Instagram เป็นต้น แอปพลิเคชันเหล่านี้ถือเป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีประโยชน์มากสำหรับในยุคปัจจุบัน ทำให้การติดต่อสื่อสารสะดวกและรวดเร็ว สามารถสนทนาแบบบุคคลระหว่างบุคคลและ สนทนาแบบกลุ่มได้ สามารถสื่อสารข้อความต่าง ๆ ได้เพียงครั้งเดียวและรับทราบข้อความพร้อมกับทุกคนได้ ไม่ทำให้ใจความผิดเพี้ยนไป ถือว่ามีประสิทธิภาพอย่างมาก โดยเฉพาะในยุคที่มี 4G, 5G สามารถ ทันเหตุการณ์ข่าวสารบ้านเมืองต่าง ๆ โดยไม่ต้องรอข่าวจากสื่อโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ และไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็สามารถรับรู้ข่าวสารข้อมูลต่าง ๆ อย่างทันท่วงที (พัชรภรณ์ ไกรชุมพล, 2555)

กระแสนิยมในการใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์เข้ามาเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ชีวิตของแต่ละบุคคลไม่มากนักน้อย มีบทบาทในการดำเนินชีวิตมากขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนนักศึกษา การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ของวัยรุ่นจึงได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับวัยรุ่นในประเทศไทย ได้แก่ Facebook Line Instagram และ Twitter โดยเฉพาะ Facebook ได้รับความนิยมอย่างมาก ในช่วงอายุ 16-24 ปี เพราะเด็กวัยรุ่นต้องการใช้ Facebook เป็นพื้นที่แสดงความคิดเห็นส่วนตัวและเพื่อหลบเลี่ยงจากการสอดส่องพฤติกรรมการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์จากพ่อแม่/ผู้ปกครอง เรียกได้ว่าในปัจจุบันหากใครไม่ใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์อาจถือได้ว่าเป็นบุคคลที่ไม่ทันสมัย

ถึงแม้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะสร้างสรรค์ให้มีการนำเครือข่ายสังคมออนไลน์มาใช้งานตอบสนองความต้องการและพฤติกรรมของประชากรเกือบทุกวัยได้อย่างมากมายมหาศาล หากแต่ยังสร้างความเสี่ยงและเสียหายจากการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยมีแนวโน้มการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เพิ่มขึ้นและมีการใช้งานโทรศัพท์มือถือเพื่อเข้าใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ต่าง ๆ ตลอดเวลาแม้กระทั่งในเวลาเรียน จนเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของสังคมในยุคปัจจุบันและไม่สามารถควบคุมความต้องการหรือหยุดการใช้งานได้ (ศุภชัย แห่งห้วยไผ่, 2556) และผลกระทบจากพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในการเล่นเกมนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ส่งผลเสียทางด้านอารมณ์และการพัฒนาช่วยในด้านสติปัญญา (รัตนา จินดาพงษ์, 2556) โดยเฉพาะผลกระทบที่เกิดขึ้นในหมู่เยาวชนหรือวัยรุ่น ซึ่งเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านร่างกายจิตใจและความนึกคิดอาจขาดวิจารณญาณในการตัดสินใจและยับยั้งชั่งใจเนื่องจากวุฒิภาวะยังน้อย ก่อให้เกิดเป็นพฤติกรรมความหลงใหลจนผิดปกติซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เป็นการกระทำที่มากเกินไป จนไม่สามารถเลิกทำได้ ไม่สามารถที่จะควบคุมไม่ให้ได้ มีความรู้สึกคับข้องใจ กระทบกระวายเมื่อไม่ได้ทำพฤติกรรมนั้น ๆ (ณัฐยานี ช่วยธานี อ้างอิงใน ภาณุวัฒน์ กองราช, 2554) ความหลงใหลจนผิดปกติในการใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์นั้นก่อให้เกิดผลกระทบหรือปัญหาต่อบุคคลหลาย ๆ ด้าน เช่น ปัญหาทางการเรียน ปัญหาความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ปัญหาทางการเงิน ปัญหาด้านอาชีพการงาน รวมทั้งปัญหาด้านร่างกาย (Young อ้างอิงใน ภาณุวัฒน์ กองราช, 2554) จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวถึงข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในกลุ่มวัยรุ่นที่อยู่ในวัยเรียน ได้แก่ นักเรียนและนักศึกษา ในอำเภอร่องควาง จังหวัดแพร่ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1. เพื่อเป็นการศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องควาง จังหวัดแพร่ 2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องควาง จังหวัดแพร่

ระเบียบวิธีวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้นำมาสร้างกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องควาง จังหวัดแพร่ ดังนี้ (Figure 1)

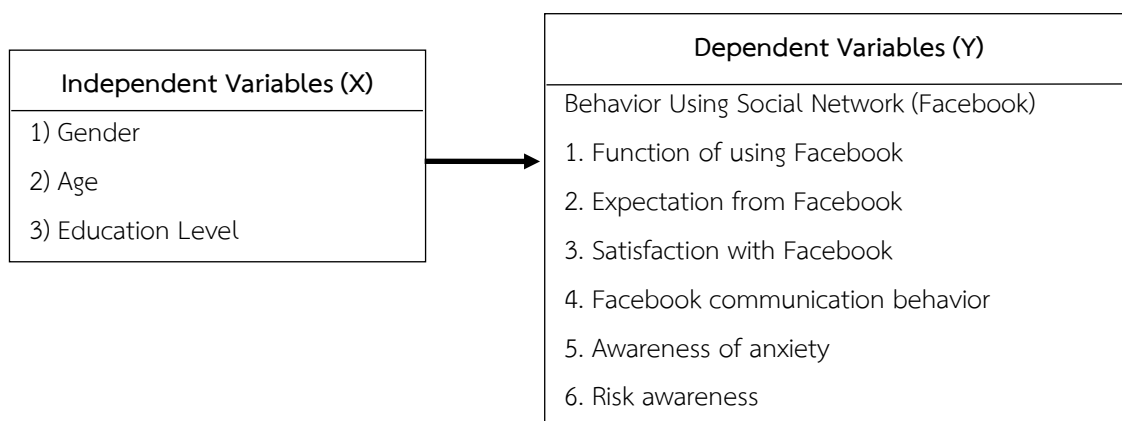


Figure 1. Relationship between independent variables and dependent variables.

ประชากรและขนาดตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกลุ่มนักเรียนนักศึกษา ที่ศึกษาในสถาบันการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา ในอำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ ซึ่งผู้วิจัยได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวน 1,880 ราย คำนวณอิงตามหลัก (Yamane , 1973) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 299 ราย ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research method) ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยแบบสอบถามสร้างขึ้นจากแนวคิดและทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการสำรวจข้อมูลภาคสนาม แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการรับข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายเฟสบุ๊ก มีลักษณะคำถามหลายคำตอบให้เลือก (Multiple Choice Alternatives) โดยตอบ ได้มากกว่า 1 คำตอบ

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊กของนักเรียนนักศึกษาในอำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่ จำนวน 28 ข้อ แบ่งเป็นคำถามออก 6 ด้าน ได้แก่ 1. เครื่องมือฟังก์ชันของเฟสบุ๊ก 2.ด้านความคาดหวังจากเฟสบุ๊ก 3. ด้านความพึงพอใจที่มีต่อเฟสบุ๊ก 4. ด้านพฤติกรรมการสื่อสารในเฟสบุ๊ก 5. ด้านการรับรู้ถึงความกังวล 6. ด้านการรับรู้ถึงความเสี่ยง โดยมีการกำหนดคะแนนเป็น มากที่สุด (5 คะแนน) มาก (4 คะแนน) ปานกลาง (3 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) และน้อยที่สุด (1 คะแนน) โดยแบ่งเกณฑ์วัดระดับความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.21–5.00 ระดับมาก ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.41 - 4.20 ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.61 - 3.40 ระดับน้อย ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.81–2.60 และระดับน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.80

โดยทำการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนจะเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เป้าหมาย แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์สถิติทางสังคมศาสตร์ ซึ่งใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ความถี่ (Frequency) สถิติอ้างอิง (Inferential Statistics) เพื่อทำการเปรียบเทียบและทดสอบข้อมูล ได้แก่ Independent-Sample T-test (T-test) และ One-Way ANOVA (F-test)

ผลและอภิปรายผล

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 172 คน (ร้อยละ 57.5) และเพศหญิง จำนวน 127 คน (ร้อยละ 42.5) ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีช่วงอายุตั้งแต่ 20-22 ปี จำนวน 137 คน (ร้อยละ 45.8) รองลงมาได้แก่ ช่วงอายุ 17-19 ปี จำนวน 112 คน (ร้อยละ 37.5) ช่วงอายุ 14-16 ปี จำนวน 34 คน (ร้อยละ 11.4) และช่วงอายุ 23-25 ปี จำนวน 16 คน (ร้อยละ 5.4) ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 53 คน (ร้อยละ 17.7) และ (ระดับปริญญาตรี) จำนวน 246 คน (ร้อยละ 82.3) ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการรับข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายเฟสบุ๊ก

จากการศึกษาพฤติกรรมการรับข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายเฟสบุ๊กของนักเรียนและนักศึกษาในอำเภอ ร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยให้สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ มีผลการวิจัยดังนี้

ผลการวิเคราะห์ช่องทางในการรู้จักเครือข่ายเฟสบุ๊ก พบว่าส่วนใหญ่รู้จักจากศึกษาด้วยตนเอง (ร้อยละ 79.9) รองลงมาได้แก่ เพื่อนแนะนำ/ชักชวน (ร้อยละ 50.8) รับรู้ผ่านเว็บไซต์ (ร้อยละ 24.4) เรียนในรายวิชา (ร้อยละ 14.7) และจากหนังสือ/นิตยสาร (ร้อยละ 6.0) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ในการใช้งานเครือข่ายเฟสบุ๊ก พบว่า ส่วนใหญ่ใช้เพื่อความบันเทิง (ร้อยละ 75.3) รองลงมาได้แก่ พุดคุย (ร้อยละ 70.6) การศึกษาหาข้อมูล (ร้อยละ 56.5) เพื่อเปิดรับข่าวสาร (ร้อยละ 46.8) ทบทวนบทเรียน (ร้อยละ 27.1) เพื่อผลิตและเผยแพร่ผลงาน (ร้อยละ 23.1) ตามลำดับ และมีการใช้ประโยชน์เครือข่ายเฟสบุ๊ก พบว่าส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เพื่อการสื่อสาร (ร้อยละ 91.0) รองลงมาได้แก่ ความบันเทิง (ร้อยละ 73.9) การศึกษา (ร้อยละ 58.2) และการตลาด (ร้อยละ 31.4) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้บริการผ่านเครือข่ายเฟสบุ๊ก พบว่าส่วนใหญ่ใช้บริการผ่านโทรศัพท์มือถือ (ร้อยละ 96.0) รองลงมาได้แก่ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (ร้อยละ 58.5) แท็บเล็ต (ร้อยละ 23.4) และคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (ร้อยละ 19.7) ตามลำดับ

ผลวิเคราะห์เหตุผลที่ใช้เว็บไซต์เครือข่ายเฟสบุ๊ก พบว่าส่วนใหญ่เพราะต้องการแสดงออกร่วมกับผู้อื่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสนทนากับเพื่อน (ร้อยละ 71.6) รองลงมาได้แก่ ต้องการตอบสนองความสนใจและความต้องการส่วนตัว (ร้อยละ 65.9) ต้องการใช้เวลาว่างเพื่อความบันเทิงและผ่อนคลาย (ร้อยละ 63.9) และต้องการเป็นที่ยอมรับจากผู้อื่นว่าเป็นคนรุ่นใหม่ (ร้อยละ 36.1) ตามลำดับ และพบว่าส่วนใหญ่เปิดใช้งานมากกว่า 6 ชั่วโมง (ร้อยละ 48.2) รองลงมาได้แก่ เปิดใช้งาน 4-6 ชั่วโมง (ร้อยละ 27.4) เปิดใช้งาน 1-3 ชั่วโมง (ร้อยละ 19.1) และเปิดใช้งาน ไม่เกิน 1 ชั่วโมง (ร้อยละ 5.4) ตามลำดับ

อภิปรายผลได้ว่ากลุ่มตัวอย่างเข้าใช้เฟสบุ๊กทุกวันวันละ ใช้งานวันละมากกว่า 6 ชั่วโมงมากที่สุด เป็นการแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างได้ให้ความสำคัญกับเครือข่ายสังคมออนไลน์อย่างมาก โดยเฉพาะเพื่อการแสดงออกร่วมกับผู้อื่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสนทนากับเพื่อน โดยสามารถเข้าถึงได้โดยการใช้โทรศัพท์มือถือมากที่สุด ทำให้ผู้คนสามารถติดต่อกันได้ตลอดเวลาการอัปเดตสถานะเป็นอีกกิจกรรมที่กลุ่ม

ตัวอย่างทำเมื่อเช้าโซเชียลมีเดีย ซึ่งเป็นการแสดงออกเพื่อให้ผู้อื่นรับรู้ ตามแนวคิดด้านพฤติกรรมกรรมการสื่อสาร การที่ปัจเจกบุคคลจะแสดงพฤติกรรมกรรมการสื่อสารเป็นผลมาจากปัจจัยหลาย ๆ ด้าน รวมทั้งด้านจิตวิทยา ซึ่งเป็นปัจจัยภายในของบุคคล (McConnell, 1993, อ้างใน ขวัญเรือน กิติวัฒนา และภัสวาลี นิติเกษตรสุนทร, 2547)

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ก

การวิเคราะห์เกี่ยวกับระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ก ทั้ง 6 ด้าน ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมมีความคิดเห็นเห็นด้วยระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.79) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความพึงพอใจที่มีต่อเฟสบุ๊ก มีระดับความคิดเห็นมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.18) รองลงมา ได้แก่ ด้านความคาดหวังจากเฟสบุ๊ก (ค่าเฉลี่ย 4.07) ด้านเครื่องมือการใช้งานของเฟสบุ๊ก, ด้านพฤติกรรมกรรมการสื่อสารในเฟสบุ๊ก (ค่าเฉลี่ย 3.99) ด้านการรับรู้ถึงความเสี่ยง (ค่าเฉลี่ย 3.62) และด้านการรับรู้ถึงความกังวล (ค่าเฉลี่ย 2.87) ตามลำดับ ดังนี้ (Table 1)

Table 1 Behavior Using Facebook Level Analysis

Attitude	Mean	S.D.	Level
1. Function of using Facebook	3.99	0.75	high
2. Expectation from Facebook	4.07	0.70	high
3. Satisfaction with Facebook	4.18	0.68	high
4. Facebook communication behavior	3.99	0.69	high
5. Awareness of anxiety	2.87	1.22	moderate
6. Risk awareness	3.62	0.87	high
	3.79	0.82	high

อภิปรายผลได้ว่ากลุ่มนักเรียนนักศึกษา มีระดับความเห็นภาพรวมในระดับมากเนื่องจากมองว่าสื่อออนไลน์เฟสบุ๊กเป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตในปัจจุบันและมีผลทางด้านบวกมากกว่าด้านลบ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่าด้านความพึงพอใจที่มีต่อเฟสบุ๊กของกลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุดกว่าด้านอื่น ๆ เนื่องจากมองว่าการใช้เฟสบุ๊กทำให้ได้รับความรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ที่ง่ายและสะดวกรวดเร็ว มีความทันสมัย ในขณะที่ด้านการรับรู้ถึงความกังวลมีระดับความคิดเห็นที่น้อยที่สุด เนื่องจากกลุ่มนักเรียนนักศึกษาเป็นกลุ่ม Generation Y และ Z ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีทัศนคติในทางบวกกับการใช้สื่อออนไลน์จึงมีความมั่นใจในการใช้เฟสบุ๊กมากกว่าการกังวลในการใช้งาน สอดคล้องกับแนวคิดของ Mason & Rennie (2008) ที่กล่าวถึงเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่สามารถใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการเข้าถึง สามารถเก็บบันทึกการสื่อสารที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังช่วยให้การสื่อสารระหว่างบุคคลมีความเสมือนจริงเทียบได้กับการสื่อสารแบบเผชิญหน้า (Face to face communication) ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างกัน

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ค

การวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊คที่มีปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ที่ต่างกัน โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์จำแนกตามเพศ อายุ และระดับการศึกษา พบว่าปัจจัยด้านเพศที่แตกต่างกันมีผลต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊คไม่แตกต่างกัน แต่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ด้านการรับรู้ถึงความกังวลที่แตกต่างกัน ปัจจัยด้านอายุที่แตกต่างกันมีผลต่อการใช้เฟสบุ๊คไม่แตกต่างกัน แต่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ด้านเครื่องมือการใช้งานของเฟสบุ๊คที่แตกต่างกัน และพบว่าปัจจัยด้านระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีผลต่อการใช้เฟสบุ๊คที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ด้านการรับรู้ถึงความกังวลที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 2)

Table 2. Hypothesis test results

Socio-demographic factors		Behavior Using Facebook											
		1		2		3		4		5		6	
			p		p		p		p		p		p
1. Gender	t-test	-2.053	.371	-1.003	.878	-1.904	.410	-1.766	.358	-.648	.031*	-.056	.375
2. Age	F-test	3.086	.028*	1.593	.191	.092	.965	.664	.575	1.657	.176	1.005	.391
3. Education Level	F-test	.977	.324	.669	.414	.333	.564	.002	.963	4.927	.027*	.097	.756

Note: Significance with; * $p < 0.05$

: 1 = Function of using Facebook, 2 = Expectation from Facebook, 3 = Satisfaction with Facebook, 4 = Facebook communication behavior, 5 = Awareness of anxiety, 6 = Risk awareness

อภิปรายผลได้ว่าปัจจัยด้านเพศ อายุ และระดับการศึกษาไม่มีผลต่อระดับความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ค เนื่องจากความคิดเห็นมีลักษณะแตกต่างกันในระดับปัจเจกบุคคลซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าแต่ละบุคคลต่างมีความคิดเห็นเป็นของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐพงษ์ คล่องเชิงสาน (2562) เรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ของนิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี : กรณีศึกษาเฟสบุ๊ค ที่พบว่าปัจจัยด้านเพศ อายุ และระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีผลต่อพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้จะพบว่าปัจจัยด้านเพศ และด้านระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีผลต่อพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ด้านความรู้สึกกังวลที่แตกต่างกันทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วงอายุ 14-25 ปี ซึ่งอยู่ในกลุ่ม Generation Y และ Z ซึ่งมีการใช้งานเฟสบุ๊คทุกวัน วันละมากกว่า 6 ชั่วโมงแสดงให้เห็นว่าเฟสบุ๊คเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตทำให้คนกลุ่มนี้ค่อนข้างมั่นใจในการใช้เฟสบุ๊คโดยมีความกังวลในการใช้งานน้อยกว่ากลุ่ม Generation X และ Baby Boomer

สรุป

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 172 คน (ร้อยละ 57.5) มีช่วงอายุ ตั้งแต่ 20-22 ปี จำนวน 137 คน (ร้อยละ 45.8) และมีระดับการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 53 คน (ร้อยละ 17.7) มีช่องทางในการรู้จักเครือข่ายสังคมออนไลน์เฟสบุ๊ก จากศึกษาด้วยตนเอง (ร้อยละ 79.9) มีการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์เฟสบุ๊กเพื่อความบันเทิง (ร้อยละ 75.3) ใช้บริการผ่าน โทรศัพท์มือถือ (ร้อยละ 96.0) เข้าใช้เพราะต้องการแสดงออกร่วมกับผู้อื่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และ สนทนากับเพื่อน (ร้อยละ 71.6) มีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ก ทั้ง 6 ด้านโดยภาพรวม มีความคิดเห็นเห็นด้วยระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.79) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความพึงพอใจที่มี ต่อเฟสบุ๊กมีระดับความคิดเห็นมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.18) ด้านการรับรู้ถึงความกังวล มีระดับความคิดเห็นน้อย ที่สุด (ค่าเฉลี่ย 2.87) และการทดสอบสมมติฐานพบว่า ปัจจัยด้านเพศ อายุ และระดับการศึกษาไม่มีผลต่อ ระดับความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ก จากผลการวิจัยจึงมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยดังนี้ 1. นักเรียน นักศึกษามีการใช้สื่อออนไลน์เป็นประจำทุกวันสถาบันการศึกษาจึงควรส่งเสริมให้สามารถเข้าถึงสื่อการสอนมา ใช้ในการเรียนให้มากขึ้น 2. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์ปัจจัยด้าน อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างแท้จริงอันนำไปสู่การนำไปกำหนดเป็นนโยบายในการ ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จและสมบูรณ์ไปด้วยดีผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญาพร คำโย เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำแนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาการทำวิจัย และขอขอบพระคุณ กลุ่มนักเรียนและนักศึกษา ในอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ที่ให้ความอนุเคราะห์การจัดเก็บรวบรวมข้อมูลใน การศึกษาครั้งนี้รวมถึงขอขอบพระคุณ เพื่อนๆสาขาวิชารัฐศาสตร์ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ทำให้ผลงานวิจัย สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญเรือน กิติวัฒนา และภัสวาลี นิติเกษตรสุนทร. (2547). *แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับพฤติกรรมการสื่อสาร*.
นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พัชรภรณ์ ไกรชุมพล. (2555). *ทัศนคติและพฤติกรรมการสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ในการสร้าง ชื่อเสียง : กรณีศึกษา YouTube*. https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:147546.
- ภาณุวัฒน์ กองราช. (2554). *การศึกษาพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ของวัยรุ่นในประเทศไทย: กรณีศึกษา Facebook*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.



รัตนา จินดาพงษ์. (2556). พฤติกรรมการเล่นเกมบน Facebook ของวัยรุ่นในกรุงเทพมหานคร. [วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศุภชัย แสงห้วยไผ่. (2556). การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการใช้เฟซบุ๊ก (Facebook) ของ
นักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีอีสานเหนือ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี.

Mason, R. & Rennie, F. (2008). *E-learning and social network handbook*. London UK :
Routledge.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. Third edition. New York : Harper and
Row Publication

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

1. กลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร

- | | |
|---|---|
| 1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช อินต๊ะ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา |
| 1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา รัตนวุฒิ | โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและประมง
วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี |
| 1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิทย์ ไชยสุ | สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ |
| 1.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยาพร ไชยวงศ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน |
| 1.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์จิรา สิทธิยะ | มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 1.6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เสนพันธ์ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 1.7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ เจริญพันธ์ | มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี |
| 1.8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญาภัสก์ ปิ่นแก้ว | มหาวิทยาลัยสวนดุสิต |
| 1.9 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิเชก รุ่งโรจน์ชัยพร | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 1.10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รำไพ โกฏสีบ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| 1.11 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 1.12 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒน์ พงษ์ไทย | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 1.13 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์วัลย์ เมฆกมล | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 1.14 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิจชัย กมลสันติโรจน์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 1.15 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ อ่อนสอาด | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 1.16 อาจารย์ ดร.สุภาพร พุ่มรีว | มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ |
| 1.17 อาจารย์ ดร.สุรีย์พร สราภิมย์ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 1.18 อาจารย์ ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์ | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง |
| 1.19 อาจารย์ ดร.วรวรรณ เพชรอุไร | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 1.20 อาจารย์ ดร.วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 1.21 อาจารย์ ดร.ศิริวรรณ ณะวงษ์ | สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) |
| 1.22 อาจารย์ ดร.ปวีณอิศร์ชิต์ เคนจันทน์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก |
| 1.23 อาจารย์ ดร.ประไพพิศ สุวิทย์ชยานนท์ | มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี |
| 1.24 อาจารย์ ดร.ฉัตรสุดา เผือกใจแผ้ว | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 1.25 อาจารย์ ดร.ประทีป อุปแก้ว | มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว |
| 1.26 อาจารย์กัญนาง บุญเสริม | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน |
| 1.27 ว่าที่ร้อยตรีปิยะพงษ์ ยงเพชร | มหาวิทยาลัยราชภัฏ
วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ |

1. กลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหาร (ต่อ)

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1.28 นางสาวปริญญาภรณ์ วิโรจน์สกุล | ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่ |
| 1.29 นายมณฑิร แสนตะหมื่น | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร แม่ฮ่องสอน |

2. กลุ่มทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ วิณิน | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรววัฒน์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชิต สมบูรณ์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัคริยะ โชติพันธ์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2.6 อาจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ เสงนิรันดร์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2.7 อาจารย์ ดร.ยุพเยาว์ โตศิริ | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |
| 2.8 อาจารย์ ดร.นันทิตา สุธรรมวงศ์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |

3. กลุ่มบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์

- | | |
|--|--|
| 3.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ภักดิ์อักษร | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต |
| 3.2 รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ชัยพิบูลย์ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 3.3 รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ อ่อนศิริ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3.4 รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ ใจอารีย์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนกร สิริสุคันธา | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 3.6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท บริบูรณ์ | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3.7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาพร ชันธบุตร | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 3.8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณภัทร เรืองนภากุล | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 3.9 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพชัย ฟองอิสสระ | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย |
| 3.10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บงกช ทองเอี่ยม | มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 3.11 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พระครูโสภณกิตติบัณฑิต | มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
วิทยาเขตแพร่ |
| 3.12 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาธินี คงสถิตย์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| 3.13 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอื้อต | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 3.14 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราชันย์ นิลวรรณภา | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3.15 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ นพแก้ว | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 3.16 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ พงศ์จิรวัดนา | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3.17 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุดลย์ศิริ สัตย์เจริญ | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ |
| 3.18 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยาณี กุลชัย | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3.19 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นวพร คำเมือง | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 3.20 อาจารย์ ดร.ธนิกาญจน์ จินาพันธ์ | มหาวิทยาลัยรามคำแหง |

3. กลุ่มบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ (ต่อ)

3.21 อาจารย์ ดร.กฤษยา ป่องพาล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
3.22 อาจารย์ ดร.ณัฐสุรางค์ ปุคคะฉนันทน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
3.23 อาจารย์ ดร.วลัยลดา ถาวรมงคลกิจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
3.24 อาจารย์ ดร.ศรัณย์ จันทร์ทะเล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
3.25 อาจารย์ ดร.สายนที ทรัพย์มี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3.26 อาจารย์ ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3.27 อาจารย์ ดร.สุขสรพร ศุภเศรษฐเสรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
3.28 อาจารย์ ดร.ห้าวหาญ ทวีเส็ง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3.29 อาจารย์ ดร.ชลธิชา รุ่งสาตรา	มหาวิทยาลัยพายัพ
3.30 อาจารย์ ดร.วิหวัศ เหมทานนท์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3.31 อาจารย์ชิตชนก วงศ์เครือ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
3.32 อาจารย์ธัญญารัตน์ มะลาศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
3.33 อาจารย์พินิตา โสต้อง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพล ทองมา	อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภูมิ ดุษฎี	รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ ดร.ศุภรี อยู่สุข	คณบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิสรา วัฒนนภาเกษม	รองคณบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
รองศาสตราจารย์ ดร.วีรนนท์ ไชยมณี	รองคณบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
อาจารย์ ดร.สิริยุพา เลิศกาญจนพร	รองคณบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงษ์ ทองเรือง	ผู้ช่วยคณบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลพร ปานง่อม ประธานการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3 และนานาชาติ ครั้งที่ 1

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญจรีส เชียงปัญญา	อาจารย์ ดร.สิทธิเดช ศรีน้อย
อาจารย์ ดร.เกษราพร ทิราวงศ์	อาจารย์ ดร.อภิรดี เสี่ยงสี่ชาติ
อาจารย์ ดร.ถนอมรัตน์ ชัชวาลย์	อาจารย์ศิริลักษณ์ สุขเจริญ
อาจารย์ ดร.วาศินี ปานจันทร์	นางสาวชนิษฐา เกตุสุวรรณ
อาจารย์ ดร.วันวสา วิโรจนารมย์	

กองตรวจภาษา

รองศาสตราจารย์ ดร.พีมา โยธาทักดี	อาจารย์ ดร.สิทธิเดช ศรีน้อย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิการ์ กาญจันดา	อาจารย์ศศิมินตรา บุญรักษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญจรีส เชียงปัญญา	อาจารย์ศรีสุดา ทาหาร
อาจารย์ ดร.เกศินี วีรศิลป์	อาจารย์อลิษา อินจันทร์
อาจารย์ ดร.พัทธเพ็ญ เพ็ญจำรัส	อาจารย์อโนชา สุภาวกุล
อาจารย์ ดร.วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ	

สถานที่ติดต่อ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
เลขที่ 17 หมู่ที่ 3 ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54140
โทร. 0 5464 8593-5 ต่อ 6912
Website: <http://www.phrae.mju.ac.th>

ผลการวิจัยและรายละเอียดที่ปรากฏในบทความนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้พิมพ์
มิใช่ความเห็นหรือความรับผิดชอบของกองบรรณาธิการ หรือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

