



มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

ACADEMIC JOURNAL UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY
Science and Technology (for Local Development)

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2565
Vol. 17 No. 1 January-June 2022

ISSN 1686 4409 (Print) ISSN 2651 1207 (Online)



มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

ACADEMIC JOURNAL UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY
Science and Technology (for Local Development)

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2565
Vol. 17 No. 1 January-June 2022

ISSN 1686 4409 (Print) ISSN 2651 1207 (Online)

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

ISSN 1686 4409 (Print)

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2565

ISSN 2651 1207 (Online)

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

27 ถนนอินโฉมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

โทรศัพท์ 0 5541 6601-20 ต่อ 1642, +66 5541 6601-20

กำหนดการพิมพ์

วารสารราย 6 เดือน (2 ฉบับ/ปี)

ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน

ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม

ฉบับ (พิเศษ) อาจมีการตีพิมพ์เป็นกรณีพิเศษ

วัตถุประสงค์

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิชาการ บทความวิจัย และผลงานวิจัยที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำไปแก้ไขปัญหาและพัฒนาเชิงพื้นที่ทั้งในระดับประเทศ, กลุ่มจังหวัด, จังหวัด, ตำบล, หมู่บ้าน หรือชุมชนของนักวิชาการและบุคคลทั่วไป ส่งเสริมให้นักวิชาการในหน่วยงานราชการหรืออาจารย์ในมหาวิทยาลัยได้เสนอผลงานทางวิชาการสู่สาธารณะ

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ พิทยาพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

บรรณาธิการผู้พิมพ์และโฆษณา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิวัตม์ กมลคุณานนท์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ดันตจิรายพันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

กองบรรณาธิการ

- ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ศาสตราจารย์ ดร.นคร ทิพย์วงศ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย มหาวิทยาลัยพะเยา
- รองศาสตราจารย์ ดร.อาวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร มหาวิทยาลัยนเรศวร
- รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ กังวล มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพวัน จุลเสวีวงศ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เนียมนาค มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
- รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ สุตหนองบัว มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี สังข์ทอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ภักดิ์อักษร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณานันท์ ศุภศิริพงษ์ชัย มหาวิทยาลัยพะเยา
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หญิงไทยสุชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
- อาจารย์ ดร.กมน ปินตานา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ใจกล้า
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาศิริ เขตปิยรัตน์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีจิ ปัญญาโส
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยวรรณ ปาลาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

คณะทำงาน

นางสาวกรณิศ ธนกิจ (เลขานุการ)

นางสาวธนาณัฐ รักสังจา

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

- รองศาสตราจารย์ ดร.รัฐไท พรเจริญ
 - รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกภูมิวงศา
 - รองศาสตราจารย์ ดร.วิม เหนือเพ็ง
 - รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี ธรรมจารี
 - รองศาสตราจารย์ ดร.วิสสนัย วรธนฉัตร
 - รองศาสตราจารย์ ดร.พิชารณณ์ ธนิตบุญงสิทธิ์
 - รองศาสตราจารย์ ดร.จิรพล สังข์โพธิ์
 - รองศาสตราจารย์ ดร.สิงหนเดช แดงจวง
 - รองศาสตราจารย์ นพคุณ นิคมานี
 - รองศาสตราจารย์ เสมอขวัญ ดันติกุล
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร ไพโรเกรง
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สราวุธ พลวงษ์ศรี
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ยากุฑม
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุวรรณ พลอยดวงรัตน์
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราชศักดิ์ สุวรรณนังศิริ
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ฉันทะ
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ แยมเยื่อน
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกิจ บุญธรรม
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กลยุทธิ์ บุญเพ็ง
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดลฤทธิ เสฏฐสุวงค์
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณเดช บุญสูง
 - อาจารย์ ดร.กัวหน้า จงวัฒนาภิรักษ์
 - อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ สมุทรักษ์
 - อาจารย์ ดร.หทัยทิพย์ สันธญา
 - อาจารย์ ดร.ศิวพงษ์ ดันสุวรรณวงศ์
 - อาจารย์ ดร.ภาณุรังษี เตือน้อย
 - อาจารย์ ดร.อนัญญา คูอาริยะกุล
 - อาจารย์ ดร.เชษฐา แก้วพรม
 - ดร.นิพัทธ์พงษ์ แสงดวง
- มหาวิทยาลัยศิลปากร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยธนบุรี-เชียงใหม่
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีอุดรดิตถ์
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีแพร่
สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดแพร่

หมายเหตุ : ทุกบทความที่ตีพิมพ์ได้ผ่านการประเมินบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

Owner

Uttaradit Rajabhat University
27 Injaime Rd. Ta-it Sub-district, Muang District, Uttaradit Province, 53000
Telephone 0 5541 6601-20 ext. 1642, +66 5541 6601-20

Publishing Schedule

Six monthly (2 issues/year)

1st issue January–June

2nd issue July–December

N.B. 3rd issue would be published on special occasion

Objectives

Journal of Uttaradit Rajabhat University is a journal that publishes academic articles, research articles and review articles. Published papers are focus on state of science and technology which base on area problems and spatial development for areas of national level, provincial groups level, provincial level, sub-districts level, villages or communities level and academics level. The authors may include researchers from government agencies and academies for presenting academic works to the public.

Advisors

President of Uttaradit Rajabhat University
Vice President of Uttaradit Rajabhat University

Editor

Assoc. Prof. Dr. Jakkrite Pinyaphong Uttaradit Rajabhat University

Publishing Editor

Director of Research and Development Institute
Uttaradit Rajabhat University

Assistant Editor

Assist. Prof. Siwat Kamonkunanon Uttaradit Rajabhat University
Assist. Prof. Dr. Supattra Tantijariyapan Uttaradit Rajabhat University

Editorial Staff

1. Emeritus Prof. Dr. Anurak Panyanuwat
Chiang Mai University
2. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong
Chiang Mai University
3. Prof. Dr. Samur Thanoi
University of Phayao
4. Assoc. Prof. Dr. Avorn Opatpatanakit
Chiang Mai University
5. Assoc. Prof. Dr. Wareerat Kaewurai
Naresuan University
6. Assoc. Prof. Dr. Surachai Kungwon
Maejo University
7. Assoc. Prof. Dr. Amphawan Julsereewong
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
8. Assoc. Prof. Dr. Pairoj Neamnak
Kamphaeng Phet Rajabhat University
9. Assoc. Prof. Dr. Supaporn Sudnongbua
Naresuan University
10. Assist. Prof. Dr. Montri Songthong
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
11. Assist. Prof. Dr. Panuwat Phakdee-auksorn
Prince of Songkla University
12. Assist. Prof. Dr. Noppanun Supasiripongchai
University of Phayao
13. Assist. Prof. Dr. Haruthai Thaisuchat
Lampang Rajabhat University

14. Dr. Pakamon Pintana
Maejo University
15. Assist. Prof. Dr. Pichai Chaikla
Uttaradit Rajabhat University
16. Assist. Prof. Dr. Pasiri Khetpiyarat
Uttaradit Rajabhat University
17. Assist. Prof. Dr. Vajee Panyasai
Uttaradit Rajabhat University
18. Assist. Prof. Dr. Pongsak Onmoy
Uttaradit Rajabhat University
19. Assist. Prof. Piyawan Palas
Uttaradit Rajabhat University

Journal Producer Staff

Miss Koranit Thanongkit (Secretary)
Miss Thananuch Raksatja

Peer Reviewers

1. Assoc. Prof. Dr. Ratthai Poencharoen Silpalorn University
2. Assoc. Prof. Dr. Songwut Egwutvongsa King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
3. Assoc. Prof. Dr. Wim Nhuepeng Chiang Mai University
4. Assoc. Prof. Dr. Wandee Thamjaree Chiang Mai University
5. Assoc. Prof. Dr. Wassanai Wattanutchariya Chiang Mai University
6. Assoc. Prof. Dr. Phithagorn Thanitbenjath North–Chiang Mai University
7. Assoc. Prof. Dr. Jirapon Sunkpho Thammasat University
8. Assoc. Prof. Dr. Singhadej Tangjuank Uttaradit Rajabhat University
9. Assoc. Prof. Noppakun Nisamanee King Mongkut's University of Technology North Bangkok
10. Assoc. Prof. Samerkhwan Tantikul Maejo University
11. Assist. Prof. Dr. Worrapat Pireegreng Dhurakij Pundit University
12. Assist. Prof. Dr. Sarawat Polvongsri Maejo University
13. Assist. Prof. Dr. Artit Yawootti Rajamangala University of Technology Lanna
14. Assist. Prof. Dr. Jaruwon Ploydaungrat King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
15. Assist. Prof. Dr. Ratchasak Suvannasiri Movan Chombueng Rajabhat University
16. Assist. Prof. Dr. Satian Chunta Chiang Rai Rajabhat University
17. Assist. Prof. Dr. Anan Yaemyuen Uttaradit Rajabhat University
18. Assist. Prof. Dr. Dussadee Buntam Uttaradit Rajabhat University
19. Assist. Prof. Dr. Pongsak Onmoy Uttaradit Rajabhat University
20. Assist. Prof. Kulyuth Boonseng Songkhla Rajabhat University
21. Assist. Prof. Donyarit Settasuwach Pibulsongkram Rajabhat University
22. Assist. Prof. Aroondet Boonsung Uttaradit Rajabhat University
23. Dr. Kaona Jongwuttangarak Rajamangala University of Technology Thanyaburi
24. Dr. Phairoj Samutrak Chandrakasem Rajabhat University
25. Dr. Hathaitip Sintuya Chiang Mai Rajabhat University
26. Dr. Siwapong Tansuwanwong Chiang Rai Rajabhat University
27. Dr. Panurungsee Duenhong Uttaradit Rajabhat University
28. Dr. Ananya Kooariyakul Boromarajonani College of Nursing Uttaradit
29. Dr. Chettha Kaewprom Boromarajonani College of Nursing Phrae
30. Dr. Niphitphon Seangdoung Phrae Provincial Public Health Office

N.B. : Each published article was reviewed by 3 scholars

บทบรรณาธิการ

สวัสดีผู้อ่านทุกท่าน วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น) ฉบับนี้ เป็นปีที่ 17 ฉบับที่ 1 ประจำปี 2565 ซึ่งในฉบับนี้ยังคงมีบทความวิจัยที่หลากหลายจำนวน 10 เรื่อง อาทิเช่น ประเด็นความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019, การพัฒนากระบวนการผลิตการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าและการตลาด, การยกระดับสมรรถนะนักศึกษาในการพัฒนาท้องถิ่น ฯลฯ ซึ่งผลจากการวิจัยดังกล่าว น่าจะเป็นแนวทางให้กับชุมชนหรือองค์กรต่างๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชุมชนหรือศึกษาวิจัยต่อยอดได้

ต้องขอขอบคุณ ผู้วิจัย และทีมงาน ที่ได้ผลิตผลงานวิจัยมาแลกเปลี่ยนและแบ่งปันองค์ความรู้ให้กับวงการวิชาการ ถึงแม้ในช่วงที่ผ่านมาจะมีความยากลำบากสำหรับผู้วิจัยในการที่จะต้องลงพื้นที่ชุมชน อันเนื่องมาจากสถานการณ์การระบาดของ Covid-19 แต่ด้วยความมุ่งมั่นของทีมวิจัย ก็สามารถดำเนินการได้ในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัด ทางวารสารฯ หวังว่าคงได้รับการสนับสนุนของนักวิจัยต่อไปในอนาคต ถึงแม้ขณะนี้สถานการณ์การระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 ได้เริ่มคลี่คลายไปในทางที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ขอให้ผู้อ่าน นักวิจัยทุกท่าน ยังคงรักษาสุขภาพให้แข็งแรงและดูแลตัวเองอย่างระมัดระวัง เพื่อเป็นการป้องกันการติดเชื้อได้อย่างปลอดภัย

แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ พิญญาพงษ์
บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิชาการ

- การประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข
ศิริชัย จันทน์, ประกฤติยา ทักษิโณ และ ธนัษพร บรรเทาใจ 01

บทความวิจัย

- การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเอง
ของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก
นัฐพงศ์ ส่งเนียม, ธนัญญา บัวเฟื่อน และ กิตติพัฒน์ ศิริมงคล 21
- การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบกราฟิกเพื่อสื่อสารบุคลิกภาพ
ของตราสินค้า ลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรธานี
เรือนขวัญ หุ่นเรืองใจ 41
- รูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์
ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ
เกลลี รังษิสุทธาภรณ์, ครเนตร อารีโสภณพิเชฐ และ มลิวัลย์ ประดิษฐ์ธีระ 63
- การจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา
แบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
ธัญญพัทธ์ ทิพย์สุวงค์, วัชร วงศ์ปัญญา, บุญวัฒน์ วิจารย์พล,
เกศนีย์ อิน้อย และ วราคม วงศ์ชัย 81

- แผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติสำหรับกระบวนการขัดผิวซัพไฟร์
โดยใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล
ณัฐพล บุญอธิ, สิริวรรณ บริพัตรโกศล, อไพพรรณ รัตนพันธ์,
ปนาท ขจรรุ่งเรือง, Keisuke Suzuki และ ธรรมรัตน์ สมทอง 99
- การนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อก
วันปิติ ธรรมศรี, นันทพร อ่อนปัดชา, อุษณีย์ ปิ่นอก และ มณฑนา ศรีทองคำ 117
- การพัฒนาแบบจำลองระบบโลจิสติกส์และการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง
ท่องเที่ยวเชื่อมโยงเมืองมรดกโลกภาคเหนือตอนล่าง ประเทศไทย
สู่เมืองหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
อลงกรณ์ เมืองไหว, วชิระ วิจิตรพงษา และ ธนิดา โชนงนุช 131
- ความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019
ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
งามนิตย์ ราชกิจ และ นฤมล ดีกลิ่นลา 149
- การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรแปรรูป
มะขามจัดจืดสำหรับธุรกิจชุมชน
วิทยา หนูช่างสิงห์, ธนภัทร มะณีแสง และ อีระพงษ์ มณีเพ็ญ 167

การประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ
ในงานสำรวจทางสาธารณสุข
THE APPLICATIONS OF MULTILEVEL STRUCTURAL
EQUATION MODELING IN PUBLIC HEALTH SURVEY

วันที่รับ: 2 กันยายน 2564

วันที่แก้ไข: 21 มีนาคม 2565

วันที่ตอบรับ: 30 มีนาคม 2565

ศิริชัย จันพุ่ม¹, ประกฤติยา ทักสิน²

และ ธนัษพร บรรเทาใจ^{3*}

Sirichai Junphum¹, Prakittiya Tuksino²

and Thanatporn Bantaogjai^{3*}

¹คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี 13180

¹Faculty of Public Health, Valaya Alongkorn Rajabhat University under
the Royal Patronage, Pathum Thani 13180

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

²Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

³คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี 13180

³Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under
the Royal Patronage, Pathum Thani 13180

*Corresponding author e-mail: thanatporn.ban@vru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในการสำรวจทางสาธารณสุข ระดับรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่ และเปรียบเทียบจุดเด่น จุดด้อยการทำนาย และการนำไปใช้งาน ในเงื่อนไขประเด็นการทำงานเชิงสุขภาพของโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง โมเดลสมการพหุระดับ และโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในระดับรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่ ซึ่งเนื้อหาของบทความยังได้อธิบายการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข ในเงื่อนไขมุมมองการทำงานเชิงสุขภาพของประเทศไทยในอนาคต โดยการใช้การสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความ หนังสือ ตำรา และเอกสารทางวิชาการต่างประเทศ ในมุมมองการศึกษางานสำรวจทางสาธารณสุข

ผลการศึกษาโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ ชี้ให้เห็นถึงการพัฒนาการสำรวจทางสาธารณสุขอย่างแท้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับรายบุคคลสามารถอธิบายการทำนายกลุ่มตัวอย่างได้ประมาณ 50–100 กลุ่ม และระดับเชิงพื้นที่ขึ้นไป โมเดลฯ สามารถอธิบายการทำนายได้ 450–9,800 กลุ่ม โมเดลฯ สามารถทำนายการป้องกันและควบคุมโรคระบาดโควิด-19 พฤติกรรมสุขภาพต่างๆ คุณภาพชีวิต อายุยืนยาวหรืออายุขัยเฉลี่ย การเกิดโรคมะเร็ง โรคเรื้อรัง ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และข้ามศาสตร์สาขาได้อย่างแท้จริง ให้เข้าใจง่ายขึ้น ควรนำไปใช้ประโยชน์ในงานสำรวจทางสาธารณสุขสำหรับการสร้างโมเดลเพื่อได้ข้อมูลตัวแปรที่สำคัญหรือองค์ความรู้ใหม่ หรือสร้างแอปพลิเคชันใหม่สำหรับตอบโจทย์วิถีการทำงานชุมชนเชิงรุกด้านสุขภาพในยุคดิจิทัลสืบต่อไป

คำสำคัญ: การประยุกต์ใช้, โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ, โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง, งานสาธารณสุข



Abstract

This article shows that the application of concept of public health survey of health conditions using Multilevel Structural Equation Model (MSEM) with health survey. MSEM was chosen in order to be farsighted the digital disrupted and pandemic of coronavirus-19 disease among the change of technology, health survey with new normal that these have been little and unclear. This study was to the explained of individual-between levels, and strength/weakness of MSEM in public health survey. *Methods:* Public health survey was chosen in order to handle data transformation.

The results showed that MSEM at the individual level is determined by public health survey about at 50–100 groups, and the between level is determined by the health facilities about 450–9,800 peoples. The performance on MSEM showed improvement, especially on the efficiency of the new modeling needed for digital disruptions. It helped to reduce the complexity in health conditions. MSEM have performed the prevention and control of pandemics, all health behaviors, quality of life, life expectancy, cancer, chronic diseases,

occupation health and safety. These should also be applied to the public health survey for the novel of performance variables, the body of knowledge, the application among active surveillance in digital disruption.

Keywords: Application, Multilevel Structural Equation Modeling, Structural Equation Modeling, Public Health



บทนำ

จากสถานการณ์โรคโควิด-19 (Coronavirus disease-19: COVID-19) ที่กำลังแพร่ระบาดไปทั่วโลก ทำให้เกิดสังคมในยุคใหม่ (New Normal) เกิดขึ้น หนึ่งในประเด็นสำคัญนั้นคือ การปฏิรูปหรือการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้เกิดสิ่งใหม่ทางดิจิทัล หรือที่เรียกกันว่า ดิจิทัลดิสรัปชัน (Digital Disruptions) ในสังคมทั่วโลก จึงส่งผลให้นักวิจัยเริ่มคิดค้นสิ่งใหม่ๆ เหล่านี้เพิ่มมากขึ้น เพื่อเข้ามาทดแทนและแข่งขันกันในตลาดทางด้านการแพทย์และการสาธารณสุข เพิ่มการเข้าถึงแหล่งเทคโนโลยีสารสนเทศ ลดความยุ่งยาก ความซับซ้อนในการทำงาน และลดความเหลื่อมล้ำ ความไม่เท่าเทียมกันในสังคม เชื่อมโยงเข้ากับยุคสมัยใหม่ โดยเทคโนโลยีเหล่านี้ก่อให้เกิดประโยชน์มหาศาลแก่ประชาชนได้ใช้งานอย่างง่ายดาย สะดวก และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ในที่นี้คณะผู้เขียนขอเสนอแนะแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุขด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่นักวิจัยได้ให้ความสำคัญอย่างแพร่หลาย (Hox, Maas, & Brinkhuis, 2010) โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling) หรือเรียกสั้นๆ ว่า MSEM สามารถพัฒนาต่อยอดในงานสำรวจทางสาธารณสุขได้เพิ่มมากขึ้น และความง่าย สะดวก รวดเร็ว ตรงประเด็นต่อการนำไปใช้ในงานได้สมจริง สามารถแก้ปัญหาสุขภาพประชาชนแบบยั่งยืน จึงแนะนำให้ใช้ MSEM แทน (Hox & Maas, 2001; Hox, Maas, & Brinkhuis, 2010; Brown, 2015) ส่วนการศึกษาของมูเทน (Muthén, 2011) ได้กล่าวไว้ว่า โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในเรื่องที่ซับซ้อนและวัดผลได้ ทั้งระดับเดี่ยว (Single Level) และระดับกลุ่ม (Cluster or Groups Levels) ได้ดีกว่าโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling) หรือเรียกสั้นๆ ว่า SEM และโมเดลสมการพหุระดับ (Multilevel Modeling) หรือเรียกสั้นๆ ว่า MLM ตามลำดับ (Muthén & Muthén, 1998)

ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองอย่างข้างต้นไม่สามารถทำได้ ซึ่งการศึกษาของ (Saengtrakul, Kanjanawasee, & Wiratchai, 2016) ได้กล่าวไว้ว่า คุณลักษณะดังกล่าวข้างต้นประกอบด้วย การสร้างภาพทำนายขึ้นจริงในการศึกษาระดับชั้นเรียน โดยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ (GSEM Building) การวิเคราะห์อิทธิพล (Path Analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Exploratory Factor Analysis) และการวิเคราะห์อิทธิพลตัวแปรส่งผ่าน (Mediation Analysis) ซึ่งเป็นการเพิ่มตัวแปรแฝงและทดสอบความคลาดเคลื่อนกับการแปลผลข้อมูลค่าต่างๆ ที่ต้องการความชัดเจนทั้งผลกระทบ (Effects) ที่เกิดขึ้นทางตรง (Direct Effects) ทางอ้อม (Indirect Effects) และผลกระทบผลรวม (Total Effects) ซึ่งวัดผลโดยระบุในระดับบุคคล (Individuals) และระดับชั้น (Between) ที่มีลักษณะเป็นแปรต่อเนื่อง (Continuously) หรือตัวแปรกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Continuous) หรือตัวแปรแจกแจง (Category) หรือตัวแปรนามบัญญัติ (Nominal) หรือข้อมูลอัตราการรอดชีพ (Survival Data) ส่วนใหญ่นักวิจัยมักนิยมนำมาใช้งานกันเพราะมีคุณลักษณะความพิเศษที่สุด คือ สามารถทำนายลักษณะข้อมูลตรวจสอบอิทธิพลเข้าสู่ส่วนกลาง (Mediators) ซึ่งเป็นข้อมูลใหม่ (New Hierarchy Database) ได้แก่ ข้อมูลแบบ 2-1-2, 2-2-1, 1-2-2, 1-1-2 และ 1-1-1 เป็นต้น ประเด็นเหล่านี้ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่มากขึ้น

สำหรับโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในการสำรวจทางสาธารณสุข เริ่มนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับอย่างแพร่หลาย จึงเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูงที่น่าสนใจ เพื่อนำไปวิเคราะห์ความเป็นสาเหตุระหว่างตัวแปร (Mediated) สำหรับการศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามระดับลดหลั่นกันของข้อมูลระหว่างตัวแปรทำนาย (Prediction) ซึ่งเป็นตัวแปรสาเหตุ (Observe Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ในแต่ละระดับชั้นของข้อมูล และยังลดอคติของการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละระดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อีกด้วย เช่น การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ (Non-Invariance) (Marsh, Hau, & Wen, 2004; Davidov, Duellmer, Schlüter, Schmidt, & Meuleman, 2012) ดังนั้น การทำนายโดยใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในการสำรวจทางสาธารณสุขเหล่านี้ ในอนาคตตามบริบทมุมมองของการแพร่ระบาดโรคและภัยสุขภาพต่างๆ เป็นสิ่งที่จำเป็นได้อย่างแน่นอนว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานของนักสาธารณสุข ผู้กำหนดนโยบาย นักวิจัย นักชีวสถิติ และผู้สนใจประโยชน์อย่างชัดเจน สอดคล้อง เหมาะสม และตรงประเด็นในเรื่องนั้นๆ ได้อย่างดี (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2006; Ryu, 2014; Jannaksan, 2020)



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่ออธิบายการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในการสำรวจทางสาธารณสุข ระดับรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่
2. เพื่อเปรียบเทียบจุดเด่น จุดด้อยการดำเนินงาน และการนำไปใช้งาน ในเงื่อนไขประเด็นการทำงานเชิงสุขภาพของโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง โมเดลสมการพระระดับ และโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในระดับรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่



ขอบเขตการวิจัย

บทความวิชาการนี้เป็นการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในการสำรวจทางสาธารณสุข ระดับรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่



กรอบแนวคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การเขียนบทความวิชาการในครั้งนี้ ทีมผู้เขียนได้ใช้การสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความหนังสือ ตำรา และเอกสารทางวิชาการต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทำการกำหนดประเด็นปัญหาการใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุขในรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่
2. ทำการสำรวจประเด็นปัญหาการใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุขในรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่

3. ทำการขอจริยธรรมในมนุษย์ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE62221

4. ทำการอธิบายความหมาย ข้อตกลง การทดสอบความสอดคล้อง การใช้กลุ่มตัวอย่าง และค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น และหลักการใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุขรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่

5. ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะการวัดผล จุดเด่น จุดด้อย และการนำไปใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุขรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่

6. ทำการแปลผล สรุปผล และทำนายผล โดยยกตัวอย่างประกอบการนำไปใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุขรายบุคคลและระดับเชิงพื้นที่

7. ทำการอภิปรายผลและวิจารณ์ผลการศึกษา



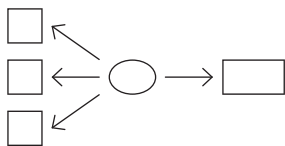
ผลการวิจัย

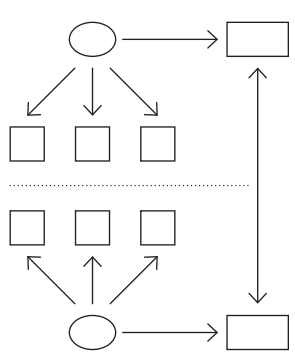
ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับ ชี้ให้เห็นถึงการพัฒนาการสำรวจทางสาธารณสุขอย่างแท้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับรายบุคคลสามารถอธิบายการทำนายกลุ่มตัวอย่างได้ประมาณ 50–100 กลุ่ม และระดับเชิงพื้นที่ สามารถอธิบายการทำนายได้ 450–9,800 กลุ่ม มีความสามารถทำนายการป้องกันและควบคุมโรคระบาด เช่น โรคโควิด-19 โรคไข้เลือดออก และโรคระบาดอื่นๆ เป็นต้น พฤติกรรมสุขภาพต่างๆ คุณภาพชีวิต อายุยืนยาวหรืออายุขัยเฉลี่ย การเกิดโรคมะเร็ง โรคเรื้อรัง ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มีคุณลักษณะที่พิเศษคือการประยุกต์ใช้โมเดลฯ โดยใช้การวาดภาพแปลผล สรุปผล และทำนายผลลัพธ์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปได้ทันที รวมทั้งได้ยกตัวอย่างประกอบการแปลผล สรุปผล และทำนายผลการทำงานให้เข้าใจง่ายขึ้น ควรนำไปใช้ประโยชน์ในงานสำรวจทางสาธารณสุข ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

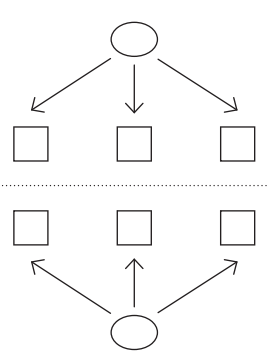
1. ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระดับ (Assumption of Multilevel Structural Equation Modeling) การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระดับ (MSEM) ในสมัยดั้งเดิมเมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Lisrel ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumptions) ที่แตกต่างจากการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างในสมัยใหม่ที่มีโปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะทางช่วยในการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระดับสมัยใหม่สามารถผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นบางประการจากข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์แบบดั้งเดิมได้ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะโมเดลของการวิเคราะห์โมเดลพระดับ สมการโครงสร้างแบบดั้งเดิมบางประเภท เช่น Path Analysis Model เป็นโมเดลที่มีเฉพาะตัวแปรสังเกตได้ ในขณะที่โมเดลสมการโครงสร้างสมัยใหม่

เป็นโมเดลตัวแปรแฝง รวมถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป และเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ เป็นต้น ทำให้ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระระดับแบบดั้งเดิมและข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระระดับสมัยใหม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ทีมผู้เขียนจึงขอเสนอข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบดั้งเดิมและข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระระดับยุคสมัยใหม่ เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะต่างๆ ให้เห็นความแตกต่างชัดเจนยิ่งขึ้น ไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะการวัดผล จุดเด่น จุดด้อย และการนำไปใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข

คุณลักษณะการวัดผล	จุดเด่น	จุดด้อย	การนำไปใช้
1. โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง • ตัวแปรนามบัญญัติ • ตัวแปรแฝงนับ • ตัวแปรต่อเนื่อง	1. แก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานโดยการประมาณค่าทดแทนจากโปรแกรมสำเร็จรูป 2. แก้ไขปัญหาความผันแปรของสัมประสิทธิ์ถดถอย 3. บางโปรแกรมสำเร็จรูปใช้การวาดภาพและทำนายผล เช่น R-Command AMOS STATA MPlus	1. เป็นเพียงการยืนยันความสอดคล้องของทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ 2. มีความเป็นเหตุเป็นผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่นำมาใช้อ้างอิง 3. ขาดการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ทันยุคสมัยใหม่ 4. มีข้อจำกัดวิเคราะห์ได้เพียงระดับเดียวเท่านั้น	

คุณลักษณะการวัดผล	จุดเด่น	จุดด้อย	การนำไปใช้
2. โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ • ตัวแปรนามบัญญัติ • ตัวแปรแฝงนับ • ตัวแปรต่อเนื่อง • ตัวแปรกึ่งต่อเนื่อง • ตัวแปรรอดชีพ	1. แก้ไขปัญหาความลำเอียงของการสุ่มข้ามระดับ 2. แก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3. ทำนายอิทธิพลเข้าสู่ส่วนกลางและข้อมูลแบบลดหลั่นมีค่าการทำนายได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ 4. แก้ไขปัญหาความผันแปรของสัมประสิทธิ์ถดถอย 5. วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายแบบปกติและไม่ปกติ 6. เกิดโมเดลใหม่และเข้ากับยุคสมัยใหม่อยู่เสมอ 7. บางโปรแกรมสำเร็จรูป ใช้การวาดภาพและทำนายผล เช่น R-Command AMOS STATA MPlus	1. ใช้เวลาค่อนข้างน้อยในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 2. การบรรจบตัวของแต่ละเส้นค่อนข้างสลับซับซ้อน 3. มีข้อจำกัดวิเคราะห์ระดับชั้นได้ 2-4 ชั้น	Between Level  Individual Level

คุณลักษณะการวัดผล	จุดเด่น	จุดด้อย	การนำไปใช้
3. โมเดลเชิงเส้นพหุระดับ (Multilevel Analysis) • ตัวแปรนามบัญญัติ • ตัวแปรเจนนับ • ตัวแปรต่อเนื่อง • ตัวแปรรอดชีพ	1. แก้ไขปัญหาความลำเอียงของการสรุปข้ามระดับ 2. แก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3. แก้ไขปัญหาความผันแปรของสัมประสิทธิ์ถดถอย 4. วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายแบบปกติและไม่ปกติ 5. บางโปรแกรมสำเร็จรูปใช้การวาดภาพและทำนายผล เช่น R-Command AMOS STATA MPlus	1. ในกรณีข้อมูลเชิงประจักษ์น้อยและค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นสูงมักมีการประมาณค่าที่ไม่ดีเป็นอย่างมาก	Between Level  Individual Level

ที่มา: (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2006; Rabe-Hesketh & Skrondal, 2008; Sinjindawong, 2008; Preacher, 2011; Hox, 2013)

จากตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะการวัดผล จุดเด่น จุดด้อย และการนำไปใช้งานของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข สามารถบอกได้ว่าโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง มีคุณลักษณะการวัดเป็นตัวแปรนามบัญญัติ ตัวแปรเจนนับ ตัวแปรต่อเนื่อง มีจุดเด่น ได้แก่ แก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Misestimated Standard Error) โดยประมาณค่าทดแทน (Imputation) จากโปรแกรมสำเร็จรูป แก้ไขปัญหาความผันแปรของสัมประสิทธิ์ถดถอย (Homogeneity of Regression)

และบางโปรแกรมสำเร็จรูปใช้การวาดภาพและทำนายผล เช่น R-Command AMOS STATA MPLus เป็นต้น สำหรับจุดด้อย ได้แก่ เป็นเพียงการยืนยันความสอดคล้องของทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ ความเป็นเหตุเป็นผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่นำมาใช้อ้างอิง หลักการใช้งานในปัจจุบันยังขาดการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ทันยุคสมัยใหม่ มีข้อจำกัดสามารถทำการวิเคราะห์ได้เพียงระดับเดียวเท่านั้น โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระเดช มีคุณลักษณะการวัดเป็นตัวแปรนามบัญญัติ ตัวแปรแรงนับ ตัวแปรต่อเนื่อง ตัวแปรกึ่งต่อเนื่อง และตัวแปรรอดชีพ จุดเด่น ได้แก่ แก้ไขปัญหาความลำเอียงของการสรุปข้ามระดับ (Aggregation Bias) แก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Misestimated Standard Error) ทำนายอิทธิพลเข้าสู่ส่วนกลาง (Mediators) และข้อมูลแบบลดหลั่น (Hierarchical Data) มีค่าการทำนายได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ แก้ไขปัญหาความผันแปรของสัมประสิทธิ์ถดถอย (Homogeneity of Regression) วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายแบบปกติและไม่ปกติ เกิดโมเดลใหม่และเข้ากับยุคสมัยใหม่อยู่เสมอ และบางโปรแกรมสำเร็จรูปใช้การวาดภาพและทำนายผล เช่น R-Command AMOS STATA MPLus สำหรับจุดด้อย ได้แก่ ใช้เวลาค่อนข้างน้อยในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป การบรรจุตัวแปรของแต่ละเส้นค่อนข้างสลับซับซ้อน และมีข้อจำกัดวิเคราะห์ระดับชั้นได้ 2-4 ชั้น ส่วนโมเดลเชิงเส้นพระเดชนั้น มีคุณลักษณะการวัดเป็นตัวแปรนามบัญญัติ ตัวแปรแรงนับ ตัวแปรต่อเนื่อง ตัวแปรรอดชีพ จุดเด่น ได้แก่ แก้ไขปัญหาความลำเอียงของการสรุปข้ามระดับ (Aggregation Bias) แก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Misestimated Standard Error) แก้ไขปัญหาความผันแปรของสัมประสิทธิ์ถดถอย (Homogeneity of Regression) วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายแบบปกติและไม่ปกติ และบางโปรแกรมสำเร็จรูปใช้การวาดภาพและทำนายผล เช่น R-Command AMOS STATA MPLus และจุดด้อย ได้แก่ กรณีข้อมูลเชิงประจักษ์น้อยและค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นสูงมักมีการประมาณค่าที่ไม่ดีเป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับทั้งสามโมเดลสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนถูกต้อง เหมาะสม และมีความมั่นใจในการนำไปใช้งานสำรวจทางสาธารณสุข

2. การทดสอบความสอดคล้องของโมเดล (Model of FIT) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยต้องพิจารณาดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอย่างถูกต้อง เหมาะสม ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา จำนวน 3 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประการที่สอง การพิจารณาค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นว่าแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ ประการที่สาม การพิจารณาค่าความสมเหตุสมผลของขนาดและทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ประการที่หนึ่ง การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างพัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องมีกฎเกณฑ์ในการพิจารณาได้สรุปไว้ในตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ดัชนีความสอดคล้องโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข

ชื่อดัชนี	สูตร	ค่ามาตรฐาน	ความสอดคล้อง
1. P-value	$1 - \alpha$	มากกว่า 0.05	สอดคล้อง
2. CMIN/DF	$\frac{x^2}{df}$	น้อยกว่า 3	สอดคล้อง
3. GFI	$1 - \left(\frac{x^2_{model}}{x^2_{null}} \right)$	มากกว่า 0.90	สอดคล้อง
4. AGFI	$1 - \left[\left(\frac{df_{null}}{df_{model}} \right) (1 - GFL) \right]$	มากกว่า 0.90	สอดคล้อง
5. CFI	$(x^2_m - df_m) / (x^2_b - df_b)$	มากกว่า 0.90	สอดคล้อง
6. SRMR		ต่ำกว่า 0.08	สอดคล้อง
7. RMSEA	$\sqrt{\frac{x^2 - df}{n - 1}}$	ต่ำกว่า 0.08	สอดคล้อง

ที่มา: (Hsu, Lin, Skidmore, & Kim, 2019)

2.2 ประการที่สอง การพิจารณาค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นว่าแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ ซึ่งเป็นการพิจารณาทั่วไป โดยพิจารณาจากค่า Coefficient และค่า P-value แต่ละเส้นให้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงจะยอมรับได้

2.3 ประการที่สาม การพิจารณาค่าความสมเหตุสมผลของขนาดและทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้น หรือการหาความเที่ยง (Reliability) มี 2 วิธี คือ

2.3.1 วิธีสัมประสิทธิ์ความคงตัว (Coefficient of Stability) ด้วยวิธีถ้ามซ้ำ (Test-Retest Method) โดยการคำนวณทางสถิติวิธี Intraclass Correlation (ICC) ซึ่งค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.75 แปลผลว่าค่าความเที่ยงแบบคงตัวอยู่ในระดับดีมาก ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.75 แปลผลว่าอยู่ในระดับปานกลางถึงดี ส่วนค่าที่น้อยกว่า 0.40 แปลผลว่าอยู่ในระดับต่ำ แต่ในงานสำรวจทางสาธารณสุขแนะนำให้ใช้ 0.90 ขึ้นไป (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2006; Sinjindawong, 2008; De Vet, Terwee, Mokkink, & Knol, 2011)

2.3.2 วิธีสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องภายใน (Coefficient of Internal Consistency) ด้วยวิธีวิเคราะห์ส่วนย่อย โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์แอลฟาด้วยวิธี Cornbrash's Alpha Coefficient ซึ่งค่าที่มากกว่า 0.70 แปลผลว่า แบบสอบถามมีความเที่ยงของความสอดคล้องภายในอยู่ในระดับน่าเชื่อถือได้ (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2006; De Vet, Terwee, Mokkink, & Knol, 2011)

3. การใช้กลุ่มตัวอย่างและค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (Sample Size and Intraclass Correlation) ข้อมูลที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นระดับชั้นแบบลดหลั่น (Hierarchy Data) ในโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข เช่น ระดับชั้นเรียน ครอบครัว ชุมชนหรือหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด เขต ภาค ประเทศ ภาพรวม เป็นสาเหตุของปัญหาในการใช้กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล เพราะโดยทั่วไปสมมติฐานปกติ (Usual Assumption) ของตัวแปรอิสระ (Independent) และตัวแปรที่การกระจายตัวเหมือนกัน มักถูกละเมิดไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้น ลักษณะการใช้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับกรณีกลุ่มระดับบุคคลหรือเฉพาะรายเฉยเท่านั้น (Individual Level or Within Level) การแปลผลและสรุปผลรายบุคคล ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างนิยมอ้างอิงค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นเพื่อนำมาคำนวณกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการลดอคติ ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณไม่เกิน 100 กลุ่ม แต่ถ้าหากใช้กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 200 กลุ่ม อาจจะทำให้เกิดค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นสูง (High Intraclass Correlation: H-ICC) ซึ่งเป็นผลให้ค่า Standard Error และเกิดค่าเศษเหลือ (Residual) อาจจะเป็นการประมาณค่าสูงเกินไป (Overestimated) ซึ่งทำให้การแปลผล สรุปผล และการทำนายผลลัพธ์ไม่มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานทางสาธารณสุข แต่ในทางเดียวกัน หากผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก หรือประมาณ 50 กลุ่ม ก็จะทำให้เกิดค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นต่ำ (Low Intraclass Correlation: L-ICC) ซึ่งเป็นผลให้ค่า Standard Error ต่ำ และเกิดค่าเศษเหลือ (Residual) อาจจะเป็นการประมาณค่าต่ำเกินไป (Underestimated) ได้เช่นกัน (Hox & Maas, 2001) ดังนั้น ในลักษณะข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นระดับชั้นแบบลดหลั่น (Hierarchy Data) หากจะนำไปใช้ นักสาธารณสุข ผู้กำหนดนโยบาย ผู้วิจัย นักสถิติ และผู้สนใจทั่วไป ควรจะพิจารณาอย่างลึกซึ้งและเลือกใช้อย่างเหมาะสม ในที่นี้ทีมผู้เขียนได้สรุปสั้นๆ พอสังเขปเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบไว้ดังตารางที่ 3

กลุ่มตัวอย่างกรณีประเมินด้วยค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น ส่วนใหญ่ต้องการที่จะทราบขนาดความเที่ยงมากกว่าต้องการทราบว่ามีความเที่ยงตรงหรือไม่ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างทีมผู้เขียนจึงเสนอแนะวิธีการประมาณค่ามากกว่าการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ สรุปสูตรดังต่อไปนี้ (De Vet, Terwee, Mokkink, & Knol, 2011)

$$n = \frac{8Z^2\alpha/2(1-ICC)^2[1+(m-1)ICC]^2}{m(m-1)w}$$

เมื่อ $Z^2\alpha/2$ หมายถึง ค่าทางสถิติการแจกแจงปกติ โดยกำหนดให้ระดับความเชื่อมั่นของการประมาณค่าเท่ากับ 95% หรือ $\alpha = 0.05$ หรือเท่ากับ 1.96

ICC หมายถึง ค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น

m หมายถึง จำนวนการถูกวัดซ้ำแต่ละคน (จำนวนผู้วัด)

w หมายถึง ช่วงความกว้างของค่าประมาณ โดยกำหนดให้ d เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ w เท่ากับ 2 เท่าของ d

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบอคติความเที่ยงตรง และค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างปัจจัยและความแปรปรวน โดยใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างและค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (Relative Bias Standard Errors, Between Loading and Variances by Number of Groups and Intraclass Correlation)

ค่า ICC	Standard Errors Loading				Standard Errors Variances			
	จำนวนกลุ่ม (NG)				จำนวนกลุ่ม (NG)			
	50	100	200	Total	50	100	200	Total
สูง	-18.6	-16.3	-15.1	-16.7	-2.2	-1.1	0.5	-1.3
ต่ำ	-12.7	-7.7	-2.8	-7.1	0.2	0.2	0.1	0.1
ผลรวม	-15.7	-11.0	-9.0		-1.0	0.5	0.2	

ที่มา: (Hox & Maas, 2001)

กรณีกลุ่มตัวอย่างนี้ยกเว้น การใช้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับในกรณีกลุ่มหลายระดับเชิงพื้นที่ (Between Level) สามารถใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณ 450–9,800 กลุ่มได้ เพราะเป็นการแปลผล สรุปผล และทำนายผลลัพธ์ข้อมูลในระดับชั้นภาพรวมขึ้นไป (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2006)

การทำนายผลโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับ ส่วนใหญ่มักพิจารณาค่ามาตรฐานของความเหมาะสม (Model of FIT) ที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปการทำนายได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การทำนายเชิงบวก (+)

การทำนายผลเชิงบวก ในงานสำรวจทางสาธารณสุข เช่น คุณภาพชีวิต ความเท่าเทียมกัน และมีอายุขัยเฉลี่ยสูงหรืออายุยืนยาวขึ้น เป็นต้น แต่สำหรับโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับ แสดงเป็นข้อความหรือเครื่องหมายว่าเป็นผลเชิงบวกหรือมีความสัมพันธ์ทางบวก (+)

ตัวอย่างที่ 1 นักวิจัยท่านหนึ่ง มีความสนใจการวิจัยเรื่อง แรงจูงใจในการป้องกันโรคที่มีอิทธิพลต่อการรับบริการฉีดวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยทางภาคเหนือ ในประเทศแห่งหนึ่ง แลพบภูมิภาคยุโรป จำนวน 384 คน ผลการวิจัยพบว่า

$$x^2(384) = 82.24, df = 32, P\text{-value} = 0.0892, \frac{x^2}{df} = 0.2570, CFI = 1.000, TLI = 1.000, RMSEA = 0.050, SRMR_w = 0.042, SRMR_B = 0.044$$

จากข้อความข้างต้น หมายความว่า โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับนี้ มีความเหมาะสมอย่างมากที่สุด และมีความสัมพันธ์ทางบวก สามารถทำนายภาพรวมโมเดลได้ 59.7% และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.050

ตัวอย่างที่ 2 นักวิจัยท่านหนึ่ง มีความสนใจการวิจัยเรื่อง คุณภาพชีวิตที่มีผลต่อผู้ติดเชื้อโรคเอดส์ในจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศแห่งหนึ่ง จำนวน 589 คน ผลการวิจัยพบว่า

$$x^2(498) = 559.19, df = 209, P\text{-value} = 0.0719, \frac{x^2}{df} = 2.676, CFI = 1.000, TLI = 1.000, RMSEA = 0.001, SRMR_w = 0.017, SRMR_B = 0.011$$

จากข้อความข้างต้น หมายความว่า โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับนี้ มีความเหมาะสมอย่างมากที่สุด และมีความสัมพันธ์ทางบวก สามารถทำนายภาพรวมโมเดลได้ 98% และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

2. การทำนายเชิงลบ (-)

การทำนายผลเชิงลบ ในงานสำรวจทางสาธารณสุขอาจพิจารณาตามพื้นฐาน 2 กรณี คือ การเป็นโรค และการตาย แต่สำหรับโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับ แสดงเป็นข้อความหรือเครื่องหมายว่าเป็นผลเชิงลบหรือมีความสัมพันธ์ทางลบ (-) เช่น ความเหลื่อมล้ำ การเกิดโรค การบาดเจ็บ การป่วย การพิการ และการเสียชีวิต เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 3 นักวิจัยท่านหนึ่ง มีความสนใจการวิจัยเรื่อง ปัจจัยความเครียด และการนอนหลับพักผ่อนที่มีอิทธิพลต่อการปฏิบัติงานป้องกันและควบคุมโรคโควิด-19 ของบุคลากรทางการแพทย์และการสาธารณสุขในตำบล อำเภอ และจังหวัดทางภาคกลาง ประเทศแห่งหนึ่งแถบทวีปเอเชียใต้ จำนวน 516 คน ผลการวิจัยพบว่า

$$\chi^2(516) = 72.8, df = 28, P\text{-value} = 0.0688, \frac{\chi^2}{df} = 2.601, CFI = 1.000, \\ TLI = 1.000, RMSEA = 0.050, SRMR_w = -0.026, SRMR_B = -0.028$$

จากข้อความข้างต้น หมายความว่า โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับนี้ มีความเหมาะสมอย่างมากที่สุด และมีความสัมพันธ์ทางลบ สามารถทำนายภาพรวมโมเดลได้ 74.9% และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.050

ตัวอย่างที่ 4 นักวิจัยท่านหนึ่ง มีความสนใจการวิจัยเรื่อง ความเหลื่อมล้ำที่มีผลต่อการเข้าร่วมคัดกรองโรคมะเร็งชนิดหนึ่งในจังหวัดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศแห่งหนึ่ง จำนวน 374 คน ผลการวิจัยพบว่า

$$\chi^2(14) = 49.28, df = 19, P\text{-value} = 0.078, \frac{\chi^2}{df} = 2.594, CFI = 1.000, \\ TLI = 1.000, RMSEA = 0.001, SRMR_w = -0.048, SRMR_B = -0.042$$

จากข้อความข้างต้น หมายความว่า โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระระดับนี้ มีความเหมาะสมอย่างมากที่สุด และมีความสัมพันธ์ทางลบ สามารถทำนายภาพรวมโมเดลได้ 93% และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

3. การทำนายเชิงไม่สามารถทำนายได้หรือไม่มีความสัมพันธ์

ตัวอย่างที่ 5 นักวิจัยท่านหนึ่ง มีความสนใจการวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมที่มีผลต่อการเข้าร่วมคัดกรองโรคเบาหวานชนิดที่สอง ในจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศแห่งหนึ่ง จำนวน 297 คน ผลการวิจัยพบว่า

$$x^2(184) = 67.97, df = 99, P\text{-value} < 0.001, \frac{x^2}{df} = 0.687, CFI = 1.000, \\ TLI = 1.000, RMSEA = 0.189, SRMR_w = 0.189, SRMR_B = 0.191$$

จากข้อความข้างต้น หมายความว่า โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับนี้ ไม่มีความเหมาะสมและไม่สามารถทำนายโมเดลได้ ซึ่งมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.189



อภิปรายผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข ได้อธิบายแนวคิด หลักการใช้งาน ข้อตกลงเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่าง วิธีการวัดผล แปลผล สรุปผล ทำนายผล และยกตัวอย่างประกอบโดยละเอียด เหมาะสม คล้ายคลึงกับงานวิจัย การลดหลั่นของลักษณะทางประชากรศาสตร์และวัฒนธรรมของในคนเชื้อสายจีน ที่อาศัยอยู่ ประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีผลต่อโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่/ไส้ตรง: การวิเคราะห์ระดับขั้นตัวแปรแฝง (Strong, Ji, Liang, Ma, Brown, & Wang, 2014) อย่างไรก็ตาม มุมมองการวิจัยระดับขั้นเรียน ครอบครัว กลุ่มคน ชุมชนหรือหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด เขต ภาค ประเทศ (ภาพรวม) ในเรื่องพฤติกรรมสุขภาพต่างๆ ก็สามารถนำมาใช้งานได้อย่างแท้จริง ซึ่งคล้ายคลึงกับการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ: การวิจัยระหว่างวัฒนธรรม (Cheung & Au, 2005) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับเกี่ยวกับด้านคุณภาพชีวิตและโรคเรื้อรัง ซึ่งสามารถระบุข้อมูลแบบลดหลั่นกันอย่างชัดเจนทางการแพทย์ คล้ายคลึงกับการวัดคุณภาพชีวิตและโครงสร้างตัวชี้วัดต่างๆ ทางสังคมศาสตร์ (Maggino & Zumbo, 2012) และเงื่อนไขความเหลื่อมล้ำ คล้ายคลึงกับความเหมาะสมของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับที่มีต่อการแบ่งแยกความเหลื่อมล้ำ: การประยุกต์ใช้ในประเทศโบลิเวีย (Temporin, 2019) ดังนั้น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในเงื่อนไขมุมมองเชิงสุขภาพ ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป และเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยเหลือที่จำเป็นอย่างแท้จริง เกิดความเข้าใจเพิ่มเติมมากขึ้น เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพหุระดับ ทำให้ผู้ใช้มีความมั่นใจมากขึ้น ในคุณภาพของงานตนเอง รวมทั้งได้เปรียบเทียบจุดเด่น จุดด้อย การนำไปใช้งานวิจัยต่างๆ เกิดความน่าเชื่อถือ ชัดเจน ถูกต้องต่อไป



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานสำรวจทางสาธารณสุข จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้การวิเคราะห์ทางสถิติประยุกต์อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน และเหมาะสม ให้เท่าทันกับยุคดิจิทัลดิสรรัปชัน และการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อลดความซับซ้อนในการทำงาน ซึ่งโมเดลนี้สามารถยืนยันว่าใช้งานในการแก้ปัญหาสุขภาพประชาชนแบบยั่งยืนได้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างพระดับในงานสำรวจทางสาธารณสุข คือ การประยุกต์ใช้วิธีทางสถิติขั้นสูงทางเลือกหนึ่งที่มีความสามารถพิเศษอย่างแท้จริง ด้วยการนำเสนอหลักการใช้งาน ข้อตกลงเบื้องต้น การใช้กลุ่มตัวอย่าง ค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น การยกตัวอย่าง และองค์ประกอบต่างๆ ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป รูปแบบการแปลผล สรุปผล และทำนายผลข้อมูลเข้าสู่ส่วนกลางในลักษณะข้อมูลแบบลดหลั่นกัน ในเงื่อนไขมุมมองเชิงสุขภาพเชิงบวกและเชิงลบ ทั้งระดับรายบุคคล และระหว่างระดับชั้นเรียน ครอบครัว ชุมชนหรือหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด เขต ภาค ประเทศ เพื่อให้ได้การทำนายผลลัพธ์ที่มีความเป็นจริง ชัดเจน ตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งสามารถนำโมเดลนี้ไปประยุกต์ใช้ได้ทันที และในอนาคตอันใกล้ของประเทศไทย โมเดลนี้เป็นสถิติที่น่าสนใจอย่างมากที่สุด ที่นักสาธารณสุข (Registered Public Health) ผู้กำหนดและวางแผนนโยบาย นักวิจัย นักชีวสถิติ และผู้ที่สนใจ ควรพิจารณาเลือกใช้เพื่อยกระดับคุณภาพการวิจัยและนวัตกรรม อันเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาพื้นที่ชุมชนอันเป็นประโยชน์คุณูปการต่อประเทศชาติอย่างยิ่งต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. London: Guilford.
- Cheung, M. W. L., & Au, K. (2005). Applications of Multilevel Structural Equation Modeling to Cross-Cultural Research. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 12(4), 598–619.
- Davidov, E., Duellmer, H., Schlüter, E., Schmidt, P., & Meuleman, B. (2012). Using a Multilevel Structural Equation Modeling Approach to Explain Cross-Cultural Measurement Noninvariance. *Journal of Cross-Cultural Psychology – J CROSS-CULT PSYCHOL*, 43, 558–575.
- De Vet, H. C., Terwee, C. B., Mokkink, L. B., & Knol, D. L. (2011). *Measurement in Medicine: A Practical Guide*. London: Cambridge University Press.

- Hox, J. J. (2013). Multilevel Regression and Multilevel Structural Equation Modeling. In T. D. Little (Ed.), *The Oxford Handbook of Quantitative Methods*, (pp. 281–294). New York: Oxford University Press.
- Hox, J. J., & Maas, C. J. (2001). The Accuracy of Multilevel Structural Equation Modeling with Pseudo Balanced Groups and Small Samples. *Structural Equation Modeling*, 8(2), 157–174.
- Hox, J. J., Maas, C. J., & Brinkhuis, M. J. (2010). The Effect of Estimation Method and Sample Size in Multilevel Structural Equation Modeling. *Statistica Neerlandica*, 64(2), 157–170.
- Hsu, H. Y., Lin, J. J. H., Skidmore, S. T., & Kim, M. (2019). Evaluating Fit Indices in a Multilevel Latent Growth Curve Model: A Monte Carlo Study. *Behav Res Methods*, 51(1), 172–194.
- Jannaksan, S. (2020). The Principle of Multilevel Structural Equation Modeling Analysis by Using Optimal Sample Size and Estimation Methods. *Journal of Social Sciences in Measurement Evaluation Statistics and Research*, 1(1), 12–20.
- Maggino, F., & Zumbo, B. D. (2012). Measuring the Quality of Life and the Construction of Social Indicators. In K. C. Land, A. C. Michalos, & M. J. Sirgy (Eds.), *Handbook of Social Indicators and Quality-of-Life Research*, (pp. 201–238). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Marsh, H. W., Hau, K.-T., & Wen, Z. (2004). In Search of Golden Rules: Comment on Hypothesis-Testing Approaches to Setting Cutoff Values for Fit Indexes and Dangers in Overgeneralizing Hu and Bentler's (1999) Findings. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 11(3), 320–341.
- Muthén, B. (2011). *Applications of Causally Defined Direct and Indirect Effects in Mediation Analysis Using SEM in Mplus*. Los Angeles: Mplus Citation.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (1998). *Mplus User's Guide (Version 7)*. Los Angeles: CA Citation.

- Preacher, K. J. (2011). Multilevel SEM Strategies for Evaluating Mediation in Three-level Data. *Multivariate Behavioral Research*, 46(4), 691–731.
- Rabe-Hesketh, S., & Skrondal, A. (2006). Multilevel Modelling of Complex Survey Data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 169(4), 805–827.
- Rabe-Hesketh, S., & Skrondal, A. (2008). Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata. *Statistical Methods in Medical Research*, 17(1), 5–32.
- Ryu, E. (2014). Model Fit Evaluation in Multilevel Structural Equation Models. *Frontiers in Psychology*, 5, 81.
- Saengtrakul, K., Kanjanawasee, S., & Wiratchai, N. (2016). Student Factors Affecting Latent Transition of Mathematics Achievement Measuring from Latent Transition Analysis with a Mixture Item Response Theory Measurement Model. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 217, 729–737.
- Sinjindawong, S. (2008). Multi-Level Causal Model: Application for Data Analysis. *Rajabhat Suratthani University Journal*, 1(2), 45–58.
- Strong, C., Ji, C. S., Liang, W., Ma, G., Brown, R., & Wang, J. H. (2014). Heterogeneous Demographic and Cultural Profiles of Chinese American Patients Nonadherent to Colorectal Cancer Screening: A Latent Class Analysis. *Cancer Nurs*, 37(2), 106–113.
- Temporin, F. (2019). A Multilevel Structural Equation Modelling Approach to Study Segregation of Deprivation: An Application to Bolivia. *Quality & Quantity*, 53(3), 1657–1674.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การพัฒนาาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเอง
 ของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก
 DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR HERBAL LEARNING
 CENTERS FOR SELF-CARE FOR PEOPLE IN PAK PHLI COMMUNITY,
 PAK PHLI, NAKHON NAYOK

วันที่รับ: 27 กันยายน 2564

วันที่แก้ไข: 3 ธันวาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 20 ธันวาคม 2564

นัฐพงศ์ ส่งเนียม^{1*}, ธนัญญา บัวเพื่อน² และ กิตติพัฒน์ ศิริมงคล³

Nattapong Songneam^{1*}, Thananyada Buapian²

and Kittipat Sirimongkon³

¹สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

¹Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajaphat University, Bangkok 10220

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

²Department of Technology of Health Management,
Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajaphat University, Bangkok 10220

³สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

³Department of Computer Science, Faculty of Science,
Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding author e-mail: xnattapong@hotmail.com



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เก็บรวบรวมข้อมูลสมุนไพร และออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร 2) พัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก และ 3) ประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 134 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือก

แบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ระบบฐานข้อมูลสมุนไพร โดยใช้หลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ คือ พีเอชพี ฐานข้อมูล คือ มายเอสคิวแอล และแบบประเมินความพึงพอใจ โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ข้อมูลสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้มีจำนวน 78 ชนิด และวงศ์ของสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้สมุนไพร จำนวน 56 วงศ์ และทำการออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร โดยประกอบด้วยตารางทั้งหมด 5 ตาราง ได้แก่ ตารางข้อมูลสมาชิก ตารางข้อมูลสมุนไพร ตารางข้อมูลแผนที่สมุนไพร ตารางข้อมูลวงศ์สมุนไพร และตารางข้อมูลการดูแลสุขภาพของตนเอง 2) ระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเป็นแหล่งเรียนรู้สมุนไพรทำให้ผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้ด้านสมุนไพรได้รับความรู้อย่างถูกต้อง และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.37) ซึ่งจากการทำงานวิจัยนี้ส่งผลให้คนในชุมชน หรือผู้ที่ต้องการศึกษาหาข้อมูลสมุนไพร ได้รับความรู้เรื่องสมุนไพรอย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพได้ด้วยตนเอง

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศสมุนไพรไทย, ศูนย์เรียนรู้สมุนไพร, การดูแลสุขภาพตนเอง, การวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ



Abstract

The objectives of this research were 1) to study, survey, and collect herbal data and design the herbal database, 2) to develop an information system for the herbal learning center for self-care, and 3) to assess the satisfaction of the information system for the herbal learning center of people in Pak Phli, Pak Phli, Nakhon Nayok. The sample group used in the research consisted of 134 people using a specific selection method. The research tool was the herbal knowledge database system. Using object-oriented analysis and design principles. The computer language is PHP, the database is MySQL, and the satisfaction assessment form. The statistics used to analyze the data were mean and standard deviation. The results of the research showed that 1) there were 78 species of herbs in the learning center and 56 families of herbs in the learning center, and the herbal database was designed. It consists of 5 tables which are the

member's data table, herb data table, herb map data table, herb family information table, and a table of information for their own health care, 2) the herbal learning center database system is a source of learning herbs. Therefore, those who wish to study herbal knowledge will receive the knowledge correctly, and 3) the satisfaction assessment results of the database system of the Herbal Learning Center. The overall picture is at a very good level ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.37). From this research work, the people in the community or those who want to study herbal information Get knowledge of herbs properly and are able to apply the knowledge to health care by themselves.

Keywords: Information System, Thai Herbs, Herbal Learning Center, Self-Health Care, Object-Oriented Analysis and Design



บทนำ

สมุนไพรจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ต่างประเทศกำลังหาทางลงทุนและคัดเลือกสมุนไพรไทยไปสกัดหาตัวยารักษาโรคบางโรค และมีหลายประเทศที่นำสมุนไพรไทยไปปลูกและทำการค้าขายแข่งกับประเทศไทย สมุนไพรหลายชนิดที่เราส่งออกเป็นรูปของวัตถุดิบ คือ กระวาน ขมิ้นชัน เรว์ เปล้าน้อย และมะขามเปียก เป็นต้น (กรรณ จันทุม และกัลยารัตน์ กำลังเหลือ, 2560) ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้ตลาดต่างประเทศยังคงมีความต้องการอีกมาก และกรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (ภัทรธิรา ผลงาม, 2560) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ให้ความสนใจในการศึกษาเพิ่มขึ้นและมีโครงการวิจัยบรรจุไว้ในแผนพัฒนาระบบการผลิต การตลาด และการสร้างงานในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530–2534) เพื่อหาความเป็นไปได้ในการพัฒนาคุณภาพและแหล่งปลูกสมุนไพรเพื่อส่งออก (ชนิดา มัททวงกูร, ขวัญเรือน กำวิตุ, สุธิดา ดีหนู, และ สิริณัฐ สีนววรรณกุล, 2562) โดยกำหนดชนิดของสมุนไพรที่มีศักยภาพ 13 ชนิด คือ มะขามแขก กานพลู เทียนเกล็ดหอย ดอกตี่ง เรว์ กระวาน ชะเอมเทศ ขมิ้น จันทร์เทศ ใบพลู พริกไทย ดีปลี และน้ำผึ้ง (เสนาะ ขาวขำ, เทวัญ ธาณิรัตน์, และ พระปลัดสมชาย บิโยโค, 2560) พืชสมุนไพร เป็นผลผลิตจากธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้เป็นประโยชน์เพื่อการรักษาโรคภัยไข้เจ็บตั้งแต่โบราณมาแล้ว (ภโวทัย พาสนาโสภณ, 2558) ในปัจจุบันทั่วโลกได้ยอมรับแล้วว่าผลที่ได้จากการสกัดสมุนไพรให้คุณประโยชน์ดีกว่ายาที่ได้จากการสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับในประเทศไทย

เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติอันอุดมสมบูรณ์ มีพืชต่างๆ ที่ใช้เป็นสมุนไพรได้อย่างมากมาย นับหมื่นชนิด (Narong Mettripun, 2020) ยิ่งขนาดก็แต่เพียงการค้นคว้าวิจัยในทางที่เป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้นเท่านั้น

ชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก เป็นชุมชนหนึ่งที่ได้ตระหนักและมองเห็นคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่น กอปรด้วยมีทุนเดิมของสังคม คือ ชุมชนสมุนไพร ซึ่งเป็นชุมชนที่ประกอบด้วยสมาชิกที่สนใจในสมุนไพร มีจุดประสงค์เพื่อร่วมกันปลูกสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง สนับสนุนให้มีการนำสมุนไพรไปใช้ในการดูแลสุขภาพของตนเอง นอกจากนี้ในชุมชนยังมีองค์ความรู้ที่ถือว่ามีความสำคัญในการบำบัดดูแลสุขภาพโรคให้คนในชุมชน เช่น หมอยาสมุนไพร หมอนวดแผนไทย ซึ่งองค์ความรู้เหล่านี้ล้วนมีบทบาทสำคัญในการดูแลสุขภาพของคนในชุมชนเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่ทุกหลังคาเรือนมีการปลูกพืชสมุนไพรอยู่แล้ว แต่ชุมชนยังขาดความรู้และความเข้าใจในสรรพคุณของสมุนไพรต่างๆ ว่ามีประโยชน์อย่างไร ชุมชนได้ค้นพบด้วยตนเองแล้วว่า การแพทย์แผนไทยและสมุนไพรเป็นสิ่งที่ทรงคุณค่า มีประโยชน์ในการดูแลสุขภาพ ทำให้ชาวบ้านสามารถพึ่งตนเองด้านสุขภาพได้ เป็นการดูแลสุขภาพช่วยเหลือกันเองในชุมชนที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมความเป็นอยู่และบริบทของชุมชน ทำให้การแพทย์แผนไทยและสมุนไพรได้รับการยอมรับจากชุมชนมากขึ้น จึงควรมีการเผยแพร่ให้ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรในชุมชน เพื่อที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ปัจจุบันมีเว็บไซต์ต่างๆ ที่มีการนำเสนอข้อมูลพืชสมุนไพรอย่างแพร่หลาย รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับพืชสมุนไพร เช่น แอปพลิเคชันสมุนไพรดูแลสุขภาพบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Sirinthorn Cheyasak & Kwanchanok Imamornchai, 2015) โดยเน้นเพื่อให้ข้อมูลสมุนไพรพร้อมทั้งวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลดูแลสุขภาพตามช่วงของอายุ นอกจากนี้มีการพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูลพืชสมุนไพร กรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลพืชสมุนไพร ในการเข้าถึงและรวบรวมข้อมูล/ฐานข้อมูล/แหล่งข้อมูลพืชสมุนไพร โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และมีการแสดงความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร ตามชื่อพืชไทย/อังกฤษ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อท้องถิ่น รูปสมุนไพร โรคหรืออาการที่สมุนไพรมีสรรพคุณรักษา หรือตามลักษณะการรับประทานจะนำไปสู่การดำเนินการจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์กรรม พืชสมุนไพรหายาก ไก่ลู่สูญพันธุ์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของพืชสมุนไพรในท้องถิ่นได้ต่อไป (Jarernsri L. Mitranont, Aphinat Atchaphan, Saran Rattanajung, & Sirachai Chaiphadung, 2017) จากลักษณะงานที่ศึกษานั้น เน้นการนำเสนอข้อมูลพืชสมุนไพรสู่ผู้ใช้อย่างมีคุณค่าและใช้ประโยชน์ได้จริง ประกอบกับงานวิจัยดังกล่าวมีข้อเสนอแนะว่าควรมีการสร้างเครือข่ายชุมชนด้านสมุนไพร เพื่อการดำเนินงานร่วมกันของกลุ่มผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพร ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการข้อมูลภูมิปัญญา

ท้องถิ่นด้านการใช้สมุนไพรในการรักษาโรค โดยการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลสมุนไพร (สมชาย อารยพิทยา, 2558) เผยแพร่ข้อมูลสมุนไพรและการมีส่วนร่วมในการบันทึกข้อมูลสมุนไพรในระบบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการถ่ายทอดภูมิปัญญาสู่สังคม เป็นการสร้างเครือข่ายในกลุ่มชุมชนและสร้างแนวทาง ให้เยาวชนเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์การใช้สมุนไพร เนื่องจากสมุนไพรเป็นส่วนหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ส่งเสริมให้เยาวชนในชุมชนได้มีโอกาสพัฒนา ศักยภาพในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับข้อมูลสมุนไพรต่างๆ และให้ชุมชนได้ใช้ประโยชน์จาก ฐานข้อมูลสมุนไพรอีกทาง

จากประเด็นดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่ว่า หากได้มีการร่วมมือกันของคนในชุมชน ในการแสวงหารูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นมาเป็นทางเลือกหนึ่ง ในการดูแลสุขภาพของคนในชุมชน ย่อมจะทำให้คนในชุมชนได้เห็นคุณค่าและความสำคัญ ของสมุนไพรที่มีอยู่ในชุมชนและนำมาใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาด้านสุขภาพของชุมชนได้ โดยการรวบรวมความรู้ด้านสมุนไพรจากปราชญ์ชาวบ้าน มีการประชุมเสวนาหมอยาพื้นบ้าน ผู้สูงอายุ และผู้มีความรู้ ทบทวน ศึกษาภูมิปัญญาในการรักษาตนเองที่เคยมีมาในอดีต เพื่อจะได้นำภูมิปัญญาเหล่านี้มาปรับใช้ให้สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพของชุมชน ดังนั้นผู้วิจัย จึงต้องการศึกษา สำนวณ เก็บรวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่น ความหลากหลายทางด้านสมุนไพร บริบทของชุมชน และเพื่อพัฒนาเว็บไซต์สำหรับเผยแพร่องค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านสมุนไพร โดยพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก และใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนา อย่างยั่งยืน



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสมุนไพร และออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร
2. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก



วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นประชากรในพื้นที่ของชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก จำนวน 7 หมู่บ้าน ประชากรทั้งหมด 4,046 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 134 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย

1) ชาวบ้าน หมู่บ้านละ 10 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงเฉพาะผู้ที่ดูแลรักษาสุขภาพด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแพทย์แผนไทย จำนวน 70 คน 2) พระสงฆ์ จำนวน 4 รูป 3) กำนัน 1 คน 4) ผู้ใหญ่บ้าน จำนวน 6 คน 5) ตัวแทนจากองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 8 คน 6) ครูโรงเรียนวัดโพธิ์ จำนวน 2 คน 7) นักเรียนโรงเรียนวัดโพธิ์ ป.1-ป.6 จำนวน 29 คน 8) เจ้าหน้าที่สาธารณสุข จำนวน 2 คน 9) ตัวแทนกลุ่มต่างๆ ในชุมชน กลุ่มละ 1 คน เป็นจำนวน 7 ชุมชน และ 10) หมอพื้นบ้านในชุมชน จำนวน 5 คน

2. สถิติที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจ

สถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้แบ่งเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50–5.00 หมายความว่า อยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50–4.49 หมายความว่า อยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50–3.49 หมายความว่า อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50–2.49 หมายความว่า อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00–1.49 หมายความว่า อยู่ในระดับน้อยที่สุด

3. ขั้นตอนการทำวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการทำวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานและบริบทของชุมชน โดยการสังเกต สัมภาษณ์ สันทนาการกลุ่ม การใช้เทคนิค SWOT การใช้ข้อมูลเอกสาร และศึกษาข้อมูลของพืชสมุนไพรที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์จากฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ โดยในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร จะลงพื้นที่วิจัยเพื่อสำรวจพืชสมุนไพรในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก อย่างน้อย 2 ครั้ง โดยจะมีคนในชุมชนมีส่วนร่วม จากนั้นก็จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลสมุนไพร

และความต้องการของคนในชุมชน เพื่อจะทำการออกแบบและจะจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล
ในขั้นตอนต่อไปโดยมีการประสานงานกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข องค์การบริหารส่วนตำบล
วัด ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และกลุ่มผู้สูงอายุ สร้างความ
เข้าใจให้ชุมชนเพื่อเกิดความตระหนักในคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่น

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้
สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัด
นครนายก

ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 มาทำการวิเคราะห์ ออกแบบ โดยใช้
กระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูล
และพัฒนาเว็บไซต์สำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบล
ปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบศูนย์เรียนรู้สมุนไพร

ในขั้นตอนที่ 3 จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

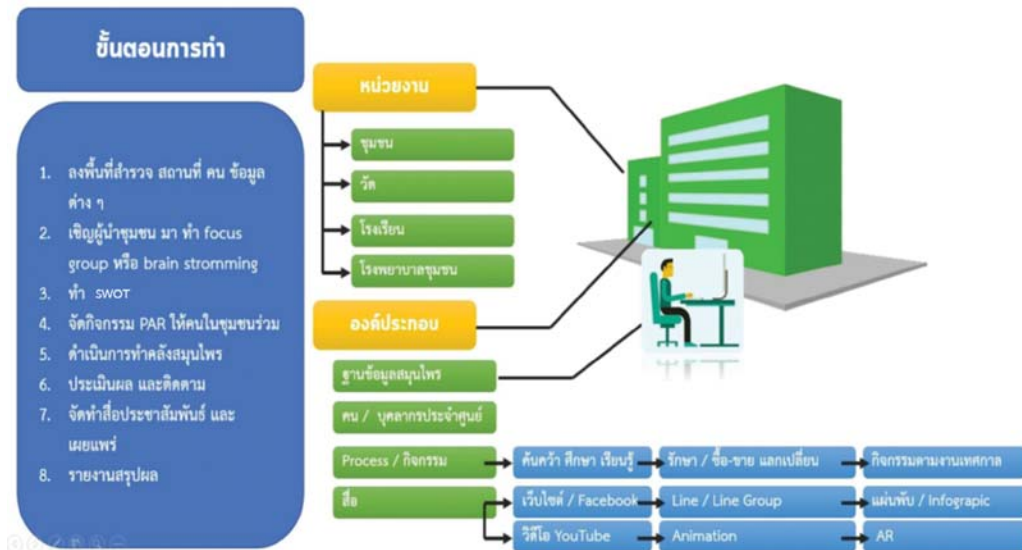
ขั้นตอนที่ 3.1 จัดเวทีชาวบ้านเพื่อวิเคราะห์หาศักยภาพของชุมชน และระดมแนวคิด
รูปแบบ วิธีการแก้ปัญหาสุขภาพ โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ขั้นตอนที่ 3.2 การออกแบบและพัฒนาศูนย์เรียนรู้สมุนไพร จากฐานข้อมูลความ
หลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร โดยจัดกิจกรรมประชุมคณะกรรมการกลุ่ม (Focus
Group) เพื่อปรึกษาหารือกันในการกำหนดนโยบาย และสร้างแผนปฏิบัติการร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบสื่อเว็บไซต์และระบบฐานข้อมูลสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพร
เพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก

ในขั้นตอนนี้จะทำการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเว็บไซต์สำหรับศูนย์เรียนรู้
สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัด
นครนายก

ขั้นตอนที่ 5 การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีเว็บไซต์และระบบฐานข้อมูล
สมุนไพรสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี
อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก ให้แก่ชุมชนจำนวน 2 ครั้ง โดยการลงพื้นที่เพื่อบรรยาย สาธิต
และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในการใช้งานเว็บไซต์และระบบฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ
ของพืชสมุนไพรและรายงานสรุปผลประเมินการปฏิบัติ



รูปที่ 1 องค์ประกอบภายในศูนย์เรียนรู้สมุนไพรฯ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยชิ้นนี้ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ และการสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบสารสนเทศ และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลบริบทของชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น ข้อมูลสมุนไพร พื้นที่การปลูกสมุนไพร วิธีการรักษาด้วยตำรับยาของหมอชาวบ้าน นอกจากนี้ยังมีการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบอีกด้วย

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ได้ใช้เครื่องมือของการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ และแผนภาพยูเอ็มแอล ในการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาตามหลักการเชิงวัตถุ ซึ่งได้ใช้แบบจำลองกระบวนการพัฒนาระบบแบบยูนิฟายด์ (Unified Process) โดยแบ่งการพัฒนาระบบออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

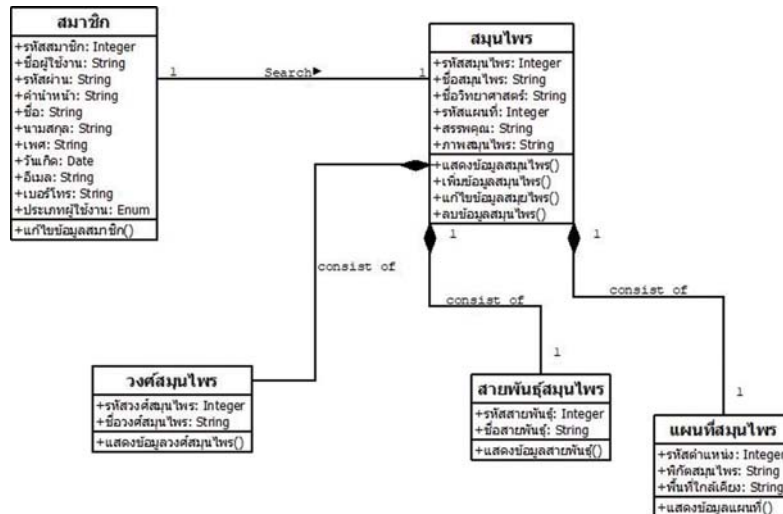
Phase I. Inception	Phase II. Collaboration	Phase III. Construction	Phase IV. Transition
วิเคราะห์ วางแผน โครงการ เตรียมการ กำหนดผู้รับผิดชอบ รวบรวมข้อมูล (ม.ค. - ก.พ.)	วิเคราะห์ความต้องการของระบบ ออกแบบ ระบบออกแบบหน้าจอ ออกแบบฐานข้อมูล ออกแบบอัลกอริทึม จัดทำข้อกำหนดความ ต้องการ (Requirement Specifications) (มี.ค. - มิ.ย.)	พัฒนาระบบ เลือกภาษา และเครื่องมือที่ใช้ เขียนคำสั่ง (Programming) (ก.ค. - ต.ค.)	ถ่ายโอน ติดตั้ง การใช้งาน และอบรม (พ.ย. - ธ.ค.)

รูปที่ 2 ยูนิฟายด์โพรเซส

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยใช้หลักการของเชิงวัตถุ (Object Oriented: OO) มาใช้ในการออกแบบระบบ โดยแบ่งการออกแบบระบบออกเป็น 5 แผนภาพ ได้แก่ 1) แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) 2) แผนภาพคลาส (Class Diagram) 3) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) 4) แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) และ 5) แผนภาพสถานะ (State Diagram)

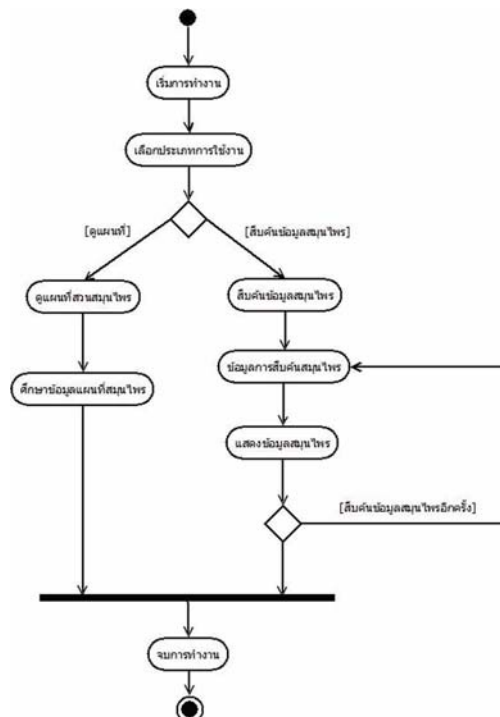
จากรูปที่ 3 เป็นแผนภาพยูสเคสของระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้
สมุนไพร่ โดยประกอบไปด้วยยูสเคสต่างๆ ดังนี้ ยูสเคสเข้าสู่ระบบ ยูสเคสสืบค้นข้อมูลสมุนไพร่
ยูสเคสฐานข้อมูลสมุนไพร่ ยูสเคสจัดการข้อมูลสมาชิก ยูสเคสดูแผนที่สวนสมุนไพร่ ยูสเคส
จัดการข้อมูลสมุนไพร่ และยูสเคสการตรวจสอบรหัสผ่าน

5.2 แผนภาพคลาส (Class diagram)



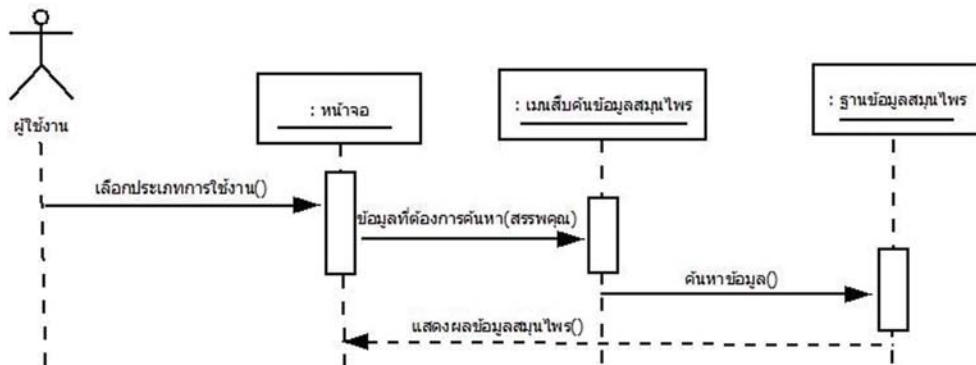
รูปที่ 4 แผนภาพคลาส

5.3 แผนภาพกิจกรรม



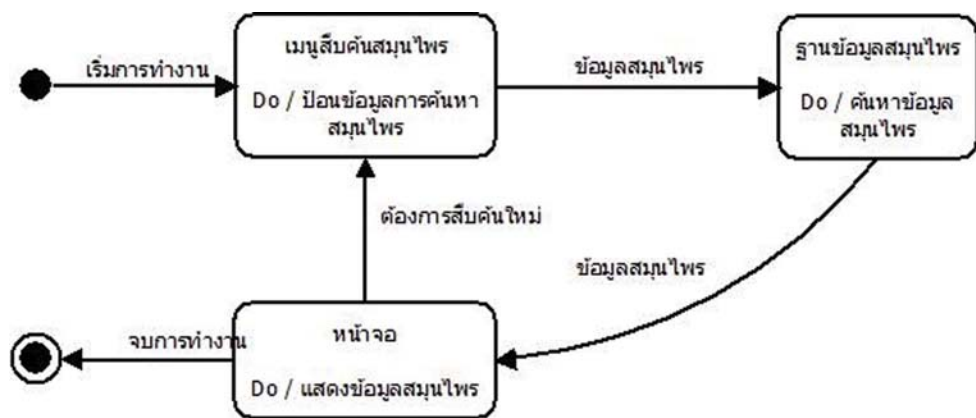
รูปที่ 5 แผนภาพกิจกรรม

5.4 แผนภาพลำดับ



รูปที่ 6 แผนภาพลำดับ

5.5 แผนภาพสถานะ



รูปที่ 7 แผนภาพสถานะ

ผลการวิจัย

1. ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนได้มีการรวบรวมข้อมูลชนิดของสมุนไพร วงศ์สมุนไพร และการออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ข้อมูลปริมาณสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้ มีการแสดงข้อมูลโดยสรุปออกมาเป็นเชิงปริมาณ ได้แก่ ชนิดสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้สมุนไพร และวงศ์ของสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้สมุนไพร โดยสรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้สมุนไพร

ลำดับที่	หัวข้อ	ปริมาณ
1	ชนิดสมุนไพรในศูนย์เรียนรู้สมุนไพร	78 ชนิด
2	วงศ์ของสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้	56 วงศ์

จากตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ชนิดสมุนไพรในศูนย์เรียนรู้สมุนไพรมีทั้งหมด 78 ชนิด และ 2) วงศ์ของสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้มีทั้งหมด 56 วงศ์

1.2 การออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพรของศูนย์เรียนรู้สมุนไพร

ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ได้มีผลการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL ประกอบไปด้วยตารางดังต่อไปนี้ 1) ตารางข้อมูลสมาชิก 2) ตารางข้อมูลสมุนไพร 3) ตารางข้อมูลแผนที่สมุนไพร 4) ตารางข้อมูลวงศ์สมุนไพร และ 5) ตารางข้อมูลการดูแลสุขภาพของตนเอง

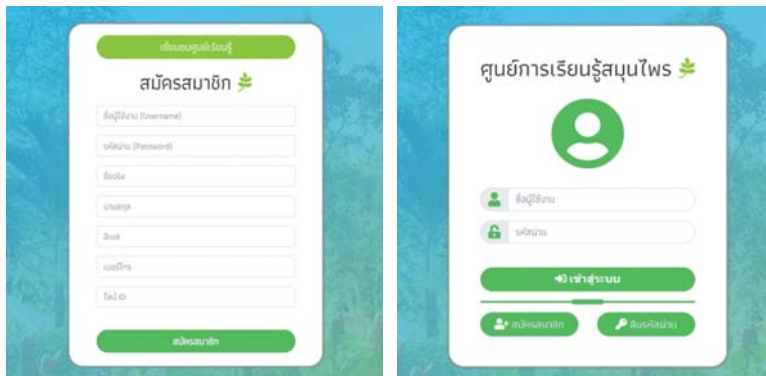
2. ผลของการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก

ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก ได้มีการออกแบบหน้าจอต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 8 หน้าหลักของเว็บไซต์

จากรูปที่ 8 แสดงหน้าหลักของเว็บไซต์ คือ หน้าเว็บเพจแรกที่ผู้ใช้งานเว็บไซต์
ศูนย์เรียนรู้เจอเมื่อเข้าใช้งานศูนย์เรียนรู้สมุนไพร



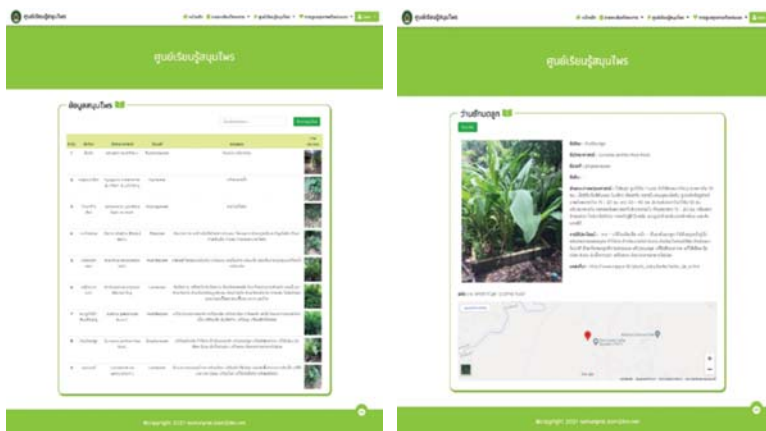
(ก)

(ข)

รูปที่ 9 (ก) หน้าจอสมัครสมาชิก (ข) หน้าจอเข้าสู่ระบบ

จากรูปที่ 9(ก) หน้าจอสมัครสมาชิก ใช้สำหรับให้ผู้ใช้งานทำการเข้าสู่ระบบ
เพื่อใช้งานการสืบค้นข้อมูลสมุนไพรและใช้งานแบบบันทึกข้อมูลการดูแลสุขภาพด้วยตนเอง
โดยทำการป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน จากนั้นทำการกดปุ่มเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งาน

จากรูปที่ 9(ข) หน้าจอเข้าสู่ระบบ ทำหน้าที่ให้ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกเพื่อ
เข้าใช้งานศูนย์เรียนรู้สมุนไพร โดยข้อมูลที่ต้องทำการป้อนลงไป ได้แก่ 1) ชื่อผู้ใช้งาน
2) รหัสผ่าน 3) ชื่อจริง 4) นามสกุล 5) อีเมล 6) เบอร์โทรศัพท์ และ 7) โหล่น ID จากนั้นทำการ
กดปุ่มสมัครสมาชิกเพื่อทำการสมัครสมาชิกในการเข้าใช้งานเว็บไซต์ศูนย์เรียนรู้สมุนไพร



(ก)

(ข)

รูปที่ 10 (ก) หน้าเว็บแสดงข้อมูลสมุนไพร (ข) หน้ารายละเอียดของข้อมูลสมุนไพร

จากรูปที่ 10(ก) แสดงหน้าเว็บข้อมูลสมุนไพรซึ่งเป็นหน้าที่ใช้แสดงข้อมูลสมุนไพรสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรฯ โดยผู้ใช้งานสามารถค้นหาข้อมูลสมุนไพรได้จากช่องค้นหาจากด้านบนของหน้าเว็บได้

จากรูปที่ 10(ข) เป็นหน้าเว็บแสดงรายละเอียดของข้อมูลสมุนไพร โดยจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ของสมุนไพร ได้แก่ 1) ชื่อสมุนไพร 2) ชื่อวิทยาศาสตร์ 3) ชื่อวงศ์ 4) ชื่ออื่นๆ 5) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 6) การใช้ประโยชน์ 7) แหล่งที่มาข้อมูล 8) ภาพสมุนไพร และ 9) พิกัดและแผนที่



(ก)



(ข)

รูปที่ 11 (ก) หน้าเว็บรายละเอียดของโครงการศูนย์เรียนรู้ (ข) หน้าเว็บแผนที่สวนสมุนไพร

3. ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชนตำบลปากพลี อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก

ในงานวิจัยนี้ ได้มีผลการวัดประสิทธิภาพที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ดังนี้

3.1 ผลการวัดประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวัดประสิทธิภาพระบบ ได้มีการแบ่งการทดสอบออกเป็น 7 หัวข้อ โดยมีการนำเข้าข้อมูลและตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกต้องตามการทำงานหรือไม่ โดยมีการสรุปผลลัพธ์ในการทดสอบและวัดประสิทธิภาพของระบบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบและวัดประสิทธิภาพระบบ

ลำดับ	หัวข้อที่ทดสอบ	ผลลัพธ์
1	การสมัครสมาชิก	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง
2	การเข้าสู่ระบบ	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง
3	การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง
4	การค้นหาข้อมูลสมุนไพรจากฐานข้อมูลสมุนไพร	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง
5	การแสดงผลด้านเนื้อหาของสมุนไพร	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง
6	การใช้งานแบบบันทึกข้อมูลการดูแลสุขภาพด้วยตนเอง	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง
7	การเรียกดูผลการบันทึกข้อมูลการดูแลสุขภาพด้วยตนเอง	ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบและวัดประสิทธิภาพระบบ ได้มีการแบ่งการทดสอบประสิทธิภาพออกเป็น 7 การทดสอบ พบว่า 1) การสมัครสมาชิก พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง 2) การเข้าสู่ระบบ พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง 3) การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง 4) การค้นหาข้อมูลสมุนไพรจากฐานข้อมูลสมุนไพร พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง และ 5) การแสดงผลด้านเนื้อหาของสมุนไพร พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง 6) การใช้งานแบบบันทึกข้อมูลการดูแลสุขภาพด้วยตนเอง พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง และ 7) การเรียกดูผลการบันทึกข้อมูลการดูแลสุขภาพด้วยตนเอง พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 134 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง โดยมีผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

ที่	สรุปอภิปราย	ผลการประเมินความพึงพอใจระบบ		
		$\bar{X}$	S.D.	หมายเหตุ
1	ด้านการออกแบบระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร	4.62	0.48	ดีมาก
2	ด้านเนื้อหาภายในระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร	4.78	0.36	ดีมาก
3	ด้านการใช้งานระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร	4.54	0.26	ดีมาก
4	ด้านภาพรวมระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร	4.58	0.38	ดีมาก
รวม		4.63	0.37	ดีมาก

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ได้มีการแบ่ง
ด้านการประเมินออกเป็น 4 ด้าน พบว่า 1) ด้านการออกแบบระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้
สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 อยู่ในระดับดีมาก
2) ด้านเนื้อหาภายในระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 0.36 อยู่ในระดับดีมาก 3) ด้านการใช้งานระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร
ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 อยู่ในระดับดีมาก และ 4) ด้านภาพรวม
ระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38
อยู่ในระดับดีมาก ภาพรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับ
ดีมาก



อภิปรายผลการวิจัย

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพรได้แบ่งผลที่ได้ออกเป็น
2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลปริมาณสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้ มีการแสดงข้อมูลโดยสรุปออกมา
เป็นเชิงปริมาณ ได้แก่ ชนิดสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้ จำนวน 78 ชนิด และวงศ์ของสมุนไพร
ภายในศูนย์เรียนรู้ จำนวน 56 วงศ์ 2) การออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร โดยประกอบด้วยตาราง
ทั้งหมด 5 ตาราง ได้แก่ ตารางข้อมูลสมาชิก ตารางข้อมูลสมุนไพร ตารางข้อมูลแผนที่สมุนไพร
ตารางข้อมูลวงศ์สมุนไพร และตารางข้อมูลการดูแลสุขภาพของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ
งานวิจัยของสุนทรี จินธรรม, ปณณรภัส ถกถกติกดี, และ จิรภัทร์ อัฐธิศิลป์เวท (2558)
ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาท้องถิ่น
โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอมะนัง จังหวัดปราจีนบุรี
ที่ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาจากการใช้สมุนไพร

ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเอง
ของคนในชุมชน พบว่าระบบศูนย์เรียนรู้สมุนไพรที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง
ในทุกฟังก์ชันของการทำงาน และมีความรวดเร็วในด้านการใช้งาน สามารถสืบค้นข้อมูลสมุนไพร
ได้ง่าย และเข้าใจในเนื้อหาที่แสดงภายในศูนย์เรียนรู้สมุนไพร โดยมีการบอกรายละเอียด
ของสมุนไพร ได้แก่ ชื่อสมุนไพร ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ชื่ออื่นๆ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์
การนำไปใช้ประโยชน์ ภาพประกอบ และมีการระบุตำแหน่งพิกัดของสมุนไพรนั้นๆ เพื่อให้
ผู้ที่ต้องการเยี่ยมชมสามารถเดินทางไปยังตำแหน่งของสมุนไพรได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้อง
กับงานวิจัยของพิมพ์ชนก สุวรรณศรี, ทศนันท์ จันทร, และ สุริพร บุญอ้วน (2563) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบฐานข้อมูลพืชสมุนไพรไทย ที่ได้จัดทำเว็บฐานข้อมูลสมุนไพรไทย
ใช้สำหรับศึกษาค้นคว้าข้อมูลสมุนไพรไทย

ผลการวัดประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน แบ่งการทดสอบออกเป็น 7 การทดสอบ พบว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้องครบทุก 7 การทดสอบ และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 134 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง ประกอบด้วย 1) ชาวบ้าน หมู่บ้านละ 10 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงเฉพาะผู้ที่ดูแลสุขภาพ โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแพทย์แผนไทย จำนวน 70 คน 2) พระสงฆ์ จำนวน 4 รูป 3) กำนัน 1 คน 4) ผู้ใหญ่บ้าน จำนวน 6 คน 5) ตัวแทนจากองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 8 คน (ปลัด อบต. จำนวน 1 คน สมาชิกสภา อบต. หมู่บ้านละ 1 คน รวมจำนวน 7 คน) 6) ครูโรงเรียนวัดโพธิ์ จำนวน 2 คน 7) นักเรียนโรงเรียนวัดโพธิ์ ป.1-ป.6 จำนวน 29 คน 8) เจ้าหน้าที่สาธารณสุข จำนวน 2 คน 9) ตัวแทนกลุ่มต่างๆ ในชุมชน กลุ่มละ 1 คน เป็นจำนวน 7 ชุมชน และ 10) หมอพื้นบ้านในชุมชน จำนวน 5 คน โดยแบ่งด้านของการประเมินออกเป็น 4 ด้าน พบว่า 1) ด้านการออกแบบระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 อยู่ในระดับดีมาก 2) ด้านเนื้อหาภายในระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 อยู่ในระดับดีมาก 3) ด้านการใช้งานระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 อยู่ในระดับดีมาก และ 4) ด้านภาพรวมระบบฐานข้อมูลศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 อยู่ในระดับดีมาก ภาพรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ชนก สุวรรณศรี, ทศนันท์ จันทร, และ สุรีพร บุญอ้วน (2563) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบฐานข้อมูลพืชสมุนไพรไทยที่ได้จัดทำฐานข้อมูลสมุนไพรไทย โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 ระดับความพอใจอยู่ในระดับพอใจมาก



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์เรียนรู้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพตนเองของคนในชุมชน พบว่าระบบศูนย์เรียนรู้สมุนไพรที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องในทุกฟังก์ชันของการทำงาน โดยการศึกษาและออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพรได้แบ่งผลที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลปริมาณสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้ มีการแสดงข้อมูลโดยสรุปออกมาเป็นเชิงปริมาณ ได้แก่ ชนิดสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้ จำนวน 78 ชนิด และวงศ์ของสมุนไพรภายในศูนย์เรียนรู้ จำนวน 56 วงศ์ และ 2) การออกแบบฐานข้อมูลสมุนไพร โดยประกอบด้วยตารางทั้งหมด 5 ตาราง ซึ่งในการทำงานวิจัยนี้ได้มีการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องในทุกหัวข้อการทดสอบระบบ และการประเมินประสิทธิภาพระบบจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 134 คน ภาพรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับดีมาก



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยทางคณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ได้สนับสนุนงบประมาณการทำวิจัยครั้งนี้มา ณ โอกาสนี้ด้วย



เอกสารอ้างอิง

- กรุณา จันทุม และ กัลยารัตน์ กำลังเหลือ. (2560). การรักษาโรคด้วยสมุนไพรและตำรับยาโบราณของหมอพื้นบ้าน. *วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 24(2), 48–57.
- ชนิดา มัททวงกูร, ขวัญเรือน กำวิตุ, สุจิตา ดีหนู, และ สิริณัฐ สินวรรณกุล. (2562). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพรของประชาชนในเขตภาษีเจริญ. *วารสารพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม*, 20(39), 99–109.
- พิมพ์ชนก สุวรรณศรี, ทศนันท์ จันทร, และ สุรีพร บุญอ้วน. (2563). การพัฒนาระบบฐานข้อมูลพืชสมุนไพรไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 12(23), 81–92.
- ภโวทัย พาสนาโสภณ. (2558). สารออกฤทธิ์ในสมุนไพร. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี*, 27(1), 120–131.
- ภัทรธิดา ผลงาม. (2560). การพัฒนาตำรับยาสมุนไพรพื้นบ้านเพื่อการรักษาโรคในชุมชน. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย*, 37(2), 71–88.
- สมชาย อารยพิทยา. (2558). การพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูลพืชสมุนไพร กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้. *วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 1(1), 25–37.

- สุนทรี จินธรรม, ปิ่นนรภัส ถกลภักดี, และ จีรภัทร์ อัฐฐิติลป์เวท. (2558). การศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอมือง จังหวัดปราจีนบุรี. *วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย*, 10(3), 1–8.
- เสนาะ ขาวขำ, เทวัญ ธาณิรัตน์, และ พระปลัดสมชาย ปโยโค. (2560). การใช้สมุนไพรตามพหุฐานธาตุเพื่องานสาธารณสุขมูลฐาน. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์มจร*, 5(2), 237–249.
- Jarernsri L. Mitranont, Aphinat Atchaphan, Saran Rattanjung, & Sirachai Chaiphadung. (2017). Herbe — Herb Database Management System. In *2017 6th ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC)*. Johor: Malaysia.
- Narong Mettripun. (2020). Thai Herb Leaves Classification Based on Properties of Image Regions. In *2020 59th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, (pp. 372–377). Chiang Mai: Thailand.
- Sirinthorn Cheyasak & Kwanchanok Imamornchai. (2015). Herbal Health Care Application on Android Operating System. In *7th National Conference on Information Technology*, (pp. 153–158). Bangkok: Thailand.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบกราฟิกเพื่อสื่อสารบุคลิกภาพ
ของตราสินค้า ลางสาตป่าวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์
COMMUNITY PARTICIPATION IN GRAPHIC DESIGN FOR
COMMUNICATING BRAND PERSONALITY OF AGRO FORESTRY
LANGSAT, UTTARADIT PROVINCE

วันที่รับ: 5 ตุลาคม 2564

วันที่แก้ไข: 26 พฤศจิกายน 2564

วันที่ตอบรับ: 30 ธันวาคม 2564

เรือนขวัญ รุ่งเรืองใจ^{1*}

Rueankhwan Roonreangjai^{1*}

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

¹Faculty of Industrial Technology,

Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

*Corresponding author e-mail: rueankhwan.uru@gmail.com



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสารอัตลักษณ์ของ
ลางสาตป่าวนเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อยกระดับสินค้าและผลิตภัณฑ์จากลางสาตป่าวนเกษตร
และประเมินการรับรู้และความพึงพอใจต่อการออกแบบพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสารอัตลักษณ์ของ
ลางสาตป่าวนเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูก
ตัวแทนชุมชน ผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างแบรนด์ และกลุ่มผู้บริโภค รวม 132 คน เพื่อประเมินการรับรู้ เครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างและแบบสอบถาม แบบสอบถาม
ประชากรจำแนก แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อการสื่อสาร
ภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิกที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบและ
พัฒนาพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสารอัตลักษณ์ของลางสาตป่าวนเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ ด้านรูปแบบ
ภาพลักษณ์ ตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกโดยกระบวนการมีส่วนร่วมกับกลุ่ม
ความเป็นเอกลักษณ์ มีผลการประเมินความพึงพอใจ การรับรู้ภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิก
สินค้าและบรรจุภัณฑ์ โดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.89$, S.D. = 0.88)
โดยมีความพึงพอใจด้านความเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อมากที่สุด ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.83)

ผลิตภัณฑ์ที่มีความพึงพอใจเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อมากที่สุด คือ น้ำยางสดแบบขวดเหลี่ยม ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.89) ด้านการยกระดับยางสดปาวนเกษตร จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เข้าร่วมงาน THAIFEX 2018 จำนวน 124 คน โดยใช้ข้อมูลการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค พบว่าส่วนใหญ่ชอบที่ความแปลกใหม่ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 27.4 ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ สลอปี้ จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 45.2 รองลงมาคือ น้ำยางสด จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 43.0 และบรรจุภัณฑ์ที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ น้ำยางสด สามารถนำผลการทำวิจัยไปต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์อื่นในจังหวัดอุดรธานี ในด้านการสื่อสารบุคลิกภาพของตราสินค้าเพื่อสามารถบ่งชี้อัตลักษณ์ของแต่ละพื้นที่ได้

คำสำคัญ: การออกแบบกราฟิก, บุคลิกภาพของตราสินค้า, ยางสดปาวนเกษตรอุดรธานี



Abstract

This research aims to: design and develop commercial art communicating identity of agroforestry Langsat, Uttaradit Province in order to improve products from agroforestry Langsat; design logos and packaging that built image and communicated the story of agroforestry Langsat; and evaluate perception and satisfaction towards commercial art design communicating identity of agroforestry Langsat, Uttaradit Province. The sample group consisted of 132 samples that were farmers growing Langsat, community representatives, entrepreneurs, government agencies, experts on packaging design, experts on branding, and consumers. Research tools were unstructured interview and questionnaire, public opinion and user satisfaction survey form. Statistics used in this research were Mean ($\bar{X}$), Standard Deviation (S.D.), and Observation Form on Behavior of Consumers towards Image Communication of Graphic Design Affecting to Purchasing Decision. The results revealed that image, logo, and packaging selected by participation process and uniqueness had the results on satisfaction assessment in high level with mean ($\bar{X} = 3.89$, S.D. = 0.88) whereas satisfaction towards appropriateness on purchasing decision was in the highest level with mean ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.83). Product with the highest level of satisfaction towards appropriateness on purchasing decision was Langsat juice contained in square bottle with mean ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.89). For improvement of agroforestry Langsat

based on observation on behavior of 124 consumers who participated in THAIFEX 2018 by using data on purchasing decision of consumers, it was found that most consumers, i.e., 90 consumers, preferred novelty calculated to be 27.4%. Product gaining the highest level of interest from 84 consumers that was calculated to be 45.2% was Slurpee followed by Langsat juice that was interested by 80 consumers calculated to be 43.0%. Packaging obtaining the highest level of satisfaction was packaging of Langsat juice that could be developed for other types of fruit in Uttaradit Province. The results of the research can be applied to other fruits in Uttaradit Province in terms of brand personality communication so that they can identify the identity of each area.

Keywords: Graphic Design, Brand Personality, Agroforestry Langsat, Uttaradit Province



บทนำ

“กลางสาตจังหวัดอุตรดิตถ์ ผลไม้ทางวัฒนธรรมอันล้ำค่า” เป็นผลไม้ที่อยู่คู่จังหวัดอุตรดิตถ์มาอย่างช้านานเป็นเวลากว่า 200 ปี โดย “หลวงพิบูล” เจ้าเมืองลับแล ได้นำเมล็ดกลางสาตมาจากเจ้าเมืองทางใต้สมัยไปติดต่อบริการ นำกลับมาเพาะปลูกที่ลับแลตอนเหนือ ตั้งแต่บ้านเกิดท่าน บ้านนาโป่ง ตำบลฝายหลวง ขึ้นไปจนสุดเขาน้ำตกแม่พูล ถึงตำบลนานกกก ข้ามเขาพลึง แพร่ขยายไปทั่ว (กลางสาตอุตรดิตถ์ ผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมอันล้ำค่า, 2564) จากนั้นกลางสาตจึงเป็นผลไม้ประจำจังหวัดที่สำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดอุตรดิตถ์ กระทั่งทางจังหวัดได้นำกลางสาตมาประกอบเป็นส่วนหนึ่งของคำขวัญจังหวัดอุตรดิตถ์ คือ “เหล็กล้ำฟ้าลือเลื่อง เมืองกลางสาตหวาน บ้านพระยาพิชัยดาบหัก ถิ่นสักใหญ่ของโลก”

ต่อมาได้มีการปลูกกลางสาตกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากอุตรดิตถ์เป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนล่าง ลักษณะภูมิประเทศประมาณ 60% ของพื้นที่ทั้งหมด เป็นภูเขาสูงและที่สูงอยู่ในบริเวณทางด้านเหนือและทางตะวันออกของจังหวัด โดยเฉพาะในเขตอำเภอเมือง อำเภอลับแล เป็นแหล่งปลูกไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัด เช่น กลางสาต ทุเรียน ลองกอง มังคุด เป็นต้น ทำให้ได้ชื่อว่าเป็น “ภูเขากินได้” โดยลักษณะพื้นที่เพาะปลูกในอำเภอลับแลเป็นแบบวนเกษตร (Agroforestry) ในรูปแบบของการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ดิน และน้ำ เรียกว่าเป็นระบบการทำสวนป่าธรรมชาติ มีความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ทำให้ผลไม้ที่ปลูกมีความโดดเด่นด้านรสชาติ เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของผลไม้ที่ปลูก

ในจังหวัดอุดรดิตถ์ อาทิ พุเรียน ลองกองกลางสาตจากระบบวนเกษตรดังกล่าวในปี 2558 มีมูลค่าทางการผลิตประมาณ 1,348 ล้านบาท หรือร้อยละ 17 ของ GPP ด้านการเกษตรของจังหวัดอุดรดิตถ์ (เจษฎา มิ่งฉาย, 2555)

ปัจจุบัน จังหวัดอุดรดิตถ์เป็นแหล่งปลูกกลางสาตที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีเกษตรกรผู้ปลูกกลางสาตจำนวน 7,093 ราย และปริมาณผลผลิต 14,658.6 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) แต่ในระยะ 10 กว่าปีที่ผ่านมา มีราคาคงต่ำเหลือกิโลกรัมละ 5-6 บาทเท่านั้น (เท่ากับค่าจ้างตัดกลางสาต) ขณะที่กระบวนการผลิตกลางสาตมีต้นทุนเฉลี่ยสูงถึง 22.30 บาทต่อกิโลกรัม ประกอบกับกลางสาตมีอายุการเก็บรักษาสั้นและมียางที่เปลือก จึงเป็นข้อจำกัดให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่สะดวกและไม่สามารถเก็บกลางสาตไว้รับประทานได้หลายวัน เมื่อซื้อมาแล้วต้องรับประทานให้หมดภายใน 2-3 วัน จากข้อจำกัดนี้จึงส่งผลให้ผู้บริโภคกลางสาตน้อยลง จึงทำให้เกษตรกรหลายรายตัดต้นกลางสาตทิ้งแล้วเสียบยอดต้นลองกองแทน เพราะลองกองมีราคาสูงกว่ากลางสาต คงเหลือไว้เฉพาะต้นกลางสาตที่เก็บไว้กินเองเท่านั้น จากการสัมภาษณ์เชิงลึกประธานกลุ่มไม้ผลจังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่าปัจจุบันพื้นที่ปลูกกลางสาตของอำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิตถ์ มีเหลือไม่ถึงร้อยละ 20 จึงเป็นที่น่าสังเกตว่า ในอนาคตอาจทำให้ผลผลิตกลางสาตหมดไปจากอำเภอลับแล และที่สำคัญคำขวัญส่วนหนึ่งของจังหวัดที่ว่า “เมืองกลางสาตหวาน” อาจต้องเปลี่ยนไปเป็นคำอื่นแทน

จากปัญหาราคากลางสาตตกต่ำและการตัดต้นกลางสาตทิ้งจำนวนมาก จึงทำให้กลุ่มเกษตรกรผู้รักและหวงแหนกลางสาตมีความต้องการอนุรักษ์ผลไม้อันล้ำค่า กลางสาตปาวนเกษตรซึ่งเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์เชิงสุขภาพแวดล้อมทางกายภาพช่วยยึดเกาะหน้าดิน มีการพึ่งพาอาหารภายในระบบนิเวศปาวนเกษตร และมีประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคม วิธีที่อยู่กับคนอุดรดิตถ์มาอย่างช้านาน จากรุ่นสู่รุ่น สร้างรายได้ทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชน จากการลงพื้นที่พบปะกับกลุ่มเกษตรกร พบว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตมีแนวคิดที่จะอนุรักษ์กลางสาต พร้อมกับการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค และสามารถเข้าถึงรสชาติเปรี้ยวอมหวาน กลิ่นหอม เนื้อมีลักษณะแก้วใส รสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของกลางสาตปาวนเกษตรของจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยผ่านตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ของสินค้าที่สื่อถึงอัตลักษณ์ที่มีความสำคัญมากต่อการจำหน่ายสินค้า การสร้างสื่อส่งเสริมอัตลักษณ์สินค้าจะทำให้องค์กรและตัวสินค้าหรือการบริการมีการพัฒนาอย่างยั่งยืนและเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม

จากประเด็นที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดออกแบบกราฟิกเพื่อสื่อสารบุคลิกภาพอัตลักษณ์ตราสินค้ากลางสาตปาวนเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ ที่สื่อถึงเรื่องราวของกลางสาตป่าพื้นที่ใหญ่ที่สุดและผืนสุดท้ายของประเทศ ซึ่งสัมพันธ์การรับรู้ เข้าใจ เข้าถึง กลางสาตปาวนเกษตร

ของผู้บริโภค เพื่อสร้างตัวตนให้สามารถนำไปต่อยอดการจดจำ ยกระดับกลางสาต สร้างมูลค่า
เพิ่มในการจำหน่ายเชิงพาณิชย์ทั้งในประเทศ ต่างประเทศ และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและ
คนในชุมชน



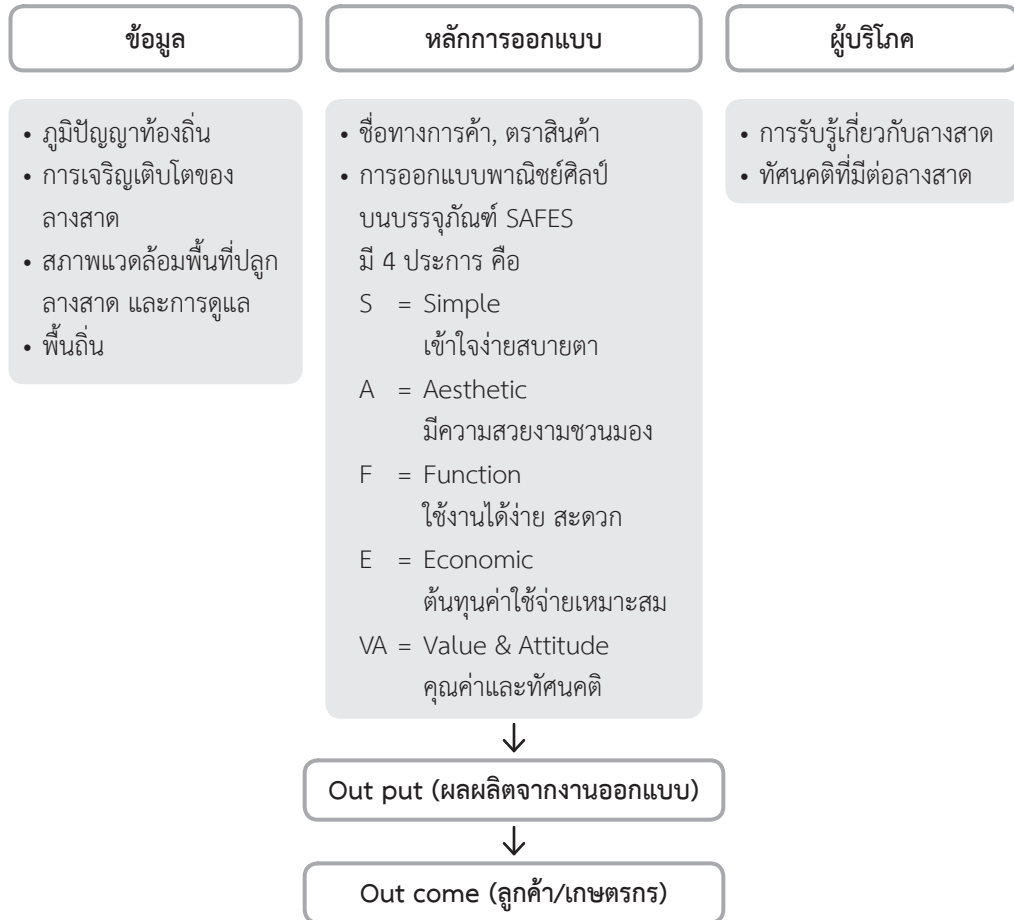
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสารอัตลักษณ์ของกลางสาตปาวนเกษตร
จังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อเป็นการยกระดับสินค้าและผลิตภัณฑ์จากกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัด
อุดรดิตถ์
2. เพื่อประเมินการรับรู้และความพึงพอใจต่อการออกแบบพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสาร
อัตลักษณ์ของกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์



กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือสร้างสื่อส่งเสริมอัตลักษณ์สินค้า คือ การออกแบบกราฟิกที่เป็นสัญลักษณ์
หรือตัวอักษรให้กลุ่มกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ (วิทวัส ชัยปาณี, 2548) ส่วนการ
ออกแบบตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ เป็นการออกแบบกราฟิกที่เป็นกระบวนการนำเสนอข้อมูล
และข่าวสาร ซึ่งต้องชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ตัดทอนสิ่งที่ไม่จำเป็นออกไป และความงดงาม
ที่ช่วยให้สะดุดตา น่าสนใจ น่าติดตาม เป็นส่วนผสมที่มีทั้งรูปร่าง (Form) ที่น่าจดจำและ
มีเนื้อหาสาระ (Function) ที่สื่อสารถึงกันได้ (อุสุม่า พันไพศาล, 2563) ซึ่งประชิด ทิณบุตร
(2531) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างตัวแทนของกระบวนการส่งเสริมการขายทางด้าน
การตลาด ณ จุดขายที่สามารถจับต้องได้ ทำหน้าที่เป็นสื่อโฆษณาได้อย่างดีเยี่ยม ณ จุดขาย
การออกแบบประกอบด้วย คำบรรยาย สัญลักษณ์ และภาพลักษณ์ เนื่องจากการออกแบบ
ภาพลักษณ์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งซึ่งอาจแสดงออกได้ด้วย จุด เส้น สี ภาพ และภาพถ่าย
ผสมผสานกันออกมาเป็นพาณิชย์ศิลป์บนบรรจุภัณฑ์ ด้วยหลักการง่ายๆ 4 ประการ คือ SAFE
(S = Simple เข้าใจง่ายสบายตา, A = Aesthetic มีความสวยงามชวนมอง, F = Function
ใช้งานได้ง่าย สะดวก, E = Economic ต้นทุนค่าใช้จ่ายเหมาะสม) และเพื่อให้สื่อถึงคุณค่าของ
กลางสาตที่มีผลต่อทัศนคติผู้บริโภค ผู้วิจัยคาดว่าถ้าเพิ่ม VA คือ V = Value คุณค่า และ
A = Attitude ทัศนคติ จะเป็นการสร้างการรับรู้ เข้าใจ และเข้าถึงอัตลักษณ์กลางสาต
ปาวนเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ ได้สมบูรณ์มากขึ้น ดังรายละเอียดที่แสดง



วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลในพื้นที่ ผู้วิจัยลงพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล และตำบลบ้านด่านนาขาม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เพื่อสำรวจและสังเกตเกี่ยวกับการปลูกลางสาต โดยการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างปลายเปิด ศึกษาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและแบบปรนัย สัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลางสาต จำนวน 22 ราย โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเรื่องราวของลางสาตปาวนเกษตร เช่น ขั้นตอนการปลูก วิธีการดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต สภาพแวดล้อมของการปลูกลางสาต รวมถึงภูมิปัญญาดั้งเดิมที่นำมาใช้ในการปลูกลางสาต ความต้องการการออกแบบกราฟิกที่สื่อถึงภาพลักษณ์ตัวตนของลางสาตปาวนเกษตรจังหวัดอุดรธานี ที่สามารถสร้างการจดจำ รับรู้ให้แก่ผู้บริโภค และสรุปข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นแนวคิดประกอบการออกแบบ

2. การออกแบบกราฟิกเพื่อสื่อสารอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์

เพื่อสื่อสารอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อนำไปพัฒนาตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยออกแบบตามแนวคิดที่สรุปได้จากการลงพื้นที่ที่แสดงความเป็นอัตลักษณ์ของกลางสาตปาวนเกษตร ที่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ของผู้บริโภค โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ด้านจิตวิทยาการรับรู้ของผู้บริโภคที่มีต่อภาพลักษณ์หรือตราสินค้า ด้านการใช้สีที่มีผลต่อการออกแบบกราฟิกภาพลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์จากแนวคิดของ Bonello (2013) ได้สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบโลโก้ระบุว่า การเลือกสีของโลโก้ที่มีความเหมาะสมสามารถเพิ่มการรับรู้และเข้าใจถึงแบรนด์ได้มากถึง 73% อีกทั้งยังช่วยเพิ่มการจดจำแบรนด์ของผู้บริโภคได้เพิ่มสูงขึ้นอีก 80% โดยสีที่นำมาใช้ในการออกแบบโลโก้แต่ละสีสามารถสื่อความหมายและความรู้สึกต่อผู้บริโภคได้แตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูลจิตวิทยาสี (Color Psychology) สำรวจผลของสีที่มีต่อการรับรู้และพฤติกรรมของมนุษย์ในทางการตลาด และอิทธิพลของสีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความรู้สึก การรับรู้ที่ผู้บริโภคมีต่อตราสินค้า

2.2 การออกแบบกราฟิกภาพลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ ออกแบบกราฟิกภาพลักษณ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร ผู้วิจัยออกแบบร่าง 3 แบบตามแนวคิดที่สรุปได้จากการลงพื้นที่พบปะกลุ่มเกษตรกรกลางสาตปาวนเกษตร จากนั้นนำแบบร่างทั้ง 3 แบบ มาคัดเลือกให้ได้แบบที่มีความเหมาะสม มีความเป็นอัตลักษณ์ที่สื่อถึงเรื่องราวของกลางสาตปาวนเกษตร และคัดเลือกแบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเพียงแบบเดียว โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม โดย Creswell & Plano Clark (2007) สร้างกิจกรรมการมีส่วนร่วมรับรู้ถึงความสำคัญของการออกแบบกราฟิกภาพลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร และทำประชาพิจารณ์จากชุมชน ประกอบด้วยกลุ่มเกษตรกรกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ จากนั้นนำผลการออกแบบกราฟิกที่ได้รับการคัดเลือกมาพัฒนาตามข้อเสนอแนะเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

2.3 การออกแบบตราสินค้าและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยดำเนินงาน 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบ การสร้างต้นแบบ และพัฒนาต้นแบบ ในการออกแบบตราสินค้าและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ ออกแบบโดยมีการสื่อสารให้ผู้บริโภครับรู้เข้าใจ เข้าถึง ถึงเรื่องราวของกลางสาตปาวนเกษตรตามแนวคิดที่ได้จากการลงพื้นที่ และข้อมูลภาพลักษณ์ของกลางสาตปาวนเกษตร โดยมีผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากกลางสาต รวม 18 ชนิด แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ อาหาร และไม่ใช่อาหาร การออกแบบคำนึงถึงรูปแบบวัสดุ โครงสร้าง คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท จากนั้นทำการสร้างต้นแบบบรรจุภัณฑ์ตามออกแบบไว้ และนำต้นแบบที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ

ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 คน ให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำต้นแบบมาพัฒนาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้บรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม แข็งแรง สวยงาม และมีอัตลักษณ์ตามที่ต้องการ

3. การประเมินการรับรู้และความพึงพอใจภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์

การประเมินการรับรู้และความพึงพอใจภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร โดยผู้ประเมินจำนวน 132 คน ประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกลางสาต จำนวน 22 คน ตัวแทนชุมชน 5 คน นักวิจัย 20 คน ผู้ประกอบการ 5 คน หน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ พาณิชย์จังหวัด วัฒนธรรมจังหวัด และหอการค้า จังหวัดอุดรดิตถ์ 15 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีประสบการณ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างตราสินค้าที่มีประสบการณ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีอาหาร จำนวน 1 คน และกลุ่มผู้บริโภคและนักท่องเที่ยว (ไม่จำกัดเพศและวัย) จำนวน 62 คน โดยใช้วิธีการเลือกผู้ประเมินแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) และให้ประเมินการรับรู้และความพึงพอใจต่อภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร ผู้วิจัยใช้ค่าสถิติจากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างปลายเปิด ใช้สำหรับสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกับผู้นำกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกลางสาต เพื่อให้ได้ข้อมูลความต้องการและสภาพปัญหา นำไปสู่แนวทางในการออกแบบกราฟิกเพื่อสร้างตัวตนของกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์

4.2 แบบสอบถามประชาพิจารณ์รูปแบบภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิกที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ สำหรับกลุ่มเกษตรกรกลางสาตปาวนเกษตร เพื่อให้ได้รูปแบบภาพลักษณ์ที่เหมาะสมที่สุด

4.3 แบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

4.4 แบบสังเกตพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อการสื่อสารภาพลักษณ์การออกแบบกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ ของผู้บริโภค เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้บริโภค



ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบและพัฒนาพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสารถักัษณ์ของกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อเป็นการยกระดับสินค้าและผลิตภัณ์จากกลางสาตปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์

1.1 ผลการศึกษาข้อมูลในพื้นที่

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลใช้เป็นแนวทางในการออกแบบภาพลักษณะการออกแบบกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร พบว่าปัจจุบันเกษตรกรมีปัญหาราคาสาตตกต่ำ การจำหน่ายผลผลิตกลางสาตในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ราคาสาตสดจำหน่ายได้เพียงกิโลกรัมละ 5-6 บาท เมื่อนำมาเทียบกับต้นทุนในการปลูก เลี้ยงดู และเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่งผลให้เกษตรกรขาดทุน จึงเปลี่ยนไปปลูกผลไม้ชนิดอื่นที่สามารถสร้างรายได้และกำไรได้มากกว่า แต่ด้วยความรักและผูกพันกับสาตมาอย่างช้านาน กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกสาตจึงมีแนวคิดที่จะอนุรักษ์สาตไว้เพื่อให้อยู่คู่กับชาวอุดรดิตถ์สืบต่อรุ่นลูกหลาน พร้อมกับการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค เพื่อยกระดับสาตให้มีมูลค่า ราคาสูงขึ้น รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณ์กลางสาตแปรรูปในรูปแบบต่างๆ ผู้วิจัยจึงมีแนวทางการสร้างตัวตน ภาพลักษณ์ บุคลิกภาพของตราสินค้ากลางสาตปาวนเกษตร เพื่อให้ผู้ที่เคยบริโภคสาต หรือผู้ที่ยังไม่รู้จักกลางสาตได้รับรู้ เข้าใจ เข้าถึงความเป็นตัวตนของกลางสาตปาวนเกษตร พร้อมสร้างการจดจำควบคู่กันไป

ด้านการยกระดับสาต พบว่าผลสาตมีข้อจำกัดคือ มียางที่เปลือก และเน่าเสียง่าย เมื่อเก็บไว้ประมาณ 2-3 วัน เปลือกจะเริ่มมีสีน้ำตาล ทำให้แม่ค้า/พ่อค้าไม่รับซื้อ ประกอบกับต้นทุนสาตราคาค่อนข้างสูง เพื่อเป็นการขยายตลาดและยกระดับสาตปาวนเกษตร จึงตระหนักถึงการสร้างภาพลักษณ์ผ่านกราฟิก การสร้างตราสินค้า และบรรจุภัณ์ผลิตภัณ์ที่แปรรูปจากสาตทั้งหมด 18 ชนิด แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ อาหาร และไม่ใช่อาหาร

1.2 ผลการออกแบบภาพลักษณะกราฟิก ตราสินค้า และบรรจุภัณ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร

1.2.1 การออกแบบภาพลักษณะกราฟิกที่สื่อถึงอัตลักษณ์กลางสาตปาวนเกษตร ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการสร้างบุคลิกภาพของตราสินค้า (Brand Personality) โดยใช้ทฤษฎี 3C's Model ของ Kenichi (อ้างใน ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาง, 2561) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทาง Customer (ลูกค้า) Competitor (คู่แข่ง) Corporation (องค์กร) คือ ปัจจัยเพื่อสร้างกลยุทธ์ให้กับธุรกิจด้วยการสำรวจธุรกิจตัวเองและคู่แข่งเป็นหลัก ซึ่งในอดีตอาจเรียกว่า “รู้เขารู้เรา” แต่ปัจจุบันต้องใช้คำว่า “รู้เขารู้ดีแล้ว รู้จักตัวเราเองยิ่งดีกว่า” ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แนวคิดการจัดการรูปแบบ

การออกแบบให้สอดคล้องกับการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดและธุรกิจ โดยนำข้อมูลจาก 3 ส่วน คือ องค์กร หมายถึง เกษตรกรผู้ปลูกและผู้จำหน่ายกลางสาธ ลูกค้า หมายถึง ผู้บริโภคกลางสาธ และคู่แข่ง หมายถึง ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายผลไม้ที่มีคุณภาพสูงเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ โดยนำปัจจัยสำคัญของทั้ง 3 ส่วน มาวิเคราะห์ให้สื่อถึงภาพลักษณ์ บุคลิกภาพของกลางสาธ ปาวนเกษตร ซึ่งได้ข้อสรุปจากปัจจัยด้านต่างๆ ดังนี้

เกษตรกรผู้ปลูกและผู้จำหน่ายกลางสาธ พบว่าต้องการสะท้อนให้เห็นถึง สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ปลูกกลางสาธจากกระบวนการสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ ของพื้นที่การเพาะปลูกป่าสาธ และผลผลิตกลางสาธ ที่สื่อถึงความเป็นพื้นที่ถิ่น ถึงความเป็น อัตลักษณ์ของกลางสาธที่ประจูดังทองคำของผืนป่าจังหวัดอุดรดิตถ์ ซึ่งเป็นการสื่อสารเรื่องราว เกี่ยวกับ “ผลไม้จากป่ารุกขเทวาเลียง” ที่เน้นกลางสาธเป็นหลัก ในรูปของระบบนิเวศที่สมดุล หรือปาวนเกษตร ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์เป็นป่า 5 ชั้น มีต้นไม้ขนาดใหญ่ดูแลต้นไม้ขนาดเล็ก ส่งผลให้ต้นไม้สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ มีการพึ่งพิงและแบ่งปันน้ำที่ใช้ในการเจริญเติบโตของ ต้นไม้ในฤดูร้อนที่มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ มีลำธารที่เป็นดั่งสายโลหิตที่หล่อเลี้ยงต้นไม้และ ผลผลิตต่างๆ ภายในผืนป่าให้เติบโตได้อย่างสมดุล มีต้นกลางสาธอายุ 100 ปี ที่เปรียบเสมือน บรรพบุรุษของกลางสาธที่ยังคงอยู่เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจยึดเหนี่ยวชาวบ้าน การเติบโต ของผลไม้จากป่าโดยไม่ใช้สารเคมี หรืออุปกรณ์ดักจับแมลงที่จะมาทำลายผลผลิตของป่า สื่อให้เล็งเห็นถึงกับดักธรรมชาติที่สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศสร้างขึ้นเองเพื่อปกป้องผลไม้หรือ ผลผลิตของป่า เช่น ใบแมงมุมที่กระจายทั่วกันทุกอนุของสวนกับกลางสาธ เพื่อเป็นกับดัก ธรรมชาติที่คอยกำจัดแมลงมีพิษ หรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่จะมาทำลายผลผลิตจากป่า ถ้าเปรียบเทียบ ในการทำการเกษตรในยุคปัจจุบันนั้นก็คือการนำตาข่ายสีฟ้ามาปกคลุมผืนป่าขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันแมลง หรือสัตว์มีพิษ แต่สิ่งที่เราสัมผัสได้จากสวนป่าแห่งนี้ คือทัศนียภาพที่มีกับดัก ธรรมชาติที่เป็นเสน่ห์ และได้กลิ่นอายของความเป็นธรรมชาติ โดยไม่ได้นำสิ่งแปลกปลอม ที่ไม่ได้เกิดจากธรรมชาติมาใช้ในการเลี้ยงดูต้นไม้และผลผลิตจากป่า สื่อความเป็นเอกลักษณ์ และอัตลักษณ์ของป่าสาธ จังหวัดอุดรดิตถ์

ลูกค้า พบว่า ต้องการกลางสาธคุณภาพดี ปลอดภัยสารเคมี และช่วยเหลือเกษตรกร

คู่แข่ง พบว่า ผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายผลไม้คุณภาพสูงในตลาด Nice Market

จากข้อมูลความต้องการของผู้มีส่วนร่วม 3 ส่วน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสังเคราะห์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบภาพลักษณ์กลางสาธปาวนเกษตร ดังรูปที่ 1

MOOD&TONE

องค์ประกอบภาพรวม
 ของ GRAPHI ที่ใช้ใน PACKAGING



รูปที่ 1 องค์ประกอบภาพรวมของปลาลางสาต จังหวัดอุดรธานี

ตารางที่ 1 แสดงแนวคิดการสร้างบุคลิกภาพของตราสินค้า (Brand Personality)

ลำดับ	ข้อมูล	ผลลัพธ์	ภาพลักษณ์กราฟิก
1	เกษตรกร	- สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ปลูก ลางสาตที่เป็นภูเขาในรูปของระบบ นิเวศที่สมดุล หรือป่าวนเกษตร ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์เป็นป่า 5 ชั้น “ผลไม้จากป่ารกขเทวาลัย” - กับดักธรรมชาติที่คอยกำจัดแมลง มีพิษ หรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่จะมา ทำลายผลผลิตจากป่า	 
2	ลูกค้า	ลางสาตคุณภาพดี ปลอดภัย	
3	คู่แข่ง	ผลไม้คุณภาพสูงในตลาด Nice Market สื่อผ่านคำว่า “Product of Northern Thailand Agro Forest” ที่ต้องการส่งผ่านข้อมูลให้ผู้บริโภค ทราบว่าเป็นลางสาตที่ปลูกจาก ป่าวนเกษตรที่มีเฉพาะทางภาคเหนือ ของประเทศไทย	“Product of Northern Thailand Agro Forest”

1.2.2 การศึกษาการออกแบบการศึกษาความสัมพันธ์ด้านจิตวิทยาการรับรู้ของผู้บริโภคที่มีต่อภาพลักษณ์หรือตราสินค้า ด้านการใช้สีที่มีผลต่อการออกแบบกราฟิกภาพลักษณ์ลางสาธปาวนเกษตร จังหวัดอุดรธานี โดยใช้ข้อมูลจิตวิทยาสี เนื่องจากการใช้ “สี” เป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญเพราะเกี่ยวข้องกับเรื่องของเหตุผลและอารมณ์ ซึ่งส่งผลไปถึงความพอใจหรือไม่พอใจ ที่จะนำไปสู่การตัดสินใจซื้อหรือไม่ซื้อสินค้า การเลือก “สี” จึงต้องผ่านกระบวนการคิดซับซ้อนหลายมิติ เพื่อสร้างตราสินค้าและให้ผลเพื่อครองใจกลุ่มผู้บริโภคให้มากที่สุด โดยสำรวจผลของสีต่อการรับรู้และพฤติกรรมของมนุษย์ในทางการตลาด เกี่ยวกับอิทธิพลของสีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความรู้สึก การรับรู้ที่ผู้บริโภคมีต่อตราสินค้า (วรินทร์ธร กิจธรรม, 2558)

ไอซ์มัน (Eiseman, 2000) ได้นำเสนอความหมายและผลกระทบของสีที่มีต่ออารมณ์และความรู้สึก โดยเฉพาะสีเหลือง ความอบอุ่น มิตรภาพ ความสนุกสนาน และสีเขียว ให้ความสงบ เป็นธรรมชาติ มีชีวิตชีวา

จากความหมายของสีที่มีผลต่อความรู้สึก พบว่าสีทั้งสองสอดคล้องกับภาพลักษณ์ของลางสาธปาวนเกษตร ผู้วิจัยจึงได้นำมาใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบแบบร่าง 3 รูปแบบ โดยมีปริมาณให้การใช้สี 3 รูปแบบที่แตกต่างกัน คือ รูปแบบที่ 1 ใช้สีเขียว 30%/สีเหลือง 70% รูปแบบที่ 2 ใช้สีเขียว 50%/สีเหลือง 50% และรูปแบบที่ 3 ใช้สีเขียว 70%/สีเหลือง 30% และทำประชาพิจารณ์จากชุมชนในพื้นที่เพื่อคัดเลือกภาพลักษณ์ที่สื่อถึงลางสาธปาวนเกษตรมากที่สุดเพียง 1 รูปแบบ ดังรูปที่ 2



แบบที่ 1 (30/70)



แบบที่ 2 (50/50)



แบบที่ 3 (70/30)

รูปที่ 2 ผลการออกแบบแบบร่างกราฟิกจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ
และชีวภาพของพื้นที่การเพาะปลูกปาลังสาธ

1.2.3 การออกแบบตราสินค้าและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ตามข้อสรุปจากการลงพื้นที่ คือ ชื่อตราสินค้าต้องสะท้อนความเป็นกลางสาธ บรรจุภัณฑ์ต้องเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กลางสาธ แปรรูป 18 ชนิด แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ อาหาร และไม่ใช่อาหาร รายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์บอกถึงที่มา เรื่องราวของกลางสาธปาวนเกษตร ได้แก่ พื้นที่การปลูก ระบบวนเกษตร ความเป็นมาของกลางสาธที่อยู่มาถึง 200 ปี ลักษณะของผล โดยใช้แนวคิดการออกแบบของ ประชิต ทินบุตร (2531) ด้านหลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์และการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ ในการนำมาประยุกต์ใช้โดยคำนึงถึงชื่อทางการค้า ตราสินค้า (Trade Name, Trade Mark) การดึงดูดความสนใจผู้บริโภค การออกแบบบรรจุภัณฑ์เป็นชุด

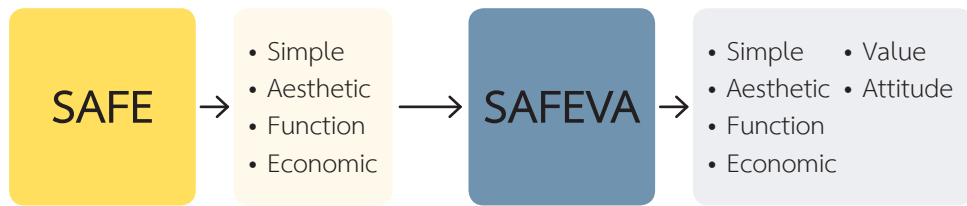
จากการศึกษาแนวทางการออกแบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ การออกแบบ ประกอบด้วย คำบรรยาย สัญลักษณ์ และภาพลักษณ์ เนื่องจากการออกแบบภาพลักษณ์ เป็นศิลปะอย่างหนึ่งซึ่งแสดงออกได้ด้วยจุด เส้น สี รูปร่าง และรูปถ่าย ผสมผสานกันออกมา เป็นพาณิชย์ศิลป์บนบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วย 4 ประการ คือ SAFE S = Simple เข้าใจง่าย สบายตา, A = Aesthetic มีความสวยงามชวนมอง, F = Function ใช้งานได้ง่าย สะดวก และ E = Economic ต้นทุนค่าใช้จ่ายเหมาะสม

แนวคิดการออกแบบกราฟิก ได้จากการนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อสรุปจากการลงพื้นที่ และแนวทางการความต้องการของชุมชน ผู้ประกอบการ และผู้บริโภค พบว่า

ชุมชน/พื้นที่ มีความต้องอนุรักษ์กลางสาธที่มีคุณค่าไว้เพื่อให้อยู่คู่กับชาวอุดรดิตถ์ สืบต่อรุ่นลูกรุ่นหลาน พร้อมกับการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค เพื่อยกระดับกลางสาธให้มีมูลค่า ราคาสูงขึ้น รวมไปถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์กลางสาธแปรรูปในรูปแบบต่างๆ

ผู้ประกอบการ/ผู้บริโภค ต้องการให้ผู้บริโภครับรู้ เข้าใจ ความสำคัญของกลางสาธปาวนเกษตร เพื่อปรับทัศนคติผู้บริโภคในการเข้าถึงคุณค่า คุณประโยชน์ของกลางสาธปาวนเกษตร

ในกระบวนการออกแบบ ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดการออกแบบกราฟิก การออกแบบ ประกอบด้วย คำบรรยาย สัญลักษณ์ และภาพลักษณ์ ผสมผสานกันออกมาเป็นพาณิชย์ศิลป์บนบรรจุภัณฑ์ 4 ประการ คือ SAFE มาวิเคราะห์ร่วมกับความต้องการของชุมชน ผู้ประกอบการ และผู้บริโภค พบว่านอกจาก 4 ประการหลักแล้ว เพื่อสื่อถึงคุณค่าภาพลักษณ์ของกลางสาธปาวนเกษตร ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มปัจจัย 2 ประการ คือ คุณค่า และทัศนคติ (Value & Attitude) ให้สอดคล้องตามแนวคิดของชุมชน และสร้างการรับรู้ให้กับผู้บริโภคเข้าถึงตัวตน คุณค่าของกลางสาธ ส่งผ่านข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจ ให้ผู้บริโภคมีทัศนคติที่ดีต่อกลางสาธปาวนเกษตร และสามารถสังเคราะห์แนวทางการออกแบบกราฟิกทำให้เกิดแนวทางการออกแบบกราฟิกใหม่ที่มีความสอดคล้องกับคุณค่า ตัวตนของกลางสาธปาวนเกษตร ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์การออกแบบกราฟิก

ตารางที่ 2 แสดงแนวคิดใหม่ อธิบายความหมายของ Value & Attitude ได้โดยการสื่อถึงการสร้างให้เห็นถึงคุณค่าของลางสาดปาวนเกษตรดังนี้

ลำดับ	ข้อมูล	รายละเอียด	ภาพลักษณ์กราฟิก
1	Value	สื่อถึงภูมิปัญญาของชุมชน หรือสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงพื้นถิ่นลางสาดปาวนเกษตรที่สำคัญของป่า ซึ่งผู้วิจัยได้สร้าง “ปู่ลางสาด” อัมมหลานลางสาดอยู่ในอ้อมแขนที่มาจากต้นลางสาด 100 ปี ขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของลางสาดอุดรธานีที่เป็นผืนสุดท้ายของประเทศ และยังคงแก่การอนุรักษ์การปลูกลางสาดไม่ให้เลือนหาย และสร้าง “ปู่ในบุคลิกที่ขี้จิกยานยนต์และบรรทุกแข่งลางสาด” ที่แสดงถึงวิถีภูมิปัญญาของการเก็บผลลางสาด โดยนำเหล็กเส้นมาประดิษฐ์เป็นตะกร้าสำหรับใส่แข่งลางสาดในส่วนด้านท้ายของจักรยานยนต์ เนื่องจากภูมิศาสตร์ในการปลูกลางสาดจะปลูกในพื้นที่ป่า พื้นที่บนเขา มีเส้นทางที่แคบและเล็ก เส้นทางเป็นพื้นดิน เมื่อฤดูฝนจะมีลักษณะเป็นดินโคลน จึงมีความยากลำบากในการเก็บลางสาด ชาวสวนจึงจำเป็นต้องใช้เป็นยานพาหนะในการขนย้ายลางสาดจากป่าออกมาจำหน่าย ผู้วิจัยจึงได้นำมาใช้ออกแบบภาพลักษณ์กราฟิก เพื่อนำไปใช้สื่อถึงคุณค่าให้ผู้บริโภคเข้าใจ และมีแนวคิดที่ดีต่อภาพลักษณ์ของลางสาดปาวนเกษตร	  
2	Attitude	สื่อถึงลางสาดที่ปลูกจากป่าพื้นที่ใหญ่ที่สุดและเป็นผืนสุดท้ายของประเทศไทย เพื่อให้ผู้บริโภครับรู้ตระหนักถึงความสำคัญ สร้างทัศนคติที่ดีต่อลางสาดปาวนเกษตร เป็นการอนุรักษ์ผืนป่าของประเทศทางอ้อม	ผลผลิตจากป่าลางสาด ผืนสุดท้ายของเมืองไทย



รูปที่ 4 ภาพลักษณ์บุคลิกภาพของลางสาดป่าจังหวัดอุตรดิตถ์

การออกแบบตราสินค้า จากการถอดจากรูปลักษณ์กายภาพของผลลางสาด ที่มีลักษณะเป็นช่อ ผิวสีนวล เนื้อด้านในเป็นเนื้อแก้ว ได้ 3 ชื่อ ดังนี้ ช่อแก้ว ช่อศรีนวล ช่อนวลแก้ว



แบบที่ 1 ชื่อ ช่อแก้ว



แบบที่ 2 ชื่อ ช่อศรีนวล



แบบที่ 3 ชื่อ ช่อนวลแก้ว

รูปที่ 5 ผลการออกแบบแบบร่าง ตราสินค้า

ตารางที่ 3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ลางสาด ผลิตภัณฑ์ลางสาดแปรรูป 18 ชนิด แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ Food และ Nonfood

1. Intermedia น้ำลางสาดออร์แกนิก 1 kg		2. น้ำลางสาดขวดเหลี่ยม (Pasteurization) 150 ml		3. น้ำลางสาดขวดเหลี่ยม (Pasteurization) 150 ml	
แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง

4. ไอศกรีมลางสาต 50 ml		5. ลูกอมลางสาต 10 g		6. Jelly ลางสาต 30 ml	
แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง
					
7. ลางสาตสด 500 g		8. Langsat Slurpee 200 ml		9. Body Lotion (เนื้อลางสาต) 200 ml	
แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง
					
10. Body Lotion (เปลือกลางสาต) 200 ml		11. Body Lotion (เมล็ดลางสาต) 200 ml		12. Body Lotion แบบซอง 30 ml	
แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง
					
13. Langsat Shower Gel (เนื้อลางสาต) แบบขวด 100 ml		14. Langsat Shower Gel (เนื้อลางสาต) แบบซอง 30 ml		15. Langsat Soap (เนื้อลางสาต) 60 g	
แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง
					
16. Langsat Body Scurb (เนื้อลางสาต) 200 g		17. Langsat Serum (เนื้อลางสาต) แบบขวด 30 ml		18. Langsat Serum (เนื้อลางสาต) แบบขวด 15 ml	
แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง	แบบร่าง	งานจริง
					

1.2.4 การออกแบบบูธแสดงสินค้า

การสื่อสารข้อมูล ตัวตน คุณค่าของกลางสาธิต ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบบูธแสดงสินค้า เพื่อเป็นตัวแทนของกระบวนการส่งเสริมการขายทางด้านการตลาด ณ จุดขายที่สามารถจับต้องได้ ทำหน้าที่เป็นสื่อโฆษณาได้อย่างดีเยี่ยม ณ จุดขายผู้เข้าร่วมงาน THAIFEX 2018 ณ เมืองทองธานี เป็นงานแสดงสินค้าอาหารและเครื่องดื่มระดับโลก เพื่อสังเกตพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีผลต่อการตัดสินใจ ทั้งในส่วนของการออกแบบตราสัญลักษณ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์ของจังหวัดอุดรธานี รูปแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กลางสาธิต และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกลางสาธิต จังหวัดอุดรธานี หลังการพัฒนา ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ภาพการเข้าร่วมงานแสดงสินค้าอาหารและเครื่องดื่มระดับโลก THAIFEX 2018

2. ผลการประเมินการรับรู้และความพึงพอใจต่อการออกแบบพาณิชย์ศิลป์ที่สื่อสาร
อัตลักษณ์ของกลางสาธิตป่วนเกษตร จังหวัดอุดรธานี แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 ผลการประเมินการออกแบบตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์

2.1.1 ผลการประเมินการออกแบบตราสินค้าจากการถอดจากรูปลักษณ์
กายภาพของผลกลางสาธิต 3 ชื่อ คือ ช่อแก้ว ช่อศรีนวล และช่อนวลแก้ว เพื่อนำไปใช้ออกแบบ
บรรจุภัณฑ์จากการสอบถามกลุ่มเกษตรกร ชุมชน นักวิจัย และผู้บริโภค จำนวน 132 คน
พบว่ามีความพึงพอใจชื่อ “ช่อนวลแก้ว” มากที่สุด จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 57



รูปที่ 7 ผลการออกแบบตราสินค้า

2.1.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจ การรับรู้เกี่ยวกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์
กลางสาธที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค ทั้งในส่วนของการออกแบบตราสัญลักษณ์ที่สื่อถึง
อัตลักษณ์ของจังหวัดอุดรดิตถ์ และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กลางสาธสด และผลิตภัณฑ์
แปรรูปจากกลางสาธ จังหวัดอุดรดิตถ์ หลังการพัฒนา ที่ส่งเสริมการใช้อัตลักษณ์ของจังหวัด
อุดรดิตถ์ โดยใช้รูปภาพจริง 100% จำนวน 132 คน ได้จากการสุ่มแบบบังเอิญ พบว่าเป็น
เพศหญิงมากที่สุด มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.89$,
S.D. = 0.88) โดยมีความพึงพอใจด้านความเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อมากที่สุด ($\bar{X} = 4.40$,
S.D. = 0.83) และผลิตภัณฑ์ที่มีความพึงพอใจเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อมากที่สุด คือ
น้ำกลางสาธแบบขวดเหลี่ยม ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.89)

2.2 ผลจากการสอบถามความคิดเห็นด้านการตัดสินใจซื้อสินค้า กลุ่มเป้าหมาย
ได้แก่ ผู้เข้าร่วมงาน THAIFEX 2018 ณ เมืองทองธานี โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของ
ผู้บริโภคที่เข้าร่วมงาน การจัดแสดงสินค้าประกอบด้วย ตราสัญลักษณ์ บรรจุภัณฑ์ 80%
และป้ายแสดงสินค้าปูกลางสาธ 1 ตัว 10% คลิป VDO นำเสนอ 10% พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 92 คน คิดเป็นร้อยละ 68.7 ส่วนใหญ่อยู่ในวัยทำงาน
จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 92.5 มีการเดินเข้าชมร้านแบบกลุ่ม จำนวน 104 คน
คิดเป็นร้อยละ 77.6 การแต่งกายใส่ชุดทำงาน จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 52.2 โดยลักษณะ
การเดินหรือแวะที่ร้านส่วนใหญ่สอบถาม จำนวน 118 คน คิดเป็นร้อยละ 38.6 ผลิตภัณฑ์
ที่ได้รับความสนใจมากที่สุดคือ สเลอบี้ จำนวน 84 คน และเมื่อสอบถามเกี่ยวกับคุณลักษณะ
ภาพลักษณ์ของสินค้า พบว่าส่วนใหญ่ชอบที่ความแปลกใหม่ มีสีสันที่สื่อถึงความเป็นธรรมชาติ
จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 27.4 การสอบถามเกี่ยวกับการกำหนดราคา พบว่าส่วนใหญ่
เห็นว่าราคามีความเหมาะสม จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 52.1



อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบภาพลักษณ์กราฟิก ตราสัญลักษณ์ และบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์
กลางสาธปาวนเกษตร มีแนวคิดการสร้างบุคลิกภาพของตราสินค้า (Brand Personality)
จากการมีส่วนร่วมของชุมชน ตั้งแต่กระบวนการแรก คือ เริ่มจากการลงพื้นที่เพื่อสอบถาม
ความต้องการและแนวทางการแก้ไขปัญหาของกลางสาธปาวนเกษตร เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับ
นำไปใช้เป็นแนวคิดได้ 3 แนวคิด คือ เจ้าป่า ป่าชุมชนทรัพย์ และผลไม้ปาวนเกษตร จากนั้น
นำแนวคิดที่ได้นำเสนอถึงคุณค่า ความสำคัญของกลางสาธ เพื่อยกระดับกลางสาธปาวนเกษตร
จังหวัดอุดรดิตถ์ ร่วมกับกลุ่มเกษตรกร กลุ่มผู้ประกอบการ หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง
และนักออกแบบมืออาชีพ โดยสรุปใช้แนวคิด “ผลไม้ปาวนเกษตร” ผ่านภาพลักษณ์กราฟิก

ที่สื่อให้เห็นถึงสภาพภูมิประเทศพื้นที่ปลูก การเจริญเติบโต ผลผลิต เน้นโทนสีเขียวและสีเหลือง เพื่อสร้างการจดจำ ความเป็นเอกลักษณ์ สื่อถึงเรื่องราวของลางสาตปาวนเกษตร เป็นการเชื่อมโยง การรับรู้ของผู้บริโภคเพื่อปรับความเข้าใจ การออกแบบตราสัญลักษณ์ที่สื่อถึงอัตลักษณ์ของ จังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยจึงได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบตราสัญลักษณ์ และการพัฒนา บรรจุภัณฑ์ลางสาตให้สื่อถึงความเป็นอัตลักษณ์ของลางสาต ที่ประจูดังทองคำของผืนป่า จังหวัดอุดรธานี เป็นการสื่อสารเรื่องราวเกี่ยวกับพื้นที่ (Local Content) คือ “ผลไม้จากป่า รุกขเทวเลียง” ที่เน้นลางสาตเป็นหลัก โดยขยายความในภาพของระบบนิเวศที่สมดุลหรือป่า วนเกษตร ที่มีลักษณะภูมิศาสตร์เป็นป่า 5 ชั้น มีต้นไม้ขนาดใหญ่ดูแลต้นไม้ขนาดเล็ก และ เพื่อสร้างความเข้าใจและการรับรู้ของคนในชุมชน จึงได้ค้นข้อมูลแนวคิดการออกแบบให้แก่ ชุมชน ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่สะท้อนให้เห็นถึงบุคลิกภาพของลางสาตปาวนเกษตร ผ่านการออกแบบกราฟิกที่สามารถตัวตนยกระดับสร้างรายได้ สร้างมูลค่าเพิ่มจากการสร้าง แปรนดลางสาตปาวนเกษตร จากการค้นข้อมูลส่งผลให้เกษตรกรมีความตระหนัก ห่วงแหน ปาลางสาตวนเกษตร มีความต้องการที่จะกลับมาปลูกลางสาตป่า และขอเข้าร่วมโครงการ มากขึ้น จากเดิมมีผู้เข้าร่วมโครงการเพียง 22 ราย เพิ่มขึ้นเป็น 32 ราย คิดเป็น 68% จากผู้เข้าร่วม โครงการเดิม ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กระบวนการสกัดโจทย์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน

ต้นแบบภาพลักษณ์ ตราสัญลักษณ์ และบรรจุภัณฑ์กลางสาธ ได้ขยายผลสู่การนำไปใช้งานจริงโดยมีการจัดแสดงนำเสนอสินค้า ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์ เพื่อส่งมอบให้กับชุมชน เกษตรกร ผู้ประกอบการ เมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การจัดแสดงนำเสนอสินค้า ตราสินค้า และบรรจุภัณฑ์



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบกราฟิกเพื่อสื่อสารบุคลิกภาพของตราสินค้า อัตลักษณ์กลางสาธปาวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์ ในงานวิจัยครั้งนี้สามารถสร้างการรับรู้ถึงอัตลักษณ์ของกลางสาธปาวนเกษตรได้ โดยแนวคิดการออกแบบจากกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ได้ตราสินค้าที่สื่อถึงกลางสาธปาวนเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อสร้างการรับรู้ในชื่อ “ขอนแก่นแก้ว” ในส่วนของบรรจุภัณฑ์ออกแบบโดยใช้ภาพลักษณ์โดยรวมของความเป็นตัวตน คุณค่า สื่อถึงเรื่องราวของกลางสาธปาวนเกษตร ตั้งแต่สภาพแวดล้อมการปลูกและการเติบโต ระบบเกษตร ต้นกลางสาธอายุ 100 ปี มีผลการประเมินการรับรู้ พบว่า มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 3.89$ มีความพึงพอใจด้านความเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อมากที่สุด ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.40$ ในส่วนของบรรจุภัณฑ์ ที่ได้รับความนิยมพึงพอใจมากที่สุด คือ บรรจุภัณฑ์น้ำกลางสาธออแกร์นิกร้อยละ 100 และในด้านเชิงพาณิชย์จากการเข้าร่วมงาน THAIFEX 2018 ณ เมืองทองธานี ซึ่งสามารถนำมาขยายผลของการวิจัยได้ดังนี้ ด้านชุมชนและกลุ่มเกษตรกรมีความต้องการขอเข้าร่วมโครงการมากขึ้น จากเดิมมีผู้เข้าร่วมโครงการเพียง 22 ราย เพิ่มขึ้นเป็น 32 ราย คิดเป็นร้อยละ 68 ด้านผู้ประกอบการในพื้นที่มีรายได้เพิ่มจากการขายสินค้า ผลิตภัณฑ์ภายใต้แบรนด์ “ขอนแก่นแก้ว” และด้านการต่อยอดเชิงพาณิชย์ส่งผลให้มีผู้ประกอบการมาติดต่อเพื่อนำไปต่อยอดเชิงพาณิชย์ จำนวน 22 ราย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การออกแบบภาพลักษณ์ที่เกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศหรือสภาพแวดล้อมสภาพการปลูก การเจริญเติบโตจากป่าเพียงอย่างเดียว ยังไม่สามารถสื่อสารและสร้างการจดจำ การรับรู้ที่ชัดเจนให้แก่ผู้บริโภคได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิประเทศไทยมีลักษณะเป็นป่าเขาอยู่ทั่วทั้งประเทศ ฉะนั้นต้องใส่ข้อมูลที่เฉพาะของป่าอุดรธานีเพื่อสร้างการจดจำ เช่น ปูลางสาธิต ซึ่งเป็นตัวแทนจากต้นกลางสาธิต 100 ปี ที่เปรียบเสมือนหัวใจของเกษตรกรผู้ปลูกกลางสาธิตที่ยังคงแก่คุณค่า ที่ส่งต่อผลผลิตกลางสาธิตบ้านเกษตรอุดรธานีสู่ลูกหลาน สร้างรายได้ให้เกษตรกร และยังเป็นการอนุรักษ์ผลไม้กลางสาธิตบ้านเกษตร จังหวัดอุดรธานี พื้นที่สุดท้ายที่มีมากที่สุดในประเทศให้ยังคงอยู่ต่อไป
2. การพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์จังหวัดอุดรธานี มีความเป็นไปได้อย่างมากในเชิงพาณิชย์ แต่ควรจะต้องมีการสร้างเรื่องราวที่สื่อถึงผลไม้จากป่าที่มีความหลากหลายให้เห็นชัดเจนมากกว่านี้ เช่น ทุเรียน สับปะรด มังคุด ส้มโอ กล้วย เชียน้อย และแก้วมังกร ซึ่งล้วนเป็นผลไม้ขึ้นชื่อจากบ้านเกษตรปลอดสารเคมีของจังหวัดอุดรธานี



เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). ข้อมูลระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร. สืบค้น 26 กันยายน 2564, จาก <http://production.doae.go.th>
- เจษฎา มิ่งฉาย. (2555). การจัดการความรู้และพัฒนาชุดความรู้ของภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการผลิตไม้ผลในระบบวนเกษตร อำเภอลับแล จังหวัดอุดรธานี. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ประชิด ทิณบุตร. (2531). การออกแบบบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร. (2561). 3C Model (Ohmae). สืบค้น 30 สิงหาคม 2564, จาก <https://drpiyanan.com>
- กลางสาธิตอุดรธานี. ผลผลิตทางวัฒนธรรมอันล้ำค่า. (2564). เทคโนโลยีชาวบ้าน. สืบค้น 21 กันยายน 2564, จาก <https://www.technologychaoban.com>
- วรินทร์ธร กิจธรรม. (2558). อิทธิพลของ “สี” ต่อการสร้างแบรนด์. วารสารการสื่อสารและการจัดการ นิต้า, 1(1), 76–77.
- วิทวัส ชัยปาณี. (2548). สร้างแบรนด์อย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: มติชน.
- อุสุมา พันไพศาล. (2563). การออกแบบบรรจุภัณฑ์.

- Creswell, J., & Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks. CA: Sage.
- Eiseman, L. (2000). *Pantone Guide to Communicating with Color*. USA: Grapix Press.
- Bonello, S. (2013). *The Impact of Colour in Logo Design* [Infographic]. Retrieved June 15, 2018, from <https://www.business2community.com>

รูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์
ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

A MODEL OF INTERCONNECTED LEARNING FOR ENHANCING
AN ACTIVE CITIZENSHIP IN A LOCAL COMMUNITY DEVELOPMENT
OF RAJABHAT UNDERGRADUATE STUDENTS

วันที่รับ: 9 ธันวาคม 2564

วันที่แก้ไข: 1 มกราคม 2565

วันที่ตอบรับ: 6 มกราคม 2565

เกวลี รัชชีสุทธธารณ^{1*},

ศรเนตร อารีโสมณพิเชฐ¹ และ มลิวัลย์ ประดิษฐ์ธีระ²

Keowalee Rangsisuttaporn^{1*},

Sornnate Areesophonichet¹ and Malivan Praditteera²

¹คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

¹Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

²วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี 12000

²Suryadhep Teachers College, Rangsit University, Pathum Thani 12000

*Corresponding author e-mail: keowalee@uru.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ และศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยเป็นการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ 760 คน และนักศึกษากลุ่มทดลองรูปแบบ 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย และเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยการรับรู้จิตัลของนักศึกษาก่อนและหลังทดลองของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ Paired t-test ผลการวิจัยพบว่า คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอยู่ในระดับมากทุกมิติ และรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ประกอบด้วย สารการเรียนรู้เรื่องการรู้ดิจิทัล 6 เรื่อง ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง 7 กลยุทธ์ ควบคู่ไปกับวิธีการเรียนรู้ 7 วิธี

ใช้เวลาการเรียนรู้ 12 สัปดาห์ 36 ชั่วโมง ในนักศึกษาในกลุ่มทดลองนั้น พบว่าค่าเฉลี่ยคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏหลังทดลองเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุดทุกมิติ ค่าเฉลี่ย 4.65 และสูงกว่าก่อนทดลอง ค่าเฉลี่ย 4.20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .000$) สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ เป็นการเรียนรู้เชิงรุกโดยเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และชุมชน ที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบทั้งเนื้อหทั้งตัว เชื่อมโยงบทบาทของการเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมออกแบบและรับผิดชอบต่อสังคมที่ตนอาศัยอยู่ นำไปสู่การพัฒนาเชิงพื้นที่ทางสังคมให้เกิดความยั่งยืน

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบเชื่อมโยง, พลเมืองวิวัฒน์, การรู้ดิจิทัล, ความรับผิดชอบต่อสังคม



Abstract

This research aimed to examine the characteristics of active citizenship in Rajabhat University students, develop an instructional management from Interconnected Learning Theory to enhance active citizenship for Rajabhat University students as local community development, and investigate the efficiency of the instructional management from Interconnected Learning Theory to enhance active citizenship for Rajabhat University students as local community development. This research and development study included samples of 760 Rajabhat University undergraduate students and 40 Rajabhat University students as experimental group. The research instrument was evaluative forms on characteristics of active citizenship which was calculated with statistical descriptive analysis. It also presented the comparison of average scores on the digital literacy of the students between before and after implementation of the instructional management with paired t-test. It was found that the characteristics of active citizenship in Rajabhat University students was at high level in every aspect. And the instructional model of Interconnected Learning Theory for enhancing active citizenship as local community development for Rajabhat University students included learning areas of six lessons about digital literacy through 7 strategies of interconnected learning together with 7

learning methods which took 12 weeks of class meetings of 36 hours. As for the experimental group of 40 students, it was found that the mean scores on the characteristics of active citizenship in Rajabhat University students increased in every aspect at highest level ($\bar{X} = 4.65$) which was higher than the mean scores before implementation of the Interconnected Learning Model ($\bar{X} = 4.20$) with statistical significance at .05 ($p = .000$). It could be concluded that the instructional model of Interconnected Learning Theory for enhancing citizenship as local community development in Rajabhat University students was a proactive instructional approach from experiential learning among the learners, instructors, and community that emphasizes on development of learning for transformative changes by connecting roles within the society and granting the students opportunity to design and share responsibility together in their community which would lead to social space development of sustainability.

Keywords: Interconnected Learning, Active Citizen, Digital Literacy, Social Responsibility



บทนำ

ในยุคแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นยุคที่โลกใบนี้มีลักษณะของความเชื่อมโยงกัน และมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันทั้งทางการเมือง สังคม และเศรษฐกิจมากขึ้นกว่าในอดีตที่ผ่านมา จนมีสภาพการณ์ของสถานะสังคมไร้พรมแดนมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากประเทศต่างๆ ได้พัฒนาจากความเป็นรัฐสู่ความเป็นประชาคมมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความก้าวหน้าทางคมนาคมและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ จากปรากฏการณ์ทางสังคมโลกดังกล่าว ทำให้เกิดแนวคิดในการปรับตัวและเตรียมการขององค์กรต่างๆ เพื่อพัฒนาการดำเนินการกิจให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป และด้วยความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของโลกก็สามารถติดต่อสื่อสาร การรับส่ง เข้าถึง ข้อมูลข่าวสารสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว ผ่านเทคโนโลยีที่ทันสมัยบนอุปกรณ์ดิจิทัลในรูปแบบที่หลากหลาย จึงอาจกล่าวได้ว่า ปัจจุบันโลกเข้าสู่ยุคของสังคมดิจิทัลที่เทคโนโลยีดิจิทัลไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือสนับสนุนการทำงานเฉกเช่นที่ผ่านมาอีกต่อไป หากแต่หลอมรวมเข้ากับชีวิตของคนอย่างแท้จริง ก่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลไปอย่างสิ้นเชิง จากการเปลี่ยนแปลงของบริบทโลก และสภาพ

ของปัจจุบันนี้นั้น ทำให้สภาพแวดล้อมของการพัฒนาประเทศไทยในปัจจุบันและในอนาคต 20 ปีข้างหน้าเปลี่ยนไป ในส่วนบริบทของประเทศไทยได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560–2579) โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาคนไทยในอนาคตให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นพลเมืองที่ตื่นรู้ มีจิตสาธารณะ และทำประโยชน์ต่อส่วนรวม (ปรเมธี วิมลศิริ, 2559) เช่นเดียวกับที่เบล (Bell, 2016) กล่าวว่า ความสำคัญของการมุ่งเน้นพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม เพื่อเศรษฐกิจที่ดี แต่มีทิศทางสังคมซึ่งเป็นมิติของการพัฒนาคนให้มีทักษะสำหรับการใช้ชีวิตในยุคปัจจุบัน (Skills for living in the world) ได้แก่ การเป็นพลเมืองที่ดี การจัดการชีวิตและการทำงาน ความรับผิดชอบต่อตนเอง และความรับผิดชอบต่อสังคมต่างหากจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้การศึกษารวมถึงการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาคน สรุปลงได้ว่าทิศทางของการพัฒนาประเทศท่ามกลางกระแสของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรวดเร็วนั้นจะมีการสอดประสานการพัฒนาทั้งด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและพัฒนาคนไปพร้อมๆ กัน

บทบาทของสถาบันอุดมศึกษาสำหรับการพัฒนานักศึกษาเพื่อเสริมสร้างทักษะศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการดำรงชีวิต และการทำงานในอนาคต ถือเป็นความท้าทายที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสสังคมโลกที่เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารแบบไร้ขีดจำกัดและช่องทางเครือข่ายสังคมที่ทำให้คนเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา จึงเป็นความท้าทายในการพัฒนานักศึกษาในยุคนี้ที่จะต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านทักษะที่รวมถึงคุณลักษณะสำคัญสำหรับยุคปัจจุบัน ที่มีความต้องการคุณลักษณะของบัณฑิตที่เด่นชัดและสูงกว่าในอดีต สมรรถนะในตนเองของบัณฑิตจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในโลกอนาคต การพัฒนานักศึกษาให้มีความสมบูรณ์พร้อมทั้งด้านวิชาการ วิชาชีพ หรือวิชาชีพชีวิต และสามารถอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข จึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาวฉบับที่ 2 (2551–2565) (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2551) ที่มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพอุดมศึกษาไทยเพื่อผลิตและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพให้สามารถปรับตัวสำหรับงานที่เกิดขึ้นตลอดชีวิต มุ่งพัฒนาศักยภาพอุดมศึกษาไทยในการสร้างความรู้และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไปจนถึงการแข่งขันในระดับสากล และมีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ด้านผู้สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้เป็นผู้มีทักษะทางวิชาการ ทักษะวิชาชีพ มีความรับผิดชอบ มีคุณธรรมจริยธรรม

แนวคิดพลเมืองวิวัฒน์ (Active citizen) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการพัฒนาคนยุคดิจิทัล ในการสร้างพลเมืองหัวใจอาสา (Active heart) เรียนรู้ด้วยหัวใจที่เปิดกว้าง (Active mind) กล้าคิดลงมือทำ เพื่อประโยชน์ของสังคมที่เป็นเป้าหมายของพลเมืองวิวัฒน์ คาดว่าจะเป็นทางออกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย

คุณลักษณะในมิติของความรู้ ประกอบด้วยมิตีย่อย การรู้สารสนเทศ การรู้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร และการรู้สังคม มิติทักษะ ประกอบด้วยมิตีย่อย การเข้าถึงสารสนเทศด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล การประเมินสารสนเทศ และการสร้างสรรค์บูรณาการ และมิติทัศนคติ ประกอบด้วยมิตีย่อย จิตสำนึกด้านสังคม การเคารพสังคม และความรับผิดชอบต่อสังคม ดังที่ประเวศ วะสี (2558) ได้กล่าวถึงพลเมืองวิวัฒน์ ว่าเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง เป็นปัจจัยชี้ขาดอนาคตของประเทศ เป็นกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่มีความกระตือรือร้น มีความคิดสร้างสรรค์ พร้อมที่จะคิดค้นและลงมือทำในสิ่งใหม่ๆ มีจิตสาธารณะและมองมุมบวกอยู่เสมอ และหากเป็นพลเมืองวิวัฒน์ที่รู้ดิจิทัลและมีความรับผิดชอบต่อสังคมด้วยแล้ว ย่อมส่งผลให้เกิดความยั่งยืนที่ครอบคลุมทั้งมิติด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ (Kozak & Elliott, 2014) การพัฒนานักศึกษาให้เป็นพลเมืองวิวัฒน์สามารถพัฒนา หรือสร้างได้จากกระบวนการศึกษาที่มีการจัดการ การเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้เชิงบริการ (Service-learning) และกระบวนการจิตอาสาก่อนมีจิตสำนึกสาธารณะ (Public Consciousness) ซึ่งพลเมืองวิวัฒน์จะช่วยในการสร้างสังคมที่แข็งแกร่ง ดี และมีส่วนร่วมในการรวมกลุ่มของชุมชน โดย GuildHE (2016) ได้แสดงถึงความมั่นใจว่าการให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการเข้าไปมีส่วนร่วมในชุมชนจะก่อให้เกิดประสบการณ์ที่กว้างขึ้น และเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้นักศึกษาได้รับประโยชน์สูงสุดจากประสบการณ์เหล่านั้น การสนับสนุนให้นักศึกษาเป็นพลเมืองวิวัฒน์ และสร้างความตระหนักให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษา จึงเป็นจุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาระดับอุดมศึกษา

ดังนั้นการศึกษาถึงกระบวนการพัฒนา และส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาในการเป็นพลเมืองที่ดีและมีความรับผิดชอบต่อสังคมนั้น เป็นพันธกิจสำคัญของมหาวิทยาลัยสมัยใหม่ ในยุคของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มหาวิทยาลัยต้องการ การมีบทบาทต่อสังคมทั้งในฐานะที่มหาวิทยาลัยเป็นของชุมชน และการพัฒนาบัณฑิตในฐานะพลเมือง (O'Conner, Lynch, & Owen, 2011) สอดคล้องกับเบล (Bell, 2016) ที่กล่าวถึงการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในมุมมองของการพัฒนาพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมนั้น ต้องมีทักษะสำหรับการใช้ชีวิตในยุคปัจจุบัน (Skills for living in the world) ได้แก่ การเป็นพลเมืองที่ดี การจัดการชีวิตและการทำงาน ความรับผิดชอบต่อตนเอง และรับผิดชอบต่อสังคม อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะยุคสมัยใดหรือปรับเปลี่ยนบริบททางการศึกษาเพียงใด การปลูกฝังให้นักศึกษามีการพัฒนาคุณค่าของตนเองในหน้าที่พลเมืองและมีความรับผิดชอบต่อสังคมนั้น ถือว่าเป็นความสำเร็จของการจัดการศึกษาที่ยั่งยืน

การเรียนรู้แบบเชื่อมโยง (Interconnected learning) เป็นแนวคิดของการเรียนรู้ที่สามารถแพร่หลายและเชื่อมต่อกันเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึงการที่สถาบันการศึกษาได้ทำลายกำแพงของสถานศึกษาออกไปยังชุมชนมากขึ้น จากแทนที่จะจำกัดการเรียนรู้ไว้แต่เพียงในมหาวิทยาลัย แต่กลับเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างอาจารย์และนักศึกษา โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันบนภูมิหลังที่ต่างกัน ซึ่งสนับสนุนให้เกิดความยั่งยืนที่ครอบคลุมทั้งมิติด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ (Kozak & Elliott, 2014; Rahnama, 2017) จากแนวคิดของการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบทั้งเนื้อทั้งตัว แต่เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ การเรียนรู้ที่จะสามารถสร้างสรรค์ประสบการณ์ในการพร้อมรับมือกับความเปลี่ยนแปลงได้นั้น จะเป็นการเรียนรู้ที่สามารถฉายมุมมองได้ทั้งระบบ นั่นคือการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมต่อถึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแล้วหากมุ่งหวังให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองวิวัฒน์

การแสวงหาแนวทางพัฒนานักศึกษายุคใหม่สู่ความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ (Active citizenship) เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น จากแนวคิดดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าสถาบันอุดมศึกษาในฐานะองค์กรทางสังคมที่มีหน้าที่โดยตรงต่อการสร้างบัณฑิต จึงต้องตระหนักถึงความสำคัญต่อการปลูกฝังและการสร้างรากฐานการพัฒนาของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏที่มีพื้นที่ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ ในการปลูกฝังและเสริมสร้างให้ผู้เรียนระดับอุดมศึกษาเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม รู้เท่าทันโลกของดิจิทัลผ่านกระบวนการจัดเรียนการสอนที่บ่มเพาะความรับผิดชอบต่อสังคม



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ
3. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ มุ่งศึกษาประเด็นการรู้ดิจิทัล ความรับผิดชอบต่อสังคม การมีส่วนร่วมกับชุมชนของนักศึกษา การเรียนรู้แบบเชื่อมโยง และการพัฒนาสู่พลเมืองวิวัฒน์ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 760 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970 อ้างถึงใน วรณิ แกมเกตุ, 2551) ซึ่งกำหนดจำนวนขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 383 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ 38 แห่ง แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกรุงเทพมหานคร กลุ่มภาคกลาง กลุ่มภาคตะวันตก กลุ่มภาคเหนือ กลุ่มภาคตะวันออก เฉียงเหนือ และกลุ่มภาคใต้ และแบ่งกลุ่มตัวอย่างมหาวิทยาลัยราชภัฏรายจังหวัด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ตรวจสอบคุณภาพโดยผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเพื่อให้แบบสอบถามถูกต้องตามเนื้อหาและเพื่อความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และนิยามตัวแปรโดยการหาค่าดัชนีสอดคล้อง (Item Objective Congruence Index: IOC) ผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญของทุกข้อคำถามมีค่า 0.5 ขึ้นไป จึงถือว่าสามารถนำทุกคำถามไปใช้ได้

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลเกี่ยวกับคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏในปัจจุบัน เพื่อนำไปพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

2. พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อที่ 1 มาเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ สำหรับรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรม และการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ และคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบ ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิใช้ประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของร่างรูปแบบที่พัฒนาขึ้นก่อนการทดลอง ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความชัดเจนของการใช้ภาษา การคำนวณหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของเครื่องมือ คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ในการตรวจแบบบันทึกการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีตรวจซ้ำ โดยการตรวจครั้งที่ 1 และ 2 ห่างกัน 2 สัปดาห์ และหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบความคงที่ โดยใช้เกณฑ์ค่าความเที่ยงของเครื่องมือที่เชื่อถือได้ คือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป และค่าความสัมพันธ์ที่เข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเสี่ยงสูง (Giem, 2003) ทั้งนี้ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96

3. ทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ครั้งละ 3 ชั่วโมง และทำการประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจากเครื่องมือประเมินคุณลักษณะเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ Paired t-test



ผลการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย เพศ ชั้นปี กลุ่มสาขาวิชา กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง ร้อยละ 63.68 เพศชาย ร้อยละ 36.32 เป็นนักศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 3 มากที่สุด ร้อยละ 36.05 รองลงมาเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 28.03 และน้อยที่สุด คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 13.03 โดยสังกัดกลุ่มสาขาวิชาคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มากที่สุด ร้อยละ 40.00 รองลงมา คือ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ร้อยละ 30.00 และสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มากที่สุด ร้อยละ 28.94 รองลงมา คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคเหนือ ร้อยละ 21.05 และมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคตะวันตก น้อยที่สุด ร้อยละ 10.53 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	276	36.32
หญิง	484	63.68
รวม	760	100.00
ชั้นปี		
ชั้นปีที่ 1	213	28.03
ชั้นปีที่ 2	99	13.03
ชั้นปีที่ 3	274	36.05
ชั้นปีที่ 4	174	22.89
รวม	760	100.00
กลุ่มสาขาวิชา		
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	304	40.00
วิทยาศาสตร์สุขภาพ	228	30.00
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี	228	30.00
รวม	760	100.00
กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ		
กลุ่มภาคเหนือ	160	21.05
กลุ่มภาคใต้	100	13.16
กลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	220	28.94
กลุ่มภาคตะวันตก	80	10.53
กลุ่มภาคกลาง	100	13.16
กลุ่มกรุงเทพมหานคร	100	13.16
รวม	760	100.00

ผลการประเมินคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่น พิจารณาจากมิติความรู้ มิติทักษะ และมิติทัศนคติ พบว่านักศึกษามีคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมิติทัศนคติคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสูงสุด แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

สรุปอภิปราย	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
มิติความรู้	4.18	0.70	มาก
มิติทักษะ	4.20	0.70	มาก
มิติทัศนคติ	4.26	0.74	มาก

2. รูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ การเรียนรู้ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ และการประเมินผลประสิทธิผลของรูปแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏให้เป็นพลเมืองวิวัฒน์ที่สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และพัฒนาท้องถิ่น ประกอบด้วยสารการเรียนรู้ดิจิทัล 6 เรื่อง ได้แก่ การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่มองเห็น การรู้สารสนเทศ การรู้เทคโนโลยี การรู้สื่อ การรู้การสื่อสาร และการรู้สังคม ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง 7 กลยุทธ์ ได้แก่ การเรียนรู้ท้องถิ่น การเรียนรู้แบบบูรณาการ ปฏิบัติการเรียนรู้ การเชื่อมโยงสถานการณ์จริง พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม การสืบเสาะ และแบ่งปันความรับผิดชอบ โดยใช้ 7 วิธีการเรียนรู้ คือ การเรียนรู้ภาคสนาม การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้เชิงบริการ การเรียนรู้ผ่านกิจกรรม การเรียนรู้โดยการคิดเชิงวิพากษ์ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมมือกับคนอื่น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้าง
ความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

3. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ดำเนินการทดลองกับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในนักศึกษาชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาทักษะการรู้สารสนเทศในศตวรรษที่ 21 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน โดยจัดกิจกรรมระหว่างวันที่ 13 ธันวาคม 2562 ถึง 13 มีนาคม 2563 รวมจำนวน 12 ครั้ง 36 ชั่วโมง ทำการทดสอบความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ก่อนและหลังทดลอง ผลการวิจัยพบว่า คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักศึกษามีคุณลักษณะของความเป็นพลเมืองวิวัฒน์สูงขึ้นทั้ง 3 มิติ หลังทดลอง แสดงดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง

คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนทดลอง	40	4.20	0.54	-4.40	.0000*
หลังทดลอง	40	4.365	0.30		

*P < 0.05

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ก่อนทดลองและหลังทดลองด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง

คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์	ก่อนทดลอง			หลังทดลอง		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
มิติความรู้	4.23	0.57	มาก	4.63	0.30	มากที่สุด
มิติทักษะ	4.14	0.57	มาก	4.68	0.33	มากที่สุด
มิติทัศนคติ	4.26	0.58	มาก	4.67	0.33	มากที่สุด



อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ อยู่ในระดับมาก ในทุกๆ มิติ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ทักษะ และทัศนคติ สอดคล้องกับการศึกษาของวรรณการ พรประเสริฐ, เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, ปกรณ์ ประจัญบาน, และน้ำทิพย์ งามอจาวณิช (2563) ได้กล่าวว่าการขยายตัวของเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไร้ขีดจำกัด อีกทั้งกลุ่มนักศึกษาเป็นกลุ่มคนในช่วง Generation Z ที่เกิด เติบโต และใช้ชีวิตอยู่ท่ามกลางช่วงเวลาแห่งเทคโนโลยีดิจิทัล จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเตรียมความพร้อมให้กับพลเมืองกลุ่มนักศึกษาให้มีความเป็นพลเมืองดิจิทัล สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบ ใช้ในลักษณะที่เกิดประโยชน์ ปลอดภัยทั้งต่อตนเอง และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ร้ายแรงต่อผู้อื่น รวมถึงสามารถรับมือกับผลกระทบจากภัยออนไลน์ที่เกิดขึ้นต่อตนเองได้ จึงส่งผลให้มีคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ที่มาก เมื่อพิจารณาในรายมิติ พบว่ามิติทัศนคติมีค่าเฉลี่ยสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของศรีสุนันท์ ประเสริฐสังข์, สุธาสินี วงศ์ฮาด, พิชราภรณ์ ดวงเนตร, และ วิยะดา ไวยศรีแสง (2559) ที่ศึกษาความรับผิดชอบต่อสังคมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผลการวิจัยพบว่า ความรับผิดชอบต่อสังคม

ทั้งโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เป็นไปได้ว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเน้นการทำงานเพื่อชุมชนท้องถิ่น ซึ่งส่งผลต่อทัศนคติของนักศึกษาที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมสูง

การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นมุ่งเน้นการสร้างความรู้ทางจิตพิสัย พร้อมกับการบ่มเพาะความรับผิดชอบของนักศึกษาที่มีต่อตนเอง ครอบครัว และสังคม ในการนำไปสู่การพัฒนาชุมชนท้องถิ่น จากการเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาหรือตอบสนองความต้องการของชุมชน เป็นรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้หลักการพัฒนารูปแบบทางการศึกษาของทิสนา แคมมณี (2551) คือ องค์ประกอบของรูปแบบประกอบไปด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ และกระบวนการพัฒนารูปแบบ มีการบรรยายลักษณะของกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักการ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง มุ่งเน้นการสร้างความรู้ทางจิตพิสัย พร้อมกับการบ่มเพาะความรับผิดชอบของนักศึกษาที่มีต่อตนเอง ครอบครัว และสังคม นำไปสู่การพัฒนาชุมชนท้องถิ่น จากการเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาหรือตอบสนองความต้องการของชุมชน ในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะของการคิดวิเคราะห์และเข้าใจเนื้อหาวิชาจากการลงมือปฏิบัติจริงโดยมีชุมชนเป็นฐานของการเรียนรู้ สำหรับการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน ซึ่งเฟรคกี (Frecky, 2011) ได้อธิบายว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับบุคคลและความต้องการของชุมชน ซึ่งกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ร่วมออกแบบกับผู้เรียนนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการช่วยแก้ไขปัญหาชุมชน และช่วยเป็นส่วนหนึ่งในการตอบสนองความต้องการของชุมชนได้อย่างแท้จริง อีกทั้งยังได้เรียนรู้ทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่น นับว่าเป็นการเรียนรู้ที่รู้ถึงคุณค่าของตนเองและผู้อื่น สำหรับกลยุทธ์ที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงนั้น อาจน่าไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ที่เป็นการเรียนรู้เพื่อชีวิตสามารถนำทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ ผสานการเรียนรู้จากทั้ง 4 แนวทาง ของวิชัย วงษ์ใหญ่ (2561) ที่ประกอบด้วย การเรียนรู้เพื่อรู้ (Learning to know) การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติได้จริง (Learning to do) การเรียนรู้เพื่อที่จะอยู่ร่วมกันและการเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับผู้อื่น (Learning to live together) และการเรียนรู้เพื่อชีวิต (Learning to be) การเรียนรู้แบบเชื่อมโยงยังช่วยให้มองภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษาในเชิงระบบ (Educational ecosystem) ช่วยมหาวิทยาลัยทำลายกำแพงที่ขวางกั้นความรู้ออกไปได้

จากการนำภูมิหลังที่แตกต่างกันของนักศึกษา อาจารย์ มาร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ไปด้วยกัน คุณลักษณะในมิติความรู้ของพลเมืองวิวัฒน์ หากได้ขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เชื่อมโยงในบทบาทของการเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมออกแบบ และรับผิดชอบผลของการกระทำของตนต่อสังคมที่ตนอาศัยอยู่ ย่อมนำไปสู่ผลลัพธ์ทางสังคมใหม่ๆ ให้เกิดความยั่งยืน

ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ ในการพัฒนาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ จากการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไป ทดลอง จำนวน 12 ครั้ง 36 ชั่วโมง พบว่าคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏทั้งโดยรวมและรายมิติหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง และคะแนนเฉลี่ย คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งก่อนการทดลองคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับการศึกษาของอิง (Ng, 2012) ที่ศึกษาวิธีการสอน ด้านดิจิทัล ที่พบว่านักศึกษาประเมินตนเองว่ามีระดับการรู้ดิจิทัลหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน โดยมีมิติทักษะมีค่าเฉลี่ยสูงสุด และมีช่องว่างระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลองมากที่สุดอีกด้วย แสดงว่านักศึกษาเกิดทักษะของการใช้ดิจิทัลมากที่สุดจากรูปแบบการเรียนรู้นี้ ซึ่งตามขอบเขตของการวิจัยมิติทักษะ ประกอบด้วย การเข้าถึง การประเมิน และการสร้างสรรค์ บูรณาการ โดยทั้ง 3 ทักษะ ได้ถูกสอดแทรกในทุกกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะที่เพิ่มสูงขึ้น

ประเด็นที่น่าสังเกตในมิติทัศนคติ เรื่องที่นักศึกษามีทัศนคติน้อยที่สุดคือ นักศึกษามองว่า กรณีที่สังคมได้รับความเสียหาย หรือเกิดผลกระทบต่องานไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม มีหน่วยงาน ที่มีหน้าที่หลักในการให้เข้าช่วยเหลืออยู่แล้ว จึงไม่ใช่เรื่องส่วนบุคคลที่จะให้ความช่วยเหลือ หรือเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และเมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง ก็ยังพบว่าประเด็นดังกล่าวยังเป็นประเด็นที่มีค่าน้อยที่สุดในมิติทัศนคติอยู่ และเป็นเพียง ประเด็นเดียวในทุกมิติที่การแปลผลไม่แปรเปลี่ยนไปตามการทดลอง ทั้งนี้เป็นเรื่องของจิตสำนึก ด้านสังคมที่มีความตระหนักรู้ คำนึงถึงส่วนรวมร่วมกัน ตระหนักถึงปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้น กับสังคม โดยมีความพยายามในการแก้ปัญหาและพัฒนาท้องถิ่น ประเด็นนี้จึงชี้ให้เห็นว่า การปลูกฝังจิตสำนึกด้านสังคม จิตสำนึกสาธารณะ เป็นการพัฒนาลักษณะนิสัย ไม่สามารถ เรียนรู้ได้ในเวลาสั้นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของเฮเนสและโธมัส (Haynes & Thomas, 2001) ที่กล่าวว่า นิสัยนั้นได้รับการปลูกฝังจากสังคมรอบข้างมาตั้งแต่เด็ก การพัฒนาลักษณะนิสัย ต้องใช้วิธีการปลูกฝังในระยะยาวเพื่อสร้างคุณธรรม จริยธรรม รวมถึงประเด็นอื่นๆ ที่ส่งผล

ต่อการอยู่ร่วมกันในสังคม จึงจำเป็นต้องมีการเรียนรู้เพื่อปลูกฝังจิตสำนึกด้านสังคมในการสร้าง
คนที่ตระหนักรู้ตน ที่จะทำสิ่งใดเพื่อเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม เป็นจิตที่คิดสร้างสรรค์



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมีคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในทุกมิติในระดับมาก
ทั้งมิติความรู้ ทักษะ และทัศนคติ เมื่อพิจารณาเป็นรายมิติพบว่า มิติทัศนคติมีค่าเฉลี่ยสูงสุด
เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักศึกษามีทัศนคติด้านการเคารพและมีส่วนร่วมกับสังคมสูงสุด
รองลงมาคือมิติความรู้ ด้านการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศสูงสุด จากการสามารถเลือกใช้
แอปพลิเคชันที่ช่วยในการทำงานให้เกิดสัมฤทธิ์ผลสูงสุด หรือช่วยในการจัดการข้อมูล
ได้อย่างเหมาะสม และมิติทักษะ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีทักษะด้านการเข้าถึงสูงสุด จากการสามารถ
เลือกใช้สื่อดิจิทัลที่หลากหลายเพื่อเข้าถึงข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ยูทูบ บล็อก สไลด์แชร์
อินโฟกราฟิก ไฟล์ประเภทต่างๆ ได้ตรงตามสถานการณ์ที่ต้องการ

สำหรับรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อเสริมสร้างความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ในการ
พัฒนาท้องถิ่น สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏให้เป็นพลเมืองวิวัฒน์ ที่สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และ
พัฒนาท้องถิ่น ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ดิจิทัล 6 เรื่อง ได้แก่ การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่มองเห็น
การรู้สารสนเทศ การรู้เทคโนโลยี การรู้สื่อ การรู้การสื่อสาร และการรู้สังคม ผ่านกระบวนการ
จัดการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง 7 กลยุทธ์ ได้แก่ การเรียนรู้ท้องถิ่น การเรียนรู้แบบบูรณาการ
ปฏิบัติการเรียนรู้ การเชื่อมโยงสถานการณ์จริง พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม การสืบเสาะ
และแบ่งปันความรับผิดชอบ โดยใช้ 7 วิธีการเรียนรู้ คือ การเรียนรู้ภาคสนาม การเรียนรู้
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้เชิงบริการ การเรียนรู้ผ่านกิจกรรม การเรียนรู้โดยการคิด
เชิงวิพากษ์ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมมือกับคนอื่น
จำนวน 36 ชั่วโมง

จากการวิจัยการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเพื่อพัฒนานักศึกษาให้มีความเป็น
พลเมืองวิวัฒน์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ในการกำหนดนโยบายของภาครัฐเพื่อพัฒนานักศึกษา
เช่น วิศวกรสังคม อาสาประชารัฐ ยุชนาอาสา ยุชนสร้างชาติ เป็นต้น ล้วนแล้วแต่ต้องการ
ผลิตกำลังคนรุ่นใหม่ของประเทศที่ไม่ว่าจะเน้นทักษะใดก็ตาม ท้ายสุดของนโยบายเหล่านั้น
ต่างต้องการพลเมืองที่ดีของประเทศและของโลก ซึ่งผลการวิจัยนี้พิสูจน์ได้ว่าการพัฒนาคน
ให้เป็นพลเมืองที่ดี มีความรับผิดชอบ และพร้อมทั้งร่วมมือกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้นั้น
สามารถนำรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงไปเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคนได้ ดังนั้น

จึงขอเสนอต่อสถาบันการศึกษาได้พิจารณานำรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเป็นพลเมืองไปปรับใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน และเนื่องจากการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาทดลองในรายวิชา จึงควรมีการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงไปใช้ในการพัฒนานักศึกษาให้เป็นพลเมืองวิวัฒน์ ทั้งในลักษณะของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มรายวิชาศึกษาทั่วไปในการสร้างความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ให้กับนักศึกษา รวมถึงการจัดเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของรูปแบบต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- ทิตินา แชมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรเมธี วิมลศิริ. (2559). *ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี อนาคตประเทศไทย เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://planning.pn.psu.ac.th/plan_doc/procedure/docs_procedure /300_1498813858.pdf
- ประเวศ วะสี. (2558). มาทำความรู้จัก Gen A กัน. ใน *สุดใจ พรหมเกิด (บ.ก.), อ่านสร้างสุข: Gen A พลัอ่านเปลี่ยนเมือง*, (น. 6). กรุงเทพฯ: แผนงานสร้างเสริมวัฒนธรรมการอ่าน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.
- วรรณกร พรประเสริฐ, เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, ปกรณ์ ประจัญบาน, และ น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์. (2563). การพัฒนาแบบวัดและเกณฑ์ปกติความเป็นพลเมืองดิจิทัลของนิสิตนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา = The Development of Student Digital Citizenship Scale and Norms in Higher Education Institutions. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22, 217–234.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2561). *กระบวนการทัศน์ใหม่ในการพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- ศรีสุนันท์ ประเสริฐสังข์, สุธาสินี วัจนะฮาด, พัชรภรณ์ ดวงเนตร, และ วิยะดา ไวยศรีแสง. (2559). ความรับผิดชอบต่อสังคมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด = The Students' Corporate Social Responsibility of Roi-et Rajabhat University. ใน *ICMSIT 2016: International Conference on Management Science, Innovation, and Technology 2016*, (น. 204–211). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2551). *กรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาวฉบับที่ 2 (2551–2565)*. สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://www.mua.go.th/assets/img/pdf/HEPlan_book.pdf
- Bell, D. V. J. (2016). Twenty-first Century Education: Transformative Education for Sustainability and Responsible Citizenship. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1), 48–56.
- Frecky, K. (2011). *Foundations of Service Learning*. Retrieved July 8, 2020, from http://samples.jbpub.com/9780763759582/59582_CH01_FINAL.pdf
- Gliem, J. A. (2003). *Calculating, Interpreting, and Reporting: Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales*. Retrieved July 8, 2020, from <https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/344/Gliem++Gliem.pdf?sequence=1>
- GuildHE. (2016). *Active Citizenship: The Role of Higher Education*. Retrieved July 8, 2020, from <http://www.guildhe.ac.uk/wp-content/uploads/2016/11/6710-Guild-HE-Active-Citizenship-Report-44pp.pdf>
- Haynes, C. C., & Thomas, O. (2001). *Finding Common Ground: A Guide to Religious Liberty in Public Schools*. Tennessee: First Amendment Center.
- Kozak, S., & Elliott, S. (2014). *Connecting the Dots: Key Strategies that Transform Learning from Environmental Education to Citizenship and Sustainability*. Canada: Learning for Sustainable Future.
- Ng, W. (2012). Can We Teach Digital Natives Digital Literacy? *Computers & Education*, 59, 1065–1078.

- O’Conner, M., Lynch, K., & Owen, D. (2011). Student-community Engagement and the Development of Graduate Attributes. *Education+Training*, 53, 100–115.
- Rahnama, H. (2017). *What the Rise of Interconnected Learning Means for Higher Ed*. Retrieved July 8, 2020, from <http://www.gettingsmart.com/2017/01/interconnected-learning-means-for-higher-ed/>

การจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา
แบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่มาะ จังหวัดลำปาง
PERFORMANCE SIMULATION OF GRID-CONNECTED ROOFTOP
SOLAR PV SYSTEM OF MAE MOH SUB-DISTRICT MUNICIPALITY,
LAMPANG PROVINCE

วันที่รับ: 29 กันยายน 2564

วันที่แก้ไข: 14 ธันวาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 1 กุมภาพันธ์ 2565

ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์¹, วัชร วงศ์ปัญญา¹,
บุญวัฒน์ วิจารณ์พล¹, เกศนีย์ อินอ้าย² และ วราคม วงศ์ชัย^{3*}
Thanyapat Thipsuppawong¹,
Watchara Wongpanyo¹, Bunyawat Vichanpol¹,
Kesanee Inai² and Warakhom Wongchai^{3*}

¹คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

¹School of Energy and Environment, University of Phayao, Phayao 56000

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100

²Faculty of Education, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100

³Faculty of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100

*Corresponding author e-mail: dolic45@gmail.com



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่มาะ จังหวัดลำปาง โดยทำการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์อ้างอิงตามภาระโหลดของเทศบาลย้อนหลัง 1 ปี บนพื้นที่หลังคา 704 ตารางเมตร ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วย โมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ ระบบสายไฟฟ้า อุปกรณ์ต่างๆ และการเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า จากนั้นทำการจำลองระบบโดยใช้ซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 และประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในรูปแบบผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และระยะเวลาคืนทุน (PP) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 เมกะวัตต์ชั่วโมง สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.711 การสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุด

จำแนกเป็นการสูญเสียจากอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ร้อยละ 12.50 (ระยะเวลา 25 ปี) การสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิเซลล์ ร้อยละ 11.00 และมีการสูญเสียขณะใช้งาน Inverter ร้อยละ 3.50 โดยประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (STC) เท่ากับ ร้อยละ 16.81 ที่อายุโครงการ 25 ปี มีค่าผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับร้อยละ 164.30 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน 8.3 ปี โครงการนี้ยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ข้อมูลที่ได้งานวิจัยนี้เทศบาลตำบลแม่เมาะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการลงทุนสร้างระบบผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

คำสำคัญ: ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์, การเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง, การจำลองระบบ, PVsyst



Abstract

The objective of this research is to study performance simulation and economic analysis of grid-connected rooftop solar PV system for Mae Moh sub-district municipality Lampang province. A PV system based on the past 1-year electricity load on a roof area of 704 m² was designed in this research. PV system was consisted of PV array, Inverters, electrical wiring systems, various devices and the connections of the power distribution system. The system was simulated using PVsyst 7.1 software and assessed the economic in term of return on investment (ROI), net present value (NPV) and payback period (PP). The study found that the total annual power generation was 152.12 MWh. The average power generation system performance was 0.711. The loss of the power generation system occurs in solar panels which are power loss from solar panel degradation rate of 12.50% (during 25 years), power loss due to cell temperature 11.00%, and power loss during inverter use 3.50%. The efficiency of the grid-connected rooftop solar PV system (STC) is 16.81%. At 25 years of the project life, the return on investment is 164.30%, the net present value is 2,364,334 baht and the payback period is 8.3 years. This project can also reduce greenhouse gas emissions by 91.06 tCO₂eq/year or the entire project life of 25 years is equal

to 2,139.89 tCO₂eq. The information obtained in this research can be used as a guideline for investment in building an efficient and appropriate grid-connected rooftop solar PV system of Mae Moh sub-district municipality.

Keywords: Solar PV System, Grid-connected, Simulation, PVsyst



บทนำ

เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันภาคการผลิตพลังงานต้องเผชิญกับความท้าทายของการเติบโต ความผันผวนของราคาเชื้อเพลิง ความต้องการที่เพิ่มขึ้น และยิ่งไปกว่านั้นการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลยังเป็นสาเหตุหลักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืนจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีความมั่นคงทางด้านแหล่งพลังงาน ราคามีความคุ้มค่า และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำ (Pearce, 2002; Sgroi et al., 2015) ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้นทุกปีจาก 23,900 MW ในปี 2554 เป็น 28,636 MW ในปี 2563 คิดเป็นปริมาณที่เพิ่มขึ้น 19.80% (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2564) ปัจจุบันประเทศไทยมีการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าเป็นหลัก ประกอบด้วยใช้ก๊าซธรรมชาติสัดส่วน 56% ถ่านหินสัดส่วน 17% นอกจากนี้ยังมีการนำเข้าไฟฟ้าสัดส่วน 14% พลังงานหมุนเวียนสัดส่วน 11% และอื่นๆ สัดส่วน 2% (กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2564ก)

พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ชนิดต่างๆ ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานชีวมวล เป็นทางเลือกที่น่าสนใจเพื่อใช้ทดแทนพลังงานฟอสซิล เนื่องจากเป็นประโยชน์ในด้านของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความสามารถในการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ในระยะยาวและยั่งยืน (Karakosta, Flouri, Dimopoulou, & Psarras, 2012; Sgroi, Tudisca, Di Trapani, Testa, & Squatrito, 2014) พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานขนาดใหญ่ของโลก หาได้ง่าย และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ (Shukla, Sudhakar, & Baredar, 2016) ถือเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับประเทศไทย เนื่องจากมีศักยภาพความเข้มรังสีอาทิตย์สูงถึง 17.6 MJ/m²-day ซึ่งเหมาะสมต่อการผลิตไฟฟ้า และจากแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561–2580 ยังสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งระบบที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่ง (On-grid) และไม่เชื่อมต่อกับสายส่ง (Off-grid) เพิ่มขึ้นจากปี 2561 ซึ่งมีกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม 2,962 MW เป็น 14,864 MW ภายในปี 2580 ซึ่งถือว่าเป็นสัดส่วนมากที่สุด

เมื่อเทียบกับพลังงานทางเลือกชนิดอื่นๆ (กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2564) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic System) เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic: PV) เป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีความน่าสนใจสูงชัน เนื่องจากสามารถช่วยเสริมความมั่นคงในระบบสายส่งไฟฟ้า (Zeyringer et al., 2015) ระบบโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามการใช้งานเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย

ในปี พ.ศ. 2563 เทศบาลตำบลแม่เมาะมีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 178.0 kW ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 223.0 MWh เป็นเงิน 1,052,623 บาท คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.74 บาท/kWh ลักษณะการใช้งานของอาคารเทศบาลมีความเหมาะสมต่อการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา เนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลากลางวัน การศึกษาสมรรถนะความเป็นไปได้ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เมาะ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการลงทุนสร้างระบบผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. เพื่อศึกษาความแม่นยำของการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย PVsyst วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Panels) อินเวอร์เตอร์ (Inverters) หน่วยปรับสภาพพลังงาน (Power Conditioning Unit) และอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย (Network Connected Equipment) แล้วทำการจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 มีรายละเอียดวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

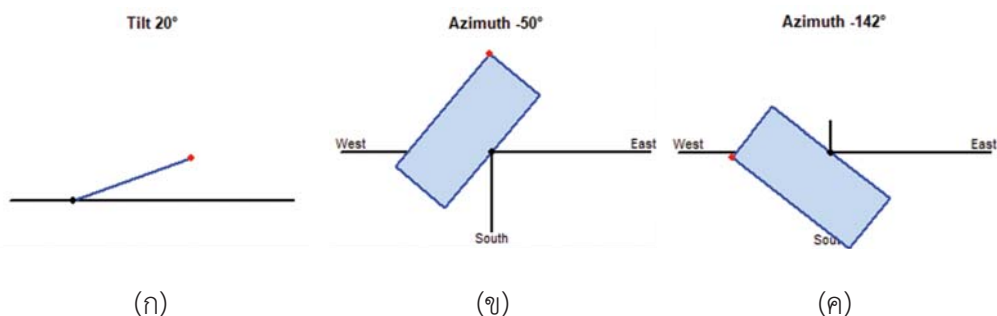
ข้อมูลพื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่ทำการศึกษา คือ พื้นที่หลังคาของอาคารสำนักงานหลักและอาคารอเนกประสงค์ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่ในพิกัดละติจูด 18.2728°N และลองจิจูด 99.6508°E ความสูงจากระดับน้ำทะเล 378 เมตร พื้นที่หลังคาของเทศบาลทำมุมเอียง 20° จากแนวนอน โดยมีพื้นที่หลังคาที่หันไปทางทิศใต้ รวมทั้งหมด 704 m^2 แบ่งออกเป็นมุม Azimuth -50° มีพื้นที่ 541 m^2 และมุม Azimuth -142° มีพื้นที่ 163 m^2

แบบจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

การจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในการศึกษานี้ ใช้ PVsyst 7.1 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์ที่ช่วยในการคำนวณการทำงานของระบบ ซอฟต์แวร์นี้ช่วยในการออกแบบการกำหนดค่าของระบบและคำนวณปริมาณพลังงานที่เกิดขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงในค่ารายเดือน รายวัน หรือรายชั่วโมง และยังแสดงแผนภาพการสูญเสีย เพื่อใช้ทำนายจุดอ่อนในการออกแบบระบบ (Irwana et al., 2015; Kandasamy, Prabu, & Niruba, 2013)

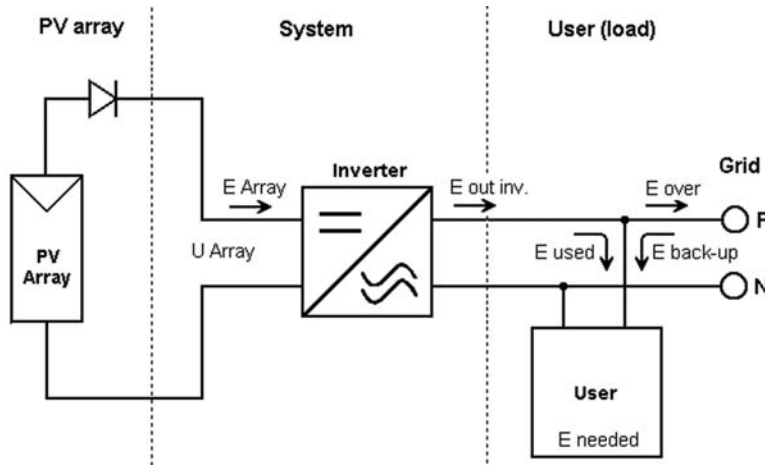
การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์อ้างอิงตามภาระโหลดของเทศบาลมีค่าเฉลี่ย 223.0 MWh/ปี และพื้นที่หลังคาที่หันไปทางทิศใต้ รวม 704 m^2 โดยมุมเอียงของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ (PV array) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 20° รูปที่ 1(ก) ตามความลาดชันของหลังคา และทิศทางการวางทำมุม Azimuth -50° รูปที่ 1(ข) และ -142° รูปที่ 1(ค) มีพื้นที่หลังคาเท่ากับ 541 m^2 และ 163 m^2 ตามลำดับ



รูปที่ 1 แสดงมุมเอียง 20° (ก) และแนวทิศการวางโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์
Azimuth -50° (ข) และ -142° (ค)

ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบสายส่ง ประกอบด้วย PV array แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้า Inverter แปลงกระแสไฟตรงเป็นกระแสสลับ ระบบสายไฟฟ้า อุปกรณ์ต่างๆ และการเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้วัสดุ

อุปกรณ์ที่มีขายในประเทศไทยและมีราคาต่ำสุดจากใบเสนอราคาของบริษัทที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ โดยรูปแบบการเชื่อมต่อของระบบ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เมาะ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยทำการวิเคราะห์ในรูปแบบ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยปรับเฉลี่ย (Levelized Cost of Electricity: LCOE) ตลอดอายุโครงการโดยไม่คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา เป็นที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าระหว่างเทคโนโลยีการผลิตต่างๆ การคำนวณดังสมการที่ (1) (International Renewable Energy Agency, 2015; ธนาพล ตันดิสัยกุล, พีรพล รัศมีธรรมโชติ, และ เมฆาพร อยู่สกุล, 2560)

$$LCOE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1 + r/100)}}{\sum_{i=1}^n \frac{E_t}{(1 + r/100)}} \quad (1)$$

เมื่อ $LCOE$ คือ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยปรับเฉลี่ยตลอดอายุโครงการ (บาท/kWh)

I_t คือ เงินลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (บาท)

M_t คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในปีที่ t (บาท/ปี)

E_t คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในปีที่ t (kWh/ปี)

r คือ อัตราการคิดลด (%)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการศึกษาในครั้งนี้ พิจารณาจากต้นทุนของระบบ ต้นทุนค่าบำรุงรักษาระบบ และผลประโยชน์จากการดำเนินโครงการ ซึ่งพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP)

การวิเคราะห์การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คำนวณจากปริมาณการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งของเทศบาล ดังสมการที่ (2) โดยค่า Emission factor ของไฟฟ้า 1 kWh เท่ากับ 0.5986 kgCO₂eq (องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2564)

$$\begin{array}{lcl} \text{ปริมาณการลด} & & \text{Emission} \\ \text{ก๊าซเรือนกระจก} & = & \text{factor} \\ & \text{ที่ผลิตได้ (kWh)} & \times \end{array} \quad (2)$$



ผลการวิจัย

ผลการศึกษาสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

การศึกษาศมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ครั้งนี้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีขายในประเทศไทยเป็นหลักและมีราคาต่ำสุด พบว่าพื้นที่หลังคาเทศบาลตำบลแม่เมาะ ขนาด 704 m² สามารถติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 W_p ยี่ห้อ Jinkosolar รุ่น JKM 325PP-72 (Plus) ชนิดแผง Poly-crystalline จำนวน 356 แผง ใช้ Inverter ขนาด 27.6 kW_{ac} ยี่ห้อ SolarEdge รุ่น SE27.6K-EU-APAC/AUS จำนวน 4 ชุด สามารถผลิตไฟฟ้าได้กำลังสูงสุด (STC) 116 kW_p รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ผลการศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์และสภาพภูมิอากาศของเทศบาลตำบลแม่เมาะ โดยใช้ PVsyst 7.1 พบว่ามีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์พื้นที่ 1 m² ตลอดทั้งปี (Global incident in collector plane) เท่ากับ 1,859.0 kWh/m² โดยในเดือนพฤษภาคมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 177.9 kWh/m² อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (T_a) มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 26.36°C เมื่อเทียบกับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาย้อนหลัง 5 ปี (T_{a_tmd}) มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 27.30°C (กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.4 m/s และการกระจายของดัชนีความใสบรรยากาศ (Clearness Index) มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.532 รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา เทศบาล
ตำบลแม่เมาะ

Configuration	PV module	Inverter
PV/Inverter model	Jinkosolar	SolarEdge
	JKM 325PP-72 (Plus)	SE27.6K-EU-APAC/AUS
Unit Nom. Power	325 W _p	27.6 kW _{ac}
Number of PV/Inverter modules	356 units	4 units
Nominal (STC)	116 kW _p	110 kW _{ac}
Total module area	691 m ²	-
Phom ratio	-	1.05
SolarEdge Power Optimizer		
Model	P730 Worldwide	
Unit Nom. Power	730 W	
Modules	1 String x 2 in series	
Array	PV array 1	PV array 2
Tilt/Azimuth	20/-50°	20/-142°
Number of PV modules	264 units	92 units
Nominal (STC)	85.8 kW _p	29.9 kW _p
Optimizer Array	6 Strings x 22 In series	2 Strings x 23 In series
Number of inverters	3 units	1 unit

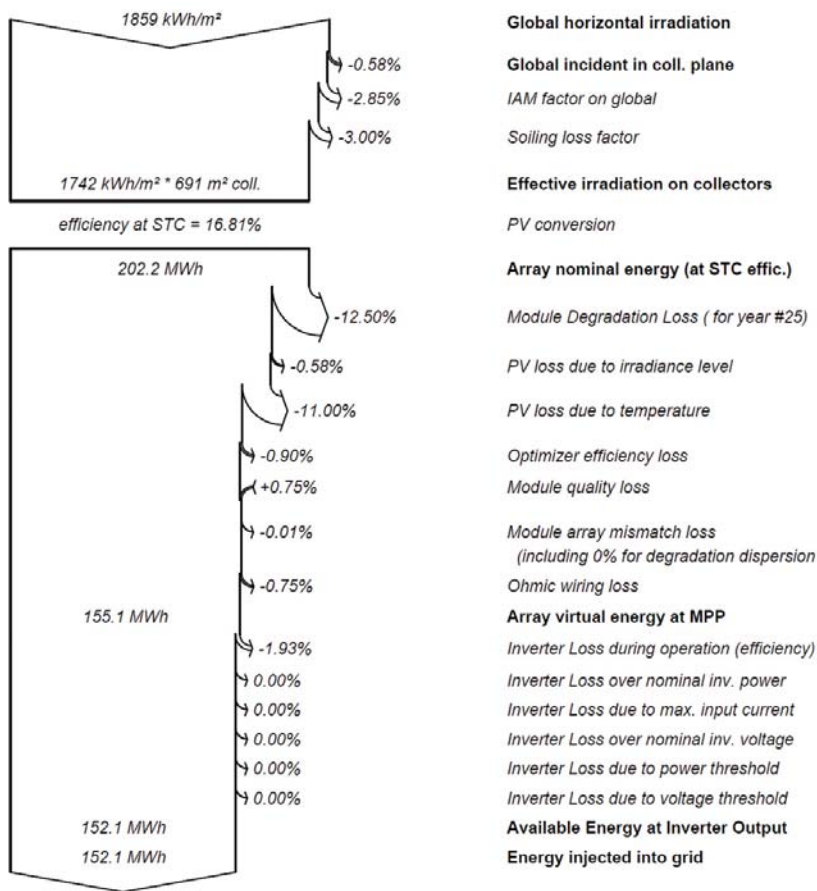
จากข้อมูลการจำลองระบบในตารางที่ 2 เมื่อนำค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบใน
แนวราบ (GlobHor) และค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางเมตร ตลอดทั้งปี
(GlobInc) มาวิเคราะห์อัตราส่วนของแสงที่ตกกระทบลงแผงโซลาร์เซลล์เทียบกับแสง
ที่ตกกระทบในแนวราบ (Transposition Factor) พบว่ากลุ่มโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ Azimuth
-142° หันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ส่งผลทำให้ได้รับปริมาณแสงน้อย มีค่า Transposition
Factor เท่ากับ 0.90 เมื่อเทียบกับกลุ่มโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ Azimuth -50° ที่หันไปทาง
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีค่า Transposition Factor เท่ากับ 1.03 เฉลี่ยทั้งระบบมีค่า
Transposition Factor เท่ากับ 0.994 สำหรับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ (Energy
injected into grid) ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 MWh ปัจจัยของค่า GlobHor และ GlobInc
มีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยหากมีค่ามากจะส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้า

ที่ผลิตได้มากตามขึ้นไปด้วย และอุณหภูมิแวดล้อม (T_a) ก็มีส่วนสำคัญ หากมีอุณหภูมิแวดล้อมต่ำจะส่งผลทำให้การระบายความร้อนที่แผงทำได้ดี ส่งผลทำให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มากตามขึ้นไปด้วยเช่นกัน โดยในเดือนพฤษภาคมสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 14.54 MWh และเดือนสิงหาคมผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่ำสุดเท่ากับ 10.81 MWh เมื่อพิจารณาถึงสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.711 โดยในเดือนมกราคมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.722 และเดือนเมษายนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.697

ตารางที่ 2 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และสมรรถนะตามช่วงเดือนต่างๆ ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

Month	GlobHor kWh/m ²	GlobInc kWh/m ²	T_a °C	T_{a_tmd} °C	PR ratio	E_Grid MWh	E_User MWh	SolFrac ratio
January	141.5	149.6	22.22	23.28	0.722	12.50	12.38	0.990
February	137.6	140.6	25.01	25.14	0.714	11.62	13.92	1.198
March	166.5	165.8	28.01	29.16	0.706	13.54	21.74	1.605
April	173.3	169.1	29.81	31.12	0.697	13.64	24.61	1.804
May	184.7	177.9	28.21	30.34	0.706	14.54	24.57	1.690
June	164.7	156.8	27.83	29.00	0.708	12.84	23.39	1.822
July	174.7	167.8	27.94	28.48	0.710	13.79	22.55	1.635
August	134.8	130.8	27.61	27.54	0.714	10.81	20.58	1.904
September	141.4	137.1	26.68	27.80	0.716	11.35	19.81	1.745
October	153.2	154.4	26.52	27.06	0.711	12.71	15.28	1.202
November	137.7	140.9	23.98	25.56	0.718	11.71	14.12	1.206
December	148.9	157.4	22.47	23.06	0.719	13.09	10.09	0.700
Year	1,859.0	1,848.2	26.36	27.30	0.711	152.12	223.03	1.466

หมายเหตุ: GlobHor Global horizontal irradiation
 GlobInc Global incident in collector plane
 T_a Ambient temperature
 T_{a_tmd} Ambient temperature form Thai Meteorological Department
 E_Grid Energy injected into grid
 E_User Energy demand of user
 PR Performance ratio



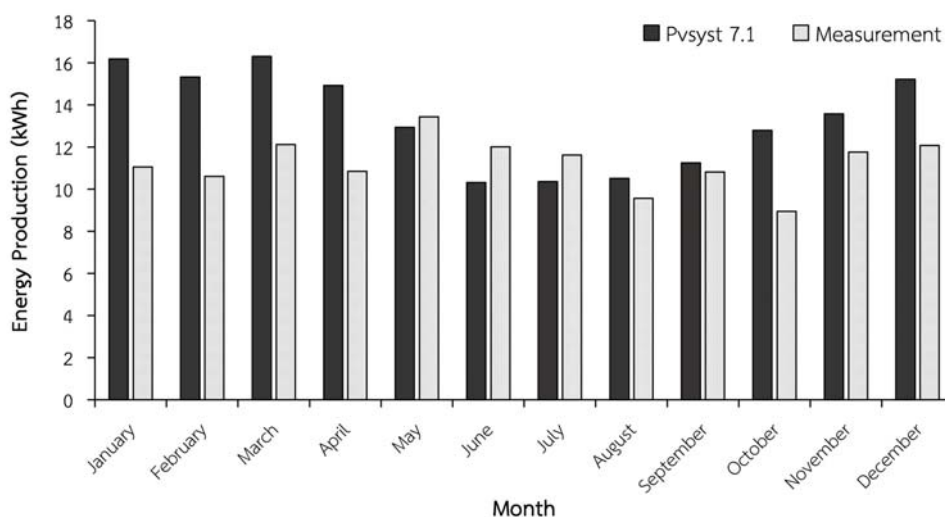
รูปที่ 3 แผนภาพการสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

ปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า (E_{User}) ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ โดยเฉลี่ย
ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 223.03 MWh ซึ่งสูงกว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ (E_{Grid})
มีค่าเท่ากับ 152.12 MWh ทางเทศบาลไม่มีระบบสำรองพลังงาน (E_{BkUp}) โดยมีค่าอัตราส่วน
การผลิตไฟฟ้าต่อความต้องการ (Solar fraction) เท่ากับ 1.466 มีเพียงเดือนมกราคม
และธันวาคมเท่านั้นที่ระบบผลิตไฟฟ้าเกินความต้องการใช้ของเทศบาลตำบลแม่เมาะ

การสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุดจำแนก
เป็นการสูญเสียจากอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 12.50% (ระยะเวลา 25 ปี)
การสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิเซลล์ 11.00% และมีการสูญเสียขณะใช้งาน Inverter 3.5%
โดยประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (STC) เท่ากับ 16.81%
รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3

ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วย PVsyst

การวิเคราะห์ความแม่นยำในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 เปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตจริง ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นข้อมูลระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งขนาด 104 kW_p ของ หจก. พี แอนด์ พี พรีพาร์ต ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับเทศบาลตำบลแม่เมาะที่ทำการการศึกษา ในครั้งนี้ โดยระบบของ หจก. พี แอนด์ พี พรีพาร์ต คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ จำลองระบบ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ของ หจก. พี แอนด์ พี พรีพาร์ต ใช้วัสดุอุปกรณ์เหมือนกับที่ทำการการศึกษาในครั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการจำลองและพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตจริง ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการจำลองด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 มีค่าเท่ากับ 159.71 kWh/ปี และพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตจริงมีค่าเท่ากับ 134.86 kWh/ปี รายละเอียดดังรูปที่ 4 ความแม่นยำของการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 เปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตจริงมีค่าเท่ากับ 84.44% ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถือและมีความแม่นยำค่อนข้างสูง (พงษ์ศักดิ์ มะขามป้อม และคนอื่นๆ, 2561)



รูปที่ 4 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการจำลองด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1
และการผลิตจริง

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

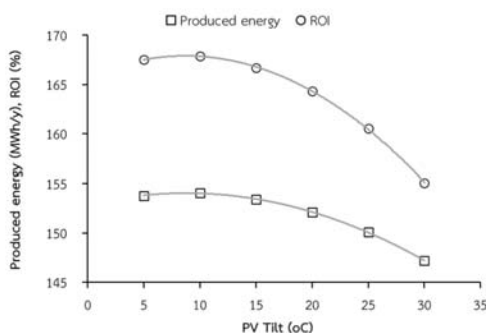
ต้นทุนในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ ต้นทุนการติดตั้ง (Installation Costs) และต้นทุนการดำเนินการ (Operating Costs) โดยต้นทุนราคาของส่วนประกอบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ค่าเฉลี่ยจากการสำรวจข้อมูลราคาขายจริงของบริษัทต่างๆ ในประเทศไทย ณ เดือนมิถุนายน 2564 อายุโครงการนี้ กำหนดให้เท่ากับ 25 ปี อัตราการคิดลด 7% อัตราเงินเฟ้อ 3% และอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 0.5% ต่อปี มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

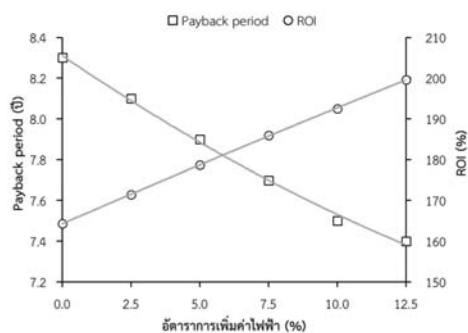
รายการ	คำอธิบาย
อายุโครงการ	25 ปี
อัตราการคิดลด	7%
อัตราเงินเฟ้อ	3%
อัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0.5%
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	2,693,140 บาท
อินเวอร์เตอร์และหน่วยปรับสภาพพลังงาน	1,308,000 บาท
อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย การติดตั้ง และการบริหารจัดการ	1,719,150 บาท
การบำรุงรักษา	30,300 บาท/ปี
LCOE	3.278 บาท/kWh
NPV	2,364,334 บาท
ROI	164.3%
PP	8.3 ปี

โครงการนี้ผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ย 152.12 MWh/ปี คิดเป็นปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 tCO₂eq/ปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 tCO₂eq จากผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุนเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 3.28 บาท/kWh ซึ่งต่ำกว่าค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่เทศบาลตำบลแม่เมาะต้องจ่ายในปัจจุบันเท่ากับ 4.74 บาท/kWh ในโครงการนี้ยังมีค่าผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) สูงถึง 164.3% มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน

(PP) 8.3 ปี เมื่อเทียบกับอายุโครงการสามารถใช้งานได้ถึง 25 ปี แต่ถ้าหากในอนาคตราคา
ค่าไฟฟ้ามีการปรับตัวสูงขึ้น 10% จะทำให้โครงการมีค่าผลตอบแทนจากการลงทุนเพิ่มขึ้น
เป็น 192.5% และจะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้นเป็น 7.5 ปี ดังรูปที่ 5(ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์ผลของมุมเอียง (ก) และอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ข)



อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ย 152.12 MWh/ปี โดยทิศทางการวางโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์มีความสำคัญต่อปริมาณการผลิตไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ซึ่งพบว่า การวางโมดูลทำมุม Azimuth -50° มีค่า Transposition Factor เท่ากับ 1.03 และ Loss with Respect to Optimum 2.7% ในส่วนของการวางโมดูลทำมุม Azimuth -142° จะมีประสิทธิภาพการรับแสงที่ต่ำกว่า โดยมีค่า Transposition Factor เท่ากับ 0.90 และ Loss with Respect to Optimum 14.9% ในการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ หากสามารถวางโมดูลทำมุม Azimuth เข้าใกล้ 0° จะทำให้ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น (ศาตรา ศิริแก้ว, วุฒิสาสตร์ โชคเกื้อ, อนุสรณ์ แสงประจักษ์, และ ชโลธร สีหาทิพย์, 2562) นอกจากนี้มุมเอียงของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นอย่างมาก การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ณ พิกัดเทศบาลตำบลแม่เมาะ (ละติจูด 18.2728°N และลองจิจูด 99.6508°E) มุมเอียงโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ 20° สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า 152.10 MWh/ปี มีค่า ROI ของระบบเท่ากับ 164.3% แต่หากปรับมุมเอียงเท่ากับ 10° จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด 154.10 MWh/ปี มีค่า ROI ของระบบเท่ากับ 167.9% ดังรูปที่ 5(ก) เนื่องจากโมดูลบางส่วนมีทิศทางหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ดังนั้นเพื่อให้การรับแสงอาทิตย์ที่ดี ต้องมีมุมเอียงที่ต่ำ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (T_a) มีผลทำให้อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลง โดยเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูงจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์สูงตามไปด้วย ส่งผลทำให้สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) มีค่าลดลง (พีระวุฒิ ชินวรรังสี

และคนอื่นๆ, 2558) จากตารางที่ 3 ในเดือนเมษายน ($T_a = 29.81^\circ\text{C}$) มีค่า GlobInc เท่ากับ 169.1 kWh/m^2 ซึ่งสูงกว่าเดือนมกราคม ($T_a = 22.22^\circ\text{C}$) มีค่า GlobInc เท่ากับ 149.6 kWh/m^2 แต่กลับมีสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (PR) ต่ำกว่า โดยเดือนเมษายนมีค่า $\text{PR} = 0.697$ และเดือนมกราคมมีค่า $\text{PR} = 0.722$ การจำลองสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst มีความแม่นยำและให้ความถูกต้องสูงมากถึง $79.59\text{--}89.77\%$ เมื่อเทียบกับข้อมูลการผลิตไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง (พงษ์ศักดิ์ มะขามป้อม และคนอื่นๆ, 2561; กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2564)

ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง ทางภาครัฐให้การสนับสนุนในรูปแบบ Feed-in Tariff (FiT) มีการรับซื้อในราคา 6.40 บาท/kWh ตลอดอายุโครงการ 25 ปี ทำให้มีราคาที่ชัดเจนและแน่นอน (กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2564) ดังนั้นหากทำสัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในราคา 6.40 บาท/kWh จะทำให้โครงการนี้มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนเพิ่มขึ้นจาก 164.3% เป็น 263.7% และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้นจาก 8.3 ปี เป็น 6.1 ปี ส่งผลทำให้โครงการมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น การสนับสนุนเงินลงทุนและมาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนของภาครัฐมีส่วนสำคัญมากที่จะช่วยผลักดันให้ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนเพื่อผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยเสริมความมั่นคงในระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยได้



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

พิกัดเทศบาลตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์พื้นที่ 1 m^2 ตลอดทั้งปีเท่ากับ $1,859.0 \text{ kWh/m}^2$ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.36°C ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 0.4 m/s และการกระจายของดัชนีความใสบรรยากาศ มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.532 เมื่อจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ PVsyst 7.1 โดยใช้พื้นที่หลังคาของเทศบาลรวม 704 m^2 พบว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 MWh สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.711 การสูญเสียพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุด จำแนกเป็นการสูญเสียจากอัตราการเสื่อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 12.50% (ระยะเวลา 25 ปี) การสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิเซลล์ 11.00% และมีการสูญเสียขณะใช้งาน Inverter 3.5% โดยประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (STC) เท่ากับ 16.81% และความแม่นยำของการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยซอฟต์แวร์ PVsyst 7.1 เปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตจริงมีค่าเท่ากับ 84.44% โครงการนี้มีค่าผลตอบแทนจาก

การลงทุนสูงถึง 164.3% มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,364,334 บาท และระยะเวลาคืนทุน 8.3 ปี โครงการนี้ยังสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 91.06 tCO₂eq/ปี หรือตลอดทั้งอายุโครงการ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 2,139.89 tCO₂eq

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากการนำเสนอข้อมูลการวิจัยต่อเทศบาลตำบลแม่เมาะ พบว่าทางเทศบาลมีความสนใจในการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่ง และได้แนะนำให้ทางเทศบาลบรรจุโครงการในแผนพัฒนาเทศบาลตำบลแม่เมาะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเขียนข้อเสนอโครงการในการของบประมาณจากกองทุนพัฒนาไฟฟ้า โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งกองทุนนี้มีงบประมาณมากกว่า 280 ล้านบาทต่อปี และมีการสนับสนุนโครงการด้านพลังงานของชุมชนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ

2. ผลการศึกษานี้นำไปสู่การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและสามารถขยายผลสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นๆ เนื่องจากให้ผลตอบแทนสูง คืนทุนเร็ว สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มความมั่นคงให้กับระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาข้อมูลความสามารถในการรับน้ำหนักระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของอาคารที่จะทำการติดตั้งระบบ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในโครงการ



กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเทศบาลตำบลแม่เมาะที่ให้อำนาจและอำนวยความสะดวกให้ข้อมูล ขอขอบคุณวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา และมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่สนับสนุนการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กรมอุตุนิยมวิทยา. (2564). *สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเพื่อการบริหาร*. สืบค้น 21 ธันวาคม 2564, จาก http://www.cmmet.tmd.go.th/forecast/pt/pt_map.php

กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2564ก). *คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 4 พลังงานชีวมวล*. สืบค้น 25 สิงหาคม 2564, จาก http://www.dede.go.th/article_attach/h_biomass.pdf

กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2564ข). *รายงานการจัดการพลังงาน ประจำปี 2562*. ลำปาง: หจก. พี แอนด์ พี พรีพาร์ท.

- กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2564ก). *สถิติพลังงานไฟฟ้า*. สืบค้น 25 สิงหาคม 2564, จาก <http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/staticenergy/static-electricity>
- กระทรวงพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2564ข). *นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564, จาก <http://www.eppo.go.th/index.php/th/electricity/plan-buy-renewenergy>
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2564). *ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด*. สืบค้น 25 สิงหาคม 2564, จาก https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=353&Itemid=200
- ธนาพล ตันติสัตยกุล, พีรพล รัชมีธรรมโชติ, และ เมธาพร อยู่สกุล. (2560). การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(6), 1083–1099.
- พงษ์ศักดิ์ มะขามป้อม และคนอื่นๆ. (2561). การศึกษาเปรียบเทียบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาขนาด 3 kWp เพื่อรองรับระบบโซลาร์เสรีสำหรับเมืองไทย. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14*, (น. 815–821). 13–15 มิถุนายน 2561. ระยอง: โรงแรมโนโวเทล ระยองริมเพ รีสอร์ท.
- พีระวุฒิ ชินวรรังสี และคนอื่นๆ. (2558). การประเมินสมรรถนะ และความคุ้มค่าของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายเทคโนโลยีที่ติดตั้งบนหลังคาในประเทศไทย. *วิศวกรรมลาดกระบัง*, 32(2), 19–24.
- ศาดตรา ศิริแก้ว, วุฒิสาสตร์ โชคเกื้อ, อนุสรณ์ แสงประจักษ์, และ ชโลธร สีหาทิพย์. (2562). การประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์: กรณีศึกษา อาคารสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 11(21), 179–192.
- องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2564). *Emission Factor คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ มีนาคม 2564*. สืบค้น 25 สิงหาคม 2564, จาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_b934985782.pdf

- International Renewable Energy Agency. (2015). *Renewable Power Generation Costs in 2014*, 75–92. Retrieved August 25, 2021, from https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf
- Irwana, Y. M. et al. (2015). Stand-alone Photovoltaic (SAPV) System Assessment using PVSYST Software. *Energy Procedia*, 79, 596–603.
- Kandasamy, C. P., Prabu, P., & Niruba, K. (2013). Solar Potential Assessment using PVSYST Software. In *International Conference on Green Computing, Communication and Conservation of Energy (ICGCE)*, (pp. 667–672). Chennai: India.
- Karakosta, C., Flouri, M., Dimopoulou, S., & Psarras, J. (2012). Analysis of Renewable Energy Progress in the Western Balkan Countries: Bosnia-Herzegovina and Serbia. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 5166–5175.
- Pearce, J. M. (2002). Photovoltaics-a Path to Sustainable Futures. *Futures*, 34(7), 663–674.
- Sgroi, F. et al. (2015). Economic Assessment of *Eucalyptus* (spp.) for Biomass Production as Alternative Crop in Southern Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 614–619.
- Sgroi, F., Tudisca, S., Di Trapani, A. M., Testa, R., and Squatrito, R. (2014). Efficacy and Efficiency of Italian Energy Policy: the Case of PV Systems in Greenhouse Farms. *Energies*, 7(6), 3985–4001.
- Shukla, A. K., Sudhakar, K., & Baredar, P. (2016). A Comprehensive Review on Design of Building Integrated Photovoltaic System. *Energy Build*, 128, 99–110.
- Zeyringer, M. et al. (2015). Analyzing Grid Extension and Stand-alone Photovoltaic Systems for the Cost-effective Electrification of Kenya. *Energy Sustain Dev.*, 25, 75–86.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

แผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติสำหรับกระบวนการขัดผิวซัพไฟร์
โดยใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล
NATURAL FIBER-BASED POLISHING PAD FOR CHEMICAL
MECHANICAL POLISHING OF SAPPHIRE SUBSTRATE

วันที่รับ: 29 กันยายน 2564

วันที่แก้ไข: 14 ธันวาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 1 กุมภาพันธ์ 2565

ณัฐพล บุญอึ้ง^{1*}, สิริวรรณ บริพัตรโกศล¹,

อไพพรรณ รัตนพันธ์¹, ปานา ขจรรุ่งเรือง²,

Keisuke Suzuki² และ ธรรมรัตน์ สมทอง³

Natthaphon Bun-athuek^{1*}, Siriwan Boripatkosol¹,

Apaipan Rattanapan¹, Panart Kajornrungruang²,

Keisuke Suzuki² and Thammarat Somthong³

¹วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

¹College of Industrial Technology,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

²สถาบันเทคโนโลยีคิวชู ฟุกุโอกะ ประเทศญี่ปุ่น 820-8502

²Kyushu Institute of Technology, Fukuoka, Japan 820-8502

³สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ จังหวัดปทุมธานี 12120

³National Institute of Metrology (Thailand), Pathum Thani 12120

*Corresponding author e-mail: natthaphonb@kmutnb.ac.th



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบคุณสมบัติเชิงกล รวมไปถึงประสิทธิภาพของแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวและเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทน โดยเส้นใยที่ผ่านการคัดแยกขนาดแล้วจะถูกนำไปผสมกับโพลียูรีเทนด้วยอัตราส่วน 5, 7.5 และ 10 phr เพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นขัดแล้วจึงนำไปวัดค่าความแข็ง และทดสอบการขัดผิวซัพไฟร์ด้วยกระบวนการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล จากผลการวิจัยพบว่าแผ่นขัดทุกประเภทสามารถขึ้นรูปและคงตัวอยู่ได้ดี มีการกระจายตัวของเส้นใยทั่วบริเวณพื้นที่ผิวสัมผัส โดยค่าความแข็งของแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นนั้นมีค่าแตกต่างจากแผ่นขัดเชิงพาณิชย์ในภาคอุตสาหกรรมอยู่ในช่วง 3.6–11.7% และผลการทดสอบประสิทธิภาพการขัดแสดงให้เห็นว่าแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวที่ผสมกับโพลียูรีเทน

ด้วยอัตราส่วน 10 phr และแผ่นขัดจากฟางข้าวที่ผสมกับโพลียูรีเทนด้วยอัตราส่วน 7.5 phr สามารถขัดผิวซัพไฟร์ได้ ค่าความหยาบผิวเป็น 1.0 และ 1.3 นาโนเมตร ตามลำดับ ด้วยอัตราการขัดสูงสุดใกล้เคียงกันที่ 0.015 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง คิดเป็น 30% ของอัตราการขัดด้วยแผ่นขัดเชิงพาณิชย์ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งบ่งบอกได้ว่าเส้นใยทั้งสองชนิดมีความสามารถนำมาใช้สร้างแผ่นขัดเพื่อเพิ่มมูลค่า และลดปริมาณของเศษเหลือในภาคการเกษตรได้

คำสำคัญ: การขัดผิวซัพไฟร์, แผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติ, โพลียูรีเทน



Abstract

This research aims to create and to test a mechanical property, including a performance of natural fiber-based polishing pad produced by using fibers of coconut coir and rice straw mixed with polyurethane. After sizing, those fibers will be mixed with polyurethane at ratios of 5, 7.5, and 10 phr to form as polishing pad before measure a hardness and test a performance in sapphire chemical mechanical polishing. The experiment results showed that natural fiber-based polishing pads could be formed and stable. The natural fibers in polishing pads distributed all contact surface. Hardness of natural fiber-based polishing pads was smaller than conventional pad in range of 3.6–11.7%. Polishing results revealed that polishing pads made from coconut coir mixed with polyurethane at mixing ratio of 10 phr, and rice straw fiber mixed with polyurethane at mixing ratio of 7.5 phr could produce surface roughness of sapphire as 1.0 and 1.3 nm, respectively. Both pads produced the similar highest material removal rate of 0.015 $\mu\text{m/hr}$ or 30% of polishing result obtained conventional pad. These results indicate that both fibers able to be used as a material to manufacture a polishing pad for adding value and reducing the waste from the agricultural.

Keywords: Sapphire Polishing, Natural Fibers-based Polishing Pad, Polyurethane



บทนำ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศเกษตรกรรมที่มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะข้าวและมะพร้าวที่เป็นสินค้าส่งออกสำคัญ (จินตตามณี นิสัยนต์ และอภิชาติ อาจนาศีล, 2563; จักกฤชณ์ พนาลี, พันธศักดิ์ พ่วงพงษ์, และ ชีรภัทร์ รอดคลองตัน, 2559) ทำให้ในแต่ละปีมีวัตถุดิบที่เป็นเศษเหลือจากภาคการเกษตรจำพวกฟางข้าวและกาบมะพร้าวเป็นปริมาณมาก โดยที่ผ่านมาได้มีการนำไปใช้ประโยชน์และสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เช่น การนำฟางข้าวไปใช้เป็นอาหารสัตว์ การทำเยื่อกระดาษ หรือการใช้เส้นใยมะพร้าวในการทำที่นอนและพรมเช็ดเท้า เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม จากปริมาณของเศษเหลือทางการเกษตรทั้งสองชนิดที่มีอยู่อย่างมากมาย ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวและมะพร้าวต้องใช้วิธีการกำจัดเศษเหลือเหล่านี้โดยการเผาทำลาย (ปราโมทย์ วิจารณ์กุล, กิตติพงษ์ สุวิโร, และ อิทธิ วีรานุกุล, 2561) ซึ่งทำให้เกิดมลภาวะในอากาศและทำลายธาตุอาหารในชั้นดิน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาและใช้เศษเหลือจากภาคการเกษตรเหล่านี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยสร้างเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้ความต้องการใช้งานของเส้นใยเหล่านี้มีปริมาณสูงมากขึ้น โดยจากการศึกษาพบว่า ในเส้นใยของฟางข้าวและกาบมะพร้าวมีซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) เป็นส่วนประกอบ (สำราญ พิมราช, เหล็กไหล จันทะบุตร, พรพิชญ ธรรมปัทม์, และ สุนันท์ บุตรศาสตร์, 2563; Sanjay & Rajeev, 2015) ที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์แผ่นขัดในการขัดผิวซีพไฟร์ได้ เนื่องจากในกระบวนการขัดผิวซีพไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล (Chemical Mechanical Polishing: CMP) เป็นกระบวนการขัดผิวโดยการใช้ออนุภาคซิลิกอนไดออกไซด์ที่กระจายตัวอยู่ในสารละลายชั้น (Slurry) ทำหน้าที่เป็นตัวขัดถู (Abrasive) โดยสารละลายชั้นจะถูกปล่อยลงมาบนแผ่นขัดที่ทำหน้าที่เป็นตัวลำเลียงอนุภาคซิลิกอนไดออกไซด์ไปสัมผัส และทำให้เกิดชั้นปฏิกิริยาเคมีกับพื้นผิวของแผ่นซีพไฟร์ ทำให้เกิดอะลูมินาซิลิเกต (Alumina Silicate) ที่มีค่าความแข็งน้อยกว่าผิวซีพไฟร์ (Vovk, Budnikov, Dobrotvorskaya, Krivonogov, & Dan'ko, 2012) จากนั้น อนุภาคซิลิกอนไดออกไซด์ส่วนอื่นๆ จะวิ่งเข้ามาจับตัวและนำเอาอะลูมินาซิลิเกตออกจากพื้นผิวของซีพไฟร์ ทำให้เกิดเป็นพื้นผิวที่มีความเรียบสูง ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าว จะเห็นได้ถึงบทบาทและความสำคัญของแผ่นขัดซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงานร่วมกันกับอนุภาคซิลิกอนไดออกไซด์ในสารละลายชั้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของกระบวนการขัดผิว อย่างไรก็ตาม แผ่นขัดที่มีการใช้งานอยู่ทั่วไปในปัจจุบันนั้นมักจะสร้างมาจากวัสดุพอลิเมอร์ เช่น โพลียูรีเทน และโพลีเอสเตอร์ เป็นต้น ซึ่งแผ่นขัดเหล่านี้มีราคาสูง โดยเมื่อรวมกับสารละลายชั้นแล้วนั้นจะทำให้ค่าใช้จ่ายสิ้นเปลือง คิดเป็นร้อยละ 50

ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (Bahr, Sampurno, Han, & Philipossian, 2017) เป็นเหตุทำให้แผ่นขัดที่มีคุณภาพดีและราคาถูกเป็นที่ต้องการในปัจจุบันเพื่อเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งจากการวิจัยของสันต์สุวรรณ (Sansuwan Chansatarnpornkul, 2019) ที่ได้ศึกษาและสร้างแผ่นขัดจากเส้นใยของต้นไผ่ ชานอ้อย ใบสับปะรด และใบกล้วยผสมกับโพลียูรีเทน พบว่าแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยของต้นไผ่และชานอ้อยนั้นสามารถใช้ในการขัดผิวซีพีไฟร์ได้ดี เนื่องจากในเส้นใยของต้นไผ่และชานอ้อยนั้นมีส่วนประกอบของซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดซับอนุภาคซิลิกาในสารละลายชั้นให้มายึดเกาะที่ผิวของเส้นใยและช่วยส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาเคมีที่พื้นผิวของซีพีไฟร์ได้มากขึ้น ตรงกันข้ามกับแผ่นขัดจากใบสับปะรดและใบกล้วย ซึ่งไม่สามารถใช้ในการขัดได้เนื่องจากไม่มีซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบในเส้นใย

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาดังกล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดและวัตถุประสงค์ที่จะสร้างแผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติที่เป็นเศษเหลือจากภาคการเกษตรซึ่งมีซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ ได้แก่ เส้นใยจากกาบมะพร้าวและเส้นใยฟางข้าวมาผสมกับโพลียูรีเทนในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลและประสิทธิภาพในการทำงานของแผ่นขัดแต่ละชนิดในกระบวนการขัดผิวซีพีไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล ซึ่งจะเป็นการแสวงหาและบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากเศษเหลือในภาคการเกษตรที่มีมูลค่าน้อยมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมการขัดผิว อันจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นได้อีกทางหนึ่งเช่นกัน



วัตถุประสงค์การวิจัย

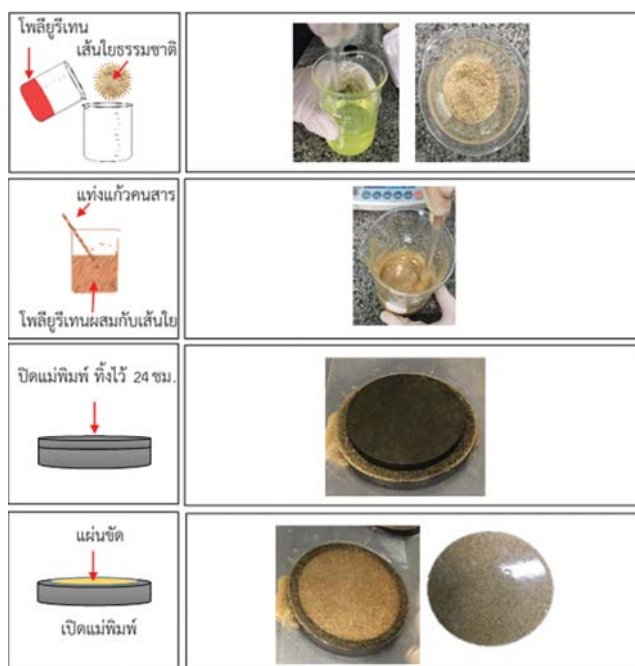
1. เพื่อสร้างแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนและแผ่นขัดจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทน สำหรับการขัดผิวซีพีไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนและแผ่นขัดจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทน
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนและแผ่นขัดจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนในกระบวนการขัดผิวซีพีไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล



วิธีดำเนินการวิจัย

1. การขึ้นรูปแผ่นขัด

การขึ้นรูปแผ่นขัดทำได้โดยการนำเส้นใยกาบมะพร้าวและฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาตัดให้มีขนาดเล็กกลง แล้วจึงนำไปบดไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำไปบดด้วยเครื่องบดบอลมิลล์ (Ball Mill) เพื่อลดขนาดของเส้นใยแต่ละชนิดให้เป็นผงที่มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1 ถึง 2 มิลลิเมตร แล้วจึงนำไปคัดแยกขนาดโดยการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 (Mesh 30) จากนั้นจึงนำเส้นใย กาบมะพร้าวหรือฟางข้าวที่ผ่านการคัดแยกขนาดเรียบร้อยแล้วมาผสมกับโพลียูรีเทนชนิด ความแข็ง 40 shore A ที่อยู่ในสถานะของเหลว ในอัตราส่วน 5, 7.5 และ 10 phr แล้วจึง ทำการเทหรือหล่อขึ้นรูปลงในแม่พิมพ์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มิลลิเมตร ดังแสดง รายละเอียดในรูปที่ 1 จากนั้นทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อรอให้แผ่นขัดเกิดความคงตัว แล้วจึงทำการแกะออกจากแม่พิมพ์ หลังจากนั้นจึงทำการปรับผิวหน้าสัมผัสและปรับความราบ ของแผ่นขัดให้ได้ความระดับด้วยการใช้เครื่องทดสอบการขัด (Abrasion Test) แล้วจึง ตรวจสอบความระดับของพื้นผิวหน้าสัมผัสโดยใช้ระดับน้ำเครื่องกลมาตรวจสอบ จากนั้น จึงวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ดิจิทัล (Digital Microscope)



รูปที่ 1 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมกับโพลียูรีเทน

2. การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นขัด

คุณสมบัติเชิงกลที่ถูกทดสอบของแผ่นขัด ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness) โดยใช้เครื่องวัดค่าความแข็งแบบชอร์ดูโรมิเตอร์ (Shore A) ตามมาตรฐาน ASTM D 2240 โดยเตรียมชิ้นงานหรือแผ่นขัดที่ขึ้นรูปแล้วในหัวข้อที่ 1. ซึ่งแผ่นขัดมีความหนา 10 มิลลิเมตร มาทำการวัดค่าความแข็งโดยใช้หัวกดของเครื่องวัดความแข็งกดตามแนวตั้งฉากกับชิ้นงานด้วยแรงที่มากพอที่จะทำให้ฐานของหัวกดแนบสนิทกับชิ้นงานทดสอบ ที่เวลาทดสอบ 1 วินาที โดยทำการกดวัดทั้งหมด 10 จุดของแผ่นขัดแต่ละชนิด แล้วจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นขัดในกระบวนการขัดผิวซัพไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล

ทำได้โดยนำแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้ในกระบวนการขัดผิวซัพไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล โดยการทดสอบการขัดผิวทั้งหมดจะดำเนินการด้วยการใช้เครื่องขัดที่มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งใช้ระบบนำสารละลายชั้นที่มีอนุภาคซิลิกา (Silica Slurry) ที่ผ่านกระบวนการใช้งานแล้วกลับมาใช้ใหม่ทั้งหมดโดยไม่มีการกรอง ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยทำการทดสอบแผ่นขัดชนิดละ 3 รอบ และกำหนดเงื่อนไขของกระบวนการขัดผิวในแต่ละครั้งให้เป็นไปตามดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นจึงทำการวัดประสิทธิภาพการทำงานของแผ่นขัดโดยพิจารณาจากอัตราการกัดผิวของซัพไฟร์และค่าความหยาบผิว (Surface Roughness) ที่ได้ ซึ่งการวัดผลอัตราการกัดทำได้โดยใช้วิธีวัดผลต่างของน้ำหนักชิ้นงานก่อนและหลังการขัดเทียบกับหน่วยเวลา แล้วจึงคำนวณเป็นอัตราการกัดเนื้อวัสดุ (Material Removal Rate: MRR) โดยมีสมการในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$MRR = \frac{60 \times 10^4 \times \Delta m}{\rho A t} \quad (1)$$

เมื่อ MRR คือ อัตราการกัดเนื้อวัสดุ (ไมโครเมตรต่อชั่วโมง)

Δm คือ มวลของซัพไฟร์ที่เปลี่ยนแปลงไปก่อนและหลังขัดผิว (กรัม)

ρ คือ ความหนาแน่นของซัพไฟร์ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

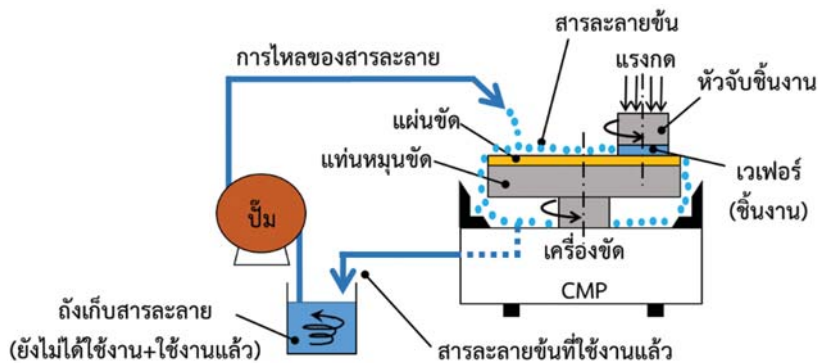
A คือ พื้นที่ผิวหน้าตัดของซัพไฟร์ (ตารางเซนติเมตร)

t คือ เวลาที่ใช้ในการขัด (นาที่)

จากนั้นจึงนำซีพีไฟร์ที่ผ่านกระบวนการขัดผิวแล้วไปทำการวัดค่าความหยาบผิวด้วยเครื่องออฟติคัล โปรไฟล์มิเตอร์ (Optical Profilometer) ซึ่งวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงานด้วยหลักการใช้แสง ในการสแกนชิ้นงานเพื่อสร้างเป็นโปรไฟล์ของผิวชิ้นงานโดยไม่มีการสัมผัส จากนั้นระบบประมวลผลจึงประเมินค่าความหยาบของผิวโปรไฟล์ดังกล่าว



รูปที่ 2 เครื่องขัดผิวชิ้นงานด้วยกระบวนการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล



รูปที่ 3 ระบบการใช้สารละลายชั้นแบบวนกลับของเครื่องขัดผิวชิ้นงาน

ตารางที่ 1 เงื่อนไขในกระบวนการขัดผิวซัพไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล

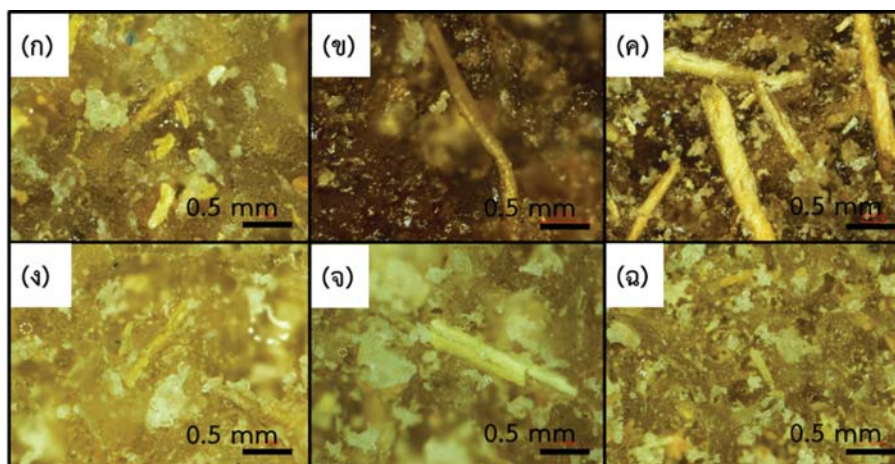
ชนิดของแผ่นขัด (Types of polishing pad)	
1. เส้นใยคาบมะพร้าวผสมโพลียูรีเทน 2. เส้นใยฟางข้าวผสมโพลียูรีเทน 3. แผ่นขัดในอุตสาหกรรม (SUBA 600)	
เวเฟอร์ (Wafer)	
• ประเภทของเวเฟอร์ (Wafer type)	ซัพไฟร์ ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)
• ขนาดของเวเฟอร์ (Wafer size)	Ø 2.54 ซม., ความหนา 1 มม.
แรงกดในการขัด (Down force pressure)	16.6 กิโลปาสคาล
เวลาในการขัด (Polishing time)	60 นาที
จำนวนเวเฟอร์ที่ทดสอบในแต่ละชนิดแผ่นขัด	3 ชิ้น
ความเร็วของแท่นหมุนขัด/หัวขัด (Platen and polishing head speed)	60/60 รอบต่อนาที
สารละลายชั้นที่ใช้ในการขัด (Slurry)	
• ประเภทของสารละลายชั้น (Slurry type)	5 wt% SiO_2 ขนาด 55 นาโนเมตร
• อัตราการไหลของสารละลายชั้น (Slurry flow rate)	60 มิลลิลิตรต่อนาที
• ค่า pH ของสารละลายชั้น (pH value)	11



ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแผ่นขัด

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงลักษณะพื้นผิวสัมผัสของแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยคาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนและแผ่นขัดจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทน ที่อัตราส่วนต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งพบว่าลักษณะทางกายภาพของแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นด้วยเส้นใยชนิดเดียวกัน ในแต่ละอัตราส่วนนั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยมีการกระจายตัวของเส้นใยที่ยึดเกาะหรือเชื่อมต่อกันด้วยโพลียูรีเทนทั่วบริเวณผิวสัมผัส และสังเกตได้ว่าปริมาณความหนาแน่นของเส้นใยบริเวณผิวหน้าสัมผัสของแผ่นขัดจะเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนการผสม นอกจากนี้ยังพบว่า แผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติทั้ง 6 แผ่นนั้น มีลักษณะความคงตัวและมีความสามารถยึดเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ผิวหน้าสัมผัสของแผ่นขัดไม่มีเส้นใยหลุดร่วงหรือร่อนออกมา บ่งบอกให้เห็นว่าแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นทุกประเภทยังคงมีลักษณะทางกายภาพที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการขัดผิวซัพไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกลได้



รูปที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพ (กำลังขยาย 100 เท่า) ของพื้นผิวสัมผัสของแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมโพลียูรีเทนที่อัตราส่วน (ก) 5 (ข) 7.5 (ค) 10 phr และแผ่นขัดจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนที่อัตราส่วน (ง) 5 (จ) 7.5 และ (ฉ) 10 phr

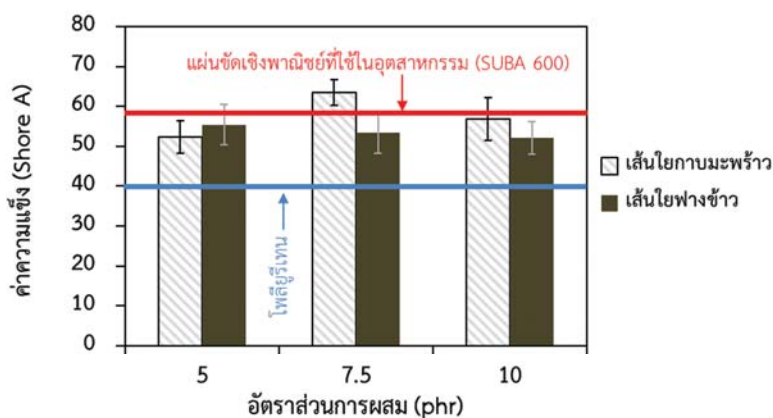
2. ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นขัด

ผลการวัดค่าความแข็งของแผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมโพลียูรีเทน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 จะพบว่าแผ่นขัดทุกชนิดมีค่าความแข็งสูงกว่าโพลียูรีเทนที่ใช้เป็นส่วนผสมตั้งต้นที่มีค่าความแข็ง 40 shore A โดยที่อัตราส่วนผสม 5, 7.5 และ 10 phr นั้น ค่าความแข็งของแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน คือ 55.4, 53.4 และ 52.1 shore A ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความแข็งของแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนนั้น มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันมากกว่าในแต่ละอัตราส่วน คือ 52.3, 63.5 และ 56.9 shore A ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นขัดเชิงพาณิชย์ที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม (SUBA 600) ซึ่งมีค่าความแข็ง 80 Asker C (Pureon, n.d.) หรือเทียบเท่า 59 shore A จะพบว่าแผ่นขัดจากเส้นใยกาบมะพร้าวที่อัตราส่วน 7.5 phr มีค่าความแข็งมากกว่าแผ่นขัดเชิงพาณิชย์อยู่ 7.6% ส่วนแผ่นขัดอื่นๆ นั้นมีค่าความแข็งน้อยกว่าแผ่นขัดเชิงพาณิชย์อยู่ระหว่าง 3.6–11.7%

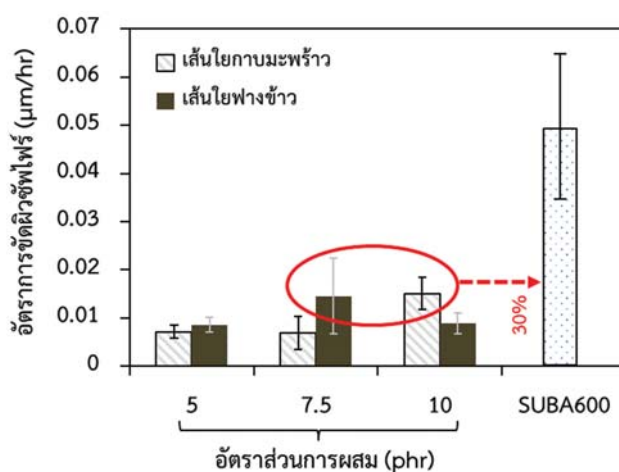
3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นขัดในกระบวนการขัดผิวฉัฟไฟร์ด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล

รูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงอัตราการขัดผิวของฉัฟไฟร์ที่ได้จากการใช้แผ่นขัดชนิดต่างๆ ในกระบวนการขัดด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกลภายใต้เงื่อนไขการขัดแบบเดียวกัน ซึ่งทำให้เห็นว่าแผ่นขัดทุกประเภทที่ทำจากเส้นใยฟางข้าวหรือกาบมะพร้าวที่นำมาผสมกับโพลียูรีเทนสามารถทำการขัดผิวของฉัฟไฟร์ได้ โดยพบว่าอัตราการขัดที่ได้จากแผ่นขัดเส้นใย

กาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.007 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราส่วนการผสม 5 และ 7.5 phr มาเป็นอัตราการขัดสูงสุด 0.015 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราส่วนผสม 10 phr ในขณะที่อัตราการขัดที่ได้จากแผ่นขัดเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.009 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราส่วนผสม 5 phr มาเป็นอัตราการขัดสูงสุด 0.0145 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราส่วนผสม 7.5 phr แล้วจึงลดลงเหลือ 0.009 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราส่วนผสม 10 phr ซึ่งอัตราการขัดสูงสุดที่ได้จากแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยทั้งสองชนิดนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน และคิดเป็น 30% ของอัตราการขัดด้วยแผ่นขัดเชิงพาณิชย์ที่ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม (SUBA 600) ซึ่งสามารถขัดผิวซัพไฟร์ออกได้ด้วยอัตรา 0.05 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง

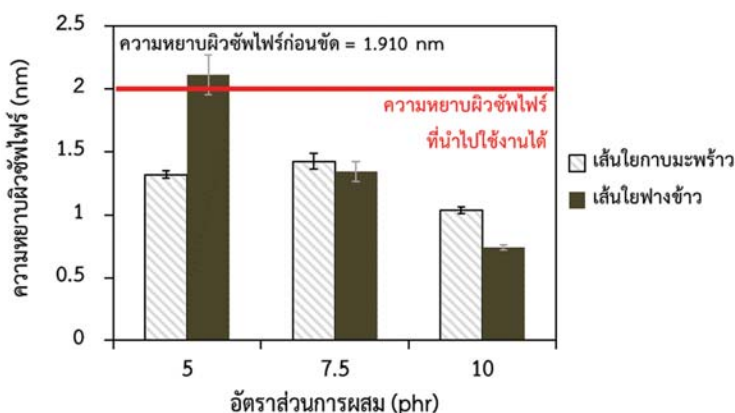


รูปที่ 5 ค่าความแข็งของแผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมกับโพลียูรีเทน



รูปที่ 6 อัตราการขัดผิวซัพไฟร์โดยแผ่นขัดชนิดต่างๆ

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นถึงผลการวัดค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (R_a) ของซัพไฟร์ที่ได้หลังจากกระบวนการขัดผิวด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกล โดยพบว่าที่อัตราส่วนการผสม 5, 7.5 และ 10 phr นั้น ค่าความหยาบผิวที่ได้จากแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมโพลียูรีเทนมีค่าเป็น 1.4, 1.5 และ 1.0 นาโนเมตร ตามลำดับ และค่าความหยาบผิวที่ได้จากแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนมีค่าเป็น 2.2, 1.4 และ 0.7 นาโนเมตร ตามลำดับ ซึ่งแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นจากเส้นใยธรรมชาติผสมกับโพลียูรีเทนในเกือบทุกอัตราส่วนสามารถปรับคุณภาพผิวของซัพไฟร์ให้ดีขึ้นได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับผิวก่อนที่จะทำการขัดและอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้ นั่นคือต้องมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยน้อยกว่า 2 นาโนเมตร (Sapphire, n.d.) ยกเว้นแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนที่อัตราส่วนการผสม 5 phr ที่ทำให้เกิดค่าความหยาบผิวเฉลี่ยมากกว่า 2 นาโนเมตร



รูปที่ 7 ค่าความหยาบผิวของซัพไฟร์โดยใช้แผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยธรรมชาติผสมโพลียูรีเทน



อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสร้างแผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติซึ่งเป็นเศษเหลือจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งได้ผลว่าเส้นใยจากกาบมะพร้าวหรือฟางข้าวที่นำมาผสมกับโพลียูรีเทนด้วยอัตราส่วน 5, 7.5 และ 10 phr สามารถขึ้นรูปและสร้างเป็นแผ่นขัดเพื่อใช้ในการขัดผิวซัพไฟร์ด้วยกระบวนการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกลได้เป็นอย่างดี โดยไม่เกิดการเสียรูปหรือแยกตัวออกจากกันเนื่องจากมีโพลียูรีเทนทำหน้าที่เป็นตัวประสานหรือยึดเหนี่ยวเส้นใยต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน แต่การกระจายตัวของเส้นใยธรรมชาติในแผ่นขัดแต่ละประเภทนั้นอาจไม่หนาแน่นเท่ากันในแต่ละตำแหน่ง เนื่องจากการใช้แรงงานคนในการผสมเส้นใยและโพลียูรีเทนให้เข้ากันจึงไม่สามารถทำให้เกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทุกส่วนได้ อย่างไรก็ตาม

ภายหลังจากที่ได้ปรับความราบของผิวหน้าสัมผัสแล้วนั้น พบว่าลักษณะทางกายภาพในภาพรวมของแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นทั้งหมด โดยเฉพาะเส้นใยที่ปรากฏอยู่บนผิวสัมผัส ยังคงเป็นที่น่าพอใจว่าสามารถนำแผ่นขัดเหล่านี้ไปใช้ในการทำงานจริงได้ และเมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกล ซึ่งได้แก่ค่าความแข็งแรงของแผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้น พบว่าเส้นใยจากมะพร้าวหรือฟางข้าวที่ผสมลงในแผ่นขัดนั้นมีผลทำให้มีค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยธรรมชาติทั้งสองชนิดเมื่อนำมาผสมกับโพลียูรีเทนจะมีค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น 30–50% เมื่อเทียบกับค่าความแข็งแรงตั้งต้นของโพลียูรีเทนเพียงอย่างเดียว (40 shore A) เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติที่ผสมลงในโพลียูรีเทนเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นขัดนั้นจะทำหน้าที่เป็นวัสดุเสริมแรง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของผกามาต ชูสิทธิ์ และ กิตติพงษ์ สุวิโร (2558) ที่ได้ศึกษาการนำเส้นใยมะพร้าวมาเป็นวัสดุในการเสริมแรงของผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ ซึ่งพบว่าเส้นใยจากมะพร้าวสามารถเพิ่มคุณสมบัติทางกลของแผ่นยางได้อย่างดี เช่นเดียวกับกับ Nazerian & Sadeghiipanah (2013) ที่ได้ศึกษาการนำเอาเส้นใยฟางข้าวสาเลีและไม้มาผสมกับแผ่นซีเมนต์บอร์ด และพบว่าเส้นใยฟางข้าวสาเลีสามารถทำหน้าที่เป็นวัสดุเสริมแรงได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้จากผลการทดลองจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณของเส้นใยในอัตราส่วนผสมของแผ่นขัดทั้งสองชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งแรงที่แตกต่างกัน โดยค่าความแข็งแรงของแผ่นขัดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของเส้นใยจากมะพร้าวเพิ่มสูงขึ้นจนถึงอัตราส่วนผสมที่ 7.5 phr แล้วจากนั้นจึงมีค่าน้อยลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณของเส้นใยจากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้นมากเกินไปที่โพลียูรีเทนจะสามารถยึดเหนี่ยวเข้าด้วยกันได้ทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Natsa, Akindapo, & Garba (2015) ที่พบว่าการใช้เส้นใยจากมะพร้าวมาผสมในปริมาณที่มากเกินไปกว่าวัสดุเมทริกซ์จะทำการยึดเหนี่ยวได้นั้นจะทำให้ค่าความแข็งแรงลดน้อยลง ในทางตรงกันข้ามนั้น ค่าความแข็งแรงของแผ่นขัดมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ เมื่อมีปริมาณของเส้นใยฟางข้าวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการที่เส้นใยฟางข้าวมีความหนาแน่นน้อยกว่าเส้นใยจากมะพร้าว (Greeshma & Joseph, 2011; Naveen & Prasad, 2013) จึงทำให้มีปริมาณเส้นใยฟางข้าวมากเกินไปความเหมาะสมกับปริมาณของวัสดุเมทริกซ์ (โพลียูรีเทน) ในแผ่นขัดที่อัตราส่วนผสมตั้งแต่ 5 phr ขึ้นไป และส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของแผ่นขัดในทำนองเดียวกันกับแผ่นขัดจากเส้นใยจากมะพร้าวที่มีอัตราส่วนผสมมากกว่า 7.5 phr อย่างไรก็ตาม จะพบว่าปริมาณของเส้นใยฟางข้าวที่เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนการผสมแผ่นขัดในงานวิจัยนี้ (5, 7.5 และ 10 phr) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากจำนวนของเส้นใยฟางข้าวส่วนที่สามารถยึดเหนี่ยวเข้ากับโพลียูรีเทนได้นั้นถูกกำหนดโดยปริมาณของโพลียูรีเทน ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัสดุเมทริกซ์นั้น มีค่าเท่าเดิมในทุกอัตราส่วน นอกจากนี้ ผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นอาจเกิดจากเส้นใย

กาบมะพร้าวและฟางข้าวเหล่านี้ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพผิวด้วยกระบวนการทางเคมี ก่อนนำมาใช้ขึ้นรูปด้วยการผสมกับโพลียูรีเทน จึงทำให้การยึดเกาะกันระหว่างเส้นใยกับเมทริกซ์พอลิเมอร์ไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลต่อสมบัติโดยรวมของวัสดุผสมตามรายงานของ วันดี ธรรมจारी (2556) และอาจเป็นผลทำให้คุณสมบัติทางกลของแผ่นขัดลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของทศพร ศรีวรกุล, กุลทัศน์ สุวัฒน์พัฒน์, จันทร์ฉาย ทองปิ่น, นวพันธุ์ ภูมิกิติ, วรุต ธรรมวิชัย, และ ชีวิตา สุวรรณขวลิต (2559) ที่รายงานว่าเส้นใยมะพร้าวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพผิวด้วยกระบวนการทางเคมีจะสามารถเพิ่มคุณภาพการรวมตัวของเส้นใยกับเนื้อสารพอลิเมอร์ได้ดีมากขึ้น และจะส่งผลให้มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าการใช้เส้นใยที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพผิว

ในส่วนของผลการขัดผิวซีพีไฟร์ด้วยกระบวนการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกลโดยแผ่นขัดที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ เป็นสิ่งยืนยันว่าเส้นใยกาบมะพร้าวและฟางข้าวที่เป็นเศษเหลือจากภาคการเกษตรซึ่งมีซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบอยู่ภายในเส้นใยนั้นมีความสามารถในการขัดผิวของซีพีไฟร์ได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Sansuwan Chansatarnpornkul (2019) ที่พบว่าเส้นใยจากธรรมชาติที่มีซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบนั้นสามารถสร้างเป็นแผ่นขัดในกระบวนการขัดผิวขึ้นงานด้วยการใช้สารเคมีร่วมกับแรงทางกลได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าแผ่นขัดจากเส้นใยของต้นไผ่และขานอ้อยสามารถขัดผิวของซีพีไฟร์ด้วยอัตราการขัดที่สูงกว่าแผ่นขัดในภาคอุตสาหกรรม (SUBA 600) 57% และ 91% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาที่อัตราการขัดผิวสูงสุดของแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนที่อัตราส่วนผสม 10 phr และอัตราการขัดผิวสูงสุดของแผ่นขัดจากฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนที่อัตราส่วนผสม 7.5 phr นั้น จะพบว่าแผ่นขัดทั้งสองสามารถทำให้เกิดอัตราการขัดผิวของซีพีไฟร์ได้เป็นค่าสูงสุดเพียง 30% ของอัตราการขัดผิวที่ได้จากแผ่นขัดในภาคอุตสาหกรรม (SUBA 600) ซึ่งเป็นอัตราการขัดที่น้อยกว่าแผ่นขัดจากเส้นใยต้นไผ่และขานอ้อย โดยผลที่เกิดขึ้นนี้อาจมาจากปริมาณเส้นใยกาบมะพร้าวและฟางข้าวที่ผสมกับโพลียูรีเทน มีสัดส่วนที่น้อยกว่าเส้นใยของต้นไผ่และขานอ้อยในงานวิจัยดังกล่าว ที่มีอัตราส่วนผสมของแผ่นขัดคือเส้นใยจากต้นไผ่:โพลียูรีเทน:น้ำ อยู่ที่ 15g:30g:20g และ เส้นใยจากขานอ้อย:โพลียูรีเทน:น้ำ อยู่ที่ 15g:30g:15g จึงทำให้ปริมาณของซิลิกอนไดออกไซด์ทั้งหมดในแผ่นขัดในงานวิจัยนี้มีน้อยกว่าในแผ่นขัดจากเส้นใยของต้นไผ่และขานอ้อย นอกจากนี้ยังเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณเส้นใยในแผ่นขัดแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการขัดในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยอัตราการขัดที่ได้จากแผ่นขัดเส้นใยกาบมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยในแผ่นขัดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเส้นใยในแผ่นขัดนั้น จะเป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสของซิลิกอนไดออกไซด์ในเส้นใยกับพื้นผิวของ

แผ่นซีพีไฟร์และส่งเสริมให้อัตราการเกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมี (อะลูมินาซิลิเกต) มากขึ้น ทำให้อัตราการขัดเพิ่มสูงขึ้นไปด้วยเช่นกัน (Wang, Zhang, & Lu, 2018; Zhou, Pan, Shi, Gong, Xu, & Zou, 2015) ในขณะที่อัตราการขัดที่ได้จากแผ่นขัดเส้นใยฟางข้าวจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งแล้วจึงกลับลดลงมาเมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้น โดยเกิดขึ้นเนื่องจากการที่เส้นใยฟางข้าวมีส่วนประกอบของซิลิกอนไดออกไซด์ที่มากกว่าเส้นใยกาบมะพร้าว (El-Adly, Yossef, Modather, Ismail, & Abbas, 2015; Malaluan, Sescar, & Sescar, 2019) จึงทำให้การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมีบนพื้นผิวของซีพีไฟร์มากเกินไป จนทำให้เสียสมดุลระหว่างอัตราการเกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมีและแรงกระทำทางกลที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการขัดผิว และส่งผลให้อัตราการขัดลดน้อยลง (Cui, Niu, Zhou, Wang, Wang, & Zhang, 2019) เมื่ออัตราส่วนผสมมากกว่า 7.5 phr

ในส่วนของความหยาบผิวของซีพีไฟร์ที่ได้จากกระบวนการขัดผิวนั้นจะเห็นได้ว่าแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยกาบมะพร้าวผสมกับโพลียูรีเทนที่อัตราส่วนผสม 5, 7.5 และ 10 phr และแผ่นขัดจากเส้นใยฟางข้าวผสมกับโพลียูรีเทนที่อัตราส่วนผสม 7.5 และ 10 phr นั้นสามารถปรับคุณภาพผิวของซีพีไฟร์ให้มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยน้อยกว่า 2.0 นาโนเมตร ซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานในภาคอุตสาหกรรมได้ ทั้งนี้จะพบว่าค่าความหยาบผิวของซีพีไฟร์ที่ได้จากแผ่นขัดจากเส้นใยทั้งสองชนิดมีแนวโน้มลดน้อยลงเมื่อปริมาณของเส้นใยในแผ่นขัดเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสม เป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สัมผัสระหว่างซิลิกอนไดออกไซด์ในเส้นใยและพื้นผิวของแผ่นซีพีไฟร์ ทำให้เกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมีสูงมากขึ้น ทำให้ค่าความหยาบผิวลดน้อยลง (Kong et al., 2016; Zhou, Pan, Gong, Shi, & Zou, 2017)

ดังนั้นจากการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงบ่งบอกได้ว่าเส้นใยกาบมะพร้าวที่ผสมกับโพลียูรีเทนในอัตราส่วนผสม 10 phr และเส้นใยฟางข้าวที่ผสมกับโพลียูรีเทนในอัตราส่วนผสม 7.5 phr นั้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นแผ่นขัดผิวของซีพีไฟร์ เนื่องจากเป็นอัตราส่วนผสมที่ทำให้สามารถขัดผิวของซีพีไฟร์ได้ด้วยอัตราสูงสุด พร้อมทั้งทำให้ได้ความหยาบผิวที่ตามเกณฑ์ที่ต้องการได้



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้สามารถสรุปได้ว่า เส้นใยคาบมะพร้าวและฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากทางธรรมชาติที่มีราคาถูกและมีปริมาณมาก ทั้งยังมีซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบนั้น มีความสามารถในการนำมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นขัดผิวซีพีไฟร์ ในกระบวนการขัดด้วยสารเคมีร่วมกับแรงทางกลได้ด้วยการนำเส้นใยดังกล่าวมาผสมกับโพลียูรีเทน โดยอัตราส่วนการผสมของเส้นใยคาบมะพร้าวและโพลียูรีเทนที่เหมาะสมคือ 10 phr ในขณะที่อัตราส่วนการผสมของเส้นใยฟางข้าวและโพลียูรีเทนที่เหมาะสมคือ 7.5 phr ซึ่งจะทำให้แผ่นขัดมีค่าความแข็งเป็น 56.9 และ 52.1 shore A ตามลำดับ โดยแผ่นขัดทั้งสองประเภทสามารถขัดผิวซีพีไฟร์ได้ด้วยอัตราการขัดสูงสุดใกล้เคียงกันที่ 0.015 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง และมีค่าความหยาบผิวของซีพีไฟร์ที่ขัดได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1.0–1.3 นาโนเมตร

1. ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ผลการวิจัย

ควรส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มเกษตรกรเป็นวิสาหกิจชุมชน โดยร่วมมือกับภาคเอกชนที่มีความต้องการใช้งานแผ่นขัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมกับโพลียูรีเทนเพื่อใช้ในการขัดผิวของซีพีไฟร์ในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและภาคอุตสาหกรรมสามารถลดต้นทุนจากการซื้อแผ่นขัดที่มีราคาแพงได้ โดยควรจะต้องมีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ และเครื่องจักรมาช่วยเพิ่มกำลังการผลิตและควบคุมให้แผ่นขัดที่ถูกสร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพคงที่มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงจะต้องกำหนดอัตราส่วนการผสมเส้นใยจากธรรมชาติและโพลียูรีเทนให้เป็นไปตามที่ได้จากการวิจัย

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของแผ่นขัดที่สร้างจากเส้นใยธรรมชาติผสมกับโพลียูรีเทนให้สูงมากยิ่งขึ้น ควรมีการปรับปรุงคุณภาพผิวของเส้นใยจากธรรมชาติที่มีซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบด้วยกระบวนการทางเคมี ก่อนที่จะนำมาใช้ผสมกับโพลียูรีเทนเพื่อขึ้นรูปและสร้างเป็นแผ่นขัดผิวต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ Res-CIT0332/2020 ขอขอบคุณ ดร.นรินทร์ จันทวงศ์ และ ดร.จิรยา บัวเจริญ จากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ สำหรับคำปรึกษาในการวัดคุณภาพผิวชิ้นงาน รวมถึงนายเกรียงไกร โคตรขมภู นายจตุพล สีนสายรัมย์ และนายวรุตม์ สมบัติภิญโญ ที่ได้ทำการทดลองสร้างแผ่นขัดชนิดต่างๆ ขึ้นมาในการวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

- จักกฤษณ์ พนาลี, พันธุ์ศักดิ์ พ่วงพงษ์, และ อธิภัทร์ รอดคลองตัน. (2559). การศึกษาและออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำนักงานจากเส้นใยคาบมะพร้าว. *รมยสาร*, 14(ฉบับพิเศษ), 165–172.
- จินตามณี นิสนันต์ และ อภิชาติ อาจนาเสียว. (2563). การเพิ่มประสิทธิภาพโรงสีข้าวหอมมะลิ. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12*, (น. 328–336). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทศพร ศรีวรกุล, กุลทัศน์ สุวัฒน์พัฒน์, จันทน์ฉาย ทองปิ่น, นวพันธุ์ ภูักกิต, วรุต ธรรมวิชัย, และ ชีวิตา สุวรรณขวลิต. (2559). การเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากเส้นใยมะพร้าวด้วยกระบวนการเคมีเพื่อใช้เป็นสารเสริมแรง. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 3(5), 206–216.
- ปราโมทย์ วีรานุกุล, กิตติพงษ์ สุวิโร, และ อธิ วิรานุกุล. (2561). ผลกระทบแผ่นผ้าเปดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมนังคละชัยบุรี*, 16(2), 129–138.
- ผกามาต ชูสิทธิ์ และ กิตติพงษ์ สุวิโร. (2558). *การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมแรงด้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ*. สืบค้น 11 สิงหาคม 2564, จาก https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/2061/TECH_59_03.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- วันดี ธรรมจारी. (2556). *การดัดแปรพื้นผิวเส้นใยธรรมชาติ*. สืบค้น 11 สิงหาคม 2564, จาก http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/tn227a_p061-64.pdf
- สำราญ พิมราช, เหล็กไหล จันทะบุตร, พรพิชญ ธรรมปัทม, และ สุนันท์ บุตรศาสตร์. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมปริมาณซิลิกอนกับการให้ผลผลิตของข้าว. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 17(2), 209–222.
- Bahr, M., Sampurno, Y., Han, R., & Philipossian, A. (2017). Slurry Injection Schemes on the Extent of Slurry Mixing and Availability during Chemical Mechanical Planarization. *Micromachines*, 8(6), 170–182.
- Cui, Y., Niu, X., Zhou, J., Wang, Z., Wang, R., & Zhang, J. (2019). Effect of Chloride Ions on the Chemical Mechanical Planarization Efficiency of Sapphire Substrate. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 8(9), 488–495.

- El-Adly, R. A., Yossef, M. A., Modather, F. H., Ismail, E. A., & Abbas, D. M. (2015). Biogrease Based on Biochar from Rice Straw and Waste Cooking Oil. *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry*, 4(1), 91–97.
- Greeshma, P., & Joseph, M. (2011). Rice Straw Reinforcement for Improvement in Kuttanad Clay. In *Indian Geotechnical Conference*, (pp. 449–452). Kochi: India.
- Kong, H. et al. (2016). Polydisperse Spherical Colloidal Silica Particles: Preparation and Application. *Chinese Physics B*, 25(11), 118202-1–118202-6.
- Malaluan, L. E., Sescar, W. J. E., & Sescar, J. J. E. (2019). Lignocellulosic Plant Fibers (lpf) for Concrete Masonry Blocks (cmb): an Inspiration to Innovation Response to the 21st Century’s Endeavor for Environmental Challenges. *International Journal of Scientific Research*, 10(01(F)), 30656–30666.
- Natsa, S., Akindapo, J. O., & Garba, D. K. (2015). Development of a Military Helmet using Coconut Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite. *European Journal of Engineering and Technology*, 3(7), 55–65.
- Naveen, P. N. E., & Prasad, R. V. (2013). Evaluation of Mechanical Properties of Coconut Coir/Bamboo Fiber Reinforced Polymer Matrix Composites. *International Journal of Metallurgical & Materials Science and Engineering (IJMMSE)*, 3(4), 15–22.
- Nazerian, M., & Sadeghiipah, V. (2013). Cement-bonded Particleboard with a Mixture of Wheat Straw and Poplar Wood. *Journal of Forestry Research*, 24, 381–390.
- Pureon. (n.d.). *Suba™ 600 Felt Polishing Pad*. Retrieved August 15, 2021, from <https://pureon.com/products/polishing-pads/suba-600>
- Sanjay, S., & Rajeev, C. (2015). Effect of Coconut Fibre Ash on Strength Properties of Concrete. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 5(4), 33–35.
- Sansuwan Chansatarnpornkul. (2019). *Development of Organic Fibers in the Polishing Pad for Chemical Mechanical Polishing of Sapphire*. Master Thesis, Graduate School of Computer Science and System Engineering, Kyushu Institute of Technology.

- Sapphire. (n.d.). Retrieved August 15, 2021, from <https://logitech.uk.com/what-we-offer/by-material/sapphire/>
- Vovk, E. A., Budnikov, A. T., Dobrotvorskaya, M. V., Krivonogov, S. I., & Dan'ko, A. Y. (2012). Mechanism of the Interaction between Al_2O_3 and SiO_2 during the Chemical-mechanical Polishing of Sapphire with Silicon Dioxide. *Journal of Surface Investigation X-ray Synchrotron and Neutron Techniques*, 6(1), 115–121.
- Wang, H., Zhang, Z., & Lu, S. (2018). Study of Several Silica Properties Influence on Sapphire CMP. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, 13(2), 886–891.
- Zhou, Y., Pan, G., Gong, H., Shi, X., & Zou, C. (2017). Characterization of Sapphire Chemical Mechanical Polishing Performances using Silica with Different Sizes and their Removal Mechanisms. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 513, 153–159.
- Zhou, Y., Pan, G., Shi, X., Gong, H., Xu, L., & Zou, C. (2015). AFM and XPS Studies on Material Removal Mechanism of Sapphire Wafer during Chemical Mechanical Polishing (CMP). *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26, 9921–9928.

การนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อก UTILIZATION OF WASTE MATERIALS FROM COCONUT TO PRODUCTION OF CONCRETE BLOCKS

วันที่รับ: 4 ตุลาคม 2564

วันที่แก้ไข: 15 พฤศจิกายน 2564

วันที่ตอบรับ: 8 กุมภาพันธ์ 2565

วันปิติ ธรรมศรี^{1*}, นันทพร อ่อนปัดชา¹,

อุษณีย์ ปีนอก¹ และ มณฑนา ศรีทองคำ¹

Wanpiti Thammasri^{1*}, Nanthaporn Aonpadcha¹,

Ussanee Peenok¹ and Munthana Srithomgkam¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร 10700

¹Faculty of Science and Technology,

Suan Dusit University, Bangkok 10700

*Corresponding Author e-mail: wanpitithammasri@gmail.com



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวและศึกษาคุณสมบัติการต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น และความชื้นของคอนกรีตบล็อกเมื่อครบ 28 วัน การทดลองผลิตคอนกรีตบล็อก จำนวน 3 สูตร โดยกำหนดให้สูตร A มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว ร้อยละ 0 เท่ากับ 700:2,100:3,500:0 โดยน้ำหนัก (กรัม) สูตร B เพิ่มกากมะพร้าว ร้อยละ 5 เท่ากับ 700:2,100:3,325:175 โดยน้ำหนัก (กรัม) สูตร C เพิ่มกากมะพร้าว ร้อยละ 15 เท่ากับ 700: 2100: 3150: 350 โดยน้ำหนัก (กรัม) โดยใช้แบบหล่อไม้รูปทรงลูกบาศก์ที่ผลิตขึ้นเอง ขนาด 15 x 15 x 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด ความหนาแน่น ความชื้นของคอนกรีตบล็อก การหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า สัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวในครั้งนี้ คือ สูตร B การใช้กากมะพร้าวเป็นส่วนผสมในคอนกรีตบล็อกเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าการต้านทานแรงอัดลดลง ส่วนผสมกากมะพร้าวในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5 และ 15 มีค่าการต้านทานแรงอัดเฉลี่ย เท่ากับ 16.90, 6.45 และ 1.67 เมกะปาสกาล ซึ่งส่วนผสมกากมะพร้าวร้อยละ 0 และ 5 ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 58-2533 สำหรับการทดสอบค่าความหนาแน่น พบว่า การเพิ่มกากมะพร้าวมากขึ้นจะทำให้ค่าความหนาแน่นลดลง เช่นเดียวกับการทดสอบความชื้น

พบว่าการเพิ่มกากมะพร้าวมากขึ้นจะทำให้ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกลดลง จากการนำกากมะพร้าวมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถช่วยลดปัญหาขยะจากวัสดุเหลือใช้และสร้างมูลค่าในการผลิตคอนกรีตบล็อกให้กับชุมชนได้

คำสำคัญ: วัสดุเหลือใช้, กากมะพร้าว, คอนกรีตบล็อก



Abstract

The purpose of this research was study to find the appropriate ratio for the production of concrete blocks mixed with coconut waste, and study of properties in compression resistance, density and moisture content after 28 days of curing. The production of concrete blocks from 3 mixture ratios in this study set A with ratio of portland cement type I: sand:rock:coconut wastes 0 percentages as 700:2,100:3,500:0 by weight (g), set B with ratio of coconut wastes 5 percentages as 700:2,100:3,325:175 weights (g) and set C with ratio of coconut wastes 15 percentages as 700:2,100:3,150:350 weights (g), by using wooden formwork 15 x 15 x 15 cm³. Then it was analyzed by compression machines, density, moisture content of concrete blocks, mean and percentage. The results showed that the optimum of appropriate ratio with concrete blocks from coconut waste in this study is set B, if increasing the use of coconut wastes as an ingredient in concrete blocks results in a decrease in compressive strength. The coconut wastes mixture in the ratio of 0, 5 and 15 percentages had average compressive strength of 16.90, 6.45 and 1.67 MPa. The mixture of coconut waste 0 percentages and 5 percentages passed to the TIS-58-2533 standard. For the density test, it was found that adding more coconut waste would decrease the density. As with the moisture content, it was found that the adding more coconut waste would decrease the moisture too. From using the coconut waste in this study can help reduce the problem of waste and create value in production of concrete block for the community.

Keywords: Waste Materials, Coconut Waste, Concrete Blocks



บทนำ

ในอดีตการสร้างบ้านเรือนนิยมนำไม้มาเป็นวัสดุก่อสร้างเพราะหาได้ง่ายและราคาไม่แพง แต่ในปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้เริ่มลดน้อยลงและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อน จึงทำให้ไม้เป็นวัสดุที่หาได้ยากและมีราคาแพง การก่อสร้างอาคารบ้านเรือนในปัจจุบันนิยมหันมาใช้วัสดุประเภทอิฐและคอนกรีตซึ่งมีราคาถูกกว่าและหาได้ง่ายกว่าไม้ สามารถทดแทนการใช้ไม้ในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่ใช้สำหรับการก่อสร้างทำผนังและใช้เป็นฝ้าเพดานมาเป็นเวลาช้านานเนื่องจากเป็นวัสดุที่ผลิตได้ง่าย มีผู้ผลิตจำนวนมาก และครอบคลุมไปทุกพื้นที่จึงทำให้มีราคาถูก การก่อสร้างยังทำได้รวดเร็ว จึงเป็นที่นิยมใช้งานอยู่ในปัจจุบัน (สวัณชัย ปลื้มฤทัย และ โยธิน อึ้งกุล, 2555) คอนกรีตเป็นวัสดุโครงสร้างที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง การใช้คอนกรีตเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงขึ้นเนื่องมาจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกิจกรรมการก่อสร้างอื่นๆ (Sanjay & Sagar, 2019) การปรับปรุงข้อด้อยด้านต่างๆ ของคอนกรีตและผลิตภัณฑ์จากซีเมนต์มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง นอกจากการใช้งานร่วมกับเหล็กในการเพิ่มกำลังรับแรงดึงให้กับคอนกรีตแล้ว ยังมีการนำวัสดุเส้นใยมาผสม เช่น เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยธรรมชาติ โดยเส้นใยธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์จะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาต่ำ และไม่มีสารพิษ สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเชิงกลเป็นไปตามมาตรฐานได้ (ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต, 2555; จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา, 2555; ฌณันท์ รักษารักษ์, ธเนศ รัตนวิไล, และ ชัยณรงค์ ศรีวัชรบุตร, 2562) มะพร้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และมีแนวโน้มของปริมาณการใช้เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ซึ่งส่งผลให้วัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าวมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วยโดยเฉพาะกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ซึ่งเส้นใยกากมะพร้าวมีส่วนประกอบทางเคมีของลิกนิน (Lignin) และส่วนเซลลูโลส (Cellulose) เป็นองค์ประกอบที่สูง ส่งผลให้เส้นใยกากมะพร้าวมีความแข็งแรงและเหนียว จึงเป็นไปได้ที่จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทำเส้นใยเสริมแรงในผลิตภัณฑ์ (ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, 2550; สมพงษ์ พิริยานนท์ และ กิตติศักดิ์ บัวศรี, 2562; นันทชัย ชูศิลป์, ชนาภัทร คุ่มภัย, ชาญณรงค์ ศรีแปลก, และ วิไล สิตพงศ์, 2556) และเส้นใยกากมะพร้าวยังมีเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นมากถึง 40% ซึ่งมากกว่าเส้นใยปอ เส้นใยป่าน เส้นใยปาล์ม เส้นใยกล้วย เป็นต้น นอกจากนั้นเส้นใยกากมะพร้าวยังมีค่าความหนาแน่นที่ต่ำ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนน้อย จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อน (พงศธร กองแก้ว และ ธานินทร์ รัชโพธิ์, 2558) สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของคอนกรีตบล็อกสำหรับใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้ (ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, 2550) ประกอบกับวิกฤตทางสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจ การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์และพัฒนา

เป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกจะสามารถช่วยลดปัญหาด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมได้ (Tomas, Ganiron, Nieves, & Tommy, 2017) ตามแนวคิดเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจด้วยการคำนึงถึงความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเป็นโมเดลเศรษฐกิจสมัยใหม่ หรือ BCG โมเดลที่เน้นการนำวัสดุต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2565) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่นำกากมะพร้าวที่เหลือใช้มาพัฒนาใช้ในงานด้านการก่อสร้างและสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน โดยเฉพาะชุมชนที่นิยมปลูกมะพร้าวกันมากในพื้นที่ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก เนื่องจากในแต่ละปีจะมีวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวกองทับถมรอการเผาทำลาย (จ๊กกฤษณ์ พนาลี, พันธศักดิ์ พ่วงพงษ์, และ ชีรภัทร์ รอดคลองตัน, 2559) เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น การนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาผลิตเป็นคอนกรีตบล็อกจะสามารถช่วยส่งเสริมการสร้างผลิตภัณฑ์ก่อสร้างต้นทุนต่ำให้กับชุมชนต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวและศึกษาคุณสมบัติการต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น และความชื้น



วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

- 1) เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต
- 2) เครื่องชั่งน้ำหนักส่วนผสมต่างๆ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 3) แบบหล่อคอนกรีตขนาด $15 \times 15 \times 15$ ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 4) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 10 กิโลกรัม ความละเอียด 1 กรัม
- 5) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตราเอสซีจี สีแดง
- 6) ทรายก่อสร้าง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร
- 7) หินละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 9.5 มิลลิเมตร
- 8) กากมะพร้าวบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 วัสดุในการทดลอง (1) หินละเอียด (2) ทรายก่อสร้าง (3) กากมะพร้าวบดละเอียด

2. การหาส่วนผสม

ในการหาส่วนผสมผลิตตัวอย่างคอนกรีตบล็อกเพื่อการทดสอบครั้งนี้ มีจำนวน 9 ตัวอย่าง 3 สูตรการทดลอง คือ

- 1) สูตร A มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว (0%) (700:2,100:3,500:0) โดยน้ำหนัก (กรัม)
- 2) สูตร B มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว (5%) (700:2,100:3,325:175) โดยน้ำหนัก (กรัม)
- 3) สูตร C มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว (15%) (700:2,100:3,150:350) โดยน้ำหนัก (กรัม)

3. การผลิตคอนกรีตรูปทรงมาตรฐาน

การดำเนินการทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐานนี้ได้ทดลองผลิตคอนกรีตด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C โดยการผลิตคอนกรีตบล็อกใช้ส่วนผสมหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย หิน ตามสูตรการทดลอง A และมีการนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 15 ตามสูตรการทดลอง B และ C ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำส่วนผสมต่างๆ มาอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกในแบบหล่อคอนกรีตขนาด $15 \times 15 \times 15$ ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้ว แกะออกจากแบบหล่อคอนกรีต จากนั้นแช่น้ำไว้ 3 วัน เมื่อครบ 3 วันแล้วนำมาผึ่งไว้อุณหภูมิห้อง 28 วัน ดังภาพที่ 2 เพื่อนำไปทดสอบหาความต้านแรงอัดและหาความชื้นเมื่อครบ 28 วัน



รูปที่ 2 การดำเนินการทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมต่างๆ ในการผลิตคอนกรีตบล็อก

สูตร	รายละเอียด	อัตราส่วนผสม (กรัม)			
		ปูน*	ทราย	หิน	กากมะพร้าว
A1	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 0%)	700	2,100	3,500	0
A2	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 0%)	700	2,100	3,500	0
A3	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 0%)	700	2,100	3,500	0
B1	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 5%)	700	2,100	3,325	175
B2	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 5%)	700	2,100	3,325	175
B3	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 5%)	700	2,100	3,325	175
C1	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 15%)	700	2,100	3,150	350
C2	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 15%)	700	2,100	3,150	350
C3	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 15%)	700	2,100	3,150	350

หมายเหตุ: ปูน* หมายถึง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

4. การทดสอบ

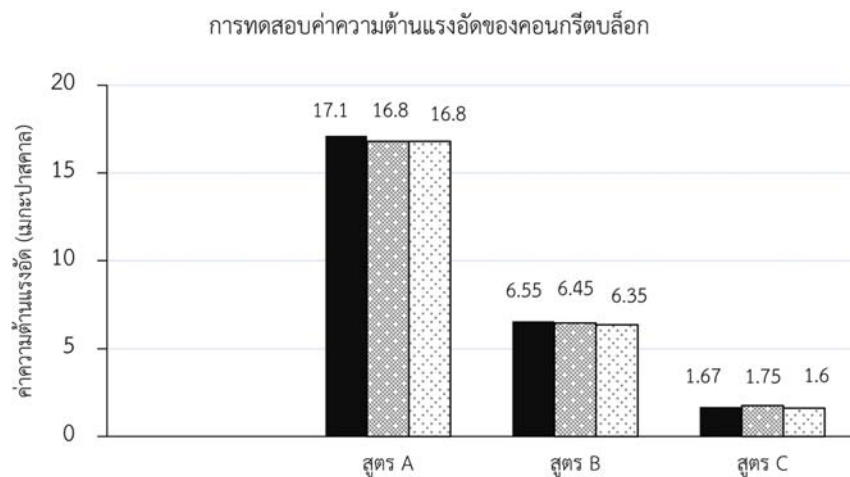
- 1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ
- 2) การวิเคราะห์ผลการทดสอบคอนกรีตบล็อก คือ ค่าความต้านแรงอัด ค่าความหนาแน่น และค่าความชื้น (ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ)



ผลการศึกษาวิจัย

1. การทดสอบความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

จากการทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐานขนาด $15 \times 15 \times 15$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยอัตราส่วนผสมต่าง ๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างกากมะพร้าว ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย และหิน แล้วนำไปทดสอบหาค่าความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 58-2533) พบว่า การใส่กากมะพร้าวเพิ่มเข้าไปในส่วนผสมคอนกรีตบล็อกจะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดลดลงตามลำดับ เมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกสูตร A ซึ่งเป็นสูตรต้นแบบที่ไม่ใส่กากมะพร้าว โดยสูตร A มีค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต เท่ากับ 17.1, 16.8, 16.8 เมกะปาสกาล ตามลำดับ สูตร B มีค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต เท่ากับ 6.55, 6.45, 6.35 เมกะปาสกาล ตามลำดับ และสูตร C มีค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต เท่ากับ 1.67, 1.75, 1.60 เมกะปาสกาล ตามลำดับ ดังรูปที่ 3 ซึ่งค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกสูตร A และสูตร B ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 58-2533) ส่วนสูตร C ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 2.0 เมกะปาสกาล

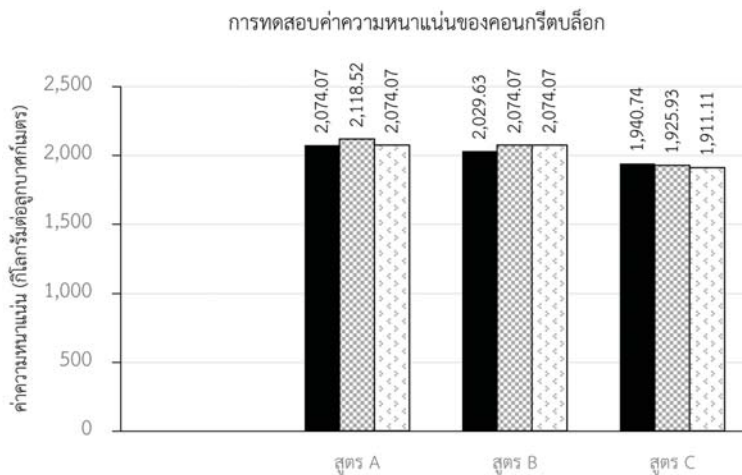


รูปที่ 3 การทดสอบค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 มีผลทำให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ

2. การหาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

จากการนำคอนกรีตบล็อกไปทดสอบหาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก ทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก มีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยสูตร A มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 2,074.07, 2,118.52, 2,074.07 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูตร B มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 2,029.63, 2,074.07, 2,074.07 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูตร C มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 1,940.74, 1,925.93, 1,911.11 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 4

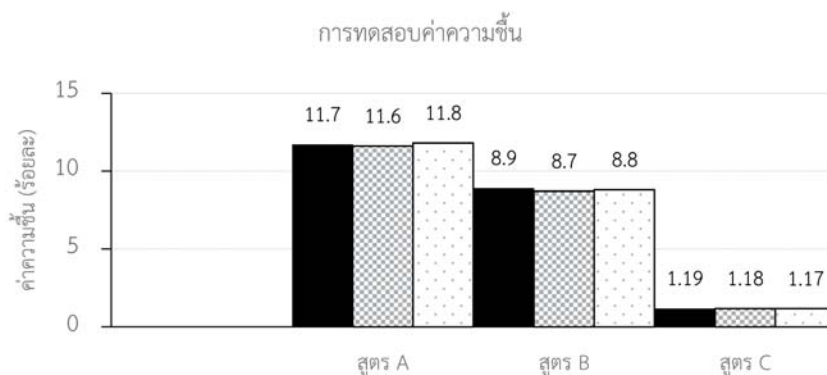


รูปที่ 4 การทดสอบค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ

3. การทดสอบปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อก

จากการนำคอนกรีตบล็อกไปทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อก ทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C พบว่าค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยสูตร A มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 11.70 สูตร B ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.80 และสูตร C ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.18 ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทดสอบค่าความชื้น

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามลำดับ



อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการผลิตคอนกรีตบล็อกในครั้งนี้ โดยใช้ส่วนผสมหลัก คือ ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย หิน ตามสูตรการทดลอง A และมีการนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 15 ตามสูตรการทดลอง B และ C พบว่าจากการศึกษาความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวสูตร B และ C พบว่าสูตร B คือ คอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวร้อยละ 5 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 58-2533 โดยมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 เมกะปาสกาล ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสูตร C เมื่อเพิ่มส่วนผสมของกากมะพร้าวเป็นร้อยละ 15 ค่าความต้านทานแรงอัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยน้อยกว่า 2.0 เมกะปาสกาล แสดงให้เห็นว่าการใส่กากมะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดลดลง โดยสอดคล้องกับการศึกษาของศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง (2550) ที่พบว่าการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมใยมะพร้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงอัด ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 58-2533 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Tomas & Ganiron (2013) ที่พบว่าการนำกากมะพร้าวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดลดลง เช่นเดียวกับการรายงานของ Mardiha, Nge, Chai, & Lim (2021) ที่พบว่าการผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยกะลามะพร้าวจะให้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกะลามะพร้าวในสัดส่วนที่มากขึ้น

เมื่อดำเนินการทดสอบหาปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อก พบว่าคอนกรีตบล็อกทั้งสูตร A, B และ C ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยคอนกรีตบล็อกสูตร B และ C ที่ผสมกากมะพร้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 15 จะส่งผลทำให้ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของสุวิทย์ชัย ปลื้มฤทัย และ โยธิน อึ้งกุล (2555) ที่พบว่าเมื่อใส่ผักตบชวาในคอนกรีตบล็อกในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ค่าความชื้นในคอนกรีตบล็อกลดลง

จากการทดสอบหาปริมาณค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกทั้งสูตร A, B และ C ดังกล่าว พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพล สีหาบุตร, เพ็ญชาย เวียงใต้, ภคพล ช่างยันต์, และ เจษฎ์ศิริ เกื่อนมูลละ (2558) ที่พบว่าการผลิตอิฐบล็อกที่มีส่วนผสมจากใยธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นของอิฐบล็อกลดลง อย่างไรก็ตาม การที่ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงนั้นส่งผลดีและเป็นประโยชน์ในด้านการก่อสร้าง เนื่องจากทำให้คอนกรีตบล็อกมีน้ำหนักลดลง ส่งผลทำให้น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อคานน้อย นอกจากนั้นการขนส่งมีแนวโน้มทำได้สะดวกมากขึ้น



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C จำนวน 3 สูตร โดยใช้ส่วนผสมหลัก คือ ปูน ทราย หิน ตามสูตรการทดลอง A และมีการนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 15 ตามสูตรการทดลอง B และ C แล้วนำมาอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกในแบบหล่อคอนกรีตขนาด $15 \times 15 \times 15$ ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดและหาค่าความชื้นเมื่อครบ 28 วัน ซึ่งพบว่าส่วนผสมคอนกรีตบล็อกสูตรต่างๆ จะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดแตกต่างกัน โดยเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกสูตร A ซึ่งเป็นสูตรต้นแบบที่มีส่วนผสมของกากมะพร้าวร้อยละ 0 ให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตเฉลี่ย เท่ากับ 16.9 เมกะปาสคาล สูตร B ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 เมกะปาสคาล และสูตร C ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 เมกะปาสคาล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 58-2533) พบว่าสูตร A และสูตร B เนื่องจากค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนด ส่วนสูตร C ไม่ผ่านตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนด เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 2.0 เมกะปาสคาล

จากการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดังกล่าว พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยให้ผลดังนี้ คือ สูตร A ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 2,088.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูตร B ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 2,059.26 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูตร C ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 1,925.93 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากพิจารณาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก พบว่ามีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามลำดับ

นอกจากนั้นเมื่อดำเนินการทดสอบหาปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อกดังกล่าว พบว่าค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยให้ผลดังนี้ คือ สูตร A ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 11.70 สูตร B ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.80 และสูตร C ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.18 หากพิจารณาค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อก พบว่ามีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามลำดับ

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้ สัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวในครั้งนี้ คือ สูตร B ที่มีการผลิตคอนกรีตบล็อกโดยนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาผลิตคอนกรีตบล็อกครั้งนี้จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตคอนกรีตบล็อกสำหรับงานก่อสร้างสำหรับในด้านของปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย พบว่าการใช้แบบไม่ในการทดลองจะมีการดูดซึมน้ำมากกว่าแบบเหล็กและพลาสติก อาจส่งผลต่อก่อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก ตลอดจนการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก.

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

คณะผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากกากมะพร้าวร่วมกับวัสดุเหลือใช้ประเภทอื่น รวมถึงการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุด้วยกระบวนการ SEM (Scanning Electron Microscopy)

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงพื้นที่

สำหรับชุมชนที่นิยมปลูกมะพร้าวกันมากในพื้นที่ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก สามารถนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาผลิตเป็นคอนกรีตบล็อก ซึ่งช่วยส่งเสริมการสร้างผลิตภัณฑ์ก่อสร้างต้นทุนต่ำให้กับชุมชน รวมถึงการศึกษาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจากชุมชนโดยเน้นต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มรายได้ในระดับครัวเรือนต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- จักกฤษณ์ พนาลี, พันธศักดิ์ พ่วงพงษ์, และ อธิภัทร รอดคลองตัน. (2559). การศึกษาและออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำนักงานจากเส้นใยกากมะพร้าว. *รมยสาร*, 14(ฉบับพิเศษ), 165–172.
- จิรวรรณ วิมุตติสุขวิริยา. (2555). *คุณสมบัติการต้านแรงอัดของคอนกรีตผสมกากใยอ้อยในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์*. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ณคนัท รักษาภิรักษ์, ธนศ รัตนวิไล, และ ชัยณรงค์ ศรีวะบุตร. (2562). ผลของเส้นใยเหลือใช้จากเศษวัสดุทางการเกษตรต่อสมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางความร้อนของวัสดุไม้ผสมพลาสติกจากพอลิโพรพิลีน. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 42(4), 327–338.
- นันทชัย ชูศิลป์, ชนาภัทร คุ่มภัย, ชาญณรงค์ ศรีแปลก, และ วิไล สิตพงศ์. (2556). สมบัติเชิงกลของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนด. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 1(2), 89–99.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). *หลักเกณฑ์เฉพาะในการตรวจสอบเพื่อการอนุญาต สำหรับผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 58-2533*. สืบค้น 29 กันยายน 2564, จาก <http://law.industry.go.th/laws/file/60509>
- ปิยะพล สีหาบุตร, เพ็ญชาย เวียงใต้, ภาณุพล ช่างยันต์, และ เจษฎาศิริ เกื้อนมูลละ. (2558). การใช้ฟางข้าวในอิฐบล็อกประสาน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 36(4), 478–485.
- พงศธร กองแก้ว และ ธาณินทร์ รัชโพธิ์. (2558). การศึกษาสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพของพลาสติกเสริมแรงด้วยใยกากกล้วยน้ำว้าและใยมะพร้าว. *มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*.
- ภูษิต เลิศวัฒนาภิรักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต. (2555). คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, 9(1), 113–124.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง. (2550). *คอนกรีตผสมใยมะพร้าว*. วิทยานิพนธ์ สาขาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สมพงษ์ พิริยานต์ และ กิตติศักดิ์ บัวศรี. (2562). การผลิตและทดสอบสมบัติทางความร้อนและทางกลของวัสดุผสมจากน้ำยางธรรมชาติและเส้นใยมะพร้าว. ใน *งานประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 4 (The 4th National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business administration, Engineering, Science and Technology)*, (น. 684–690). ชุมพร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2565). *เศรษฐกิจสีเขียว*. สืบค้น 20 มกราคม 2565, จาก <https://www.bcg.in.th/green-economy/>
- สุวัฒน์ชัย ปลื้มฤทัย และ โยธิน อึ้งกุล. (2555). *การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Mardiha, M., Nge, Z. Z., Chai, W. J., & Lim, J. L. (2021). Concrete Block with Partial Replacement of Coarse Aggregate by Coconut Shell: A Review. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 2(1), 25–35.
- Sanjay, K. V., & Sagar, S. (2019). Use of Coconut Shell as Partly Substitution of Coarse Aggregate – An Experimental Analysis. In *American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings 2158*, (pp. 020021-1–020021-8). 25 September 2019. Madhya Pradesh: India.
- Tomas, U., & Ganiron, Jr. (2013). Sustainable Management of Waste Coconut Shells as Aggregates in Concrete Mixture. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 6(5), 7–14.
- Tomas, U., Ganiron, Jr., Nieves, U. G., & Tommy, U. G. (2017). Recycling of Waste Coconut Shells as Substitute for Aggregates in Mix Proportioning of Concrete Hollow Blocks. *World Scientific News*, 77(2), 107–123.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การพัฒนาแบบจำลองระบบโลจิสติกส์และการตัดสินใจเลือกรูปแบบ
การเดินทางท่องเที่ยวเชื่อมโยงเมืองมรดกโลกภาคเหนือตอนล่าง
ประเทศไทย กลุ่มเมืองหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
DEVELOPMENT OF LOGISTICS AND TRAVEL MODE CHOICE
MODEL FOR WORLD HERITAGE TOURISM ALONG LOWER NORTH OF
THAILAND CONNECTIVITY LUANG PRABANG PROVINCE OF LAOS

วันที่รับ: 16 สิงหาคม 2564

วันที่แก้ไข: 11 กุมภาพันธ์ 2565

วันที่ตอบรับ: 21 มีนาคม 2565

อลงกรณ์ เมืองไหว¹, วชิระ วิจิตรพงษ์^{1*}

และ ธนิดา โขนงนุช¹

Alongkorn Muangwai¹, Wachira Wichitphongsa^{1*}

and Thanida Khanongnuch¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹Faculty of Industrial Technology,

Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000

*Corresponding author e-mail: wachira.tran@psru.ac.th



บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์โซ่อุปทานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการท่องเที่ยวเมืองมรดกโลก เชื่อมโยงภาคเหนือตอนล่างและเมืองหลวงพระบาง โดยวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาผ่านเครื่องมือตามแนวคิดการประเมินห่วงโซ่อุปทานของ Chopra ทั้ง 6 ด้าน และนำมาสังเคราะห์ร่วมกับการพัฒนาแบบจำลองการเลือกระบบขนส่งเพื่อการเดินทางท่องเที่ยวแบบโลจิสติกส์หลายทางเลือก (Multimodal Logit Model) ทำให้ทราบถึงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและเสนอแนะแนวทางการพัฒนาเพื่อยกระดับการท่องเที่ยวเชื่อมโยงระหว่างเมืองมรดกโลกในอนาคต ผลการศึกษาพบว่า ในพื้นที่ที่มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกในการท่องเที่ยว สามารถตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี มีโครงข่ายคมนาคมขนส่งทางถนนอยู่ในระดับดี มีท่าอากาศยานทั้งในระดับภูมิภาคและในระดับนานาชาติช่วยเพิ่มศักยภาพในการเดินทาง แต่ทั้งนี้การเชื่อมโยงการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวยังทำได้ไม่ด้นัก ทรัพยากรในพื้นที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนาและวัฒนธรรมเป็นส่วนใหญ่ แนวทางการพัฒนาจะต้องมีการเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐาน

เพื่อรองรับปริมาณนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต โดยกลุ่มจังหวัดที่จะกลายเป็นศูนย์กลาง
คลัสเตอร์การท่องเที่ยว อาทิเช่น พิษณุโลก สุโขทัย อุตรดิตถ์ เน้นหนักในด้านคุณภาพและ
ความพอเพียงของระบบไฟฟ้า ประปา สาธารณสุข ในขณะที่พื้นที่อื่นเน้นเรื่องของความ
ครอบคลุมของเส้นทางท่องเที่ยวที่มีแนวโน้มจะเดินทางออกจากเขตเมืองเพื่อท่องเที่ยว
มากยิ่งขึ้น สนับสนุนให้เกิดการรวมกลุ่มเพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้สอดคล้องกับศักยภาพพื้นที่
และบริบทของชุมชน เพิ่มความน่าสนใจและดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามายังพื้นที่ รวมถึง
การแก้ไขกฎระเบียบข้อจำกัดด้านการขนส่ง การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะระหว่างประเทศ
เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเชื่อมโยงการท่องเที่ยวบนเส้นทางฯ มากยิ่งขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: เมืองมรดกโลก, พฤติกรรมนักท่องเที่ยว, แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง



Abstract

This research study and analysis of tourism supply chains and infrastructure development linking tourism to World Heritage cities in the Lower North Cluster 1 in Thailand and Luang Prabang, Laos are the route that ready to develop both of infrastructure and attractions. This research is study and analyze supply chain tourism and related activities to analyze logistics tourism development then presented like policies to develop supply chain tourism on that route. In analysis process use the concept of supply chain assessment of Chopra in 6 sides: and synthesize with the development of a multimodal Logit Model with the utility function to develop the tourism supply chain and development approach to enhance tourism between world heritage cities in the future. Results of supply chain tourism found that the area is ready in infrastructure and tourism facilities to respond the needs of tourists as well, road transport network, regional and international airports but connection is not good enough. Tourism resources in area are religious and cultural tourist attraction mostly. Development guidelines should be prepare infrastructure to support the tourist volume that increasing. The provinces that will be the center such as Phitsanulok, Sukhothai, and Uttaradit should focus on infrastructure coverage to support traveling of tourists trends to leave from city to travel. Support the grouping for create tourism cluster

that is consistent with the area potential and community context, increase interest and attract tourists to enter the area and modify transportation restrictions, develop public transportation system for support travel connection on that route.

Keywords: World Heritage, Tourist Behavior, Mode Choice Models



บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวถือได้ว่าเป็นหนึ่งในภาคเศรษฐกิจที่สำคัญและมีผลต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2553–2562) รายได้จากนักท่องเที่ยวต่างชาติขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 14 ต่อปี และส่งผลให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องมีการเติบโตอย่างชัดเจน (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2564) แต่ทั้งนี้เนื่องด้วยสถานการณ์ COVID-19 ทำให้สถานการณ์นักท่องเที่ยวในช่วงปี พ.ศ. 2563–2564 ลดลงเกือบทั้งหมดในส่วนของนักท่องเที่ยวต่างชาติ ทำให้ระบบการบริหารจัดการเพื่อส่งผ่านนักท่องเที่ยวจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสม เตรียมพร้อมรับมือกับภาวะเปราะบางและความต้องการเดินทางในยุคความปกติใหม่ประเทศไทย (Thailand New Normal) โดยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเดินทางท่องเที่ยวทั้งในประเทศและระหว่างประเทศที่ยังคงมีรอยต่อหรืออุปสรรคในการไหลของนักท่องเที่ยว ก็คือการเชื่อมโยงระบบขนส่งซึ่งสะท้อนผ่านดัชนีการจัดอันดับการแข่งขันด้านการท่องเที่ยว (Travel and Tourism Competitiveness Index: TTCI) ปี 2562 ที่จัดอันดับโดย สภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum, 2018) นั้น ไทยติดอันดับ 31 จาก 140 ประเทศทั่วโลก และเป็นอันดับ 3 ของอาเซียนรองจากสิงคโปร์และมาเลเซีย แต่เมื่อพิจารณาในเชิงลึก ยังพบว่าประเทศไทยยังประสบปัญหาเชิงโครงสร้างที่อาจกระทบต่อศักยภาพและการเติบโตในระยะยาวอยู่พอสมควร โดยผลคะแนนการประเมินในด้านโครงสร้างพื้นฐานคมนาคมขนส่ง ทั้งทางถนน ทางราง ทางเรือ และทางอากาศ ในภาพรวมที่ลดลงเมื่อเทียบกับนานาชาติ ซึ่งค่อนข้างแปรผกผันกับแนวทางและการดำเนินงานการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดมา ซึ่งภาครัฐได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้วางกรอบการจัดทำยุทธศาสตร์และแผนงานโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งของไทย เพื่อสร้างรากฐานความมั่นคงทางเศรษฐกิจ สังคม ความปลอดภัยในการเดินทางและการขนส่งกับประเทศเพื่อนบ้าน สนับสนุนการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของประชาชนและนักท่องเที่ยว (Ben-Akiva & Lerman, 1985) ประกอบกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560–2564) ได้กำหนดให้การท่องเที่ยวแบบยั่งยืนเป็นนโยบายหนึ่งในการขับเคลื่อนประเทศ ซึ่งมีบทบาทในการสร้างรายได้ทางเศรษฐกิจ มุ่งเน้นในการสร้างคุณค่าทางมรดกวัฒนธรรม วิถีชีวิต ที่นักท่องเที่ยวสามารถมีส่วนร่วมและสร้างประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการเดินทางท่องเที่ยวในสถานที่ต่างๆ มาช่วยพัฒนาการประสานงานกันในระบบโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ ให้มีความเชื่อมโยงกิจกรรมระหว่างต้นทางถึงปลายทางห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยว สอดคล้องกับจุดแข็งในเชิงพื้นที่ตามแผนยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ที่มุ่งเน้นนโยบายการพัฒนาเมืองประวัติศาสตร์และเมืองมรดกโลกให้เกิดความเชื่อมโยงทั้งในด้านการเดินทาง ระบบโครงสร้างพื้นฐาน และโลจิสติกส์ทั้งในและระหว่างประเทศ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การวิจัยนี้จึงมุ่งวิเคราะห์โซ่อุปทานและคุณลักษณะด้านโลจิสติกส์ รวมถึงการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางท่องเที่ยว ซึ่งได้คัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างคือเมืองมรดกโลกสุโขทัยและเมืองบริวารที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ สุโขทัย กำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางสังคมและวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมและประเพณีของผู้คน เชื่อมโยงเมืองมรดกโลกหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่มีลักษณะทางสังคม แนวคิด ขนบธรรมเนียมและวัฒนธรรมที่มาจากต้นกำเนิดใกล้เคียงกัน ก่อให้เกิดแนวคิดการท่องเที่ยวระหว่างเมือง และยังสามารถรับกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกระหว่างแหล่งท่องเที่ยวต้นทางและปลายทางดังกล่าว อาทิเช่น โครงการพัฒนาระบบขนส่งทางรางและการต่อเชื่อมระบบขนส่งสาธารณะ ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกการเดินทางและองค์ประกอบโดยรวมด้านโลจิสติกส์ จึงจะเป็นโอกาสในการยึดโยงการเดินทางและนำพานักท่องเที่ยวเข้าสู่พื้นที่ชุมชนท้องถิ่น อันจะก่อให้เกิดรายได้มากยิ่งขึ้น



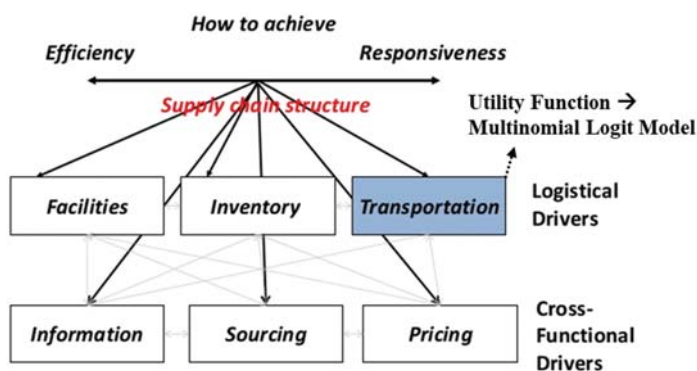
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์โซ่อุปทานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อการท่องเที่ยวเมืองมรดกโลก เชื่อมโยงภาคเหนือตอนล่างและเมืองหลวงพระบาง
2. เพื่อวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองรูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวเมืองมรดกโลก เชื่อมโยงภาคเหนือตอนล่างและเมืองหลวงพระบาง



กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์โดยทฤษฎีห่วงโซ่อุปทานตามแนวคิดของ Chopra (Driver of Supply Chain Performance by Chopra) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานใน 6 มิติ ที่เป็นส่วนสำคัญที่จะผลักดันและยกระดับด้านการท่องเที่ยวระหว่างประเทศ และการศึกษาซึ่งได้พัฒนาแบบจำลองด้านการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยว กรณีมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรูปแบบใหม่เชื่อมโยง อาทิเช่น ระบบทางพิเศษ (Expressway) ระบบรถไฟเชื่อมระหว่างประเทศ ผ่านปัจจัยพื้นฐานที่นักท่องเที่ยวคำนึงถึง และแสดงออกถึงพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวระหว่างประเทศผ่านรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกัน ตามคุณลักษณะรายบุคคลผ่านตัวแปรอรรถประโยชน์ (Utility Function) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

การประเมินประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานตามแนวคิดของ Chopra

การศึกษานี้มุ่งเน้นการนำแนวคิดแนวคิดการประเมินประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทาน โดยนำเสนอองค์ประกอบ 6 ด้าน ที่ขับเคลื่อนและมีผลต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทาน ได้แก่ องค์ประกอบด้านสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) สินค้าคงคลัง (Inventory) และการขนส่ง (Transportation) ที่เป็นตัวขับเคลื่อนด้านโลจิสติกส์ในห่วงโซ่ และองค์ประกอบด้านข้อมูลข่าวสาร (Information) ทรัพยากร (Sourcing) และราคา (Pricing) ที่มีลักษณะเป็นตัวเชื่อมประสาน (Cross-Functional) และขับเคลื่อนการทำงานภายในห่วงโซ่อุปทาน โดยอยู่บนพื้นฐานแนวคิดการสมดุลระหว่างการตอบสนองกับประสิทธิภาพ ซึ่งจะเติมเต็มการศึกษาด้านโลจิสติกส์เพื่อการท่องเที่ยวให้ครอบคลุมกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้งในฝั่งของความต้องการนักท่องเที่ยว และการตอบสนองโดยผู้ประกอบการ ภาครัฐ และภาคเอกชน ให้ครบถ้วนในทุกภาคส่วน

ทฤษฎีอรรถประโยชน์และแบบจำลองโลจิตหลายทางเลือก (Multinomial Logit Model)

แบบจำลองที่ถูกนิยามเพื่อใช้ในการอธิบายพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง นิยมนำแบบจำลองทางเลือกแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Choice Models) มาใช้ (Ayyub & Klir, 2005; Hensher, Rose, & Greene, 2005) โดยวิเคราะห์และคาดการณ์พฤติกรรมการตัดสินใจโดยพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ (Attributes) ของแต่ละรูปแบบการเดินทางที่แตกต่างกัน แล้วจึงเลือกรูปแบบการเดินทางที่ให้ค่าอรรถประโยชน์สูงสุด (Utility Maximization) โดยรูปแบบฟังก์ชันอรรถประโยชน์ ได้แก่ ส่วนประกอบของอรรถประโยชน์ที่สามารถวัดค่าได้แน่นอน (Determinant Component) และส่วนอรรถประโยชน์ที่รวมตัวแปรความไม่แน่นอน (Random Component) ทั้งความผิดพลาดจากการวัดค่าความผิดพลาดจากการสำรวจ รสนิยมเฉพาะบุคคล (Individual taste) แสดงดังสมการที่ (1) (Lotan, 1992)

$$u_{in} = v_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

โดยที่ u_{in} คือ อรรถประโยชน์สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ n ให้กับตัวเลือกที่ i
 v_{in} คือ องค์ประกอบอรรถประโยชน์ที่วัดค่าได้แน่นอน สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ n ให้กับตัวเลือกที่ i
 ε_{in} คือ องค์ประกอบอรรถประโยชน์ที่ไม่สามารถวัดค่าที่แน่นอน สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ n ให้กับตัวเลือกที่ i

สำหรับการศึกษานี้ได้เลือกใช้แบบจำลองโลจิต (Logit Model) เนื่องจากการเดินทางท่องเที่ยวระหว่างประเทศในปัจจุบันสามารถทำได้มากกว่า 2 รูปแบบขึ้นไป และยังมีรูปแบบการขนส่งที่จะพัฒนาในอนาคต จึงเลือกใช้แบบจำลองแบบหลายทางเลือก ซึ่งสามารถสะท้อนการกระจายตัวและปัจจัยของผู้เดินทางท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสม ดังสมการที่ (2)

$$P_n(i) = \frac{e^{v_{in}}}{\sum_{j \in C_m} e^{v_{jn}}} \quad (2)$$

โดยที่ $P_n(i)$ คือ ความน่าจะเป็นของผู้เลือกลำดับที่ n ซึ่งการเดินทาง i
 v_{in} คือ ค่าอรรถประโยชน์ของทางเลือก i ของผู้เดินทางคนที่ n
 C_m คือ จำนวนของทางเลือกทั้งหมด
 j คือ ทางเลือกที่ j (เช่น รถยนต์ รถไฟฟ้า เป็นต้น)



วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้เทคนิควิธีการสำรวจเชิงลึกกับผู้ให้บริการ และการสำรวจความต้องการเดินทางกับนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวลาว บริเวณแหล่งท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกของทั้งสองประเทศ ด้วยเทคนิค Stated Preference (SP) โดยการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวกับนักท่องเที่ยวโดยใช้แบบสอบถาม ในลักษณะของข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ลักษณะการเดินทางและยานพาหนะที่เลือกใช้ รวมถึงการตัดสินใจและข้อมูลประกอบการเลือกรูปแบบการเดินทาง เมื่อเผชิญกับสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้น โดยแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีจำนวน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามที่เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของผู้ตอบ เช่น เพศ อายุ อาชีพ รายได้ เส้นทางและแหล่งท่องเที่ยว ระยะเวลาในการท่องเที่ยว ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยว และแนวโน้มการเดินทางท่องเที่ยวซ้ำ เป็นต้น ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้เดินทางต่อรูปแบบการเดินทางท่องเที่ยว โดยสมมติสถานการณ์ต่างๆ ของรูปแบบการเดินทางให้ผู้เดินทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่พึงพอใจมากที่สุด

จากการกำหนดตัวแปรคุณสมบัติของกลุ่มตัวเลือกรูปแบบการเดินทางที่ต้องการศึกษา มีตัวแปรที่สนใจทั้งหมด 7 ตัวแปร ดังนี้ เวลาเดินทาง เวลารอคอย เข้าถึงระบบขนส่ง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าโดยสาร ความหนาแน่นของแหล่งท่องเที่ยว และจำนวนแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพ เมื่อจัดตัวแปรทั้งหมดเข้ากับตัวเลือกรูปแบบการเดินทาง พบว่ามีตัวแปรคุณสมบัติทั้งหมดที่ต้องพิจารณาร่วมกันของรูปแบบการเดินทางทุกรูปแบบทั้งหมด 18 ตัวแปร การออกแบบการทดลองพิจารณาใช้แผนแบบการทดลองแบบ Fractional Factorial Design (Train, 2003) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรคุณสมบัติของรูปแบบการเดินทางระหว่างจังหวัดภาคเหนือตอนล่างและเมืองหลวงพระบาง

รูปแบบการเดินทาง	ตัวแปรคุณสมบัติที่สนใจ
รถยนต์ส่วนบุคคล	ระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทาง, ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง), ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง, ค่าใช้จ่ายทางพิเศษ, ระยะเวลาที่ลดลงจากทางพิเศษ
โครงข่ายโครงการก่อสร้าง	ระยะเวลาในการเข้าถึงสถานีรถไฟ, ระยะเวลาเดินทาง
รถไฟทางคู่ (ประเทศไทย)	ในรถไฟ, ค่าโดยสาร, เวลาคอย, ระยะเวลาในการเดินทาง
รถไฟลาว-จีน (สปป.ลาว)	ออกจากสถานีไปยังจุดหมายปลายทาง

รูปแบบการเดินทาง	ตัวแปรคุณสมบัติที่สนใจ
รถขนส่งสาธารณะ	ระยะเวลาเข้าถึงรถขนส่งสาธารณะ, ระยะเวลาเดินทาง ในรถขนส่งสาธารณะ, ค่าโดยสาร, เวลาคอย, ระยะเวลาเดินทาง จากจุดจอดไปยังจุดหมายปลายทาง
เครื่องบิน	ระยะเวลาในการเข้าถึงสนามบิน, ระยะเวลาเดินทางใน เครื่องบิน, ค่าโดยสาร, เวลาคอย, ระยะเวลาเดินทางจาก จุดจอดไปยังจุดหมายปลายทาง

ตารางที่ 2 ตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางและของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ตัวแปร	ความหมาย
TIME	ระยะเวลาเดินทางซึ่งรวมเวลาเดินทางนอกยานพาหนะ (นาที) • ประกอบไปด้วย ระยะเวลาในยานพาหนะ + ระยะเวลารอ + ระยะเวลาเข้าถึง และระยะเวลาออกจากยานพาหนะไปยัง จุดต้นทาง และปลายทาง
COST	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท) • รถยนต์และรถจักรยานยนต์ ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง • รถโดยสาร รถไฟ เครื่องบิน ได้แก่ ค่าโดยสาร • ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษายานพาหนะ

2. การสำรวจข้อมูล

การสำรวจข้อมูลกลุ่มเป้าหมายเป็นนักท่องเที่ยวที่สามารถตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยตนเองได้ โดยทำการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวเพื่อสร้างแบบจำลองแรงแคมยูทิลิตี้ (Random Utility Model) จากการสำรวจข้อมูลได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์ทั้งสิ้น 360 แบบสอบถาม และแบบสอบถามสำหรับเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 60 ตัวอย่าง ซึ่งเทียบเคียงจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม (Simon, Matthew, & Fred, 2011) ที่ระบุว่า 200–400 กลุ่มตัวอย่าง ก็เพียงพอในการวิเคราะห์แบบจำลองประเภทโลจิต

การกำหนดตัวแปรในการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางจะใช้ตัวแปรที่แสดงถึงคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง และตัวแปรด้านสังคม-เศรษฐกิจของผู้เดินทาง โดยแยกพิจารณาเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1) พิจารณาตัวแปรค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางรวมเป็นแบบ Generic attributes และตัวแปรลักษณะทางสังคม-เศรษฐกิจของผู้เดินทาง

2) พิจารณาตัวแปรค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางรวมเป็นแบบ Mode-specific attributes และตัวแปรลักษณะทางสังคม-เศรษฐกิจของผู้เดินทาง



ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวบนเส้นทางฯ ใช้กรอบแนวคิดของ Chopra ซึ่งจำแนกระบบโซ่อุปทานการออกเป็น 6 มุมมอง ประกอบด้วย โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกในการท่องเที่ยว สินค้าคงคลัง การขนส่ง ข้อมูล การจัดหา และการกำหนดราคา โดยมีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

1. ด้านโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกในการท่องเที่ยว

ภาพรวมโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารตามเส้นทางภาคเหนือตอนล่างไปยังเมืองหลวงพระบาง สามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยของโครงสร้างพื้นฐานเท่ากับ 4.61 มากกว่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการของนักท่องเที่ยว จะมีเพียงส่วนของจังหวัดไชยบุรี ที่มีความสามารถในการรองรับในระดับปานกลาง เนื่องจากการพัฒนายังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว สำหรับระบบโทรคมนาคมในประเทศไทยมีโครงข่ายการเชื่อมโยงและศักยภาพของสัญญาณ ระบบอินเทอร์เน็ตพื้นที่ในระดับดีมาก อาทิเช่น จังหวัดพิษณุโลก และอุดรดิตถ์ ในส่วนของส่วนจังหวัดที่มีระบบโทรคมนาคมที่ครอบคลุมพื้นที่น้อยที่สุดคือ ไชยบุรี และหลวงพระบาง ซึ่งนักท่องเที่ยวมีความต้องการสัญญาณโทรศัพท์ให้บริการในแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ ในสถานที่สำคัญ โรงแรม ร้านอาหาร ร้านกาแฟต่างๆ จะมีระบบอินเทอร์เน็ตให้ใช้บริการฟรี

ระบบสาธารณสุข พบว่าสถานพยาบาลที่รองรับการท่องเที่ยวในเส้นทางตลอดเส้นทางท่องเที่ยวในประเทศไทยมีจำนวนสถานพยาบาลรองรับอย่างน้อย 1 แห่งต่ออำเภอ ซึ่งเป็นโรงพยาบาลประจำอำเภอ สำหรับอำเภอที่มีประชากรมาก เช่น ในเขตอำเภอเมืองของแต่ละจังหวัดจะมีโรงพยาบาลขนาดใหญ่และโรงพยาบาลเอกชนที่สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ สำหรับสถานพยาบาลในเขตไชยบุรีและหลวงพระบาง ประเทศลาว พบว่ามีจำนวนสถานพยาบาลน้อยเพียง 2 แห่ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความไม่สะดวกแก่นักท่องเที่ยวในกรณีที่ยังแหล่งท่องเที่ยวที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล

2. สินค้าคงคลัง

ทรัพยากรการท่องเที่ยวในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนา วัฒนธรรม และเชิงธรรมชาติ วิถีชีวิตของผู้คนฝั่งแม่น้ำโขงและประวัติศาสตร์เมืองมรดกโลก โดยกิจกรรมการท่องเที่ยวเน้นหนักในเชิงประสบการณ์พื้นบ้านและกีฬาทางน้ำบริเวณน้ำตกและเขื่อนกักเก็บน้ำ แต่อุปสรรคของแหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทยและลาวคือแต่ละแหล่งตั้งอยู่ห่างไกลกัน

ต้องบริหารจัดการระยะเวลาเดินทาง รวมถึงไม่มีระบบขนส่งสาธารณะในการเชื่อมต่อไปยังแหล่งโดยตรง การเดินทางยังมีรอยต่อ ไม่สามารถเชื่อมการเดินทางแต่ละรูปแบบได้ ทำให้นักท่องเที่ยวที่ไม่มียานพาหนะเกิดความยากลำบากในการเดินทาง บางแหล่งท่องเที่ยวยังไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ ผู้พิการ การบริหารจัดการจุดจอดรถ และห้องน้ำที่อาจยังไม่เพียงพอ สำหรับภาษาสากล ป้ายบอกทาง หรือการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวยังพบเห็นในแหล่งท่องเที่ยวขนาดใหญ่ และมักมีเพียงภาษาไทยและภาษาลาวเป็นหลัก ในขณะที่แหล่งท่องเที่ยวของประเทศลาวจะมีความโดดเด่นเชิงศาสนาและวัฒนธรรมเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีความน่าสนใจในเรื่องวิถีชีวิตริมฝั่งโขง ธรรมชาติที่ยังคงความสมบูรณ์ และสวยงามระดับโลก แต่ทั้งนี้ในภาพรวมถือว่าแหล่งท่องเที่ยวยังไม่รองรับกับนักท่องเที่ยวทุกกลุ่มวัยได้เท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาด้านการเดินทางเข้าถึงที่ทำให้ลำบากและไม่สะดวกเป็นปัญหาหลัก

3. การขนส่ง

ในภาพรวมของโครงข่ายคมนาคมขนส่งทางถนนนั้นอยู่ในระดับดี มีเพียงแค่บางช่วงในพื้นที่ประเทศลาวเท่านั้นที่คุณภาพด้อยกว่าในพื้นที่อื่น มีคุณภาพของผิวทางค่อนข้างดี สิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทางค่อนข้างครบถ้วน และมีโครงข่ายครอบคลุมการเดินทางทั้งในพื้นที่ตัวเมืองและการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยว สะดวกต่อการเดินทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยว นอกจากนี้ ในพื้นที่ยังมีท่าอากาศยานทั้งในระดับภูมิภาคและในระดับนานาชาติที่ช่วยเพิ่มทางเลือกและอำนวยความสะดวกในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น โดยท่าอากาศยานที่มีความโดดเด่นมากที่สุดคือ ท่าอากาศยานนานาชาตินครหลวงพระบาง ประเทศลาวที่ถือเป็นท่าอากาศยานขนาดใหญ่รองรับการเดินทางทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในขณะที่ท่าอากาศยานของไทยก็มีความพยายามในการยกระดับคุณภาพและการให้บริการให้ครอบคลุมการเดินทาง เชื่อมโยงทั้งในและนอกประเทศมากยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้การเชื่อมโยงการเดินทางยังทำได้ไม่ดີนัก โดยในพื้นที่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงการขนส่งในระบบรางซึ่งเป็นระบบคมนาคมขนส่งที่มีประสิทธิภาพ และในปัจจุบันเป็นหนึ่งในรูปแบบการเดินทางท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยว รวมถึงระบบขนส่งทางอากาศที่โดยส่วนใหญ่ ยกเว้นในท่าอากาศยานนานาชาติหลวงพระบาง จะเป็นเส้นทางการเดินทางภายในประเทศเชื่อมโยงกับเมืองหลวงและหัวเมืองใหญ่ในประเทศเป็นหลัก ซึ่งยังไม่สามารถเชื่อมโยงการเดินทางท่องเที่ยวบนแนวเส้นทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้การเดินทางท่องเที่ยวบนเส้นทางยังคงต้องอาศัยการเดินทางทางถนนเป็นหลักซึ่งใช้เวลาเดินทางนาน และอาจไม่ตอบโจทย์นักท่องเที่ยวที่มีเวลาเดินทางท่องเที่ยวไม่มากนัก

4. ด้านข้อมูล

ข้อมูลด้านการท่องเที่ยวในแต่ละพื้นที่ จะมีหน่วยงานภาครัฐในการสนับสนุนและส่งเสริมให้นักท่องเที่ยวรับรู้ว่ามีแหล่งท่องเที่ยวที่มีความพร้อมในการรองรับนักท่องเที่ยว โดยในประเทศไทยมีหน่วยงานที่สนับสนุนการท่องเที่ยวภายในประเทศไทย ได้แก่ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย โดยมีหน้าที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศและนักท่องเที่ยวชาวไทยเดินทางท่องเที่ยวภายในประเทศ นอกจากนี้ภาครัฐจะดำเนินการแล้วยังมีหน่วยงานภาคเอกชน เช่น ธุรกิจนำเที่ยวเข้าในประเทศ (Inbound Tourism) ซึ่งจะทำหน้าที่ผลักดันนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศให้เกิดการเดินทางในประเทศไทย โดยมีการขายเส้นทางท่องเที่ยว หรือแพ็คเกจทัวร์เหมาจ่ายที่มีไกด์หรือไม่มีไกด์ ซึ่งสามารถให้นักท่องเที่ยวเลือกได้ตามสะดวก สำหรับพื้นที่ประเทศลาว มีหน่วยงานภาครัฐที่สนับสนุนด้านการท่องเที่ยว ได้แก่ Tourism Development Department in Laos แต่จะไม่มีหน่วยงานทางการท่องเที่ยวในต่างประเทศ แต่จะมีการดำเนินการผ่านสถานทูตในประเทศนั้นๆ เพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มาท่องเที่ยวในประเทศตนเอง

5. การจัดหา

ในส่วนนักท่องเที่ยวเมื่อพิจารณาทรัพยากรทางการท่องเที่ยวบนเส้นทางศึกษาบนเกณฑ์ของความนิยมของนักท่องเที่ยว และการเป็นแหล่งท่องเที่ยวมุ่งเน้นความยั่งยืนพบว่ามีการท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติและท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม โดยในส่วนของประเทศไทยนักท่องเที่ยวไทยเป็นนักท่องเที่ยวกลุ่มใหญ่ที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวยุโรปและอเมริกา

ทางด้านสินค้าที่ระลึก แหล่งที่มาของสินค้าที่ระลึกบริเวณพื้นที่ศึกษาของประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบหรือสิ่งที่ชุมชนท้องถิ่นสามารถสร้าง ผลิต หรือแปรรูปได้อย่างมีเอกลักษณ์ หรือบางครั้งอาจเป็นการนำสินค้าที่ผลิตจากแหล่งข้างเคียงที่มีต้นทุนต่ำมาทำการขายเพื่อให้เกิดความหลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยใช้การรวมกลุ่มทางวิสาหกิจชุมชนในรูปของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ในขณะที่สินค้าของที่ระลึกของประเทศลาวส่วนใหญ่ผลิตในประเทศ ร้อยละ 90 มีแหล่งผลิตอยู่ที่หลวงพระบางและไชยะบุรี อีกร้อยละ 10 นำเข้าจากจีน ส่วนใหญ่เป็นสินค้าจำพวกพวงกุญแจ ของที่ระลึก และเสื้อผ้า เป็นต้น ในแขวงหลวงพระบาง มีภาครัฐให้การส่งเสริมการผลิตสินค้าหัตถกรรมจากกลุ่มผู้สูงอายุ ได้แก่ การทำผ้าฝ้าย ซึ่งเป็นสินค้าพื้นเมือง สินค้าจักสาน เป็นต้น ทางด้านของเมืองหลวงพระบางสินค้าของที่ระลึกที่วางจำหน่ายตามแหล่งท่องเที่ยวในไชยะบุรีเป็นสินค้าที่ผลิตที่หลวงพระบาง ได้แก่ พวงกุญแจ กระเป๋า และพัด ที่มีลวดลายเป็นเอกลักษณ์ เป็นต้น ทางด้านของที่ระลึกของไชยะบุรี ของที่ระลึกท้องถิ่นที่ได้รับความนิยม ได้แก่ งานปักหัตถกรรม เครื่องปั้นดินเผา เครื่องหิน เครื่องจักสาน และใบชา เป็นต้น โดยมีวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจากท้องถิ่น

ในหลวงพระบางและเมืองอื่นๆ สถานประกอบการส่วนใหญ่มีเจ้าของธุรกิจเป็นคนท้องถิ่น
ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายตามความต้องการของลูกค้า ยังไม่มีนโยบาย
ด้านการจัดหาวัตถุดิบหรือกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจน พบว่านักท่องเที่ยว
ต่างชาติให้ความสนใจสินค้าและผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น

6. การกำหนดราคา

ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวสามารถมองได้ 2 มุมมอง ได้แก่ มุมมองนักท่องเที่ยว
มาใช้จ่ายในพื้นที่ท่องเที่ยว และมุมมองของธุรกิจทางการท่องเที่ยวมีการใช้จ่ายในการดำเนินการ
เช่น การจัดหาวัตถุดิบ และทรัพยากรในการบริการนักท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็นคน สิ่งของ
หรือสถานที่ โดยในมุมมองนักท่องเที่ยวที่มาใช้จ่ายในพื้นที่ ในส่วนของราคาแพ็คเกจทัวร์ด้าน
การท่องเที่ยว จากพฤติกรรมนักท่องเที่ยวที่มีการใช้จ่ายในประเทศไทยและลาว พบว่า
นักท่องเที่ยวมีหลากหลายกลุ่ม เช่น นักท่องเที่ยวที่นิยมเดินทางท่องเที่ยวบริเวณภาคเหนือ
ตอนล่าง 1 ประกอบด้วย พบว่าจังหวัดที่มีนักท่องเที่ยวยุโรปเดินทาง นักท่องเที่ยวจีนจะน้อย
และจังหวัดใดที่นักท่องเที่ยวจีนมาก นักท่องเที่ยวยุโรปจะน้อยเช่นกัน อย่างไรก็ตามพฤติกรรม
ของนักท่องเที่ยวทั้งสองกลุ่มค่อนข้างแตกต่างกันมาก กล่าวคือ นักท่องเที่ยวยุโรปจะนิยม
เดินทางท่องเที่ยวเชิงลงมือทำ (Active Experience) ซึ่งเป็นการเดินทางไปยังสถานที่ที่ตนเอง
ยังไม่เคยไปและได้เรียนรู้วัฒนธรรมที่แตกต่าง รวมถึงได้ทักษะและความรู้ หรือทัศนคติ
ที่แตกต่างกลับไป ดังนั้นรูปแบบทางการท่องเที่ยวที่นิยมจะเป็นการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม
โดยมุ่งเน้นความสร้างสรรค์ (Creativity) เช่น แพ็คเกจเรียนรู้วิถีชีวิตชาวนา ซึ่งทำให้
นักท่องเที่ยวได้ลงมือเกี่ยวข้าวและรู้ถึงประวัติ ตลอดจนวิธีการผลิตข้าวบนพิธีกรรมหรือวิถีของ
เกษตรกรประเทศไทย สำหรับราคาขายทางการท่องเที่ยว โดยปกติธุรกิจนำเที่ยวไม่ว่าจะเป็น
ประเภทใด จะมีการบวกกำไรไว้ในราคาแพ็คเกจแล้ว เฉลี่ยร้อยละ 20-40 ซึ่งจะเป็นค่าใช้จ่าย
ของการติดต่อประสานงานกับธุรกิจทางการท่องเที่ยวอื่นๆ เช่น ที่พัก ขนส่ง และร้านอาหาร
 เป็นต้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีรูปแบบการนำเที่ยวที่สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้นักท่องเที่ยว
ที่ขอความเป็นส่วนตัวมากขึ้น คือ การเดินทางท่องเที่ยวผ่านบริษัทนำเที่ยวแต่ไม่มีมัคคุเทศก์
ในการนำทาง โดยจะจัดการเพียงจองที่พักและการเดินทางตามที่นักท่องเที่ยวต้องการ อีกทั้ง
นักท่องเที่ยวยังสามารถยืดหยุ่นเวลาให้เหมือนกันท่องเที่ยวด้วยตนเอง

การพัฒนาแบบจำลองการรูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยว

การศึกษานี้ได้สร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ตัวแปรคุณลักษณะ
ของการเดินทาง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3 โดยพิจารณาเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. พิจารณาตัวแปรค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางรวมเป็นแบบ Generic Attributes
โดยตั้งสมมติฐานว่าผู้เดินทางมองคุณค่าของเงินและเวลาที่เสียไปในการเดินทางของแต่ละ

รูปแบบการเดินทางเหมือนกัน ดังนั้นตัวแปรค่าใช้จ่ายและเวลาเดินทางของทุกรูปแบบการเดินทางจะมีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเหมือนกัน

2. พิจารณาตัวแปรค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางรวมเป็นแบบ Alternative-Specific Attributes โดยตั้งสมมติฐานจากตัวแปรที่เราสนใจ พบว่าแต่ละตัวแปรจะแตกต่างกันไประหว่างผู้เลือกแต่ละคน คนที่อยู่ห่างไกลกว่าจะใช้เวลาในการเดินทางมากกว่า รวมทั้งเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า ในทางตรงข้ามคนที่อยู่บ้านใกล้ที่ทำงานก็จะมีเวลาเหล่านี้น้อยกว่า นอกจากนั้นจำนวนรถยนต์ต่อครัวเรือนย่อมแตกต่างกันไปในแต่ละครัวเรือน ดังนั้นตัวแปรเหล่านี้จึงสะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะของผู้เลือก (Characteristic) ในอีกด้านหนึ่ง ตัวแปรเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของทางเลือก (Attributes) ด้วย เนื่องจากเวลาและต้นทุนในการเดินทางที่แตกต่างกัน จึงพิจารณาตัวแปรค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางเป็นแบบ Alternative-Specific Attributes

การคัดเลือกแบบจำลองจะพิจารณาจากหลักความเหมาะสมที่ดี (Goodness of Fit) คือแบบจำลองที่การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต้นที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้เป็นอย่างดี ดังนั้นหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคือค่า Likelihood Ratio Index (ρ^2) และประเมินจากร้อยละความถูกต้องในการทำนาย แบบจำลองที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์นโยบายจะเลือกแบบจำลอง Model-4 เนื่องจากให้ค่า ρ^2 ที่ดีที่สุด และร้อยละการคาดการณ์ดีที่สุดในแบบจำลองที่สร้างมาทั้งหมด รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลอง	Adjusted rho-square	%Correct
Model-1	0.301	69.25
Model-2	0.384	74.61

โดยแบบจำลอง (Model 2) จากค่าสัมประสิทธิ์และค่าสถิติของแบบจำลอง เมื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองโดยพิจารณาเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์พบว่ามีค่าถูกต้องสมเหตุสมผล การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง ค่า ρ^2 ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.384 แสดงว่าแบบจำลองสามารถอธิบายพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ การตรวจสอบความถูกต้องโดยรวมในการทำนาย (%Correct) พบว่ามีค่าถูกต้องในการทำนายร้อยละ 74.61 ซึ่งถือว่ามีความสูงเพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบ Alternative-specific attributes

Variables	รูปแบบการเดินทาง	Coefficient	p-value
ASC_CAR	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.995	0.000
ASC_RAIL	รถไฟ	0.444	0.000
ASC_BUS	รถโดยสาร	0.879	0.003
ASC_PLANE	เครื่องบิน	1.089	0.000
PCTIME	เวลาเดินทางในรถยนต์ส่วนบุคคล (นาที)	0.402	0.000
TRTIME	เวลาเดินทางในรถไฟ (นาที)	-0.033	0.001
BUSTIME	เวลาเดินทางในรถโดยสาร (นาที)	-0.072	0.000
PLTIME	เวลาเดินทางในเครื่องบิน (นาที)	-0.046	0.000
ACCTIME	ทุกรูปแบบการขนส่ง	-0.117	0.000
EGTIME	ทุกรูปแบบการขนส่ง	-0.109	0.002
WAITTTR	เวลารอคอยรถไฟ (นาที)	-0.133	0.000
WAITTBUS	เวลารอคอยรถโดยสาร (นาที)	-0.137	0.001
WAITTPL	เวลารอคอยเครื่องบิน (นาที)	-0.149	0.000
PCFUEL	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ (บาทต่อวัน)	-0.042	0.002
TRFARE	ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการรถไฟ (บาท)	-0.033	0.005
BUSFARE	ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการรถโดยสาร (บาท)	-0.039	0.000
PLFARE	ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการเครื่องบิน (บาท)	-0.054	0.000
MAPC	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท)	-0.142	0.000
SAFE	ความปลอดภัยในการเดินทาง	2.266	0.025
CONV	ความสะดวกสบายในการเดินทาง	2.160	0.028
DENS	ความหนาแน่นของแหล่งท่องเที่ยว	1.343	0.054
TATT	จำนวนแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพ	1.429	0.051
SEX	เพศ	2.201	0.028
AGE	ช่วงอายุ	2.254	0.056
OCCUP	อาชีพ	2.174	0.016
INCOME	รายได้	1.584	0.051
EDUC	ระดับการศึกษา	1.517	0.027
TOUR	จำนวนผู้เดินทางท่องเที่ยว	1.578	0.029
DTIME	ระยะเวลาท่องเที่ยว	1.808	0.010



อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ห้วงองค์ประกอบของโซ่อุปทานการท่องเที่ยวตามกรอบแนวคิดของ Chopra มีลักษณะภาพลักษณ์ กิจกรรม และความโดดเด่นในด้านแหล่งท่องเที่ยว รวมถึงองค์ประกอบเกี่ยวเนื่องสอดคล้องกับ Pike (2008) และ Zailani, Iranmanesh, Yusof, & Ansari (2015) รวมถึงภาพลักษณ์ที่ส่งต่อความตั้งใจกลับมาท่องเที่ยวซ้ำในพื้นที่ ในส่วนของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางด้านพฤติกรรมและลักษณะของนักท่องเที่ยว มีความเห็นสอดคล้องกับสุทธยา สมสุข (2552) ในประเด็นแหล่งที่นักท่องเที่ยวชื่นชอบ คือ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติและการเดินทางส่วนใหญ่มักมาอยู่กับบุคคลในครอบครัวและเครือญาติ และแบบจำลองให้ค่าพารามิเตอร์ที่เน้นหนักด้านค่าใช้จ่าย เวลาในการเดินทาง รวมถึงการเข้าถึงยานพาหนะเป็นหลัก สอดคล้องกับขวัญเรือน พุ่มจำเนียร (2555)



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษาห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยว พบว่าในพื้นที่ที่มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกในการท่องเที่ยว สามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี มีโครงข่ายคมนาคมขนส่งทางถนนและอากาศยานทั้งในระดับภูมิภาคและในระดับนานาชาติที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการเดินทาง แต่ทั้งนี้การเชื่อมโยงการเดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวทั้งในประเทศและระหว่างประเทศยังทำได้ไม่ดีนัก มีทรัพยากรการท่องเที่ยวหลักในพื้นที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนาและวัฒนธรรมเป็นส่วนใหญ่ ในส่วนพื้นที่รอยต่อระหว่างประเทศริเริ่มให้มีการพัฒนากิจกรรมท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติร่วมกัน

ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวที่ได้ ระหว่างทางเลือกยานพาหนะรถยนต์ รถโดยสารประจำทาง รถไฟ และเครื่องบิน ซึ่งเมื่อพิจารณาเครื่องหมายหน้าตัวแปรต่างๆ ได้ผ่านหลักเกณฑ์ที่จะสามารถนำแบบจำลองไปอธิบายและประยุกต์ใช้ได้ตามทฤษฎี สามารถอธิบายผลได้ดังนี้ เครื่องหมายหน้าค่าคงที่สำหรับการเลือกใช้รถยนต์ (ASC_CAR) มีเครื่องหมายเป็นบวก (1.995) หมายความว่า ถ้าปัจจัยอื่นๆ มีค่าเท่ากัน นักท่องเที่ยวจะเลือกใช้รถยนต์ในการเดินทางมากกว่ารถโดยสารประจำทาง เช่นเดียวกับค่าคงที่สำหรับการเลือกใช้รถไฟ (ASC_RAIL) ที่มีเครื่องหมายเป็นบวก (1.089) แสดงให้เห็นว่านักท่องเที่ยวจะเลือกใช้รถไฟในประเทศลาวสำหรับการเดินทางท่องเที่ยวมากกว่ารถโดยสารประจำทางหากปัจจัยอื่นๆ มีค่าเท่ากัน เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทาง (TIME) ของรถยนต์และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (COST) ของรถไฟ มีเครื่องหมายเป็นลบ (-0.402 และ -0.033) หมายความว่า ถ้าเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มขึ้น โอกาสที่ผู้เดินทางจะเลือกใช้ยานพาหนะแต่ละประเภทจะมีค่าน้อยลง รวมถึงเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของ

ความปลอดภัยในการเดินทาง (SAFE) ความสะดวกสบายในการเดินทาง (CONV) ความหนาแน่นของแหล่งท่องเที่ยว (DENS) จำนวนแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพ (TATT) ของศักยภาพเชิงพื้นที่ มีผลต่อการเลือกเดินทางไปท่องเที่ยว ซึ่งทั้งหมดมีค่าเป็นบวก (2.266, 2.160, 1.343 และ 1.429) หมายความว่า ปัจจัยดังกล่าวมีค่าน้ำหนักและปัจจัยเชิงบวกที่ทำให้เกิดโอกาสการเดินทางมาท่องเที่ยวยังพื้นที่เชื่อมโยงระหว่างเมืองมรดกโลก เชื่อมโยงเมืองมรดกโลกภาคเหนือตอนล่าง ประเทศไทย สู่เมืองหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว หากมีการพัฒนาตามปัจจัยดังกล่าว

แนวทางการพัฒนาในอนาคตเพื่อรองรับผลกระทบและความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับนักท่องเที่ยวจึงควรมีการเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับปริมาณนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต มุ่งเน้นการพัฒนาผู้ประกอบการให้ด้านภาษา ยกระดับอัตลักษณ์สำหรับอาหาร และภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยในกลุ่มจังหวัดที่จะกลายเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยว เช่น พิชญโลก อุตรดิตถ์ สุโขทัย เน้นหนักในด้านคุณภาพและความพอเพียงของระบบไฟฟ้า ประปา สาธารณสุข ในขณะที่พื้นที่อื่นเน้นในเรื่องของความครอบคลุมของเส้นทางเพื่อรองรับการเดินทางที่มีแนวโน้มจะเดินทางออกจากเขตเมืองเพื่อท่องเที่ยวมากยิ่งขึ้น สนับสนุนให้เกิดการรวมกลุ่มเพื่อสร้างคลัสเตอร์ท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับศักยภาพพื้นที่และบริบทของชุมชนเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและดึงดูดนักท่องเที่ยว รวมถึงการแก้ไขกฎระเบียบข้อจำกัดด้านการขนส่ง การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะระหว่างประเทศ พัฒนาความปลอดภัยและการเชื่อมโยงการเดินทางท่องเที่ยวบนเส้นทางฯ มากยิ่งขึ้นในอนาคต จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางของนักท่องเที่ยวผ่านแบบจำลอง พบว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนยานพาหนะ ระยะเวลาการร่อนยานพาหนะ และระยะเวลาในการเข้าถึงและออกจากรูปแบบการเดินทาง ค่าซ่อมบำรุง ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย รายได้ จำนวนผู้ร่วมเดินทาง จำนวนแหล่งท่องเที่ยว ระยะเวลาท่องเที่ยว เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับประเด็นการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองในอนาคตจะดำเนินการประยุกต์แบบจำลองทางเลือกแบบไม่ต่อเนื่องขั้นก้าวหน้า (Advanced Discrete Choice Models) อาทิเช่น Mixed Logit Models เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและรสนิยมของผู้เดินทาง อันเกิดจากความคล้ายคลึงกันระหว่างตัวเลือกและความหลากหลายทางรสนิยมของผู้เดินทาง (Taste Heterogeneity)



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2564). สถิติด้านการท่องเที่ยว ปี 2564. สืบค้น 20 สิงหาคม 2564, จาก https://www.mots.go.th/more_news_new.php?cid=628
- ขวัญเรือน พุ่มจำเนียร. (2555). ปัจจัยที่มีผลให้นักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตกรุงเทพฯ และ ปริมณฑลเลือกเดินทางท่องเที่ยวต่างประเทศด้วยตนเอง. สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุทธยา สมสุข. (2552). คุณภาพบริการการท่องเที่ยวของตลาดน้ำบางน้ำผึ้ง. วารสารวิชาการ และวิจัย มทร. พระนคร, 3(2), 188–196.
- Ayyub, B. M., & Klir, G. J. (2005). *Uncertainty Modeling and Analysis in Engineering and the Sciences*. Chapman & Hall/CRC, New York: Taylor & Francis Group.
- Ben-Akiva, M. E., & Lerman, S. R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge, MA: MIT.
- Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2005). *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lotan, T. (1992). *Modeling Route Choice Behavior in the Presence of Information Using Concept from Fuzzy Set Theory and Approximate Reasoning*. MIT.
- Pike, S. (2008). *Destination Marketing: An Integrated Marketing Communication Approach*. Oxford: Elsevier.
- Simon, P. W., Matthew G. K., & Fred, L. M. (2011). *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*. (2nd ed.). Boca Raton: FL.
- Train, K. (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge: MIT Press, MA.
- World Economic Forum. (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*.
- Zailani, S., Iranmanesh, M., Yusof, N. A., & Ansari, R. (2015). Effects of Service Supply Chain Practices on the Profitability of Tourism Firms. *Anatolia*, 26, 1–12.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

ความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019
ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

HEALTH LITERACY AND CORONAVIRUS 2019 PREVENTION BEHAVIOR
OF STUDENT KRUNGTHON CHIANGRAI COLLEGE OF TECHNOLOGY
THAI-GERMANY MUANG DISTRICT, CHIANG RAI PROVINCE

วันที่รับ: 11 ตุลาคม 2564

วันที่แก้ไข: 25 มีนาคม 2565

วันที่ตอบรับ: 30 มีนาคม 2565

งามนิตย์ ราชกิจ^{1*} และ นฤมล ดีกล้า¹

Ngamnith Rachakit^{1*} and Naruemon Deekanla¹

¹คณะสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000

¹Faculty of Public Health, Chiang Rai College, Chiang Rai 57000

*Corresponding author: e-mail: ngamnith91@hotmail.com



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับและความสัมพันธ์ของความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 231 คน ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 64.50 อายุเฉลี่ย 18.90 ปี เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ร้อยละ 48.72 รองลงมาเป็นอาข่า ร้อยละ 26.92 และลาหู่ ร้อยละ 17.95 การได้รับข้อมูลข่าวสารได้รับทางช่องทางอินเทอร์เน็ต ร้อยละ 21.29 รองลงมาคือเฟซบุ๊ก ร้อยละ 19.31 และไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 100 ความรอบรู้ด้านสุขภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.73 คะแนน พบว่าอยู่ในระดับมาก 5 ด้าน โดยด้านการตัดสินใจอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 3.36) พฤติกรรมในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.48) และความรอบรู้ด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลางกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.321, p < 0.001$)

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมในสถาบันอื่นเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบนี้ และควรมีการวางแผนเตรียมส่งเสริมความพร้อมของนักศึกษาในการป้องกันตนเองในสถานการณ์เมื่อเกิดการระบาดของโรคในการอยู่ร่วมกันในครอบครัว สถาบันการศึกษา และชุมชนตามมาตรการ new normal อย่างจริงจังและต่อเนื่องทุกวัน

คำสำคัญ: ความรู้ด้านสุขภาพ, พฤติกรรมการป้องกันโรค, โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019



Abstract

The objective of this research was to study of health literacy relationship to prevention behavior of coronavirus 2019 disease undergraduate students in Krungthong Chiangrai College of Technology Thai-Germany, Muang District, Chiang Rai Province. A simple random sampling method was used to select 231 sample. Data were analyzed by using Percentage, Mean, Standard deviation, and Spearman's Correlation Coefficient.

Results show that most of the students were male (64.50%). The average age was 18.90 years old. The majority of the students were Hmong ethnic group (48.70%) and following by Akha (26.90%) and Lahu (17.90%) respectively. The overall health literacy score was 3.73 (S.D. = 0.8). Four out of 5 health literacy skill domains were high level score whereas the decision skill domain was moderate level score (Mean = 3.36, S.D. = 0.67). Health literacy among undergraduate students were moderate positive correlation to COVID-19 prevention behavior ($r = 0.321, p < 0.001$).

The results of this study can study more in other institute for find out factors relevance this study and should be plan to promote students' readiness to protect themselves in situations when there is a new outbreak of disease in family reunification, educational institutions, and communities follow new normal measures seriously and continuously every day.

Keywords: Health Literacy, Prevention Behavior Disease, Coronavirus 2019 Disease



บทนำ

องค์การอนามัยโลก (WHO) ประกาศชื่อทางการของโรคไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 โดยใช้ชื่อว่า COVID-19 ซึ่งย่อมาจาก “coronavirus disease starting in 2019” หรือ โรคไวรัสโคโรนาที่เริ่มต้นในปี 2019 ประกาศเป็นโรคติดต่ออันตรายเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 เป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากไวรัสโคโรนา ซึ่งมีชื่อทางการว่า SARS-CoV-2 ทำให้เกิดอาการไข้ ไอ และอาจมีปอดอักเสบ เริ่มพบผู้ป่วยครั้งแรกเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) ที่เมืองอู่ฮั่น เมืองหลวงของมณฑลหูเป่ย์ เกิดการระบาดใหญ่ และรวดเร็ว การดูแลรักษาเป็นไปอย่างฉุกเฉิน มีคนป่วยหนักและตายมากเกินที่ควรจะเป็นจนประเทศจีนต้องปิดเมืองและปิดประเทศ ต่อมาเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2563 มีผู้ติดเชื้อจากประเทศจีนได้เดินทางเข้ามาในประเทศไทย รวมถึงมีผู้ป่วยอีกหลายรายที่มาจากประเทศอื่นจึงทำให้เกิดการติดเชื้อในคนไทยครั้งแรก มีการรายงานเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2563 โดยพบโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มีการระบาดใหญ่ (Pandemic) ไปทั่วโลก โดยสถานการณ์ระดับโลกพบผู้ติดเชื้ออยู่ที่ 7,086,476 คน เสียชีวิตจำนวน 406,126 คน และยังคงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น (WHO, 2020)

สำหรับประเทศไทย ข้อมูลจากศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉิน กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน พ.ศ. 2563 พบผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มียอดสะสมจำนวน 3,119 คน เสียชีวิตสะสมจำนวน 58 คน ยังไม่พบผู้ป่วยด้วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในกลุ่มของนักศึกษา โดยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีการแพร่เชื้อระหว่างคนในลักษณะเดียวกันกับโรคไข้หวัดใหญ่ ผ่านการติดเชื้อจากสิ่งคัดหลั่งจากระบบทางเดินหายใจจากผู้ป่วยที่ติดเชื้อ การแพร่เชื้อมีทั้งที่มาจากผู้ป่วยที่มีอาการน้อยหรืออาจไม่มีอาการนอกเหนือจากผู้ที่มีอาการหนักซึ่งมีน้อย จึงควบคุมการระบาดได้ยาก มีระยะฟักตัวก่อนแสดงอาการเป็นเวลา 14 วัน อาการป่วยพื้นฐานจึงมีอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ ได้แก่ ไข้ ไอแห้ง มีน้ำมูก เจ็บคอ อ่อนเพลีย หายใจหอบเหนื่อย แต่โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จะมีอาการเพิ่ม คือ จมูกไม่ได้กลิ่น ลิ้นไม่รับรส มาตรการป้องกันที่สำคัญ คือ การสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้า การล้างมือบ่อยๆ และการเว้นระยะห่างทางสังคมอยู่ห่างจากบุคคลอื่น นอกจากนั้นประเทศไทยยังมีการพบผู้ติดเชื้อรายใหม่ที่เดินทางมาจากต่างประเทศเข้ามาในประเทศไทย เช่น ประเทศอินเดีย ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งภาครัฐได้วางมาตรการเฝ้าระวังควบคุมโรคในด้านต่างๆ และยังคงให้ประชาชนปฏิบัติตามมาตรการป้องกันตนเองอย่างเคร่งครัด โดยการสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้าทุกครั้งที่ออกจากบ้านและตลอดเวลาเมื่ออยู่ในที่สาธารณะ การล้างมือบ่อยๆ หลีกเลี่ยงการนำมือมาสัมผัสสบในใบหน้า ตา จมูก ปาก การเว้นระยะห่าง

ทางสังคมระหว่างผู้อื่นเท่าที่ทำได้ หลีกเลี่ยงการเข้าไปในสถานที่แออัด เมื่อเกิดอาการป่วย ขอให้อยู่บ้านหรือรักษาตัวให้หายก่อนไปยังสถานที่ต่างๆ เพื่อลดโอกาสในการแพร่เชื้อสู่ผู้อื่น (กรมควบคุมโรค, 2563)

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่ มีการรายงานเมื่อวันที่ 8 มิถุนายน พ.ศ. 2563 พบผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จำนวน 9 คน รักษาหายแล้วจำนวน 9 คน ไม่มีจำนวนผู้เสียชีวิต และยังไม่พบผู้ป่วยรายใหม่เพิ่มเติมเป็นระยะเวลา 175 วัน ต่อมาเมื่อวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2563 ประเทศเมียนมา พบผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำนวน 120 คน ภายในวันเดียวและพบการระบาดหนักเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกวัน คณะกรรมการควบคุมโรคติดต่อจังหวัดเชียงใหม่ ได้มีมาตรการป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ภายใต้ชีวิตวิถีใหม่ (New Normal) คือ การสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้าเมื่อออกจากบ้าน การใช้เจลแอลกอฮอล์ การล้างมือบ่อยๆ ด้วยสบู่ การเว้นระยะห่างทางสังคมจากผู้อื่นอย่างน้อย 1-2 เมตร การแยกของใช้ส่วนตัวไม่ใช้ร่วมกับผู้อื่น การลงทะเบียนไทยชนะเมื่อเข้า-ออกสถานที่ต่างๆ และการอาบน้ำทันทีเมื่อกลับถึงบ้าน หากประชาชนไม่ตระหนักต่อการป้องกันตนเอง และมีความรู้ไม่เท่าทันการแพร่ระบาดอย่างรวดเร็วในวงกว้างหรือมาตรการควบคุมโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงมากขึ้น (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่, 2563)

จากสถานการณ์การระบาดของโรคที่มีการระบาดเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว วิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรีเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นกลุ่มวัยเรียนหรือวัยรุ่นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของประชากรของประเทศที่เผชิญกับปัญหาโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทักษะความรู้ด้านสุขภาพต่อพฤติกรรมในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จึงมีความสำคัญที่จะช่วยทำให้นักศึกษาเกิดพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อีกทั้งมีนักศึกษาที่เดินทางมาจากอำเภอต่างๆ เข้ามาเรียนและมีการรวมกลุ่มกัน หากขาดการป้องกันตนเองและการควบคุมที่ถูกต้องจะทำให้เกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้ จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย เทียนถาวร (2564) ที่ทำการศึกษาความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคโควิด-19 ในกลุ่มวัยเรียนมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง พบว่าความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคโควิด-19 ทักษะการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ทักษะการตัดสินใจ ทักษะการจัดการตนเอง และทักษะการบอกต่อ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังนั้นนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรีเชียงใหม่ จึงมีความจำเป็นจะต้องมีความรู้ด้านสุขภาพเพื่อให้เกิดพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างถูกต้อง โดยกองสุขศึกษา กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดความรู้ด้านสุขภาพนั้น

หมายถึง ความสามารถและทักษะในการเข้าถึงข้อมูลความรู้ความเข้าใจ เพื่อวิเคราะห์ ประเมิน การปฏิบัติ และจัดการตนเอง รวมทั้งสามารถชี้แนะเรื่องสุขภาพส่วนบุคคล ครอบครัว และ ชุมชนเพื่อสุขภาพที่ดี ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ (Access Skill) ความรู้ความเข้าใจด้านสุขภาพ (Cognitive Skill) การสื่อสารข้อมูลด้านสุขภาพ (Communication Skill) การจัดการตนเอง (Self-Management) การตัดสินใจ (Decision Skill) และการรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy Skill) เพื่อให้มีพฤติกรรมในการป้องกันโรค ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของตนเองและบุคคลในครอบครัว สถาบัน ชุมชน ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหากนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน ขาดความรู้ด้านสุขภาพ รวมถึงไม่ได้รับข้อมูลอย่างทั่วถึงในโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จะส่งผลต่อพฤติกรรม การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อาจจะทำให้เกิดโรคและมีการแพร่ระบาดของ โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 บุคคลในครอบครัว เพื่อนในสถาบันการศึกษา และประชาชน ในชุมชนได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาระดับความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกัน โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงราย ไทย-เยอรมัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนกำหนดรูปแบบการสร้าง ความรู้ด้านสุขภาพในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ด้านต่างๆในกลุ่มนักศึกษา วิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัส โคโรนา 2019 ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกัน โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย



สมมติฐานการวิจัย

ความรู้ด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนเชียงรายไทย-เยอรมัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ในทิศทางบวก



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross Sectional Analytic Research) โดยศึกษาช่วงปีการศึกษา 2564 (เดือนมิถุนายน 2564–เดือนพฤษภาคม 2565) ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรี-เออร์มัน อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา จำนวน 458 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณตัวอย่างของเครจซ์และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนและความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เพิ่มกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 10 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 231 คน และสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษามี 3 ส่วน จำนวน 45 ข้อ ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วย เพศ อายุ อำเภอ กลุ่มชุมชน แผนกวิชา ช่องทางการรับข่าวสาร และโรคประจำตัว

ส่วนที่ 2 ความรอบรู้ด้านสุขภาพ 6 ด้าน จำนวนทั้งหมด 27 ข้อ โดยมี 5 ด้าน มีมาตรวัด 5 ระดับ จำนวน 22 ข้อ ดังนี้

ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ	จำนวน 5 ข้อ
ด้านการสื่อสาร	จำนวน 5 ข้อ
ด้านการตัดสินใจ	จำนวน 4 ข้อ
ด้านการจัดการตนเอง	จำนวน 3 ข้อ
ด้านการรู้เท่าทันสื่อ	จำนวน 5 ข้อ

ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามแบบมาตราการประเมิน (Rating Scale) มีมาตรวัด 5 ระดับ โดยกำหนดค่าคะแนนไว้ดังนี้

ความถี่	คำถามบวก	คำถามลบ
ทุกครั้ง	มีค่าคะแนน 5	มีค่าคะแนน 1
บ่อยครั้ง	มีค่าคะแนน 4	มีค่าคะแนน 2
บางครั้ง	มีค่าคะแนน 3	มีค่าคะแนน 3

นานๆ ครั้ง	มีค่าคะแนน 2	มีค่าคะแนน 4
ไม่ปฏิบัติ	มีค่าคะแนน 1	มีค่าคะแนน 5
การแปลผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน		
ค่าเฉลี่ย 4.21–5.00	ระดับคะแนนมากที่สุด	
ค่าเฉลี่ย 3.41–4.20	ระดับคะแนนมาก	
ค่าเฉลี่ย 2.61–3.40	ระดับคะแนนปานกลาง	
ค่าเฉลี่ย 1.81–2.60	ระดับคะแนนน้อย	
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.80	ระดับคะแนนน้อยที่สุด	
(อ้างอิง ชัชวาลย์ เรื่องประพันธ์, 2562)		

และอีก 1 ด้าน เป็นแบบสอบถามความรู้ด้านสุขภาพด้านการเข้าใจข้อมูลสุขภาพ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราการการประเมิน (Rating Scale) มีมาตรวัด 2 ระดับ จำนวน 5 ข้อ โดยกำหนดค่าคะแนนไว้ดังนี้

ตอบถูกต้อง	เท่ากับ 1 คะแนน
ตอบไม่ถูกต้อง	เท่ากับ 0 คะแนน
การแปลผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน	
คะแนนเฉลี่ย 0.67–1.00	ระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 0.34–0.66	ระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 0.00–0.33	ระดับน้อย
(อ้างอิง อัจฉราพร ปะทิ, 2559)	

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ลักษณะแบบสอบถาม พฤติกรรมเป็นแบบสอบถามแบบมาตราการการประเมิน (Rating Scale) มีมาตรวัด 5 ระดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกตอบเพียงคำตอบเดียว จำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดค่าคะแนนไว้ดังนี้

ความถี่	คำถามบวก	คำถามลบ
6–7 วัน	มีค่าคะแนน 5	มีค่าคะแนน 1
4–5 วัน	มีค่าคะแนน 4	มีค่าคะแนน 2
3 วัน	มีค่าคะแนน 3	มีค่าคะแนน 3
1–2 วัน	มีค่าคะแนน 2	มีค่าคะแนน 4
ไม่ปฏิบัติ	มีค่าคะแนน 1	มีค่าคะแนน 5

การแปลผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน

ค่าเฉลี่ย 4.21–5.00	ระดับคะแนนมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.41–4.20	ระดับคะแนนมาก
ค่าเฉลี่ย 2.61–3.40	ระดับคะแนนปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.81–2.60	ระดับคะแนนน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.80	ระดับคะแนนน้อยที่สุด

(อ้างอิง ชัชวาลย์ เรื่องประพันธ์, 2562)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's Correlation) ในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .90 ขึ้นไป	หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .70–.89	หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับสูง
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .30–.69	หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ต่ำกว่า .30	หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ต่ำกว่า .00	หมายถึง มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

สำหรับทิศทางความสัมพันธ์พิจารณาโดยถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเป็นลบ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันทางลบหรือทิศทางตรงกันข้าม ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเป็นบวก แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวก

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Item Objective Congruence Index: IOC) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้ค่า IOC ในแต่ละคำถามอยู่ในเกณฑ์ 0.67–1.00 และการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยนำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มประชากร จำนวน 30 ชุด ได้ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.834

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้ 1) นำหนังสือจากวิทยาลัยเชียงรายถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรีไทย-เยอรมัน เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 2) ผู้วิจัยแนะนำตัวต่อกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและแนะนำวิธีการตอบแบบสอบถามและขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยการแจกแบบสอบถามคนละ 1 ชุด ให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้กรอกแบบสอบถามเองและเก็บรวบรวมแบบสอบถามคืนทันที และ 4) นำแบบสอบถามที่เก็บได้ทั้งหมดมาตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม หากพบแบบสอบถามที่มีข้อมูล

ไม่สมบูรณ์ผู้วิจัยจึงจะคัดแยกออก จึงเหลือแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์จำนวนเพื่อนำไปประมวลผลทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลจากแบบสอบถามเป็นที่เรียบร้อยแล้วผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติสำหรับการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป คือ เพศ อายุ อาชีพ กลุ่มชุมชน แผนกวิชา ช่องทางการรับข่าวสาร และโรคประจำตัว ได้แก่ จำนวน และค่าร้อยละ

2. การวิเคราะห์ระดับความรู้ด้านสุขภาพและระดับพฤติกรรมการป้องกันโรคไวรัสโคโรนา 2019 คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคไวรัสโคโรนา 2019 คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's Correlation) ในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยทิศทางความสัมพันธ์พิจารณาโดยถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเป็นลบ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในทางลบหรือทิศทางตรงกันข้าม ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเป็นบวก แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

โครงการวิจัยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยเชียงราย เลขที่ CRC.IRB No. 004/2564 ลงวันที่ 2 สิงหาคม 2564 ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความเคารพในความเป็นบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง โดยได้ชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การวิจัย ประโยชน์ ระยะเวลาการทำแบบสอบถามประมาณไม่เกิน 30 นาที และความเสี่ยงใดบ้างที่จะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลต่างๆ ที่ได้ในการวิจัยจะมีเฉพาะผู้วิจัยทราบ และข้อมูลที่ได้ในการวิจัยทุกอย่างจะใช้ประโยชน์ทางวิชาการและเสนอในภาพรวมเท่านั้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างตัดสินใจจึงให้เซ็นยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเก็บไว้เป็นหลักฐาน



ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 64.50 มีอายุเฉลี่ย 18.90 ปี อาศัยอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่สาย อำเภอเมือง อำเภอขุนตาล ร้อยละ 9.50, 9.10, 9.10 ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ร้อยละ 48.72 รองลงมา เป็นอาข่าและลาหู่ ร้อยละ 26.92 และ 17.95 ตามลำดับ การได้รับข้อมูลข่าวสารส่วนใหญ่ ได้รับจากช่องทางอินเทอร์เน็ต ร้อยละ 21.29 รองลงมา เป็นเฟซบุ๊กและโทรทัศน์ ร้อยละ 19.31 และ 14.60 ตามลำดับ และทุกคนไม่มีโรคประจำตัว

2. ความรอบรู้ด้านสุขภาพ 6 ด้าน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 3.73, S.D. = 0.80) พบว่าอยู่ในระดับมาก 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ (Mean = 3.79, S.D. = 0.77) ด้านการสื่อสาร (Mean = 3.55, S.D. = 1.03) ด้านการจัดการตนเอง (Mean = 3.76, S.D. = 0.80) ด้านการรู้เท่าทันสื่อ (Mean = 4.19, S.D. = 0.72) และด้านการเข้าใจสุขภาพข้อมูลสุขภาพ (Mean = 0.88, S.D. = 0.32) ตามลำดับ และอยู่ในระดับปานกลาง 1 ด้าน ได้แก่ ด้านทักษะการตัดสินใจ (Mean = 3.36, S.D. = 0.67)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความรอบรู้ด้านสุขภาพ (n = 231)

ความรอบรู้ด้านสุขภาพ	Mean	S.D.	ระดับ
1. ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ	3.79	0.77	มาก
2. ด้านการสื่อสาร	3.55	1.03	มาก
3. ด้านการตัดสินใจ	3.36	0.67	ปานกลาง
4. ด้านการจัดการตนเอง	3.76	0.80	มาก
5. ด้านการรู้เท่าทันสื่อ	4.19	0.72	มาก
6. ด้านการเข้าใจสุขภาพข้อมูลสุขภาพ	0.88	0.32	มาก

3. พฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พบภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยปฏิบัติเป็นประจำทุกครั้งที่ระดับมากที่สุด ได้แก่ การล้างมือด้วยสบู่หรือการใช้เจลแอลกอฮอล์ล้างมือเพื่อทำความสะอาดก่อนรับประทานอาหารทุกมื้อ หลังจากเข้าห้องน้ำก่อนหยิบจับอาหารเข้าปาก ขี้ตา สัมผัสใบหน้า หลังจากรับประทานอาหารแล้ว ล้างมือ (Mean = 5.00, S.D. = 0.00) การไม่ปาร์ตี้สังสรรค์กับเพื่อนฝูง เช่น ผับ บาร์ ร้านเบียร์ สนามมวย (Mean = 5.00, S.D. = 0.00) การไม่รับประทานอาหารที่ปรุงทิ้งไว้นานหรือรับประทานอาหารดิบ (Mean = 5.00, S.D. = 0.00) มีการเว้นระยะห่างทางสังคมอย่างน้อย 1 เมตร จากบุคคลอื่น (Mean = 4.65, S.D. = 0.56) มีการแยกใช้ของส่วนตัวเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สิ่งของร่วมกับผู้อื่น เช่น จาน ช้อน ส้อม แก้วน้ำ ผ้าเช็ดตัว โทรศัพท์ (Mean = 4.51, S.D. = 0.63) มีการสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้าเมื่อออกจากบ้านหรือต้องพบปะผู้คน (Mean = 4.48, S.D. = 0.50) มีการทำความสะอาดบ้านและอุปกรณ์ภายในบ้าน เช่น ราวบันได ลูกบิด (Mean = 4.29, S.D. = 0.83) มีการเผยแพร่ความรู้เรื่องโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ให้กับเพื่อน ครอบครัว และชุมชน (Mean = 4.21, S.D. = 0.79) ตามลำดับ พฤติกรรม

ที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ มีการพกเจลล้างมือหรือแอลกอฮอล์ติดตัวเวลาออกจากบ้าน (Mean = 3.98, S.D. = 0.80) และเมื่อถึงบ้านแล้วทิ้งตัวลงนอนไม่อาบน้ำเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที (Mean = 3.65, S.D. = 0.65) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (n = 231)

การปฏิบัติตัว	Mean	S.D.	ระดับ
1. การล้างมือด้วยสบู่หรือการใช้เจลแอลกอฮอล์ล้างมือเพื่อทำความสะอาดก่อนรับประทานอาหารทุกมื้อ หลังจากเข้าห้องน้ำ ก่อนหยิบจับอาหารเข้าปาก ขยี้ตา สัมผัสใบหน้า หลังจับราวบันได ลูกบิดประตู	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การพกเจลล้างมือหรือแอลกอฮอล์ติดตัวเวลาออกจากบ้าน	3.98	0.80	มาก
3. การสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้าเมื่อออกจากบ้าน หรือต้องพบปะผู้คน	4.48	0.50	มากที่สุด
4. การเว้นระยะห่างทางสังคมอย่างน้อย 1 เมตร จากบุคคลอื่น	4.65	0.56	มากที่สุด
5. การไม่ปาร์ตี้สังสรรค์กับเพื่อนฝูง เช่น ผับ บาร์ ร้านเบียร์ สนามมวย	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การถึงบ้านแล้วทิ้งตัวลงนอนไม่อาบน้ำเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที	3.65	0.65	มาก
7. การรับประทานอาหารที่ปรุงทิ้งไว้นานหรือรับประทานอาหารดิบ	5.00	0.00	มากที่สุด
8. การแยกใช้ของส่วนตัวเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สิ่งของร่วมกับผู้อื่น เช่น จาน ช้อน ส้อม แก้วน้ำ ผ้าเช็ดตัว โทรศัพท์	4.51	0.63	มากที่สุด
9. การทำความสะอาดบ้านและอุปกรณ์ภายในบ้าน เช่น ราวบันได ลูกบิด	4.29	0.83	มากที่สุด
10. การเผยแพร่ความรู้เรื่องโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ให้กับเพื่อน ครอบครัว และชุมชน	4.22	0.79	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.48	0.48	มากที่สุด

4. ความสัมพันธ์ของความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ภาพรวมพบว่ามีความสัมพันธ์ทิศทางบวกในระดับปานกลาง ($r = 0.321$) ความรู้ด้านสุขภาพ 4 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ($r = 0.476$, $p < 0.001$) ด้านการตัดสินใจ ($r = 0.399$, $p < 0.001$) ด้านการจัดการตนเอง ($r = 0.340$, $p < 0.001$) และด้านการเข้าใจข้อมูลสุขภาพ ($r = 0.329$, $p < 0.001$) ตามลำดับ และความรู้ด้านสุขภาพ 2 ด้าน อยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ ด้านการสื่อสาร ($r = 0.178$, $p < 0.001$) และด้านการรู้เท่าทันสื่อ ($r = 0.205$, $p < 0.001$) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ($n = 231$)

ความรู้ด้านสุขภาพ	พฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019		
	(r)	p-value	ระดับความสัมพันธ์
1. การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ	0.476	< 0.001	ปานกลาง
2. ทักษะการสื่อสาร	0.178	< 0.001	ต่ำ
3. ทักษะการตัดสินใจ	0.399	< 0.001	ปานกลาง
4. การจัดการตนเอง	0.340	< 0.001	ปานกลาง
5. การรู้เท่าทันสื่อ	0.205	< 0.001	ต่ำ
6. การเข้าใจข้อมูลสุขภาพ	0.329	< 0.001	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	0.321	< 0.001	ปานกลาง



อภิปรายผลการวิจัย

ระดับความรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy) ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยจากการศึกษาพบว่านักศึกษาที่มีการรู้เท่าทันสื่อเป็นอันดับแรกอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.19, S.D. = 0.72) รองลงมามีนักศึกษาสามารถเข้าถึงข้อมูลสุขภาพได้โดยง่ายในระดับมาก (Mean = 3.79, S.D. = 0.77) ด้านการจัดการตนเองทำได้ในระดับมาก (Mean = 3.76, S.D. = 0.80) ด้านการสื่อสารบอกต่อข้อมูลสุขภาพทำได้ในระดับมาก (Mean = 3.55, S.D. = 1.03) ด้านการเข้าใจข้อมูลสุขภาพอยู่ในระดับมาก (Mean = 0.88, S.D. = 0.32) และด้านการตัดสินใจอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 3.36, S.D. = 0.32) ตามลำดับ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาได้รับการเรียนรู้จากอาจารย์ในการสอนรายวิชาและรับรู้ทางสื่อต่างๆ ด้วยตนเอง

โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้จากอินเทอร์เน็ต เฟซบุ๊ก และโทรทัศน์ และสถาบันการศึกษาได้จัดกิจกรรมตามมาตรการหลักของการป้องกันและควบคุมโรค COVID-19 ตลอดจนมีการจัดสิ่งแวดล้อม ห้องเรียน โรงอาหาร ห้องน้ำ ที่ล้างมือ ตามมาตรการในการป้องกันโรค COVID-19 จึงทำให้มีความรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนางเยาว์ เกษตรภิบาล (2563) ปัจจัยทำนายการปฏิบัติของประชาชนไทยต่อผู้ติดเชื้อหรือผู้ถูกกักกัน และผลกระทบจากการระบาดของโรคโควิด-19 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการรับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับข้อมูลสุขภาพโรคโควิด-19 จากสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งกลุ่มตัวอย่างสามารถใช้สายด่วน 1422 เป็นแหล่งข้อมูลความรู้เรื่องโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้ และสามารถใช้อุปกรณ์หรือคำแนะนำเรื่องโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จากสำนักงานกรมควบคุมโรคหรือกระทรวงสาธารณสุข หรือแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับงานวิจัยสุนันท์ ศรีประจันต์ (2562) ศึกษาเรื่องความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพที่พึงประสงค์ของบุคลากรศูนย์อนามัยที่ 7 ขอนแก่น วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมสุขภาพที่พึงประสงค์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's Correlation) พบว่าผลการประเมินความรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวรรณ คำแสน (2564) ศึกษาเรื่องความรู้ทัศนคติ และพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา-2019 ของประชาชนในเขตอำเภออุ้มผาง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับโรคติดเชื้อโควิด-19 อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษา และกลุ่มตัวอย่างทุกคนสามารถอ่านออกและเขียนภาษาไทยได้ จึงทำให้สามารถเข้าใจข้อมูลสุขภาพได้เป็นอย่างดี โดยการเรียนรู้ด้านการตัดสินใจอยู่ในระดับปานกลาง และมีค่าคะแนนการตัดสินใจน้อยที่สุดในการปฏิบัติตนเองเมื่อถึงบ้านแล้วทั้งตัวลงนอนไม่อาบน้ำเปลี่ยนเสื้อผ้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริวรรณ ขอบธรรมสกุล (2562) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมในการป้องกันโรคอ้วนของนักศึกษาปริญญาตรีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีทักษะการตัดสินใจในการป้องกันโรคอยู่ในระดับปานกลาง

สำหรับพฤติกรรมในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.48, S.D.=0.48) พบว่าพฤติกรรมสุขภาพที่อยู่ในระดับมากที่สุดที่ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน คือ การล้างมือด้วยสบู่และใช้เจลแอลกอฮอล์ การไม่ปาร์ตี้สังสรรค์กับเพื่อน การไม่รับประทานอาหารที่ปรุงทิ้งไว้นานหรือรับประทานอาหารดิบ พฤติกรรมสุขภาพที่มีการปฏิบัติ 4-7 วัน ใน 1 สัปดาห์ คือ การสวมหน้ากากอนามัย พฤติกรรมสุขภาพที่มีการปฏิบัติ 3-7 วัน ใน 1 สัปดาห์ การเว้นระยะห่างทางสังคมอย่างน้อย 1 เมตร นอกจากนั้นการแยกของใช้ส่วนตัว

การทำความสะอาดบ้านและอุปกรณ์ในบ้าน การเผยแพร่ความรู้เรื่องโรคติดเชื้อให้เพื่อน ครอบครัว ชุมชน การพกเจลล้างมือแอลกอฮอล์ติดตัวออกจากบ้าน และพฤติกรรมสุขภาพที่มีการปฏิบัติ 1-2 วัน ใน 1 สัปดาห์ คือ เมื่อถึงบ้านแล้วล้างมือด้วยสบู่เปลี่ยนเสื้อผ้าทันที โดยคณะกรรมการควบคุมโรคติดต่อจังหวัดเชียงรายได้วางมาตรการ M-D-H-T-T-A ในการเว้นระยะห่าง 1-2 เมตร (D) สวมหน้ากากอนามัย (M) หมั่นล้างมือบ่อยๆ (H) ตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย (T) ตรวจเชื้อ COVID-19 (T) ใช้แอปพลิเคชันไทยชนะและหมอชนะ (A) ให้ทุกคนต้องปฏิบัติเพื่อควบคุมและป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธานี กล่อมใจ (2563) ได้ทำการศึกษาความรู้และพฤติกรรมของประชาชนเรื่องการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ตำบลบ้านสา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับมาก ข้อที่ได้คะแนนน้อย คือ การล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นอย่างน้อย 70% เมื่อออกไปในที่สาธารณะ (S.D. = 0.67) และแตกต่างจากงานวิจัยของ ภูมิ ธรรม และ ประกันชัย ไกรรัตน์ (2562) ศึกษาปัจจัยความรู้ด้านสุขภาพที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสุขภาพของประชาชนจังหวัดบึงกาฬ พบกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ มีพฤติกรรมสุขภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

ความสัมพันธ์ของความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พบว่าภาพรวมความรู้ด้านสุขภาพทั้ง 6 ด้าน มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลางกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.321, p = 0.000$) โดยจากการศึกษาพบว่า ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ($r = 0.476, p = 0.000$) ด้านการตัดสินใจ ($r = 0.399, p = 0.000$) ด้านการจัดการตนเอง ($r = 0.340, p = 0.000$) ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ($r = 0.329, p = 0.000$) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง โดยด้านการรู้เท่าทันสื่อ ($r = 0.205, p = 0.000$) และด้านการสื่อสาร ($r = 0.178, p = 0.000$) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทางบวกอยู่ในระดับต่ำ โดยผลการศึกษาพบว่า ความรู้ด้านสุขภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มวัยเรียน ทำให้ได้รับความรู้จากอาจารย์และจากสื่อต่างๆ ที่ค้นคว้าและคัดกรองสื่อด้วยตนเองและมาตรการต่างๆ ของคณะกรรมการควบคุมโรคติดต่อจังหวัดเชียงรายที่เคร่งครัด ตลอดจนการจัดสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอนสถาบันการศึกษา เช่น การเว้นระยะห่างทางสังคมในห้องเรียนและนอกห้องเรียน จึงทำให้มีการดูแลสุขภาพและป้องกันตนเองตามมาตรการหลักมากขึ้น ควรเน้นการปฏิบัติด้านความถี่ให้ปฏิบัติ

ทำเป็นประจําอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธานี กล่อมใจ (2563) ได้ทำการศึกษาความรู้และพฤติกรรมของประชาชนเรื่องการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ตำบลบ้านสา อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา ผลการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 มีความสัมพันธ์ทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.327$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$)



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่านักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรี-เยอรมัน มีความรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับมาก โดยมีการสวมหน้ากากอนามัย การเว้นระยะห่างระหว่างสังคม การแยกของใช้ส่วนตัว การไม่ปาร์ตี้สังสรรค์กับเพื่อน การไม่รับประทานอาหารที่ปรุงทิ้งไว้นานหรืออาหารสุกๆ ดิบๆ มีการทำความสะอาดบ้านและอุปกรณ์ภายในบ้าน เช่น รวบน้ำบิด ลูกบิด โดยความรู้ด้านสุขภาพของนักศึกษา กลุ่มเป้าหมายมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลางกับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ควรมีการจัดกิจกรรมด้านการติดตามประเมินผลการเฝ้าระวังพฤติกรรมสุขภาพตามหลัก New Normal ของนักศึกษาอย่างจริงจังต่อเนื่องในการป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และการระบายนวัตกรรมในพื้นที่ และควรมีการวางแผนเตรียมส่งเสริมความพร้อมของนักศึกษาในการป้องกันตนเองในสถานการณ์เมื่อเกิดการระบาดใหม่ของโรคในการอยู่รวมกันในครอบครัว สถาบันการศึกษา และชุมชนตามมาตรการ New Normal อย่างจริงจังและต่อเนื่องทุกวัน และสนับสนุนให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในสถาบันอื่นเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยเรื่องความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในกลุ่มวัยอื่นๆ เพิ่มเติม
2. ศึกษาเปรียบเทียบความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในกลุ่มนักเรียน/นักศึกษา ในเขตเมืองและเขตชนบท
3. ศึกษาเจาะลึกหารูปแบบการดำเนินงานในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในสถาบันการศึกษาเพื่อขยายผลสถาบันการศึกษาอื่นๆ ต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อินทร์ จันทร์เจริญ อธิการบดีวิทยาลัยเชียงราย ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณนายแพทย์ศุภเลิศ เนตรสุวรรณ นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเวชกรรมป้องกัน โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุนท์ ชมชื่น ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกวลี ดวงกำเนิด ที่สนับสนุนด้านวิชาการ อาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย และอาจารย์วิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรีไทย-เยอรมัน ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุนข้อมูล และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงธนบุรีไทย-เยอรมัน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี



เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2563). *ข้อมูลเกี่ยวกับโควิด 19*. สืบค้น 8 มิถุนายน 2563, จาก <https://ddc.moph.go.th/>
- ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. (2562). *ความกว้างของอันตรายภาคขึ้น*. สืบค้น 11 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://www.thaiail.com/blog/burin/4967/>
- ณัฐวรรณ คำแสน. (2564). ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ของประชาชนในเขตอำเภออุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี*, 4(1), 33-48.
- ธานี กล่อมใจ. (2563). ความรู้และพฤติกรรมของประชาชนเรื่องการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ตำบลบ้านสา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. *วารสารการพยาบาลการสาธารณสุขและการศึกษา*, 21(2), 29-147.
- นงเยาว์ เกษตรภิบาล. (2563). *ปัจจัยทำนายการปฏิบัติของประชาชนไทยต่อผู้ที่เคยติดเชื้อหรือผู้ถูกกักกัน และผลกระทบจากการระบาดของโรคโควิด-19*. สืบค้น 16 ตุลาคม 2563, จาก https://www.khonThai4-0.net/content_detail.php?id=79
- ภมร ตรุณ และ ประกันชัย ไกรรัตน์. (2562). ปัจจัยความรู้ด้านสุขภาพที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสุขภาพของประชาชนจังหวัดบึงกาฬ. *วารสารวิชาการกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ*, 15(3), 71-82.
- วิชัย เทียนถาวร. (2564). ความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคโควิด 19 ในกลุ่มวัยเรียนมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. *วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 4(2), 126-137.

- ศิริวรรณ ขอบธรรมสกุล. (2562). *ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการป้องกันโรคอ้วนของนักศึกษาปริญญาตรีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล*. สืบค้น 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://so03.tcithaijo.org/index.php/JIRGS/article/view/229841/156423>
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย. (2563). *ข้อมูลเกี่ยวกับ COVID-19 – ไวรัสโคโรนา*. สืบค้น 11 มิถุนายน 2563, จาก <https://ddc.moph.go.th/>
- สุนันท์ ศรีประจันต์. (2562). *ความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพที่พึงประสงค์ของบุคลากรศูนย์อนามัยที่ 7 ขอนแก่น*. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครราชสีมา*, 35(1), 277–289.
- อัจฉราพร ปะที. (2559). *การแปลผลค่าเฉลี่ย*. สืบค้น 11 พฤศจิกายน 2563, จาก http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5705037082_4989_4009.pdf
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). *Sample Size Determination Using Krejcie and Morgan Table*. Retrieved March 27, 2020, from <http://www.kenpro.org/sample-size-determination-using-krejcie-and-morgan-table/>
- WHO. (2020). *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. Retrieved February 28, 2020, from [https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19))



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรแปรรูป
มะขามจืดจืดสำหรับธุรกิจชุมชน

ANALYSES OF THE TAMARIND PROCESSING MACHINERY'S
PRODUCTION PROCESS CAPABILITY FOR COMMUNITY BUSINESSES

วันที่รับ: 19 ตุลาคม 2564

วันที่แก้ไข: 4 เมษายน 2565

วันที่ตอบรับ: 7 เมษายน 2565

วิทยา หนูช่างสิงห์^{1*}, ธนภัทร มณีแสง¹

และ อีระพงษ์ มณีเพ็ญ²

Wittaya Nuchangsing^{1*}, Thanapat Maneesaeng¹

and Theerapong Maneepen²

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹Faculty of Agricultural and Industrial Technology,
Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun 67000

²คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

²Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

*Corresponding author e-mail: wittaya.nuc@pcru.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรแปรรูปมะขามจืดจืดสำหรับธุรกิจชุมชน โดยการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 คือ นำมะขามเปรี้ยวยักซ์ 1 กิโลกรัม ที่ผ่านการแกะเปลือก รก นำมาคลุกเคล้าด้วยน้ำตาล เกลือ พริกป่น แล้วใส่ลงในช่องนำเข้าเพื่อลำเลียงไปยังชุดโม่บด เพื่อตัดชิ้นมะขามที่ได้คุณภาพใกล้เคียงและรวดเร็วที่ใช้แรงงานคนตัด ระยะที่ 2 การประเมินสมรรถนะพิจารณาจากความสามารถของเครื่องจักร ในครั้งแรกจะตัดมะขามจำนวน 1 รอบ และครั้งที่สองทำการตัดมะขามจำนวน 2 รอบ ในแต่ละรอบจะสุมมะขามจำนวน 200 กรัมจากการผลิต 1 ครั้ง (มะขาม 1 กิโลกรัม) วัดความยาวมะขามแล้วนำไปวิเคราะห์กระบวนการผลิตของเครื่องจักร การวิจัยพบว่า ในการผลิตมะขามจืดจืด 1 กิโลกรัม เครื่องจักรใช้เวลาเฉลี่ย 1.04 นาที ซึ่งรวดเร็วที่ใช้แรงงานคนในการผลิตถึง 59.31 เท่า แต่ข้อด้อย

คือ ปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้เครื่องจักรจะมากกว่าการใช้แรงงานคนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 6.67 และรูปทรงชิ้นงานที่ได้จะไม่สม่ำเสมอเท่ากับการผลิตจากแรงงาน ในส่วนการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) จะพบว่าความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ในระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95.45 หรือที่ระดับ $1-2\sigma$ เท่านั้น ผลการวิจัยครั้งนี้เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณกำลังการผลิต สามารถลดเวลา ลดขั้นตอน และลดจำนวนแรงงาน เพิ่มมาตรฐานสะอาดในกรรมวิธีการผลิต นำไปสู่มาตรฐานของสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น เพิ่มความเชื่อมั่นในสินค้าของธุรกิจระดับชุมชนให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายใหญ่ได้

คำสำคัญ: เครื่องจักรแปรรูป, มะขามจืดจัด, วิสาหกิจชุมชน



Abstract

The purpose of this research was to analyze the capability of the production process of the Tamarind Processing Machinery for community businesses. The research was divided into 2 phases. Phase 1 was to take 1 kg of giant sour tamarind, which had been peeled and mixed with sugar, salt, and chili powder, and put it into the input channel for transport to the leaf set. Knife-cut tamarind pieces with similar quality and faster than using manual labor. In the first round, one round of tamarind is cut, and in the second, two rounds of tamarind are cut. In each round, 200 g of tamarind are randomly selected from 1 production (1 kg of tamarind). The length of the tamarind is measured, and the tamarind is analyzed in the production process of the machine. Research found that to be defined as the qualifications and capabilities of machines, to produce 1 kg of tamarind, the machine takes an average of 1.04 minutes, which is 59.31 times faster than manual labor. The amount of loss of raw materials from the use of machines is approximately 6.67% more than that of manual labor, and the resulting work piece shape will not be as uneven as the production from labor. As for the process capability analysis, it was found that the capability of the production process was only at a confidence level of 95.45 percent, or at a level of $1-2\sigma$. Increase production capacity, which can reduce time, reduce procedures, and reduce the amount of labor. Increase cleanliness standards in

the production process, leading to higher standards of products and products. Increase confidence in the products of community businesses to be able to compete with the big competitors.

Keywords: Processing Machinery, Tamarind, Community Enterprise



บทนำ

มะขามป้อมเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการของตลาดและมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกๆ ปี สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่า จังหวัดเพชรบูรณ์ปลูกมะขามป้อมปักษ์ใต้ผลผลิตเฉลี่ย 816 กิโลกรัมต่อ 1 ไร่ ซึ่งรวมแล้วมีมูลค่ากว่า 4,324 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่ากว่า 2.3 พันล้านบาท ซึ่งสามารถปลูกทดแทนการปลูกข้าวในพื้นที่ไม่เหมาะสม (กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศสำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563) พื้นที่ที่นิยมปลูกส่วนมากจะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่จะถูกนำไปทำมะขามเปียก โดยร้อยละ 60 จะถูกนำมาบริโภคในประเทศ ที่เหลือจะถูกส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ (สมพงษ์ สุขเขตต์, 2558) ในปี 2563 มีการรายงานว่ามีเกษตรกรจำนวน 13,841 ครัวเรือนที่ทำการปลูกมะขามป้อม มีผลผลิตรวม 2,812,375 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งในปัจจุบันราคาจำหน่ายมะขามทุกเกรดหน้าสวนอยู่ที่ประมาณ 18.27 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563) แต่ถ้าหากเป็นมะขามป้อมปักษ์ใต้เกรดที่ดีที่สุดที่ได้รับการแกะเปลือกและเมล็ด สามารถจำหน่ายได้ในราคา 90 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมักจะถูกใช้ในการแปรรูปเป็นมะขามแช่อิ่ม (รัฐพล ท่อนแก้ว, 2557) ผักที่ไม่สวยหรือมีขนาดเล็กลง หากนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปสามารถจำหน่ายได้ในราคาเฉลี่ย 87.5 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมูลค่าจะเพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 470 (เทพ เพ็ญมะลัง และ จินตนา สนามชัยสกุล, 2555) กลุ่มแปรรูปมะขามไร่บุญคง ผู้ผลิตมะขามธุรกิจระดับชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้ผลิตมะขามป้อมปักษ์ใต้โดยผู้ประกอบการจะนำวัตถุดิบที่ได้มาคลุกเคล้าร่วมกับน้ำตาล พริก และเกลือ โดยผู้ผลิตต้องทำให้มะขามเป็นแผ่น และใช้กรรไกรตัดให้มะขามมีความยาวประมาณ 1-4 เซนติเมตร ปัญหาสำคัญของกระบวนการผลิต คือ ขั้นตอนการคลุกและตัดให้ได้ขนาดไม่เกินมาตรฐานเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถใช้ช้อนขนาดเล็กจิ้มเพื่อรับประทานได้สะดวก ซึ่งในปัจจุบันมีความต้องการมะขามป้อมปักษ์ใต้สดเฉลี่ย 40-50 กิโลกรัม แต่แรงงาน 1 คน ต้องใช้เวลาในตัดมะขามป้อมปักษ์ใต้ 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมากแต่ก็ยังไม่สามารถผลิตตามความต้องการของผู้บริโภคได้ทัน เนื่องจากทางกลุ่มธุรกิจชุมชนแห่งนี้มีผลิตภัณฑ์หลายประเภท จึงไม่สามารถใช้แรงงานทั้งหมดเพื่อผลิตเพียงผลิตภัณฑ์เดียวได้

ส่งผลให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสทางการค้าในปริมาณ 30–40 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ในงานวิจัยของวิทยา หนูช่างสิงห์, นรุตน์ รัตนวัย, และ ธนภัทร มณีแสง (2558) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้วสำหรับธุรกิจขนาดเล็ก เพื่อตัดเนื้อมะขามที่มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด 180 x 180 มิลลิเมตร หน้า 15 มิลลิเมตร น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผู้ปฏิบัติงานจะเริ่มจากวางไว้บนร่องสี่เหลี่ยม ขนาด 15 มิลลิเมตร ที่มีอยู่ทั้งหมด 10 ร่อง จากนั้นชุดใบมีดจะตัดเนื้อมะขามจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งแรกตัดเนื้อมะขามออกมาให้มีลักษณะเป็นเส้นยาว ส่วนในครั้งที่สองต้องนำมะขามที่ได้จากการตัดในครั้งแรกกลับด้านเพื่อใส่เข้าไปในเครื่องอีกครั้งเพื่อตัดให้ออกมาเป็นก้อนรูปสี่เหลี่ยมขนาดเท่ากัน จำนวนทั้งหมด 100 เม็ด ทั้งนี้ รุ่งเรือง ทารักษ์ (2553) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องตัดต้นหอม เครื่องใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าและส่งกำลังด้วยสายพานไปยังชุดใบมีดในการตัดต้นหอมที่ลำเลียงด้วยชุดสายพาน ในการตัดเดือนต้นหอมที่ยังสดในการนำไปแปรรูป เช่นเดียวกับรัฐพล ดุลยะลา (2563) ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยออกแบบชุดใบมีดจำนวน 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นชุดตัดในแนวยาว มีใบมีดจำนวน 11 ใบ มีขนาดความกว้างของใบมีด 5 เซนติเมตร ส่วนชุดที่ 2 จะเป็นชุดตัดแนวขวาง มีใบมีดจำนวน 11 ใบ ขนาดความกว้างของใบมีด 2.5 เซนติเมตร ขับเคลื่อนด้วยบอลสกรูที่ติดอยู่กับมอเตอร์ เพื่อเป็นตัวขับเคลื่อนให้ใบมีดตัดเดินหน้าถอยหลังซ้ายขวา โดยเครื่องสามารถตัดกระยาสารทได้พร้อมกันทีละ 10 แถว ในแนวยาว และ 10 แถว ในแนวขวาง ซึ่งเครื่องตัดกระยาสารทสามารถตัดชิ้นกระยาสารทได้ปริมาณ 700 ชิ้น และพบว่าชิ้นงานที่ได้สวยงาม มีความสม่ำเสมอมากกว่า รวมถึงลดเวลาในการตัดสินใจคิดเป็นประสิทธิภาพ 68.29 หากเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการตัด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดและองค์ความรู้งานวิจัยของรัฐพล ดุลยะลา (2563) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องจักรสำหรับใช้ผลิตมะขามจัดจาด โดยออกแบบเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นชุดคลุกมะขาม จะมีใบหมุนคลุก ยาว 670 มิลลิเมตร ใบคลุกกว้าง 240 มิลลิเมตร มีรัศมี 170 องศา ส่วนชุดที่ 2 จะเป็นส่วนใบมีดตัด ขนาด 100 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร ระยะช่วงห่างใบมีด 6 มิลลิเมตร มี 2 ชุด แบ่งชุดละ 17 ใบ ขับเคลื่อนมอเตอร์ส่งกำลังด้วยสายพานไปยังชุดคลุกและชุดใบมีดตัด ใบกวนจะบังคับให้เนื้อมะขามที่ผ่านการคลุกเคล้าส่วนผสมแล้วไปอยู่ตรงกับช่องนำเข้า เมื่อผู้ปฏิบัติงานเปิดช่องนำเข้า มะขามจะไหลลงไปยังชุดใบมีดเพื่อทำการตัดชิ้นมะขาม และมะขามที่ผ่านการตัดแล้วจะตกลงผ่านช่องด้านล่าง ซึ่งขนาดชิ้นงานที่ได้จะอยู่ระหว่าง 1–4 เซนติเมตร ส่วนในการประเมินสมรรถนะของเครื่องจักร คณะผู้วิจัยได้นำวิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) มาใช้ในการประเมิน โดยพิจารณาจากดัชนีวัดความสามารถของ

กระบวนการ (Process Capability Index) ทั้ง 2 ประเภท ประกอบด้วยดัชนีที่ใช้วัดความสามารถของกระบวนการ (Actual Capability: C_{pk}) และ (Actual Process Capacity Index: P_{pk}) ซึ่งทั้ง C_{pk} และ P_{pk} คือ ดัชนีที่ใช้วัดความสามารถที่แท้จริงของกระบวนการเช่นเดียวกัน แต่ต่างกันตรงที่ C_{pk} ใช้ค่าพิสัยของแต่ละกลุ่มย่อยมาคำนวณหาค่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ P_{pk} ใช้ข้อมูลทั้งหมด (Dangprasirt, 2005) โดยสามารถนำมาใช้ยืนยันได้ว่ากระบวนการมีความสามารถเพียงพอ และเป็นไปตามเงื่อนไขในการผลิตที่กำหนดไว้หรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้คือความสามารถและผลิตภาพ (Productivity) ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของผลผลิตของเครื่องจักร (Douglas, 2013) ซึ่งนำไปสู่มาตรฐานของกระบวนการผลิตที่สูงขึ้นเพื่อให้ธุรกิจระดับชุมชนมีศักยภาพในการแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



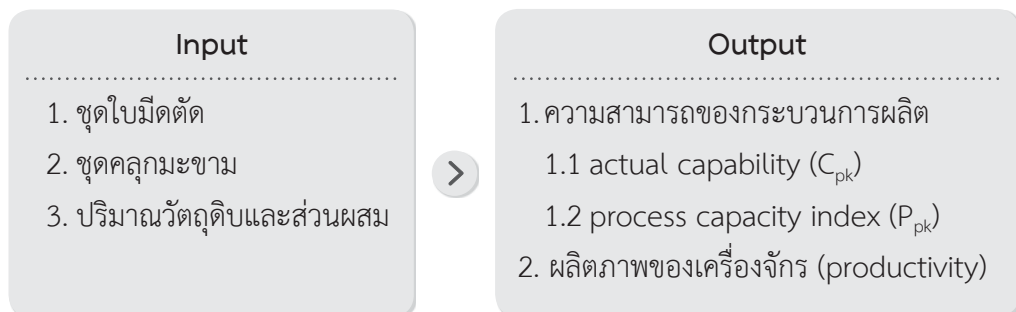
วัตถุประสงค์การวิจัย

วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรแปรรูปมะขามจัดจาดสำหรับธุรกิจชุมชน



วิธีดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้มุ่งเน้นไปยังความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งเป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ และได้สอบถามถึงกระบวนการผลิตแบบเดิมที่ทำให้เกิดปัญหาการผลิตล่าช้าและมีต้นทุนที่สูง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับใช้ออกแบบและสร้างเครื่องจักรเพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การลดขั้นตอน ต้นทุน และจำนวนแรงงาน รวมไปถึงคุณภาพและมาตรฐานด้านความสะอาด และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ให้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นได้ ซึ่งเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลิตภาพมากกว่าการผลิตแบบวิธีเดิม มะขามที่ตัดออกมาต้องมีขนาดไม่เกิน 1–4 เซนติเมตร ตามเงื่อนไขและข้อกำหนดของผู้บริโภค



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการออกแบบกระบวนการทำวิจัย

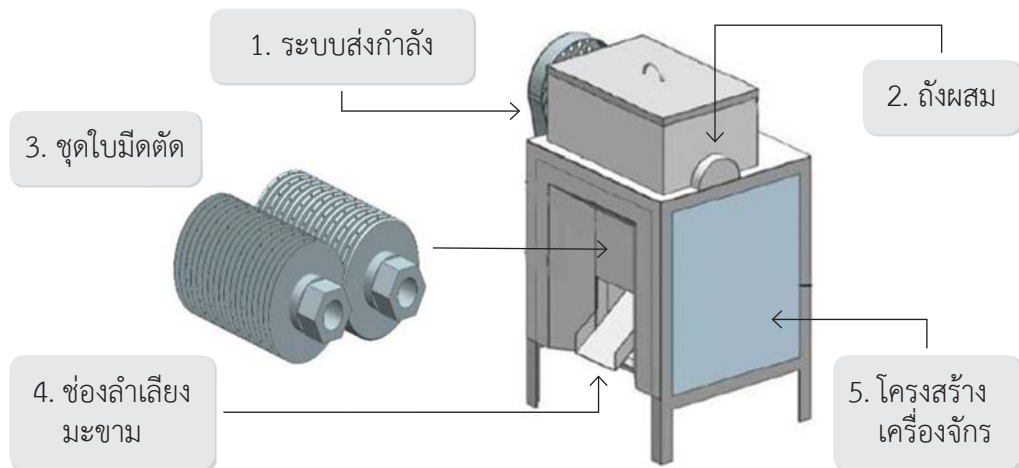
อุปกรณ์การวิจัย

1. วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

มะขามเปรี้ยวยักษ์ที่ผ่านการแกะเปลือก รก และนำเมล็ดออกเหลือเพียงเนื้อมะขาม ในการทดลองครั้งนี้ใช้มะขามน้ำหนัก 1,000 กรัม น้ำตาลจำนวน 300 กรัม เกลือ 20 กรัม และพริกป่น 20 กรัม เครื่องคลุกมะขามจี๊ดจัดมีลักษณะการทำงานในแนวนอน ตามรูปที่ 2 องค์ประกอบหมายเลข 1 แสดงให้เห็นถึงระบบการส่งกำลัง โดยอาศัยระบบการส่งกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ควบคุมการหมุนของพูลเลย์เพลตาม ขนาด 304.8 มิลลิเมตร ส่งผ่านโซ่และสเตอร์ล้อขับ 13 ฟัน และ 20 ฟัน เพื่อหมุนเพลาชุดไบมีดคู่ที่ความเร็ว 98 รอบต่อนาที ตามองค์ประกอบหมายเลข 2 และส่งกำลังไปยังพูลเลย์เพลาคับ ขนาดความโต 76.2 มิลลิเมตร และพูลเลย์เพลตาม ขนาดความโต 254 มิลลิเมตร เพื่อไปหมุนใบคลุก ที่อยู่ในถังผสมที่ความเร็ว 30 รอบต่อนาที ดังที่แสดงตามองค์ประกอบหมายเลข 3 โดยรูปที่ 3 จะแสดงเครื่องจักรแปรรูปมะขามจี๊ดจัดที่สร้างเสร็จแล้ว และพร้อมใช้งาน

2. กระบวนการผลิตมะขามจี๊ดจัดโดยใช้เครื่องจักร

การผลิตจะเริ่มต้นจากการจัดเตรียมวัตถุดิบและส่วนประกอบ ผู้ปฏิบัติงานต้องเตรียมเนื้อมะขามเปรี้ยวยักษ์ที่แกะเมล็ดออกแล้ว น้ำหนัก 1,000 กรัม และส่วนผสมที่จะนำไปคลุกเคล้ากับเนื้อมะขาม ปริมาณของส่วนผสมและกรรมวิธีจะขึ้นอยู่กับสูตรของผู้ประกอบการ สถานประกอบการแต่ละที่จะมีส่วนประกอบและกรรมวิธีที่ไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำตาล 300 กรัม เกลือ 20 กรัม และพริกป่น 20 กรัม นำส่วนผสมทั้งหมดลงในถังผสม ผู้ปฏิบัติงานเปิดสวิตช์เครื่องจักรทำงาน ชุดกลไกผสมจะทำหน้าที่ในการคลุกเคล้าเนื้อมะขามและน้ำตาลเข้าด้วยกัน เมื่อได้เนื้อมะขามที่ผ่านการคลุกเคล้าตามที่ต้องการแล้ว ผู้ปฏิบัติงานต้องเปิดช่องนำเข้าให้มะขามร่วงลงมาเจอชุดไบมีดเพื่อตัดเนื้อมะขามให้เป็นชิ้นเล็กๆ ความยาวของชิ้นงานต้องอยู่ระหว่าง 1–4 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปที่ 4 จากนั้นเนื้อมะขามที่ผ่านการตัดแล้วจะไหลผ่านช่องลำเลียงเนื้อมะขามตามองค์ประกอบหมายเลข 4 ในรูปที่ 2 ลงสู่ภาชนะที่เตรียมไว้ และนำไปบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2 องค์ประกอบสำคัญของเครื่องคลุกมะขามจัดจาด



รูปที่ 3 เครื่องคลุกมะขามจัดจาดแบบแนวนอน



รูปที่ 4 ผลผลิตที่ได้จากเครื่องจักร

วิธีการประเมินสมรรถนะ

การประเมินสมรรถนะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 คือ ทดสอบการทำงานเบื้องต้น และระยะที่ 2 คือ การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ โดยการทดสอบการทำงานเบื้องต้นในระยะที่ 1 ผู้ปฏิบัติงานต้องนำมะขามเปรี้ยวที่ยังผ่านการแกะเปลือก รก น้ำหนักประมาณ 1,000 กรัม คลุกเคล้ากับน้ำตาล 300 กรัม เกลือ 20 กรัม และพริกป่น 20 กรัม ก่อนนำมะขามที่ผ่านการคลุกเคล้าแล้วใส่ลงในช่องนำเข้าเพื่อลำเลียงไปยังชุดใบมีด มะขามที่ผ่านกระบวนการตัดจากเครื่องจักรต้องเกิดการสูญเสียให้น้อยที่สุด และต้องทำงานได้รวดเร็ว

กว่าการใช้แรงงาน หากตรงตามกับเงื่อนไขดังกล่าว ก็ถือว่าเครื่องจักรสามารถทำได้บรรลุตามเป้าประสงค์ที่ได้คาดการณ์ไว้ แต่อย่างไรก็ตาม ขึ้นมะขามที่ได้ควรมีคุณภาพใกล้เคียงกับการตัดด้วยแรงงาน ดังนั้นในระยะที่ 2 ได้ประเมินสมรรถนะ จะพิจารณาจากความสามารถของเครื่องจักร โดยประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต ซึ่งในการทดลองคณะผู้วิจัยได้นำมะขามที่ได้จากกระบวนการผลิตมาสุ่มวัดความยาวของขึ้นมะขามหลังจากการตัด ซึ่งควรอยู่ระหว่าง 1-4 เซนติเมตร การทดลองจะรวบรวมข้อมูลจำนวน 6 วัน เนื่องจากสถานประกอบการมีวันหยุด 1 วัน คือวันอาทิตย์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการผลิต โดยชุดแรกเป็นการตัดมะขามจำนวน 1 รอบ และชุดที่ 2 คือมะขามที่ได้จากการตัด 2 รอบ ในแต่ละรอบจะสุ่มมะขามที่ได้จากการผลิตจำนวน 200 กรัม (ในการผลิต 1 ครั้ง จะได้มะขามประมาณ 1 กิโลกรัม) หรือร้อยละ 20 เพื่อวัดความยาว และใช้วิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักร เพื่อกำหนดให้เป็นคุณสมบัติและความสามารถของเครื่องจักร ตัวแปรควบคุม คือ มะขามเปรี้ยวที่ผ่านการคลุกเคล้าและตัดเป็นชิ้น ตัวแปรตรวจวัด คือ กลุ่มตัวอย่างของขึ้นมะขามที่ได้ต้องมีความยาวไม่เกิน 1-4 เซนติเมตร



ผลการวิจัย

ผลลัพธ์จากวิธีการประเมินสมรรถนะของเครื่องจักรแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกมะขามจัดจาด

จากการทดสอบการทำงานเครื่องจักรในเบื้องต้น สามารถทราบเวลาการปฏิบัติงานและปริมาณที่สามารถผลิตได้ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งใน 1 รอบการทำงาน เครื่องจักรสามารถใช้เวลาในการผลิตเฉลี่ยเพียง 1 นาที 4 วินาที ซึ่งเวลาการผลิตสูงสุดจะอยู่ที่ 1 นาที 13 วินาที และเร็วที่สุดใช้เวลาเพียง 58 วินาทีเท่านั้น ผลผลิตที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 1,170 กรัม และหากพิจารณาปริมาณวัตถุดิบที่นำเข้าเครื่องจักรกับผลผลิตที่ได้ พบว่าเกิดการสูญเสียวัตถุดิบจากการผลิตเท่ากับร้อยละ 12.68 จากวัตถุดิบทั้งหมด 1,340 กรัม ซึ่งคาดว่าจะมีพริก เกือบและเนื้อมะขามบางส่วนที่ติดอยู่ที่ระหว่างชุดใบมีดและช่องลำเลียง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า 1 รอบการทำงาน เครื่องจักรสามารถผลิตมะขามจัดจาด 1 กิโลกรัม ได้รวดเร็วกว่าใช้แรงงานคนที่ใช้เวลาในการผลิตเฉลี่ย 63.28 นาที เมื่อเปรียบเทียบแล้วเครื่องจักรสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าถึง 58.31 เท่า ซึ่งหากต้องการมะขามจัดจาดจำนวน 50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์จากเดิมใช้เวลาประมาณ 53.04 ชั่วโมง จะเหลือเพียง 53.33 นาทีเท่านั้น ส่วนอัตราการสูญเสียวัตถุดิบนำเข้าเมื่อเทียบกับแรงงานคนแล้ว เครื่องจักรมีความสูญเสียมากกว่าร้อยละ 6.71

ตารางที่ 1 เวลาการผลิตโดยใช้แรงงาน

การทดลองครั้งที่	1 รอบการผลิต (1 กิโลกรัม)	
	เวลา (วินาที)	อัตราการผลิต (กิโลกรัมต่อ 1 รอบการผลิต)
1	3,801	1.32
2	4,090	1.28
3	3,913	1.23
4	3,504	1.27
5	3,676	1.23
ค่าเฉลี่ย	3,796	1.26

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์การทดสอบการทำงานเบื้องต้น

การทดลองครั้งที่	1 รอบการผลิต (1 กิโลกรัม)	
	เวลา (วินาที)	อัตราการผลิต (กิโลกรัมต่อ 1 รอบการผลิต)
1	58	1.20
2	72	1.14
3	73	1.12
4	62	1.22
5	59	1.21
ค่าเฉลี่ย	64	1.17

2. ผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักร

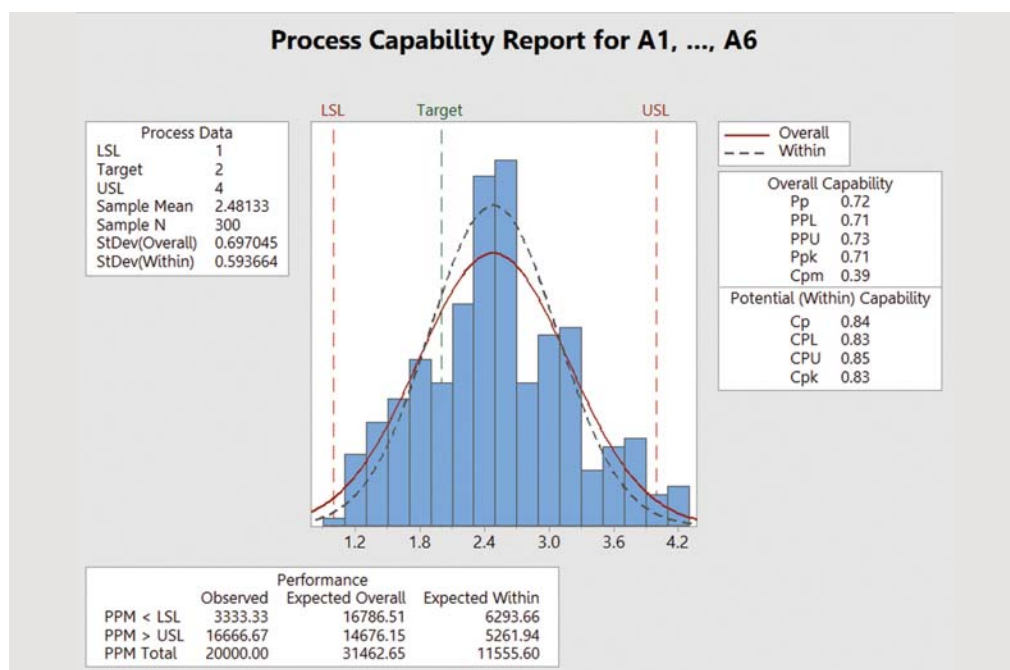
จากการประเมินสมรรถนะของเครื่องจักร คณะผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 1 ใช้การตัดเพียงรอบเดียว และรูปแบบที่ 2 ใช้การตัด 2 รอบ จากนั้นใช้วิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการจากโปรแกรม Minitab version 17 เพื่อหารูปแบบกระบวนการผลิตที่ตรงกับเงื่อนไขของผู้ประกอบการมากที่สุด ผลลัพธ์ของการทดลองทั้ง 2 รูปแบบ สามารถแสดงดังตารางที่ 3 และ 4 ซึ่งผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

2.1 การทดลองจากการตัด 1 รอบการทำงาน

ผลลัพธ์จากตารางที่ 3 แสดงลักษณะของขึ้นมะขามมีความยาวอยู่ระหว่าง 0.9–4.3 เซนติเมตร จากการประเมินความสามารถของกระบวนการของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ชิ้น พบว่า ค่า P_p และ P_{pk} ของกระบวนการมีค่าใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่ากลางซึ่งเป็นค่าเป้าหมาย ค่าความผันแปรที่เกิดขึ้นทั้งหมดในข้อมูล (P_{pk}) และส่วนค่าความแปรผันระหว่างกลุ่มย่อย (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.83 ซึ่งหากค่า P_{pk} และ C_{pk} น้อยกว่า 1 ซึ่งถือว่ากระบวนการยังไม่ดีมากนัก แต่ก็ยังอยู่ในระดับ 2 σ (2 Sigma Level) (Rehman, 2019) หรือกระบวนการมีความเชื่อมั่นประมาณร้อยละ 95.45 ที่จะได้ของดี กล่าวคือ หากพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลดิบที่เก็บมาทั้ง 6 วัน จะพบว่า หากผลิต 1 ล้านชิ้น โดยใช้เครื่องจักรเครื่องนี้ โอกาสที่จะพบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง (lower specification limit) จะมีค่าเท่ากับ 3,333 ชิ้น ของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน (upper specification limit) จะมีประมาณ 16,667 ชิ้น แต่จากตัวแทนของประชากรทั้งหมด พบว่าอาจจะเจอของเสียจากกระบวนการผลิตอยู่ที่ 20,000 ชิ้น และแต่ละวันจะเจอของเสียประมาณ 5,201.11 ชิ้น ที่ไม่ได้มาตรฐานจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง และประมาณ 5,099.54 ชิ้น จากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน รวมทั้งหมด 11,556 ชิ้น

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสุ่มตัวอย่างชิ้นงานเพื่อทดสอบความสามารถของกระบวนการ 6 วัน
จำนวน 50 ชิ้น จากการทดลองตัด 1 รอบการทำงาน

ชั้นที่	วันที่สุ่มตัวอย่าง						ชั้นที่	วันที่สุ่มตัวอย่าง					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
1	3.8	3.2	3.2	2.4	3.8	3.2	26	2.5	2.5	2.5	2.1	2.5	2.5
2	3.9	3.7	1.2	2.4	3.0	2.2	27	2.8	2.8	2.1	3.2	3.1	2.8
3	1.3	1.2	2.6	1.3	3.0	1.3	28	3.8	2.7	3.6	3.5	1.9	1.2
4	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	29	3.7	1.7	3.0	2.3	1.8	3.4
5	2.4	2.2	2.4	2.1	2.4	2.4	30	1.5	2.3	1.6	2.0	3.4	1.4
6	2.0	1.6	2.3	2.0	2.2	1.6	31	3.6	1.8	3.2	2.3	3.1	3.1
7	3.3	1.5	2.6	3.2	4.3	2.8	32	3.7	3.2	2.2	1.2	3.2	3.5
8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	33	2.6	2.3	2.6	2.7	2.8	2.6
9	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	34	2.8	2.6	2.8	2.3	2.8	2.8
10	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	35	2.9	3.8	3.5	2.1	2.9	4.1
11	2.1	1.8	1.9	2.6	1.1	3.4	36	2.0	3.5	1.5	3.0	2.0	2.2
12	1.2	2.0	2.2	1.2	2.2	1.2	37	2.5	3.9	2.5	2.1	2.6	2.5
13	1.3	2.1	2.3	2.0	1.3	1.3	38	2.9	3.8	2.9	2.9	2.9	2.9
14	1.4	2.3	2.4	2.1	1.4	1.4	39	3.5	3.9	3.5	3.4	4.2	3.2
15	1.5	1.5	2.2	2.2	1.5	2.3	40	2.3	3.0	1.8	4.2	3.6	2.1
16	2.2	2.4	1.8	2.3	1.6	1.6	41	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5
17	3.0	3.0	1.9	2.1	1.7	2.3	42	3.0	2.4	2.3	2.6	3.8	3.9
18	1.8	2.4	1.7	1.8	1.8	1.8	43	3.0	2.7	3.0	2.8	3.2	3.2
19	2.5	2.5	2.2	2.5	2.5	2.5	44	2.2	2.3	2.2	1.9	3.8	3.2
20	2.7	2.7	2.4	3.0	2.7	2.1	45	2.3	2.3	2.3	3.0	2.3	2.3
21	1.3	3.1	2.2	1.3	2.3	2.2	46	3.1	3.2	3.0	3.1	3.1	3.1
22	1.4	1.8	1.7	4.2	1.8	1.9	47	2.3	2.3	2.0	2.6	2.6	3.2
23	1.5	2.2	1.9	3.8	3.4	1.5	48	2.4	2.4	1.5	2.4	2.4	2.4
24	2.2	3.1	1.6	3.1	3.0	1.6	49	2.9	3.6	1.2	3.0	3.2	3.0
25	1.9	2.8	1.9	3.4	1.9	1.9	50	2.5	2.5	0.9	2.5	2.5	2.5



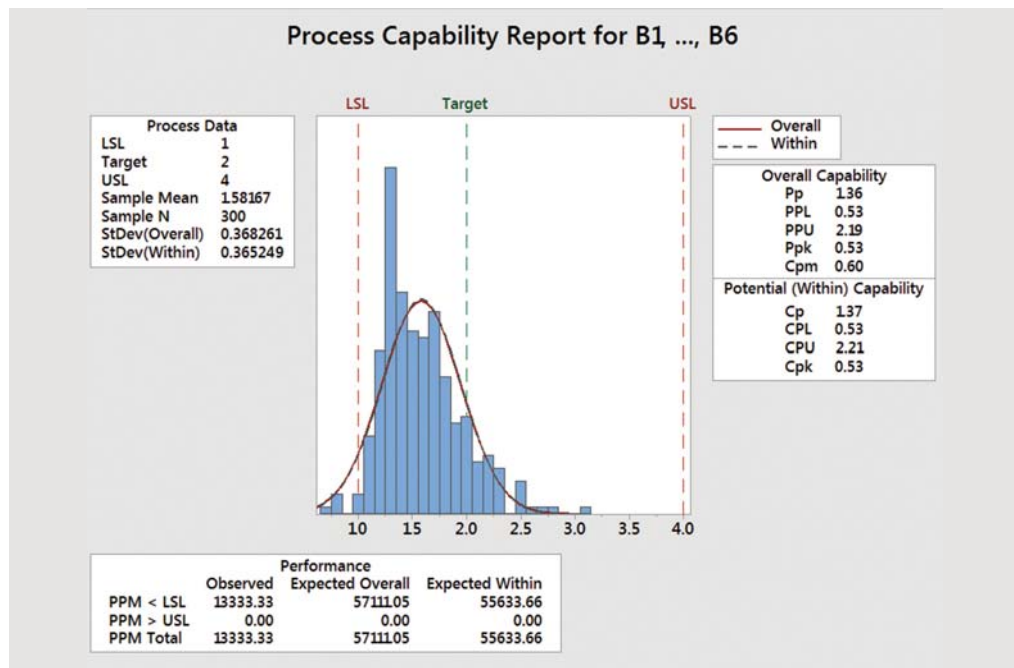
รูปที่ 5 ความสามารถของกระบวนการของการตัด 1 รอบการทำงาน

2.2 การทดลองจากการตัด 2 รอบการทำงาน

ลักษณะของชิ้นงานจะมีขนาดเล็กลงมากหากเปรียบเทียบกับ การทดลองรูปแบบที่ 1 โดยมีความยาวอยู่ระหว่าง 0.8–3.5 เซนติเมตร ซึ่งมีชิ้นงานบางส่วนมีมาตรฐานต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด จากการประเมินความสามารถของกระบวนการของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ชิ้น พบว่า ค่า P_p และ P_{pk} ของกระบวนการมีค่าต่างกันมากในกระบวนการผลิตในภาพรวม ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยต่างจากค่ากลางที่ได้จากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าค่าเป้าหมาย และหากพิจารณาจากค่า P_{pk} และ C_{pk} ที่มีค่าเท่ากับ 0.53 จะแสดงให้เห็นว่าความสามารถของกระบวนการยังไม่ถึงระดับ 2σ (Rehman, 2019) หรือกระบวนการมีความเชื่อมั่นไม่ถึงร้อยละ 95.45 ที่จะได้ของดี กล่าวคือ หากพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลดิบที่เก็บมาทั้ง 6 วัน จะพบว่า หากผลิต 1 ล้านชิ้น โดยใช้เครื่องจักรเครื่องนี้ โอกาสที่จะพบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างประมาณ 13,334 ชิ้น แต่จะไม่พบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน แต่หากพิจารณาจากตัวแทนของประชากรทั้งหมด จะพบว่าอาจพบของเสียจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานจากขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างประมาณ 57,111 ชิ้น ซึ่งถือว่ามากกว่าการตัดเพียงรอบเดียว แต่ไม่พบของเสียจากขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และแต่ละวัน (Within Capacity) จะเจอของเสียประมาณ 55,634 ชิ้น ไกลเคียงการผลิตโดยภาพรวม (Overall Capacity)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสุ่มตัวอย่างชิ้นงานเพื่อทดสอบความสามารถของกระบวนการ 6 วัน
จำนวน 50 ชิ้น จากการทดลองตัด 2 รอบการทำงาน

ชั้นที่	วันที่สุ่มตัวอย่าง						ชั้นที่	วันที่สุ่มตัวอย่าง					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
1	1.8	1.7	2.6	1.6	1.5	1.3	26	1.1	2.5	2.0	2.0	1.2	1.6
2	1.7	1.9	1.5	1.4	2.0	2.2	27	1.3	1.6	2.0	1.4	1.7	1.7
3	1.5	1.4	2.0	2.1	2.3	1.9	28	1.9	1.4	1.5	1.2	1.3	1.5
4	2.0	2.1	2.5	2.3	1.5	1.4	29	2.0	1.2	2.3	1.3	1.3	3.1
5	1.7	1.2	1.7	1.3	1.2	2.1	30	1.8	1.5	1.2	1.2	0.8	1.8
6	1.6	1.6	1.4	1.5	1.3	1.3	31	1.3	1.4	1.3	1.7	1.8	1.8
7	1.4	1.7	2.0	1.7	1.6	1.7	32	1.2	2.3	1.3	1.3	1.2	1.4
8	1.2	1.8	2.2	1.2	1.7	1.7	33	1.9	2.0	1.7	1.3	1.6	1.4
9	1.3	1.4	1.6	1.6	1.0	1.4	34	1.5	1.1	2.1	2.3	1.2	1.3
10	1.7	1.3	1.9	1.3	1.2	1.5	35	2.2	1.3	1.4	1.9	1.9	1.7
11	1.8	1.7	1.5	1.5	1.8	2.2	36	1.6	1.7	1.6	1.2	0.8	2.1
12	1.3	1.8	1.9	1.3	1.3	1.2	37	1.1	1.8	1.3	1.6	1.8	2.7
13	1.0	1.6	1.5	1.5	1.3	1.9	38	1.3	1.7	1.5	1.4	0.7	2.5
14	1.2	1.3	2.1	1.1	1.0	1.5	39	1.8	1.4	1.3	1.5	1.1	1.4
15	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.3	40	1.3	1.3	1.9	1.3	2.0	1.6
16	1.8	2.5	1.3	1.5	1.3	1.4	41	1.6	1.4	1.2	1.3	1.2	1.4
17	1.6	1.3	1.4	1.1	1.4	1.1	42	1.4	1.3	2.3	1.8	0.8	1.1
18	2.1	1.4	1.3	2.5	1.7	1.8	43	1.6	1.5	1.8	1.3	1.2	1.2
19	1.5	1.3	1.7	1.4	1.6	1.2	44	1.2	1.7	2.2	1.2	1.3	1.5
20	1.4	1.3	1.6	1.3	1.3	1.6	45	1.4	1.5	1.7	1.4	1.1	1.9
21	2.2	1.6	1.3	1.7	2.2	1.4	46	1.1	2.0	1.5	1.3	1.1	1.5
22	2.2	1.8	1.9	1.9	1.3	2.3	47	2.0	1.4	1.2	1.3	1.3	1.7
23	1.2	1.3	1.6	1.5	1.7	1.6	48	2.0	1.8	2.1	1.6	1.1	1.4
24	2.0	1.9	1.8	1.5	1.3	1.4	49	1.6	2.2	1.4	1.3	1.8	1.7
25	1.8	2.0	1.5	1.5	1.3	1.7	50	2.8	1.4	1.3	1.6	1.6	1.3



รูปที่ 6 ความสามารถของกระบวนการของการตัด 2 รอบการทำงาน

ดังนั้น หากเปรียบเทียบความสามารถของกระบวนการทดลองทั้ง 2 รูปแบบ จะพบว่าการตัดเพียง 1 รอบการทำงาน สามารถให้คุณภาพที่ดีกว่า ขนาดของชิ้นงานใกล้เคียงกับเงื่อนไขที่ผู้ประกอบการต้องการมากกว่า ซึ่งหากพิจารณาจากช่วงความเชื่อมั่นที่กำหนด ความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ที่ระดับ 2σ ในขณะที่ความสามารถของกระบวนการการตัด 2 รอบการทำงาน ยังไม่ถึงระดับ 2σ ดังนั้นจึงแนะนำให้ผู้ประกอบการใช้การตัดเพียง 1 รอบแต่อย่างไรก็ตาม ของเสียในแต่ละวันจากกระบวนการอาจมากถึง 11,556 ชิ้นต่อการผลิตหนึ่งล้านชิ้น (Defects per Million Opportunities: DPMO) หากเปรียบเทียบกับจำนวนชั่วโมงการทำงานที่ลดลง 58.31 เท่า ก็ยังถือว่าคุ้มค่ามากกว่าต้นทุนแรงงานที่เสียไปในแต่ละวัน



อภิปรายผลการวิจัย

ผลลัพธ์จากงานวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรสามารถทำงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำงานแบบเดิม จากการทดลองงานเครื่องจักรใช้ในสถานการณ์จริง พบว่าสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วขึ้นทั้งด้านการคลุกเคล้าส่วนผสม และการตัดชิ้นงาน ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานของผู้ประกอบการ พบว่าอยู่ในระดับที่ดีถึงแม้ว่าชิ้นมะขามจะมีขนาดไม่เท่ากัน และไม่สวยงามเท่ากับการผลิตโดยใช้แรงงาน ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่ผู้ประกอบการสามารถยอมรับได้ ส่วนผลผลิตภาพของเครื่องจักร ปริมาณความต้องการ 50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ เครื่องจักรใช้เวลาในการผลิตเพียง 52 นาทีเท่านั้น จากเดิมใช้เวลาการผลิตจำนวน 53.04 ชั่วโมงต่อแรงงาน 1 คน ซึ่งเร็วขึ้นถึง 59.31 เท่า ส่งผลให้ผลผลิตภาพของสถานประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน ตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องจักร ส่วนการประเมินสมรรถนะของกระบวนการจะพบว่า ถ้าหากตัดเพียงรอบเดียว ความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ที่ระดับ 2 σ กล่าวคือ สามารถรับประกันว่าชิ้นงานร้อยละ 95.45 สอดคล้องกับการใช้ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการเพื่อเปรียบเทียบกับหลักการของการควบคุมคุณภาพโดยใช้ six sigma (Bhisham & Walker, 2007) แต่ถ้าหากตัดจำนวน 2 รอบ ชิ้นเนื้อมะขามมีขนาดเล็กลง และมีเศษชิ้นมะขามขนาดเล็กที่ไม่ได้ขนาดที่กำหนดมากขึ้น ส่งผลทำให้ความสามารถของกระบวนการลดลงอยู่ที่ระดับ 1 σ เท่านั้น จึงแนะนำให้ผู้ประกอบการใช้เครื่องจักรในการตัดเพียงแค่ 1 รอบ



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรแปรรูปมะขามจี๊ดจัดสำหรับธุรกิจชุมชน ซึ่งกระบวนการผลิตแบบเดิมสามารถผลิตมะขามจี๊ดจัดได้เพียง 40–50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์เท่านั้น โดยกระบวนการผลิตแบบใหม่เน้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อนำไปสู่มาตรฐานของสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น เพิ่มความเชื่อมั่นในสินค้าของธุรกิจระดับชุมชนให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นได้ โดยการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ในระยะที่ 1 เป็นการทดสอบการทำงานเบื้องต้น และระยะที่ 2 เป็นการประเมินสมรรถนะของเครื่องจักรโดยวิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า 1 รอบการทำงาน สามารถผลิตมะขามจี๊ดจัดได้เฉลี่ย 1.26 กิโลกรัม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 1.04 นาทีเท่านั้น ซึ่งรวดเร็วกว่าใช้แรงงานในการผลิตถึง 59.31 เท่า ถ้าหากต้องผลิตมะขาม 50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ เครื่องจักรจะใช้เวลาเพียง 53.33 นาทีเท่านั้น (จากเดิมใช้เวลา 53.04 ชั่วโมง) ทำให้ผลผลิตภาพของสถานประกอบการเพิ่มขึ้น แต่ข้อเสียคือ

ปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้เครื่องจักรจะมากกว่าการแรงงานคนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 6.67 จากวัตถุดิบทั้งหมด และรวมถึงรูปทรงชิ้นงานที่ได้จะไม่สวยงามและสม่ำเสมอ หากเปรียบเทียบกับการผลิตโดยแรงงาน และเมื่อพิจารณาผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องจักรโดยวิธีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ จะพบว่าความสามารถของกระบวนการผลิตจะอยู่ที่ระดับ 20 ในการตัด 1 รอบ แต่เมื่อตัด 2 รอบ ความสามารถของกระบวนการผลิตจะลดลงเหลือเพียงระดับ 10 เท่านั้น จึงแนะนำให้ผู้ประกอบการใช้การตัดเพียง 1 รอบ แต่อย่างไรก็ตาม ของเสียในแต่ละวันจากกระบวนการอาจมากถึง 11,556 ชิ้น ต่อการผลิตหนึ่งล้านชิ้น หากเปรียบเทียบกับจำนวนชั่วโมงการทำงานที่ลดลง 58.31 เท่า ก็ยังถือว่าคุ้มค่ามากกว่าต้นทุนแรงงานที่เสียไปในแต่ละวัน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องคลุกมะขามจี๊ดจัด โดยได้ทดลองการใช้งานจริงกับทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่ อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งการทดลองการจำนวน 5 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่า เวลาสูงสุดในการผลิตจะอยู่ที่ 1 นาที 13 วินาที และเร็วที่สุดที่สามารถผลิตมะขามได้จะอยู่ที่ 58 วินาที เท่านั้น ผลผลิตที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 1,170 กรัม สามารถคลุกมะขามได้ดีและตัดมะขามคลุกอยู่ในเกณฑ์ดี และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรขึ้นาคแผนใหม่ อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ มีความพึงพอใจและนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง สามารถลดแรงงาน เวลาในการคลุก และตัดมะขามได้อย่างรวดเร็ว

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการทดลองต้องให้ความสำคัญกับตัวแปรควบคุมที่ใช้ในการทดลอง คือ มะขามเปรี้ยว ที่ผ่านการคลุกเคล้าและตัดเป็นชิ้น และการตรวจวัดกลุ่มตัวอย่างของชิ้นมะขามที่ได้ต้องมีความยาวตามข้อกำหนดของงานวิจัย

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรออกแบบชุดใบมีดให้ปรับระยะการตัดได้ เพื่อจะได้เพิ่มขนาดชิ้นมะขามให้มีขนาดที่ต่างกันจะได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ได้



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จากงบประมาณแผ่นดิน ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประเภททุนโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ ประจำปีงบประมาณ 2562 ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย



เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศสำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2563). *สถานการณ์ผลิตพืชจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563*. สืบค้น 15 กรกฎาคม 2563, จาก <http://www.phetchabun.doae.go.th/wp-content/uploads/2020/10/สถานการณ์การผลิตปี63-4.pdf>
- เทพ เพี้ยมะลัง และ จินตนา สนามชัยสกุล. (2555). *การศึกษาความต้องการมะขามเปรี้ยวเพื่อการแปรรูปและพัฒนาเทคนิควิธีการต่อยอดที่มีประสิทธิภาพโดยมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรบ้านเหมืองแบ่ง ตำบลวังบาล อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์*. รายงานการวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.
- รัฐพล ดุลยะลา. (2563). การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 15(2), 117–131.
- รัฐพล ท่อนแก้ว. (2557). *แผนธุรกิจผลิตมะขามแช่อิ่มอบแห้ง*. การค้นคว้าอิสระ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- รุ่งเรือง ทารักษ์. (2553). *การออกแบบและสร้างเครื่องตัดต้นหอม*. ปริญญาโทอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ภาคพายัพ เชียงใหม่.
- วิทยา หนูช่างสิงห์, นรัตน์ รัตนวัย, และ ธนภัทร มณีแสง. (2558). การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว. ใน *ปัญญา เลิศไกร (บ.ก.), สหวิทยาการ งานวิจัย และนวัตกรรมอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน*, การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ “ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3”, (น. 104–110). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

- สมพงษ์ สุขเขตต์. (2558). วิจัยและพัฒนามะขามเปรี้ยว รายงานโครงการวิจัยประจำปี 2558 กรมวิชาการทางเกษตร. สืบค้น 19 มิถุนายน 2563, จาก <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2171>
- Bhisham, C. G., & Walker, H. F. (2007). *Statistical Quality Control for the Six Sigma Green Belt*. Wisconsin: ASQ Quality.
- Dangprasirt, P. (2005). Quality Control Chart. *Pharmatime*, 3(29), 63–71.
- Douglas, C. M. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*. (7th ed.). NJ: Wiley.
- Rehman, K. (2019). *Six Sigma Statistics Using Minitab 17*. Chicago: Independently Published.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับต้องมีเนื้อเรื่องสมบูรณ์ ในฉบับเขียนต้นฉบับเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ พิมพ์ต้นฉบับด้วยกระดาษ A4 หน้าเดียว ภาษาไทยและภาษาอังกฤษใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาดตัวอักษร 16 ตั้งค่าน้ำกระดาษด้านบน (Top) 2.39 เซนติเมตร ขอบล่าง (Bottom) 2.54 เซนติเมตร ขอบซ้าย (Left) 2.54 เซนติเมตร ขอบขวา (Right) 2.54 เซนติเมตร และมีความยาวไม่เกิน 10 หน้า

คำแนะนำในการเขียนบทความ

1. **ชื่อเรื่อง/บทความ (Title) :** ควรกะทัดรัดไม่ยาวจนเกินไป มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ภาษาไทยขนาด 18 ตัวหนา และภาษาอังกฤษ (ตัวพิมพ์ใหญ่) ขนาด 18 ตัวหนา
2. **ชื่อ-สกุล (Author Name) :** ชื่อเต็ม-นามสกุลเต็ม ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ของผู้แต่งแต่ละคนที่มีส่วนในงานวิจัยนั้น โดยเรียงตามลำดับความสำคัญ ขนาดตัวอักษร 16
 - 2.1 ชื่อผู้แต่ง ไม่ใส่ตำแหน่งวิชาการ ยศ ตำแหน่งทหาร สถานภาพทางการศึกษา หรือ คำนำหน้าชื่อหรือท้ายชื่อ เช่น นาย นาง นางสาว ผศ.ดร., Ph.D., ร.ต.ต., พ.ต.ท., ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ผู้อำนวยการ..., คณบดีคณะ...,
 - 2.2 ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายนามสกุลของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ
3. **สถานที่ทำงาน (Affiliation) :** ระบุหน่วยงาน จังหวัด รหัสไปรษณีย์ ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับผู้แต่ง
4. **อีเมล (E-mail Address) :** ให้ใส่เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ
5. **บทคัดย่อ (Abstract) :** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เขียนสรุปสาระสำคัญของเรื่อง ใช้ภาษาให้รัดกุมเป็นประโยคสมบูรณ์ และควรจบกล่าววัตถุประสงค์ ข้อค้นพบ และสรุปผลที่ได้จากงานวิจัยนั้นๆ โดยให้เขียนเป็นความเรียงไม่ควรมีคำย่อ มีความยาวไม่เกิน 300 คำ
6. **คำสำคัญ (Keywords) :** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษไม่เกิน 5 คำ
7. **บทนำ (Introduction) :** เป็นส่วนของความสำคัญที่นำไปสู่การวิจัย สรุปความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พร้อมวัตถุประสงค์การวิจัย และไม่ควรใส่ตารางหรือรูปภาพ

8. **วัตถุประสงค์การวิจัย (Objective) :** เป็นข้อความที่แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่นักวิจัยต้องการศึกษาที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง และเมื่อสิ้นสุดการวิจัยแล้วจะต้องได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกข้อ
9. **สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis) :** อาจจะมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการเขียนความคาดหมายผลการวิจัย หรือคาดคะเนคำตอบต่อปัญหาที่วิจัยไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุผล
10. **กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework) :** อาจมีหรือไม่ก็ได้ โดยให้เขียนกรอบแนวคิดของการวิจัยที่พัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรม
11. **วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology) :** อธิบายเครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัยให้กระชับและชัดเจน ให้บอกรายละเอียดสิ่งที่น่าสนใจ จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา คุณภาพของเครื่องมือ อธิบายรูปแบบการศึกษา การสุ่มตัวอย่าง วิธีหรือมาตรที่ใช้ในการวัด วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
12. **ผลการวิจัย (Results) :** บรรยายสรุปผลการวิจัยอย่างกระชับโดยให้ตอบวัตถุประสงค์การวิจัย ถ้าการวิจัยเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ต้องนำเสนอด้วยตาราง หรือแผนภูมิ ควรมีคำอธิบายอยู่ด้านล่าง การเรียงลำดับ ภาพ ตาราง หรือแผนภูมิ ควรเรียงลำดับเนื้อหาของงานวิจัย และต้องมีการแปลความหมายของผลที่ค้นพบหรือวิเคราะห์
13. **อภิปรายผลการวิจัย (Discussion) :** เขียนสอดคล้องกับลำดับของการเสนอผล และการสรุปผลการวิจัย เป็นการวิพากษ์วิจารณ์ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน พร้อมทั้งอ้างอิงข้อเท็จจริงทฤษฎีและผลการวิจัยอื่น อธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลถึงแนวความคิดของผู้วิจัยต่อผลการวิจัยที่ได้
14. **สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestions) :** ควรสรุปสาระสำคัญที่ไม่คลุมเครือ และสรุปผลว่าตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่ และอย่างไร และควรแสดงข้อเสนอแนะและความเห็นเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาต่อไปในอนาคต หรือเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต
15. **กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) :** ควรจะมีเพื่อแสดงคำขอบคุณสำหรับแหล่งทุนสนับสนุน หรือผู้ช่วยเหลืองานวิจัย
16. **เอกสารอ้างอิง (Reference) :** เป็นการแสดงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลที่ถูกนำมาอ้างอิงขึ้นมาใช้ในการวิจัย เพื่อเป็นการแสดงว่าไม่ได้นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง การอ้างอิงเอกสารให้เขียนตามแบบ APA (American Psychological Association)

หลักการลงรายการชื่อผู้แต่ง

1. ผู้แต่งชาวต่างชาติ ให้ลงชื่อสกุล ตามด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) ต่อด้วยชื่อต้น และชื่อกลาง (ถ้ามี) เช่น Huang, C. D.
2. ผู้แต่งชาวไทย ให้ลงชื่อ แล้วตามด้วยนามสกุล เช่น ชนกภัทร ผดุงอรรถ
3. ผู้แต่งชาวไทยมีฐานันดร บรรดาศักดิ์ ให้พิมพ์ชื่อ ตามด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) เช่น รมณีนัฏร แก้วกิริยา, ม.ร.ว. และไมไ่ยศ หรือตำแหน่งทางวิชาการ เช่น พ.ต.อ., ศ., รศ. ตัวอย่างเช่น ไพฑูรย์ สินลารัตน์
4. ผู้แต่งไม่เกิน 6 คน ให้ลงชื่อผู้แต่งทุกคน โดยใช้คำว่า “, และ” (สำหรับภาษาไทย) และใช้คำว่า “, &” (สำหรับภาษาต่างประเทศ) ก่อนลงผู้แต่งคนสุดท้าย เช่น กาญจนา แก้วเทพ, กิตติ กันภัย, และ ปาริชาติ สถาปิตานนท์
5. ผู้แต่ง 6 คนขึ้นไป ลงเฉพาะชื่อผู้แต่งคนแรกตามด้วยคำว่า “et al.” (สำหรับภาษาต่างประเทศ) หรือ “และคนอื่นๆ” (สำหรับภาษาไทย) เช่น Kosslyn et al. หรือ โสภา สงวนเกียรติ และคนอื่นๆ
6. ผู้แต่งที่เป็นสถาบัน ให้เขียนกลับคำนำหน้านาม เช่น โดยระบุนหน่วยงานใหญ่ก่อนได้ถึงระดับกรม คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) เช่น กรมศิลปากร, สำนักโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ หรือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะอักษรศาสตร์ หรือ University of Michigan, Department of Psychology

รูปแบบการเขียนอ้างอิง และบรรณานุกรมแยกตามประเภททรัพยากรสารสนเทศ

***หมายเหตุ : เครื่องหมาย / แต่ละเส้นหมายถึงการเว้นระยะ 1 ตัวอักษร

รูปแบบการอ้างอิงแทรกในเนื้อหา มี 2 รูปแบบ

1. (ผู้แต่ง,/ปีพิมพ์) ไว้ท้ายข้อความที่อ้างอิง
(สุนีย์ มัลลิกะมาส, 2549)
(McCartney & Phillips, 2006)
(Murphy, 1999)
2. ผู้แต่ง (ปีพิมพ์) กรณีการไม่ระบุชื่อผู้แต่งในเนื้อหาแล้ว ไม่ต้องระบุไว้ในวงเล็บท้ายข้อความที่อ้างอิงอีก ตัวอย่างเช่น
ลดาพร บุญฤทธิ (2539) ได้ศึกษาถึง.....
Kanokon Boonsamguk (2002) studied.....

รูปแบบการเขียนบรรณานุกรม แยกตามประเภททรัพยากร

1. หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง./ (ปีพิมพ์) ./ชื่อหนังสือ./เล่มที่หรือจำนวนเล่ม(ถ้ามี) ./ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี) ./ชื่อชุดหนังสือหรือลำดับที่.(ถ้ามี) ./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์. (กรณีบรรณานุกรมไม่จบใน 1 บรรทัด บรรทัดถัดไปให้เยื้องซ้าย 7 ช่วงตัวอักษร โดยจะเริ่มตรงกับตัวที่ 8 ของบรรทัดบน)

Harris, M. B. (1995). *Basic statistics for behavioral science research*. Boston: Allyn and Bacon.

John, J. A., Whitaker, D., & Johnson, D. G. (2001). *Statistical thinking for managers*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.

ปิยะ นากสงค์ และ พันธุ์วี วรสิทธิกุล. (2545). *คู่มือฟังเพลงเล่นเกมร้องคาราโอเกะ*. กรุงเทพฯ: ซัคเซส มีเดีย.

ปรีดา อุ๋นเรือง และคนอื่นๆ. (2553). *การจัดระบบสารสนเทศสำหรับ CEO*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ซีอีโอเพรส.

Mercer, D. W. et al. (2004). *Beginning PHP5*. Indianapolis, IN: Wiley.

2. บทความในหนังสือ

ชื่อผู้เขียนบทความ.// (ปีพิมพ์).// ชื่อบทความ.// ใน/ชื่อบรรณาธิการ(ถ้ามี)/ชื่อเรื่อง/เลขหน้า.//
สถานที่พิมพ์/สำนักพิมพ์. (กรณีบรรณานุกรมไม่จบใน 1 บรรทัด บรรทัดถัดไปให้เยื้องซ้าย 7 ช่วงตัวอักษร
โดยจะเริ่มตรงกับตัวที่ 8 ของบรรทัดบน)

ณัฐพล ปัญญาโสภณ. (2554). มุมมองของนักศึกษานิเทศศาสตร์ต่อกระบวนการผลิตละคร
เพื่อการสื่อสาร. ใน ชนัญชี ภั้งคานนท์ (บ.ก.), *กระบวนการทัศน์มหาวิทยาลัยไทย
บทความท้าทายของเอเชียแปซิฟิก*, (น. 23–24). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

Sinnaeve, G. et al. (2010). Use of near infrared spectroscopy for the determination
of internal quality of entire apples. In S. Saranwong, S. Kasemumran,
W. Thanapase, & P. Williams (Eds.), *Near infrared spectroscopy:
Proceedings of the 14th international conference*, (pp. 255–259).
West Sussex, UK: IMP.

3. บทความในวารสาร

ชื่อผู้เขียนบทความ.// (ปีพิมพ์).// ชื่อบทความ.// ชื่อวารสาร/เลขของปีที่(เลขของฉบับที่)/
เลขหน้า.

ปิยะวิทย์ ทิพรส. (2553). การจัดการป้องกันและลดสารให้กลิ่นโคลน Geosmin ในผลิตภัณฑ์
แปรรูปสัตว์น้ำ. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 24(72), 103–119.

ลำดวน เทียรฆนิธิกุล. (2552). เส้นทางเสด็จเยี่ยมราชสำนักต่างประเทศของพระบาทสมเด็จพระ
พระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ปี พ.ศ. 2443–2444 (ร.ศ. 119–120). *วิจัยฐานุสรณ์สาร*,
28(4), 29–39.

Siriwongworawat, S. (2003). Use of ICT in Thai libraries: An overview. *Program:
Electronic Library and Information Systems*, 37(1), 38–43.

Tandra, R., Sahai, A., & Veeralli, V. (2011). Unified space-time metrics to evaluate
spectrum sensing. *IEEE Communication Magazine*, 49(3), 54–61.

4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่ง.//(ปี).//ชื่อเรื่อง.//สืบค้น วัน เดือน ปี, จาก <http://.....>

สุรัชย์ เลี้ยงบุญเลิศชัย. (2554). *จัดระเบียบสำนักงานทนายความ*. สืบค้น 21 มิถุนายน 2554,

จาก <http://www.lawyerscouncil.or.th/2011/index.php?name=knowledge>

CNN Wire. (2011). *How U.S. forces killed Osama bin Laden*. Retrieved May 3, 2011, from <http://www.cnn/2011/WORLD/asiapcf/05/02/binladen.Raid/index.html>

Judson, R. A., & Klee, E. (2011). *Big bank, small bank: Monetary policy implementation and banks' reserve management strategies*. Retrieved June 23, 2011, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148619511000142>

รูปแบบบทความเพื่อส่งตีพิมพ์วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)
MAMUSCRIPT PREPARATION GUIDELINE FOR PUBLICATION IN ACADEMIC
JOURNAL UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY
SCIENCE AND TECHNOLOGY (ขนาด 18 pt. ตัวหนา)

ชื่อ-สกุล ผู้แต่งบทความคนที่^{1*} และ ชื่อ-สกุล ผู้แต่งบทความคนที่²
Author^{1*} and Author²

¹Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

²Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

*Corresponding author e-mail: address@mailservice.com

บทคัดย่อ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

คำสำคัญ: คำสำคัญ 1, คำสำคัญ 2, คำสำคัญ 3 (ไม่เกิน 5 คำ) (ขนาด 16 pt. ตัวธรรมดา)

Abstract (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

Keywords: Keywords 1, Keywords 2, Keywords 3 (ขนาด 16 pt. ตัวธรรมดา)

บทนำ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

วัตถุประสงค์การวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

สมมติฐานการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

กรอบแนวคิดในการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

วิธีดำเนินการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

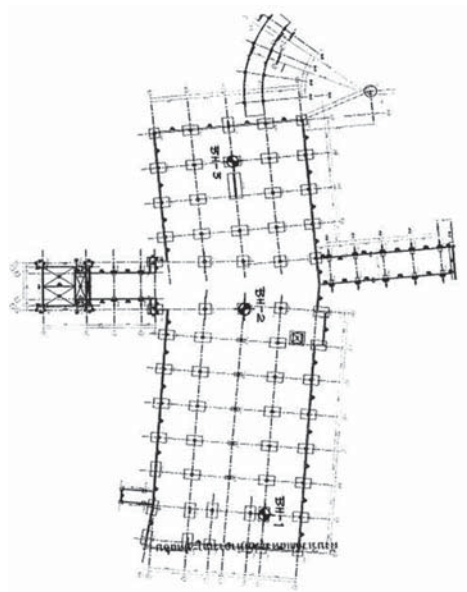
.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....

ผลการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....
.....
.....



รูปที่ 1 ผังตำแหน่งหลุมและการเจาะสำรวจชั้นใต้ดิน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระดับการรับรู้บทบาทหญิงชายของวัยรุ่นชายและหญิง

เพศ	ระดับการรับรู้บทบาทชายหญิง			รวม
	ระดับต่ำ จำนวน (ร้อยละ)	ระดับปานกลาง จำนวน (ร้อยละ)	ระดับสูง จำนวน (ร้อยละ)	
ชาย	4 (3.1)	38 (29.03)	89 (67.0)	131 (100.00)
หญิง	9 (9.1)	37 (37.4)	53 (53.7)	99 (100.00)
รวม	13 (5.7)	75 (32.6)	142 (61.7)	230 (100.00)

= 5.215 $p > 0.05$

อภิปรายผลการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....

.....

.....

.....

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....
.....
.....
.....

กิตติกรรมประกาศ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....
.....
.....
.....

เอกสารอ้างอิง (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 pt. ตัวธรรมดา).....
.....
.....
.....



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

โทรศัพท์ 0 5541 1096 ต่อ 1642

E-mail: journal@uru.ac.th

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/uruj/index>

