



มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

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

ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2564
Vol.16 No.1 January-June 2021

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 16 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2564
Vol. 16 No. 1 January-June 2021

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

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2564

ISSN 1686 4409 (Print)

ISSN 2651 1207 (Online)

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

27 ถนนอินใจมี 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, อำเภอ, ตำบล, หมู่บ้าน หรือชุมชนของนักวิชาการและบุคคลทั่วไป ส่งเสริมให้นักวิชาการในหน่วยงานราชการหรืออาจารย์ในมหาวิทยาลัยได้เสนอผลงานทางวิชาการสู่สาธารณะ

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ พิณญาพงษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

บรรณาธิการผู้พิมพ์และโฆษณา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิวัตม์ กมลคุณานนท์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

อาจารย์เกวลี รังสีสุทธาภรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

กองบรรณาธิการ

1. ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. ศาสตราจารย์ ดร.นคร ทิพย์วงศ์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. รองศาสตราจารย์ ดร.อาวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย

มหาวิทยาลัยพะเยา

5. รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

6. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ กังวล

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

7. รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

8. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เนียมมนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

9. รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ สุดหนองบัว

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี สังข์ทอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ

11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ภักดีอักษร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภันท์ ศุภศิริพงษ์ชัย

มหาวิทยาลัยพะเยา

13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤทัย ไทยสุชาติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

14. อาจารย์ ดร.ภคมน ปินตานา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ใจกล้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ดันติจริยาพันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาศิริ เขตปิยรัตน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิร ปัญญาใส

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยวรรณ ปาลาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

คณะทำงาน

นายชลัช แยมชื่น

นางสาวกรณิศ ธนกิจ (เลขานุการ)

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

1. ศาสตราจารย์ ดร.นคร ทิพย์วงศ์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สารินทร์

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ แก้วหอม

มหาวิทยาลัยบูรพา

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ นุชนารถ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริชัย คุณภาพดีเลิศ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ชนารักษ์

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชฎาพร เสนาคูณ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รพีพรรณ จันทร์มณี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพื้บุลสงคราม

9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรินทร์ วินยางกุล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร จันทร์สองดวง

มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ยาวุฑฒิ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ล้านนา เชียงใหม่

12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธามา

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกฤตา บุญน้อมประกอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

14. อาจารย์ ดร.อนัญญา คูอาริยะกุล

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุดรดิตถ์

15. อาจารย์ ดร.เชษฐา แก้วพรม

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี แพร่

16. ดร.สุมาลี เม่นสิน

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง

(องค์การมหาชน)

หมายเหตุ : บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ผ่านการประเมินบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน

Owner

Uttaradit Rajabhat University
27 Injaime Rd. Ta-it Subdistrict, 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
Keowalee Rangsiuttaporn Uttaradit Rajabhat University

Editorial Staff

1. Emeritus Prof. Dr. Anurak Panyanuwat
Chiang Mai University
2. Assoc. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong
Chiang Mai University
3. Associate Prof. Dr. Avorn Opatpatanakit
Chiang Mai University
4. Associate Prof. Dr. Samur Thanoi
University of Phayao
5. Associate Prof. Dr. Wareerat Kaewurai
Naresuan University
6. Associate Prof. Dr. Surachai Kungwon
Maejo University
7. Associate Prof. Dr. Amphawan Julsereewong
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
8. Associate Prof. Dr. Pairoj Neamnak
Kamphaeng Phet Rajabhat University
9. Associate 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. Supattra Tantijariyapan
Uttaradit Rajabhat University
17. Assist. Prof. Dr. Pasiri Khetpiyarat
Uttaradit Rajabhat University
18. Assist. Prof. Dr. Vajee Panyasai
Uttaradit Rajabhat University
19. Assist. Prof. Dr. Pongsak Onmoy
Uttaradit Rajabhat University
20. Assist. Prof. Piyawan Palas
Uttaradit Rajabhat University

Journal Producer Staff

Mr. Charach Yaemchun
Miss Koranit Thanongkit (Secretary)

Peer Reviewers

1. Assoc. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong
Chiang Mai University
2. Assist. Prof. Dr. Charoon Sarin
Naresuan University
3. Assist. Prof. Dr. Paitoon Kaewhom
Burapha University
4. Assist. Prof. Dr. Wirawan Nuchchanart
Kasetsart University
5. Assist. Prof. Dr. Sirichai Koonaphapdeelert
Chiang Mai University
6. Assist. Prof. Dr. Prapita Thanarak
Naresuan University
7. Assist. Prof. Dr. Chadaporn Senakun
Maharakham University
8. Assist. Prof. Dr. Rapihun Janmanee
Pibulsongkran Rajabhat University
9. Assist. Prof. Dr. Phatcharin Winyangkul
Chiang Rai Rajabhat University
10. Assist. Prof. Dr. Auemporn Junsongduang
Roi Et Rajabhat University
11. Assist. Prof. Dr. Artit Yawootti
Rajamangala University of Technology Lanna
12. Assist. Prof. Dr. Sukunya Rujimethabhas
Uttaradit Rajabhat University
13. Assist. Prof. Dr. Natkrita Boonprakob
Uttaradit Rajabhat University
14. Dr. Ananya Kooariyakul
Boromarajonani College of Nursing Uttaradit
15. Dr. Chettha Kaewprom
Boromarajonani College of Nursing Phrae
16. Dr. Sumalee Mensin
Highland Research and Development Institute
(Public Organization)

N.B. Each published article was reviewed by 2 scholars

บทบรรณาธิการ

สวัสดีผู้อ่านวารสารวิชาการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ทุกท่าน ฉบับนี้เป็นเล่มที่ 1 ของปี พ.ศ. 2564 ขอขอบคุณทุกท่านที่ติดตามวารสารฯ ของเรา เนื้อหาในฉบับนี้ยังคงมีเนื้อหาที่น่าสนใจมากมาย ทั้งบทความวิชาการและบทความวิจัย จากนักวิจัยเชิงพื้นที่หลาย ๆ ท่าน รวมทั้งบทความด้านการศึกษาที่น่าสนใจ

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ได้รับการจัดประเมินคุณภาพวารสาร ในฐานข้อมูล TCI ในรอบที่ผ่านมาให้อยู่ในฐาน 2 ซึ่งหลังจากนั้นคณะผู้จัดทำได้พัฒนาวารสารตามข้อเสนอแนะของ TCI มาตลอด ในปีนี้ ทางวารสารได้ส่งหลักฐานเพื่อรับการประเมินจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre) เพื่อเข้าสู่ฐาน 1 ซึ่งจะมีการประกาศผลในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ซึ่งคณะผู้จัดทำทางวารสารฯ หวังว่า จะได้รับการประเมินอยู่ในฐาน 1 ต่อไป

อย่างไรก็ตาม กองบรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ขอประชาสัมพันธ์ให้ผู้สนใจทุกท่านส่งบทความวิจัย บทความวิชาการ บทความปริทัศน์ กรณีศึกษา เข้ามาเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสาร หายที่สุดหวังว่าเนื้อหาในวารสารฉบับนี้ จะทำให้ผู้อ่านเกิดการเรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานเชิงพื้นที่ ซึ่งถือเป็นวัตถุประสงค์หลักของการจัดทำวารสาร แล้วพบวันใหม่ฉบับที่ 2 ของปี พ.ศ. 2564 ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ พิญาพวงษ์
บรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

สารบัญ

บทความวิชาการ

- การวิเคราะห์ระบบจำหน่ายแรงดันระดับปานกลางที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงานด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์
ศุภเสถ์ ดันไชยโรจน์, กัญญาณัฐ ทองเทพ, กมล จิรเสรีอมรกุล, วันจักรี เล่นนารี, เสริมสุข บัวเจริญ และ ยี่รัมย์ อรรถเวชกุล..... 1

บทความวิจัย

- พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าบ้านห้วยส้านลือซอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
กฤตวิทย์ สุขอึ้ง และ สุวรรณ พนาอดิษฐ์..... 19
- การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในชุมชนจังหวัดเชียงใหม่โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า
ภาณุวิทย์ แจจัด และ รจพรรณ นิรัญศิลป์ 35
- ผลของการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ
สิริวดี พรหมน้อย, เกษภา มิ่งฉาย, สุรพิชญ์ มาน้อย, ณัฐพล คงเลิศ และ พลากร อภัยภาว..... 55
- องค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน
เนาวรัตน์ กองตัน, ธิดาวัลย์ อุ่นกอง, สันติ บุรณะชาติ และ น้ำฝน กันมา 67
- การออกแบบนวัตกรรมกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่
วิทวัส อางสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุต, ลือ เกิดสาย, กมลสร ลิ้มสมมุติ และ เกษภา มิ่งฉาย 91

- ความพร้อม ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ และความพึงพอใจของการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้น
ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)
สุชาติ เครื่องชัย, ยงยุทธ แก้วเต็ม และ วันวิสาข์ ชูจิตร 105
- ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าของชุมชนบ้านปางขอน
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
เสรี ศรีธิเลิศ, เสถียร ฉันทะ และ สุนทรี กรโอชาเลิศ 129

การวิเคราะห์ระบบจำหน่ายแรงดันระดับปานกลางที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงาน ด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์

AN ANALYSIS OF MEDIUM POWER DISTRIBUTION SYSTEM CONNECTED TO THE POWER PLANT BY COMPUTER SOFTWARE

วันที่รับ: 13 มกราคม 2564

วันที่แก้ไข: 17 กุมภาพันธ์ 2564

วันที่ตอบรับ: 21 เมษายน 2564

ศุภเสฏฐ์ ตันไชยโรจน์^{1*}, กัญญานัฐ ทองเทพ¹,

กมล จิรเสรีอมรกุล², วันจักรี เล่นวาริ²,

เสริมสุข บัวเจริญ¹ และ ยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล¹

Supasresh Tanchaiyarodj^{1*}, Kunyanat Thongtep¹,

Kamon Jirasereeamornkul², Wanchak Lenwari²,

Sermasuk Buochareon¹ and Yingrak Auttawaitkul¹

¹วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290

¹School of Renewable Energy, Maejo University 50290

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี 10140

²Faculty of Engineering, King Mongkut's University
of Technology Thonburi (Bangmod) 10140

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



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นแก้ปัญหาในระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มักเกิดปัญหาหน่วยสูญเสียมีค่าสูงและแรงดันไฟฟ้าไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขนาดและตำแหน่งการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน (ESS) ในระบบจำหน่ายที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเหมาะสม สำหรับลดหน่วยสูญเสียจากโรงไฟฟ้า และปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้านี้ด้วยการหาค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PBP) ที่เหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้วิธีวิเคราะห์หาค่าหน่วยสูญเสียและหาค่าแรงดันไฟฟ้าแบบ Balance power flow ที่สภาวะ Steady state ด้วยซอฟต์แวร์ DigSILENT PowerFactory โดยใช้ข้อมูลจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่เกิดปัญหานำมาสร้างแบบจำลอง 20 บัส ควบคุมค่าตัวแปรคงที่ต่าง ๆ พร้อมกำหนดตัวแปร (n) คือ บัสที่เชื่อมโยง ESS, (b) คือลำดับช่วงห่างของขนาด ESS แต่ละช่วง, (M_p) คือขนาดของระบบ

กักเก็บพลังงานตามลำดับ b และวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาค่า IRR และ PBP ด้วยซอฟต์แวร์ Microsoft Excel วิเคราะห์หาค่าผลตอบแทนรายปีด้วยวิธีคำนวณจากมูลค่าหน่วยสูญเสียที่ลดลงโดยอ้างอิงราคารับซื้อไฟฟ้าทั้งช่วง Peak และ Off-Peak

ผลการวิจัยพบว่า การกำหนดขนาด ESS ที่ 2 MWh ($b = 1$, $M_b = 2$ MWh) ติดตั้งที่ตำแหน่งบัสโรงไฟฟ้า ($n = 20$) เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุด โดยเปรียบเทียบกับการติดตั้ง ESS ที่ตำแหน่งบัสอื่น ๆ สามารถลดหน่วยสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้ 8.1% สามารถเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 21.124 kV (0.960 PU) และมีความคุ้มค่าการลงทุนที่ดีที่สุดจากค่า IRR ที่ 5.1% และค่า PBP ที่ 18 ปี

คำสำคัญ: ระดับแรงดันไฟฟ้า, หน่วยสูญเสีย, แบตเตอรี่, โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์



Abstract

This research focuses on solving problems of power distribution systems that are connected to solar power plants. The problem is that the power loss is high, and the voltage is not within the standard. The objective focuses on the optimal size and location of the power distribution system's battery storage system installation. To reduce power losses in the power distribution system and improve the voltage within the standard. It also provides the best investment value through the Internal Rate of Return (IRR) and the Payback Time (PBP). The researcher analyzed the power loss and voltage balance power flow at steady-state with DlgSILENT PowerFactory software. It is using data from the complex power distribution system of the Provincial Electricity Authority. A 20-bus model was used to control a solar power plant's power factor with a unity power factor, using a base voltage of 22 kV. Specify the variable value (n) is the bus that connects the energy storage system linked from bus 1 to 20 and the energy storage system's size (b) from 10%–100% of the amount of excess energy.

The study results reveal that installing a two-megawatt-hour system ($b = 10\%$) and the electrical plant bus ($n = 20$) can reduce energy loss by 8.1%. Besides, it helped increase the voltage level from 20.847 kV (0.947 PU) to the standard of 21.124 kV (0.960 PU) and had the best investment value based on

an Internal Rate of Return of 5.1% (IRR = 5.1%), with a payback period of 18 years (PBP = 18).

Keywords: Voltage Level, Energy Loss, Battery Storage, Solar Power Plant

บทนำ

เพื่อสนับสนุนนโยบายการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของประเทศไทย ที่มุ่งเน้นเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนภายในประเทศให้ได้ร้อยละ 20 ภายในปี พ.ศ. 2579 ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2559) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ถูกกำหนดให้เป็นผู้รับเชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน ซึ่งโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนที่มีขนาดและตำแหน่งการเชื่อมโยงที่เหมาะสม จะสามารถช่วยปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้า และลดหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าได้ (Ymeri, Dervishi, & Qorolli, 2014; Lepadat, Helerea, Abagiu, & Mihai, 2017) แต่เพื่อส่งเสริมนโยบายรัฐบาล ส่งผลให้โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนถูกวางในตำแหน่งที่ไกลจากโหลด และมีขนาดสูงกว่าโหลด ส่งผลให้ระดับแรงดันไฟฟ้าไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น (Chiandone et al., 2014; Vita, Alimardan, & Ekonomou, 2015)

แม้ว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีการควบคุมกำลังไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับโหลด ในวงจรสามารถช่วยลดระดับแรงดันไฟฟ้าและหน่วยสูญเสียได้ (Zehir et al., 2017) แต่การควบคุมดังกล่าวส่งผลต่อผลประโยชน์ของผู้ผลิตไฟฟ้าที่ลดลง และใช้กำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ สำหรับการปรับค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor: PF) ให้โรงไฟฟ้ารับกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ เพื่อลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐาน (Tang, Burgos, Li, & Boroyevich, 2015) เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน แต่การรับกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้หน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ต้องเป็นผู้รับภาระหน่วยสูญเสียในส่วนนี้ สำหรับวิธีการใช้ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (ระบบกักเก็บพลังงาน) เก็บพลังงานส่วนเกินที่โรงไฟฟ้าผลิตช่วงกลางวัน และนำพลังงานดังกล่าวมาใช้ในช่วงที่วงจรไฟฟ้ามีโหลดสูง โดยติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานในแต่ละตำแหน่ง สามารถช่วยลดหน่วยสูญเสียที่เกิดขึ้นกับวงจรไฟฟ้าได้ (ศุภเสฏฐ์ ต้นไชยโรจน์ และคนอื่นๆ, 2560b) แต่งานวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้คำนวณหาขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่เหมาะสม ส่วนการใช้ระบบกักเก็บพลังงานแต่ละขนาดเพื่อเก็บพลังงานส่วนเกิน

ที่โรงไฟฟ้าผลิตมากกว่าโหลด และจ่ายพลังงานคืนในช่วงที่วงจรไฟฟ้ามีโหลดสูง สามารถปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้า โดยการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานขนาดที่เหมาะสม สามารถปรับปรุงแรงดันไฟฟ้าในช่วงที่โรงไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าให้ลดลง และเพิ่มแรงดันไฟฟ้าขณะที่โหลดมีค่าสูง ทำให้แรงดันไฟฟ้าอยู่ในค่ามาตรฐานได้ (ศุภเสฏฐ์ ต้นไชยโรจน์ และคนอื่นๆ, 2560a) แต่งานวิจัยดังกล่าว ยังไม่ได้พิจารณาความคุ้มค่าการลงทุนและระยะเวลาการคืนทุน จึงยังไม่สามารถหาขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งเพื่อลดหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าและปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้าได้

ทั้งนี้ระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้ายังส่งผลโดยตรงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตามบ้านเรือนและชุมชน เนื่องจากระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานจะส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับแรงดันไฟฟ้าไม่เพียงพอ ทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพและเกิดความเสียหายได้ เช่น หลอดไฟไม่สว่าง ไฟถนนไม่สว่าง เครื่องปรับอากาศไม่เย็น โทรทัศน์ไม่มีภาพ และหากระดับแรงดันไฟฟ้าเกินค่ามาตรฐานจะส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถรับแรงดันไฟฟ้าดังกล่าวได้ และเกิดความเสียหายในที่สุด เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำไหม้ โทรทัศน์ไหม้ หลอดไฟขาด ดังนั้นงานวิจัยนี้ สามารถช่วยลดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือนและชุมชน เนื่องจากการปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของงานวิจัยนี้ส่งผลทุก ๆ หมู่บ้านที่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าวงจรนี้พาดผ่าน



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อกำหนดขนาดระบบกักเก็บพลังงานและตำแหน่งการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานในระบบจำหน่ายที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเหมาะสม สำหรับลดหน่วยสูญเสียจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบไฟฟ้า และปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการปรับปรุงระบบไฟฟ้านี้ด้วยการหาค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period: PBP) ที่เหมาะสม



ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การหาช่วงเวลาเก็บและจ่ายพลังงาน ขนาดกำลังไฟฟ้า และขนาดความจุระบบกักเก็บพลังงาน

การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานเพื่อเก็บพลังงานส่วนเกินจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ต้องคำนึงถึงขนาดของระบบกักเก็บพลังงาน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กำลัง

ไฟฟ้าฟักัด (Rated power) หน่วยเป็นเมกะวัตต์ (MW) และพลังงานไฟฟ้าฟักัด (Rated energy) หน่วยเป็นเมกะวัตต์ชั่วโมง (MWh) และต้องคำนึงถึงช่วงเวลาเก็บพลังงานและช่วงเวลาจ่ายพลังงาน โดยคำนึงถึงความสามารถในการคายประจุและประสิทธิภาพของระบบด้วย สำหรับขนาดของกำลังไฟฟ้าฟักัด สำหรับช่วงเวลาเก็บพลังงานและช่วงเวลาจ่ายพลังงาน มีรายละเอียดและเงื่อนไขการคำนวณตามสมการที่ (1)–(4)

$$E_{BATT} = E_{BESS} \cdot \eta_{BESS} \quad (1)$$

$$E_{BI}, E_{BO} = E_{BATT} \cdot \eta_{BESS} \quad (2)$$

$$E_{BO} = E_{BO1} + E_{BO} \quad (3)$$

$$P_{BESS} = \max(P_{BI}, P_{BO}) \quad (4)$$

เมื่อ

E_{BESS} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าฟักัด หรือขนาดของระบบกักเก็บพลังงาน (MWh)

E_{BATT} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอรี่สามารถเก็บสะสมได้ (MWh)

η_{BATT} คือ ความสามารถในการคายประจุของแบตเตอรี่ (เปอร์เซ็นต์)

η_{BESS} คือ ประสิทธิภาพของระบบกักเก็บพลังงาน (เปอร์เซ็นต์)

E_{BI} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าช่วงที่ระบบกักเก็บพลังงานเก็บพลังงาน (MWh)

E_{BO} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าช่วงที่ระบบกักเก็บพลังงานจ่ายพลังงาน (MWh)

E_{BO1} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าช่วงที่ระบบกักเก็บพลังงานจ่ายพลังงานช่วงที่ 1 (MWh)

E_{BO2} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าช่วงที่ระบบกักเก็บพลังงานจ่ายพลังงานช่วงที่ 2 (MWh)

P_{BESS} คือ กำลังไฟฟ้าฟักัดของระบบกักเก็บพลังงาน (MW)

P_{BI}, P_{BO} คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุดช่วงเก็บพลังงาน และจ่ายพลังงานตามลำดับ (MW)

การหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PBP)

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึงอัตราคิดลด (Discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการเท่ากับ เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ เป็นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ผู้ลงทุนจะได้รับจากการลงทุนตลอดอายุโครงการ มีสูตรการคำนวณตามสมการที่ (5) สำหรับระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PBP) หมายถึง ระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแส

เงินสดจ่ายสุทธิพอดี หรือกล่าวได้ว่าการลงทุนไม่มีกำไรและไม่ขาดทุนนั่นเอง มีสูตรการคำนวณตามสมการที่ (6)

$$\sum_{t=1}^y \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} = I \quad (5)$$

เมื่อ IRR คือ อัตราผลตอบแทนภายใน
 I คือ เงินสดจ่ายลงทุนของโครงการ
 CF_t คือ กระแสเงินสดสุทธิ ณ ปีที่ t
 t คือ ปีของโครงการ
 y คือ อายุโครงการ

$$PBP = \frac{OC}{CI} \quad (6)$$

เมื่อ PBP คือ ระยะเวลาการคืนทุน (ปี)
 OC คือ เงินลงทุนของโครงการ (Original Cost of the Asset)
 CI คือ เงินรายรับต่อปี (Cash Inflows)

ข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตามระเบียบ กฟผ. ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า ปี 2559 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2562) กำหนดให้ปริมาณกำลังไฟฟ้ารับซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้าระบบจำหน่าย 22 กิโลโวลต์ (kV) รวมไม่เกิน 8 MW ต่อวงจร และกำหนดให้ระดับแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน มีค่าระดับแรงดันไฟฟ้าในสภาวะปกติต่ำสุดไม่เกิน 20.9 kV และสูงสุดไม่เกิน 23.1 kV



วิธีดำเนินการวิจัย

ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

การศึกษานี้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ DigSILENT PowerFactory (DigSILENT GmbH, ม.ป.ป.) เพื่อจำลองระบบไฟฟ้า คำนวณค่าแรงดันแต่ละจุดในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ใช้ฟังก์ชัน Time Sweep MW ซึ่งเป็นชุดคำสั่งย่อยของซอฟต์แวร์ (Digsilent Programming Language: DPL Script) สำหรับวิเคราะห์และคำนวณค่าหน่วยสูญเสีย โดยซอฟต์แวร์สามารถแสดงผลเป็นกราฟและชุดข้อมูลตามช่วงเวลาได้ และเลือกใช้ซอฟต์แวร์ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล

(Microsoft Excel) เพื่อคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาการคืนทุนตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่ง Microsoft Excel สามารถประหยัดเวลาการคำนวณหากระแสเงินสดสุทธิ ณ ปีที่ 1 ถึง 30 จากมูลค่าหน่วยสูญเสียที่ลดลงตามเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อคำนวณหาค่า IRR และ PBP ได้ และสามารถลดข้อผิดพลาดจากการใช้เครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดคำสั่ง IRR ใน Microsoft Excel ได้

แบบจำลองการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลระบบไฟฟ้า ข้อมูลโหลดผู้ใช้ไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของสถานีไฟฟ้าเดิมบางนางบวช วงจรที่ 10 และข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เกิดปัญหาด้านหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้ามีค่าสูงและแรงดันไฟฟ้าไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐาน จากกองส่งเสริมพลังงานทดแทนและผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อใช้วิจัยการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยระบบกักเก็บพลังงาน โดยมีแบบจำลองการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า ดังนี้

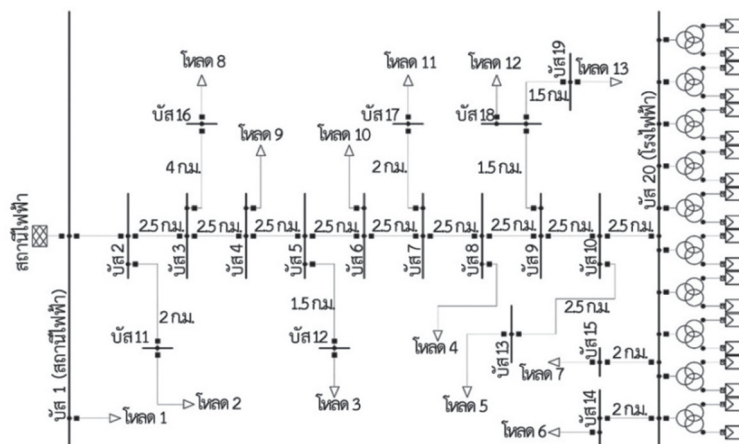
1. วงจรระบบไฟฟ้า

รูปแบบวงจรไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระบบไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าเดิมบางนางบวช กฟภ. วงจรที่ 10 ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าแบบเส้นทางเดียว นำมาสร้างแบบจำลองวงจร 20 บัส โดยกำหนดค่าระดับแรงดันไฟฟ้าฐาน 22 kV กำหนดแรงดันที่สถานีไฟฟ้า 22.66 kV หรือ 1.03 เพอร์ยูนิต (PU) ใช้สายป้อนขนาด 185 ตารางมิลลิเมตรทั้งวงจร เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่บัส 20 มีระยะทางจากสถานีไฟฟ้าถึงบัสที่ 20 รวม 25 กิโลเมตร เชื่อมโยงโหลดทั้งหมด 13 ตำแหน่ง โดยโหลดมีหนาแน่นช่วงปลายสายคือโหลดที่ 11, 12 และ 13 รับกำลังไฟฟ้าร้อยละ 45 ของกำลังไฟฟ้าทั้งวงจร และมีรูปแบบระบบไฟฟ้าแสดงตามรูปที่ 1

2. โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

แบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมโยงกับสถานีไฟฟ้าเดิมบางนางบวชวงจรที่ 10 ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่เข้าร่วมนโยบายการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน มีขนาดกำลังการผลิตติดตั้งที่ 9.80 MW (ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 280 W จำนวน 35,000 แผง) มีปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขาย หรือปริมาณพลังไฟฟ้าที่สามารถจ่ายเข้าระบบสูงสุดที่ 8.0 MW ตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้า ซึ่งโรงไฟฟ้าจะมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้งสูงกว่าปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขายพอสมควร เนื่องจากต้องการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าระบบให้ได้ปริมาณมากที่สุดในขณะที่มีความเข้มแสงน้อย และพลังไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะถูกแปลงเป็นกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟเพื่อลดระดับแรงดัน ณ จุดเชื่อมต่อให้มีระดับแรงดันตามข้อกำหนด กฟภ. และเชื่อมโยงแผงโซลาร์เซลล์ผ่านอินเวอร์เตอร์ขนาด 500 กิโลโวลต์-แอมแปร์ (KVA) จำนวน 20 ชุด รวมกำลังผลิตของอินเวอร์เตอร์เท่ากับ 10 เมกะโวลต์-แอมแปร์ (MVA)

และเชื่อมโยงอินเวอร์เตอร์ 2 ชุด ต่อหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1.25 MVA 1 ลูก โดยมีหม้อแปลงไฟฟ้ารวมทั้งหมด 10 ลูก กำหนดใช้การควบคุมโรงไฟฟ้าแบบควบคุมพาวเวอร์แฟกเตอร์ (PF Control) กำหนดค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ควบคุมเท่ากับ 1 ในช่วงแรงดันไม่เกิน 23 kV (1.05 PU) และควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบควบคุมแรงดัน (PV Control) กำหนดให้รักษาระดับแรงดันคงที่ 23 kV (1.05 PU) กรณีแรงดันเริ่มเกิน 1.05 PU เพื่อรับกำลังรีแอกทีฟช่วยปรับระดับแรงดัน พร้อมควบคุมกำลังไฟฟ้าเข้าระบบไม่เกิน 8.0 MW โดยรายละเอียดค่าการจ่ายกำลังไฟฟ้าแสดงตามตารางที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบวงจรระบบไฟฟ้า

3. โหลดผู้ใช้ไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลโหลดของสถานีไฟฟ้าเดิมบางนางบวช กฟภ. วงจรที่ 10 ในสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤษภาคม 2561 นำค่าโหลดรายชั่วโมงของแต่ละวันมาเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นข้อมูลโหลดรายชั่วโมงของวงจรที่ 10 โดยโหลดแต่ละตำแหน่งถูกจำลองด้วยวิธีการจัดกลุ่มหม้อแปลงไฟฟ้าในข้อมูลระบบไฟฟ้าแต่ละบัส และเฉลี่ยปริมาณโหลดให้กับโหลดแต่ละตำแหน่งตามร้อยละของกลุ่มหม้อแปลงไฟฟ้า ณ บัสนั้น ๆ ต่อปริมาณหม้อแปลงรวมของวงจร ซึ่งความหนาแน่นของโหลดเกาะกลุ่มในช่วงปลายสายระบบจำหน่าย โดยมีรายละเอียดปริมาณโหลดในวงจรที่ 10 ของสถานีไฟฟ้าเดิมบางนางบวช ตามตารางที่ 1 และร้อยละของการกระจายโหลดวงจรที่ 10 สู่โหลดที่ 1-13 ตามตารางที่ 2

4. ระบบกักเก็บพลังงาน

ในงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองระบบกักเก็บพลังงานที่มีค่าประสิทธิภาพรวมของระบบเท่ากับ 95 เปอร์เซนต์ ($\eta_{BESS} = 95\%$) เลือกใช้แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด แบบดีฟไซเคิล (Deep cycle) มีค่าการคายประจุ (Depth of Discharge: DOD) ที่ร้อยละ 70 ของขนาดความจุแบตเตอรี่

($\eta_{BATT} = 70\%$) เชื่อมโยงผ่านคอนเวอร์เตอร์และหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 5.0 MVA ใช้การควบคุมแบบควบคุมพาวเวอร์แฟกเตอร์ กำหนดค่าเท่ากับ 1 ทั้งการรับและจ่ายกำลังไฟฟ้า ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดของระบบกักเก็บพลังงานที่ใช้เป็นตัวแปรในงานวิจัยนี้ได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จ่ายเข้าสู่ระบบและข้อมูลโหลดรายชั่วโมงของวงจรที่ 10 สถานีไฟฟ้าเดิมบางนางบวช

กำลังไฟฟ้า (MW)	เวลา (ชั่วโมงที่)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
โรงไฟฟ้า	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.63	4.00	6.88	8.00	8.00
โหลดวงจร	3.10	2.74	3.10	3.83	4.20	5.40	6.45	6.97	6.27	5.57	5.67	5.80

กำลังไฟฟ้า (MW)	เวลา (ชั่วโมงที่)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
โรงไฟฟ้า	8.00	8.00	7.50	4.75	1.50	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
โหลดวงจร	5.61	5.20	5.09	5.40	6.10	7.18	7.60	7.77	5.75	5.30	4.02	3.65

ตารางที่ 2 ร้อยละของการกระจายโหลดวงจรที่ 10 สู่โหลดที่ 1–13

โหลดลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ร้อยละของโหลดวงจรที่ 10	3	6.5	8	5.5	7.5	3.5	3	7	5.5	5.5	15	20	10

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในงานวิจัยนี้กำหนดสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาอัตราผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาการคืนทุน โดยกำหนดอัตราซื้อไฟฟ้าปี พ.ศ. 2562 ช่วงพีค (Peak) เท่ากับ 4.2243 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และออฟ-พีค (Off-peak) เท่ากับ 2.3567 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2562) กำหนดให้ใน 1 ปี มีช่วงเวลาพีค 261 วัน และออฟ-พีค 104 วัน (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2562) กำหนดให้ราคาซื้อไฟฟ้าเพิ่มขึ้นปีละ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณการจากการเติบโตของราคารับซื้อไฟฟ้าช่วงปี 2554 ถึง 2559 (คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2562) พร้อมปรับลดการเติบโตของราคารับซื้อไฟฟ้าเนื่องจากความผันผวนของราคาเชื้อเพลิงในตลาดโลก กำหนดสมมติฐานรากระบบกักเก็บพลังงานเท่ากับ 5,000,000 บาทต่อเมกะวัตต์ชั่วโมง ซึ่งต้องซ่อมบำรุงระบบกักเก็บพลังงานทุก 10 ปี มีค่าใช้จ่าย 3,000,000 บาทต่อเมกะวัตต์ชั่วโมง (คณะวิศวกรรมศาสตร์

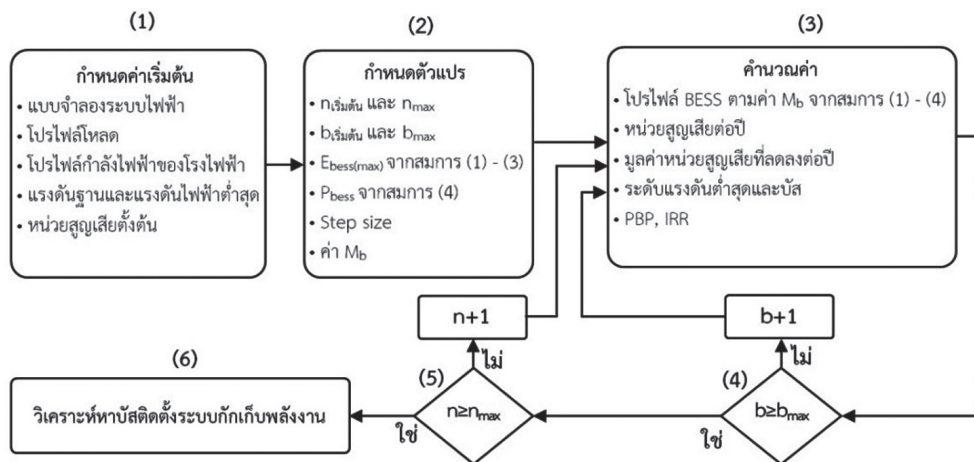
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558) และกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 30 ปี โดยประมาณการจาก
อายุโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ อายุสัญญาซื้อขายไฟฟ้า และอายุแผงโซลาร์เซลล์
ซึ่งมีอายุประมาณ 25–35 ปี

สำหรับการหาค่า IRR โดยสมการที่ 5 สามารถแทนค่าปีของโครงการ (y) ด้วยอายุ
โครงการ 30 ปี, แทนค่าเงินสดจ่ายลงทุนของโครงการ (I) จากขนาด ESS ที่คำนวณได้คูณกับ
ราคา 5,000,000 บาทต่อเมกะวัตต์ชั่วโมง, แทนค่ากระแสเงินสดสุทธิ (CF_t) จากมูลค่าหน่วย
สูญเสียที่ลดลง โดยอ้างอิงราคาจากอัตราซื้อไฟฟ้า การเติบโตของราคาซื้อไฟฟ้า และ
ค่าซ่อมบำรุง ส่วนการหาค่า PBP สามารถคำนวณจากงบการเงินซึ่งแสดงเงินลงทุนของโครงการ
(OC) และเงินรายรับต่อปี (CI) ของแต่ละปี

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการตามขั้นตอนแผนภาพรูปที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่ 1 กำหนดค่าเริ่มต้น โดยการสร้างแบบจำลองระบบไฟฟ้าจากวงจรจริง
ในซอฟต์แวร์ DigSILENT PowerFactory และกำหนดค่าพารามิเตอร์พร้อมโปรไฟล์โหลดและ
โปรไฟล์โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ตามข้อ 1.–3. ซึ่งได้หน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้ากรณี
ไม่ติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานเท่ากับ 2,258,144 หน่วยต่อปี (กรณีฐาน) มีค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด
20.847 kV (0.947 PU) ณ บัสลำดับที่ 14 ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าส่วนที่โรงไฟฟ้าพลังงานแสง
อาทิตย์จ่ายเกินกว่าโหลดในวงจรที่ 20.22 MWh



รูปที่ 2 ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

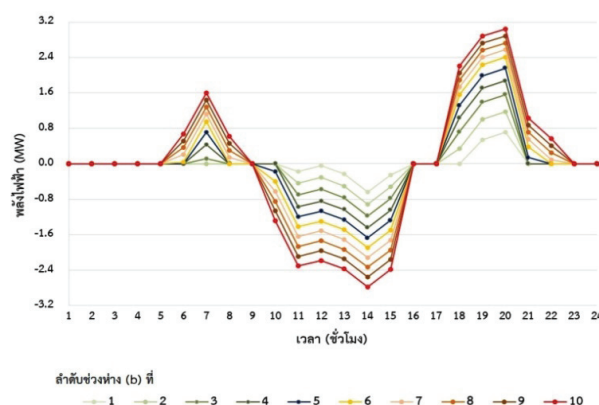
ลำดับที่ 2 กำหนดค่าแปรผันและค่าโปรไฟล์สำหรับกรณีศึกษา โดยกำหนดให้ n แสดง
ถึงลำดับบัสในวงจรไฟฟ้า โดยบัสที่เริ่มต้นคำนวณคือบัสที่ 1 ($n = 1$) และบัสสุดท้ายคือ

ปีที่ 20 ($n_{\max} = 20$) กำหนดเงื่อนไขให้ขนาดของระบบกักเก็บพลังงานมีค่าตั้งแต่ 10% ถึง 100% ของค่าพลังงานไฟฟ้าส่วนที่โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จ่ายเกินกว่าโหลด โดยให้ช่วงห่าง (Step size) อยู่ที่ช่วงละ 10% กำหนดให้ b แทนลำดับช่วงห่างของขนาดระบบกักเก็บพลังงานแต่ละช่วง ซึ่งลำดับช่วงห่างเริ่มต้นคือ 1 ($b = 1$) และลำดับช่วงห่างสุดท้ายคือ 10 ($b_{\max} = 10$) กำหนดให้ M_b คือ ขนาดของระบบกักเก็บพลังงานตามลำดับช่วงห่าง (b) แทนด้วย M_1 ถึง M_{10} ดังนั้นจะได้ขนาดของระบบกักเก็บพลังงานสูงสุด ($M_{\max}$ หรือ M_{10}) เท่ากับ 20.22 MWh ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดให้ M_{10} มีค่า 20 MWh โดยค่าของ M_1 – M_{10} เป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขนาดของระบบกักเก็บพลังงานตามลำดับช่วงห่าง (M_b)

ตัวแปร M_b ตามลำดับ b	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}
ขนาด ESS (M_b) (MWh)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

ลำดับที่ 3 คำนวณหาโปรไฟล์ระบบกักเก็บพลังงานสำหรับเงื่อนไขที่แตกต่างกันจากสมการ (1)–(4) ซึ่งได้โปรไฟล์การรับและจ่ายพลังงานของระบบกักเก็บพลังงาน ตามลำดับช่วงห่าง (b) สำหรับซอฟต์แวร์ DigSILENT PowerFactory เป็นไปตามรูปที่ 3 พร้อมทั้งคำนวณค่าหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าต่อปี ระดับแรงดันที่ต่ำที่สุด บัสที่มีระดับแรงดันต่ำที่สุดหลังจากนั้นนำค่าหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าต่อปีมาวิเคราะห์หาค่าหน่วยสูญเสียที่สามารถลดได้ต่อปี และอัตราผลตอบแทนภายในระยะเวลาการคืนทุน สำหรับแต่ละกรณีศึกษาจากสมการ (5)–(6) โดยใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft Excel



รูปที่ 3 โปรไฟล์ของระบบกักเก็บพลังงาน ตามลำดับช่วงห่าง (b) ที่ 1 ถึง 10

ลำดับที่ 4 ตรวจสอบค่าลำดับช่วงห่าง (b) มากกว่าหรือเท่ากับลำดับช่วงห่างสุดท้าย ($b_{\max}$) หรือไม่ หากไม่ใช่ ให้เพิ่มลำดับช่วงห่างอีก 1 ช่วง ($b = b + 1$) หากใช่ ให้ไปลำดับที่ 5

ลำดับที่ 5 ตรวจสอบลำดับบัส (n) มากกว่าหรือเท่ากับลำดับบัสสุดท้าย ($n_{\max}$) หรือไม่ หากไม่ใช่ ให้เพิ่มลำดับบัสอีก 1 ลำดับ ($n = n + 1$) หากใช่ ให้ไปลำดับที่ 6

ลำดับที่ 6 เปรียบเทียบผลลัพธ์จากแต่ละกรณีศึกษาเพื่อหาตำแหน่งติดตั้งและขนาดของระบบกักเก็บพลังงานที่สามารถลดหน่วยสูญเสียได้มากที่สุด ตำแหน่งติดตั้งและขนาดของระบบกักเก็บพลังงานที่น้อยที่สุดที่ทำให้แรงดันไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตำแหน่งติดตั้งและขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่ทำให้อัตราผลตอบแทนภายในและระยะเวลาคืนทุนที่ดีที่สุด ซึ่งจากผลลัพธ์ข้างต้น นำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขนาดและตำแหน่งติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานที่เหมาะสมที่สุด

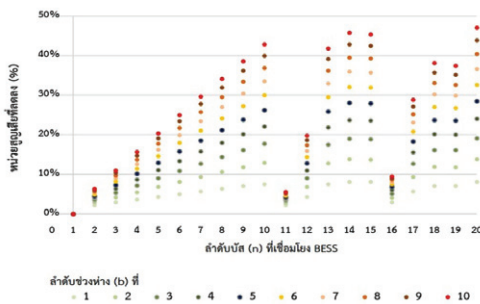


ผลการวิจัย

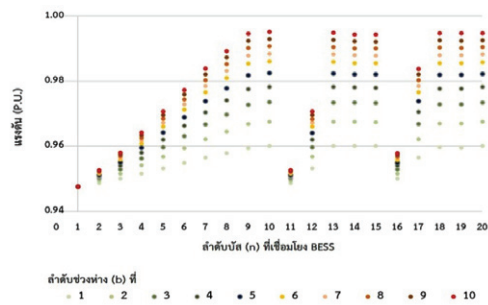
การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตามขนาดและตำแหน่งติดตั้งที่บัสต่าง ๆ ส่งผลต่อหน่วยสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าและระดับแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

1. ผลการวิจัยสำหรับการลดหน่วยสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า แสดงด้วยข้อมูลร้อยละของปริมาณหน่วยสูญเสียที่สามารถลดได้เปรียบเทียบกับกรณีฐานตามกราฟรูปที่ 4 (ก) พบว่าในลำดับช่วงห่างเดียวกัน (ลำดับ b เดียวกัน) การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานบัสลำดับที่ 20 ($n = 20$) สามารถช่วยลดหน่วยสูญเสียได้มากที่สุด โดยหากติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตามลำดับช่วงห่างที่ 10 ($b = 10$) ขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่ 20 MWh (M_{10}) จะสามารถลดหน่วยสูญเสียของวงจรไฟฟ้าได้มากถึง 47% และแม้ว่าติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตามลำดับช่วงห่างที่ 1 ($b = 1$) ขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่ 2 MWh (M_1) ก็สามารถลดหน่วยสูญเสียของวงจรไฟฟ้าได้ถึง 8.1% ซึ่งขนาดระบบกักเก็บพลังงานมีผลอย่างเป็นนัยสำคัญต่อหน่วยสูญเสียที่สามารถลดได้

2. สำหรับการปรับปรุงค่าแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามกรณีศึกษาแต่ละกรณี แสดงตามกราฟรูปที่ 4 (ข) พบว่าการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตามลำดับช่วงห่างที่ 1 ($b = 1$) ขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่ 2 MWh (M_1) บัสที่ 10, 13, 14, 15, 20 เพียงพอให้แรงดันไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีแรงดันไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าต่ำที่สุดอยู่บัสที่ 19 มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 0.9602 PU ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานบัสที่ 20 ($n = 20$) หรือบัสโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ให้ผลด้านแรงดันไฟฟ้าที่ดีที่สุด และผลดังกล่าวมีแนวโน้มแย่ลงเมื่อติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานห่างจากบัสที่ 20 ($n = 20$)



(ก)



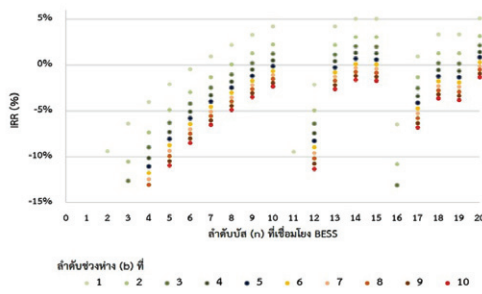
(ข)

รูปที่ 4 (ก) ร้อยละของหน่วยสูญเสียที่สามารถลดได้ ตามกรณีศึกษาแต่ละกรณี และ
(ข) แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำที่สุดในวงจรไฟฟ้า ตามกรณีศึกษาแต่ละกรณี

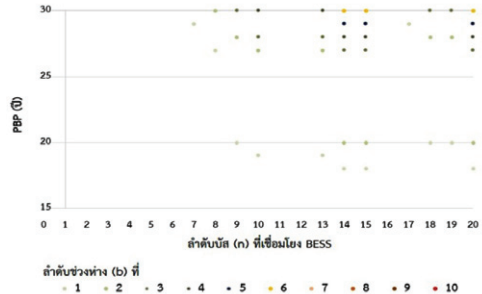
การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตามขนาดและตำแหน่งติดตั้งที่ต่างกัน ส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PBP) ดังนี้

1. ผลการวิจัยหาอัตราผลตอบแทนภายในตามกรณีศึกษาแต่ละกรณีแสดงตามกราฟรูปที่ 5 (ก) พบว่าในลำดับช่วงห่างเดียวกัน (ลำดับ b เดียวกัน) การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานบัสลำดับที่ 20 ($n = 20$) ให้อัตราผลตอบแทนภายในดีที่สุด ซึ่งลำดับช่วงห่างที่มีอัตราผลตอบแทนภายในเป็นบวก คือ ลำดับช่วงห่าง (b) ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 มีอัตราผลตอบแทนภายในที่ร้อยละ 5.1, 3.2, 2.2, 1.5, 0.9, 0.4 ตามลำดับ และมีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 18, 20, 27, 28, 29, 30 ตามลำดับ จากกราฟยังพบอีกว่ายิ่งระบบกักเก็บพลังงานที่มีขนาดเพิ่มขึ้น ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนยิ่งลดลง

2. ผลการวิจัยหาระยะเวลาคืนทุนตามกรณีศึกษาแต่ละกรณีแสดงตามรูปที่ 5 (ข) พบว่าการเชื่อมโยงระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ที่ตำแหน่งบัส (n) 14, 15 และ 20 ขนาด 2 MWh มีระยะเวลาคืนทุนที่ดีที่สุดคือ 18 ปี และมีระยะเวลาคืนทุนเพิ่มขึ้นเมื่อลำดับช่วงห่าง (b) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยหากลำดับช่วงห่างมีค่าเกินกว่า 6 (b มากกว่า 6) หรือขนาดระบบกักเก็บพลังงานเกินกว่า 12 MWh จะส่งผลให้โครงการไม่เกิดการคืนทุน



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 (ก) อัตราผลตอบแทนภายใน และ (ข) ระยะเวลาการคืนทุน ตามกรณีศึกษาแต่ละกรณี



อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การกำหนดขนาดระบบกักเก็บพลังงานตามลำดับช่วงห่าง (b) ทุกขนาดที่ตำแหน่งบัสโรงไฟฟ้า ($n = 20$) สามารถลดหน่วยสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้สูงที่สุดในลำดับช่วงห่าง (b) เดียวกัน และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานห่างจากบัสโรงไฟฟ้า สำหรับการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานที่ตำแหน่งบัสสถานีไฟฟ้า ($n = 1$) ไม่สามารถลดหน่วยสูญเสียไฟฟ้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์หาตำแหน่งติดตั้งแบตเตอรี่ที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายแรงดันระดับปานกลางที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพื่อลดหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้า (ศุภเสฏฐ์ ต้นไชยโรจน์ และคนอื่นๆ, 2560b) เนื่องจากหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้า เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลย้อนกลับจากระบบกักเก็บพลังงานสู่บัสโรงไฟฟ้า อีกทั้งการกำหนดลำดับช่วงห่าง (b) ที่เพิ่มขึ้นยังสามารถช่วยเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยการกำหนดขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่ 2 MWh (M_1) หรือลำดับช่วงห่างที่ 1 ($b = 1$) ที่ตำแหน่งบัสโรงไฟฟ้า ($n = 20$) เพียงพอให้ระดับแรงดันไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์หาขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายแรงดันระดับปานกลางที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพื่อเพิ่มเสถียรภาพด้านแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายระบบจำหน่าย (ศุภเสฏฐ์ ต้นไชยโรจน์ และคนอื่นๆ, 2560a) เนื่องจากการรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า คือการนำพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินที่โรงไฟฟ้าผลิตได้ มาใช้ในช่วงเวลาที่มีโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าสูง ดังนั้นหากขนาดระบบกักเก็บพลังงานมีค่าสูงก็จะช่วยให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าในบริเวณที่ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำให้สูงขึ้นตาม

2. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการกำหนดตำแหน่งติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานที่บัสโรงไฟฟ้า ($n = 20$) ทุกขนาด ได้ค่า IRR ที่ดีที่สุดในกลุ่ม อันเนื่องมาจากสามารถลดหน่วย

สูญเสียได้สูงที่สุด ส่งผลให้ CF_t ตามสมการที่ 5 มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่มูลค่าโครงการมีค่าเท่าเดิม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานไปตำแหน่งใกล้สถานียไฟฟ้าจะส่งผลให้ค่า CF_t ลดลง ดังนั้นค่า IRR จึงลดลงเช่นกัน สำหรับการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานที่ตำแหน่งบัสโรงไฟฟ้า ($n = 20$) ขนาด 2 MWh (M_1) ส่งผลให้ค่า PBP มีค่าต่ำที่สุดเนื่องจากสามารถลดหน่วยสูญเสียได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตำแหน่งอื่น ดังนั้นค่า CI จากสมการที่ 6 มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่ค่า OC มีค่าเท่าเดิม ซึ่งผลการวิจัยได้ค่า IRR สูงสุดที่ 5.1% และ PBP ที่ 18 ปี หากปรับขนาดระบบกักเก็บพลังงานลงอีก ก็จะสามารถเพิ่มค่า IRR ให้สูงขึ้น และค่า PBP ที่ต่ำลงได้อีก แต่ต้องคำนึงถึงระดับแรงดันไฟฟ้าที่ยอมรับได้ อีกทั้งหากนำแนวทางวิจัยนี้ไปใช้กับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีระยะทางที่ไกลจากสถานียไฟฟ้ามากขึ้น มีโหลดในระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่สูง และโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ห่างไกลกว่าโหลด การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานจะสามารถลดหน่วยสูญเสียได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นค่า CF_t จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า OC มีค่าเท่าเดิม ดังนั้นค่า IRR จะสูงขึ้น และค่า PBP จะลดลงเช่นกัน



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานที่ดีที่สุดจากผลการวิจัยคือ ติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานขนาดเท่ากับ 2 MWh (M_1) ตำแหน่งบัสลำดับที่ 20 ($n = 20$) สามารถลดหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าลงได้ 8.1% สามารถเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าจากเดิม 20.847 kV (0.947 PU) ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 21.124 kV (0.960 PU) และมีความคุ้มค่าการลงทุนที่ดีที่สุดจากอัตราผลตอบแทนภายในที่ 5.1% (IRR = 5.1%) พร้อมทั้งมีระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 18 ปี (PBP = 18) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขนาดระบบกักเก็บพลังงานจะทำให้ระบบไฟฟ้ามีเสถียรภาพด้านแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้าที่ลดลง ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าการเพิ่มขนาดระบบกักเก็บพลังงานที่ยังให้ความคุ้มค่าการลงทุน สามารถเพิ่มขนาดระบบกักเก็บพลังงานได้ถึง 12 MWh (M_2) ทั้งนี้หากไม่สามารถติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานตำแหน่งบัสที่ 20 ($n = 20$) ก็สามารถติดตั้งในตำแหน่งบัสใกล้เคียง ที่ให้ความคุ้มค่าการลงทุน สามารถปรับปรุงระดับแรงดันไฟฟ้าและลดหน่วยสูญเสียแทนได้

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยพร้อมผลการวิจัยนี้ ให้กองส่งเสริมพลังงานทดแทนและผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะนำวิธีดำเนินการวิจัยนี้ไปสร้างชุดคำสั่งย่อยในซอฟต์แวร์ DigSiLENT PowerFactory เพื่อให้สามารถวิเคราะห์วงจรระบบจำหน่ายไฟฟ้าอื่น ๆ ได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีระยะทางที่ยาว และมีโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียง

กับปลายสายระบบจำหน่าย เนื่องจากมีความผันผวนด้านแรงดันไฟฟ้าและหน่วยสูญเสียไฟฟ้าที่สูง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การออกแบบระบบกักเก็บพลังงานต้องพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นร่วมด้วย เช่น การลดผลกระทบจากแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม การสำรองพลังงานกรณีฉุกเฉิน การลดผลกระทบจากไฟฟ้าดับ โดยให้ระบบกักเก็บพลังงานจ่ายพลังงานแบบ Off-Grids เสริมความแข็งแกร่งในระบบไฟฟ้า การลดผลกระทบของ Duck Curve การช่วยจ่ายพลังงานให้กับ EV กรณีเกินความจุของสายส่ง สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าของระบบกักเก็บพลังงาน ส่งผลให้ค่า IRR มีค่าสูงขึ้น และ PBP มีค่าลดลงได้อีก

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอให้เปรียบเทียบการใช้ระบบเก็บพลังงานชนิดอื่น ๆ เช่น แบตเตอรี่ตะกั่วกรด ที่สามารถคายประจุได้มากกว่าร้อยละ 90 ของขนาดความจุ และมีราคาลดลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาความคุ้มค่าการลงทุนที่ดีที่สุด และเพิ่มการวิเคราะห์ผลกระทบในด้านการลดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านเรือนและชุมชนที่เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากสามารถนำมูลค่าความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ลดลง มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์เพิ่มเติมได้



เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558–2579 (AEDP2015)*. สืบค้น 18 กุมภาพันธ์ 2564,
จาก <http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/AEDP2015.pdf>
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2562). *อัตราค่าไฟฟ้าขายส่ง สำหรับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)*. สืบค้น 12 ธันวาคม 2562,
จาก https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=174&Itemid=222
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2562). *ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เรื่อง การกำหนดช่วงเวลาสำหรับอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ Time of Use (TOU)*. สืบค้น 18 กุมภาพันธ์ 2564,
จาก <https://www.pea.co.th/ข่าวสารประกาศ/ปฏิทิน-Off-Peak>

- คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2564). *เอกสารประชาสัมพันธ์ค่าไฟฟ้าและค่า Ft*. สืบค้น 18 กุมภาพันธ์ 2564, จาก <http://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/News/26512017095154> เอกสารประชาสัมพันธ์ค่าไฟฟ้าและค่าFtพ.ค.-ส.ค.60.PDF
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2558). *รายงานฉบับสมบูรณ์ แนวทางการผสานพลังงานหมุนเวียนกับระบบไฟฟ้าและพัฒนานโยบายการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าขนาดใหญ่*. สืบค้น 12 ธันวาคม 2562, จาก <http://www.eppo.go.th/epposite/images/webcontent/education/PDF/FinalGRID.pdf>
- ศุภเสฏฐ์ ตันไชยโรจน์ และคนอื่นๆ. (2560a). การวิเคราะห์หาขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายแรงดันระดับปานกลางที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพื่อเพิ่มเสถียรภาพด้านแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายระบบจำหน่าย. ใน *งานประชุมวิชาการและนวัตกรรม กฟภ. ปี 2560*, (น. 47–53). กรุงเทพมหานคร.
- ศุภเสฏฐ์ ตันไชยโรจน์ และคนอื่นๆ. (2560b). การวิเคราะห์หาตำแหน่งติดตั้งแบตเตอรี่ที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายแรงดันระดับปานกลางที่เชื่อมโยงโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพื่อลดหน่วยสูญเสียในระบบไฟฟ้า. ใน *งานประชุมวิชาการและนวัตกรรม กฟภ. ปี 2560*, (น. 70–76). กรุงเทพมหานคร.
- Chiandone, M., Campaner, R., Massi Pavan, A., Sulligoi, G., Mania, P., & Piccoli, G. (2014). Impact of Distributed Generation on Power Losses on an Actual Distribution Network. In *International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA)*, USA, 1007–1011.
- DigSILENT GmbH. (ม.ป.ป.). *PowerFactory Applications*. สืบค้น 3 มีนาคม 2563, จาก <https://www.digsilent.de/en/powerfactory.html>
- Lepadat, I., Helerea, E., Abagiu, S., & Mihai, C. (2017). Impact of Distributed Generation on Voltage Profile and Power Losses in a Test Power Grid. In *International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM) & 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP)*, (pp. 128–133). Romania.

- Tang, Y., Burgos, R., Li, C., & Boroyevich, D. (2015). Assessment of Medium Voltage Distribution Feeders under High Penetration of PV Generation. In *IEEE 16th Workshop on Control and Modeling for Power Electronics (COMPEL)*, (pp. 1–6). United States.
- Vita, V., Alimardan, T., & Ekonomou, L. (2015). The Impact of Distributed Generation in the Distribution Networks' Voltage Profile and Energy Losses. In *IEEE European Modelling Symposium (EMS)*, (pp. 260–265). Spain.
- Ymeri A., Dervishi L., & Qorolli, A. (2014). Impacts of Distributed Generation in Energy Losses and Voltage Drop in 10 kV Line in the Distribution. In *IEEE International Energy Conference (ENERGYCON)*, (pp. 1315–1319). Croatia.
- Zehir, M. A. et al. (2017). Mitigation of Negative Impacts of Distributed Generation on LV Distribution Networks through Microgrid Management Systems. *IEEE Manchester PowerTech*, 27(1), 1–6.

พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า
บ้านห้วยล้านลิซอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
PESTICIDE USE BEHAVIORS OF COFFEE BEANS ARABICA
AGRICULTURISTS AT HUAY SAN LISO VILLAGE, HUAY CHOMPU,
MUEANG DISTRICT, CHIANG RAI PROVINCE

วันที่รับ: 17 กุมภาพันธ์ 2564

วันที่แก้ไข: 19 เมษายน 2564

วันที่ตอบรับ: 17 พฤษภาคม 2564

กฤตวิษณุ สุขอึ้ง^{1*} และ สุวรรณ พนาอดิศัย¹

Krittawit Suk-ueng^{1*} and Suwanna Panaadisai¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

¹Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University

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



บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงพรรณนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมก่อน ระหว่าง และหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าบ้านห้วยล้านลิซอ ตำบลห้วยชมภู จังหวัดเชียงราย เก็บข้อมูลโดยสอบถามจากประชากรจำนวน 169 คน รวบรวมข้อมูลแบบสอบถามเป็นหัวหน้าครอบครัว วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41–60 ปี (ร้อยละ 61.5) และไม่ได้รับการศึกษา (ร้อยละ 54.4) แหล่งเงินทุนทำสวนกาแฟได้จากการกู้ยืมเพื่อการเกษตร และสหกรณ์การเกษตร (ร้อยละ 45.5) คะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าช่วงก่อน ระหว่าง และหลังใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมที่ต้องปรับปรุงซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยในระดับปานกลาง ได้แก่ 1) ซื้อและใช้สารเคมีชนิดที่มีพิษรุนแรง 2) ผสมสารเคมีมากกว่า 2 ชนิด 3) เลือกซื้อและใช้สารเคมีตามการแนะนำของเพื่อนเกษตรกรหรือญาติที่เคยใช้แล้วได้ผลดี และ 4) ใช้อุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายฉีดพ่นสารเคมี ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสาเหตุหลักเกิดจากเกษตรกรบางส่วนไม่ทราบผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากเลือกซื้อและใช้สารเคมีตามการแนะนำของเพื่อนเกษตรกรหรือญาติที่เคยใช้แล้วได้ผลดี ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดกิจกรรมให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชให้กับเกษตรกรที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นส่งเสริมให้เกษตรกรลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และใช้สารชีวภาพทดแทน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: พฤติกรรม, เกษตรกร, สารเคมีกำจัดศัตรูพืช, กาแฟ, เชียงราย



Abstract

The purpose of this descriptive research was to study before, during, and after pesticide use behaviors in coffee beans arabica agriculturists at Huay San Liso village, Huay Chompu, Mueang district, Chiang Rai province. Data were collected by inquiring about pesticide use behaviors of 169 households. Respondents were householder. Descriptive statistics used to analyze data include percentage, arithmetic mean and standard deviation. The results showed that the agriculturists' age was between 41–60 years old (61.5%) and uneducated (54.4%). An investment fund for making coffee farming of the agriculturalists was mainly from the Bank of Agriculture and Agricultural Cooperatives (45.5%). The mean practices score of before, during, and after pesticide use behaviors of coffee beans arabica agriculturists reached a good level. However, behaviors need to be improved and reached medium level included; 1) purchase and use of highly toxic pesticides, 2) mix more than 2 pesticides, 3) purchase and use of pesticides that recommended by agriculturalist's friends or relatives, and 4) use of damaged sprayer. The results replied that the main causes of those desirable behaviors were due to unknown about the impacts of some agriculturists because of purchase and use of pesticides that recommended by agriculturalist's friends or relatives. Therefore, related organizations should have organized continuous knowledge activities about the correct and effective pesticide use practices, that emphasized promoting pesticide use reduction and using biopesticides for increasing the safety of agriculturists, consumers and environment.

Keywords: Behavior, Agriculturist, Pesticide, Coffee, Chiang Rai



บทนำ

กาแฟจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยเริ่มปลูกกาแฟอาราบิก้าเมื่อ พ.ศ. 2393 มีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมมาจากประเทศเอธิโอเปีย โดยส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไทยภูเขาปลูกเพื่อทดแทนการปลูกฝิ่นและยาเสพติดมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 จนถึงปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม ถ้าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในสวนกาแฟอาราบิก้า จะส่งผลให้ศัตรูพืชมีการต้านฤทธิ์ หรือการดื้อต่อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ทำให้ในการฉีดพ่นครั้งต่อไปเกษตรกรต้องใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากกว่าเดิมหรือเปลี่ยนไปใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีฤทธิ์รุนแรงมากขึ้นเพื่อให้การกำจัดศัตรูพืชมีประสิทธิภาพ ซึ่งการกระทำดังกล่าวส่งผลให้เกษตรกรมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น และเป็นอันตรายทั้งต่อสุขภาพของตนเอง ผู้บริโภค รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปรัชญา รัชมีธรรมวงศ์, 2550; เสงี่ยม แจ่มจำรูญ, 2551) แต่ถ้าผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้ามีพฤติกรรมป้องกันการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าอย่างถูกต้อง ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะช่วยลดอันตรายจากการที่สารพิษเข้าสู่ร่างกายได้ (สมเกียรติ ศิริรัตนพฤษ, 2553)

บ้านห้วยसानลิซอ ตำบลห้วยชมภู จังหวัดเชียงราย อยู่ติดกับดอยช้างและดอยยาวี และเป็นหนึ่งในแหล่งปลูกกาแฟอาราบิก้าที่มีชื่อเสียงของประเทศไทย เช่น กาแฟปางขอน (องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยชมภู, 2560) ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ราบสูง มีแหล่งต้นน้ำและห้วยตามธรรมชาติไหลผ่านในพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้มีน้ำใช้ในการเกษตร อุปโภค และบริโภค ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะบ้านห้วยसानลิซอที่เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกกาแฟอาราบิก้าได้ตลอดทั้งปี ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้ามีรายได้สูงสุดเฉลี่ย 850,000 บาทต่อปี อย่างไรก็ตาม เกษตรกรมีการนำสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช รักษาผลผลิต และเพิ่มผลผลิตของกาแฟอาราบิก้า (จิระศักดิ์ อะทะวงษา, 2560; องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยชมภู, 2560) แต่ยังไม่มีการศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า ความตระหนักถึงผลกระทบที่ได้รับจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชช่วยพัฒนาเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่ศึกษาและตำบลห้วยชมภูให้มีพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมก่อน ระหว่าง และหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าบ้านห้วยसानลิซอ ตำบลห้วยชมภู จังหวัดเชียงราย



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าที่อยู่ในหมู่บ้านห้วยसानลิซอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน 169 ครัวเรือน (องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยชมภู, 2560) โดยเลือกทุกครัวเรือนในหมู่บ้านห้วยसानลิซอที่ปลูกกาแฟอาราบิก้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยปรับปรุงจากชนิกานต์ คุ่มนง และ

สูตราร์ตัน พิมเสน (2557) และพงษ์ศักดิ์ อ้นมอย และ พิรญา อึ้งอุตรภักดี (2558) ส่วนที่ 1 คือ 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา พื้นที่เพาะปลูกกาแฟอาราบิก้า รายได้ของครัวเรือนเฉลี่ยต่อปี ภาระหนี้สินของเกษตรกร แหล่งเงินกู้/ยืม และสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรมีภาระหนี้สิน และ 2) พฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของกาแฟอาราบิก้า ได้แก่ ช่วงก่อน ระหว่าง และหลังฉีดพ่นสารเคมี จำนวนอย่างละ 10 ข้อ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามได้ค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.97 ซึ่งมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย (สุวรรณา พนาอดิศัย, 2560) หลังจากนั้นหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามโดยนำไปทดลองใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าหมู่บ้านดอยช้าง ตำบลาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย จำนวน 30 ครัวเรือน วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นในส่วนที่ 2 โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นโดยรวมเท่ากับ 0.79 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (สุวรรณา พนาอดิศัย, 2560)

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจและสังคมโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในส่วนพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยแบ่งระดับพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชออกเป็น 3 ระดับ (พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย และ พิรญา อึ้งอุตรภักดี, 2558; อิศวร ดวงจินดา, 2559) ซึ่งอ้างอิงสมการการคำนวณความกว้างของอันตรภาคชั้น คือ $\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด} / \text{จำนวนอันตรภาค}$ ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการแบ่งความกว้างของอันตรภาคชั้น 3 ช่วง ได้แก่ 2.34–3.00 (มีพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับดี), 1.67–2.33 (มีพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับปานกลาง) และ 1.00–1.66 (มีพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับน้อย)



ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจและสังคม

ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58) (ภาพที่ 1) มีอายุระหว่าง 41–60 ปี (ร้อยละ 61.5) สถานภาพสมรส (ร้อยละ 68.6) ไม่ได้รับการศึกษา (ร้อยละ 54.4) มีพื้นที่เพาะปลูกกาแฟอาราบิก้าในครัวเรือนระหว่าง 1–10 ไร่ (ร้อยละ 66.9) มีรายได้น้อยกว่า 100,000 บาท (ร้อยละ 77) ร้อยละ 82.7 มีภาระหนี้สินซึ่งส่วนใหญ่มีจำนวนเงินน้อยกว่า 50,000 บาท (ร้อยละ 39.6) และมีแหล่งเงินทุนกู้ยืมมาจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร หรือ ธ.ก.ส. (ร้อยละ 45.5) โดยนำมาใช้เพื่อเป็นเงินทุนทำสวนกาแฟ/เกษตร ร้อยละ 79.8 (ตารางที่ 1)



รูปที่ 1 การสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในหมู่บ้านห้วยล้านลีซอ
ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า

รายการสอบถาม	จำนวน 169 (คน)	ร้อยละ (100)
เพศ		
ชาย	71	42.0
หญิง	98	58.0
อายุ		
21-40 ปี	48	28.4
41-60 ปี	104	61.5
61 ปี ขึ้นไป	17	10.1
สถานภาพสมรส		
โสด	18	10.1
สมรส	116	68.6
หม้าย/หย่า	35	20.7
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียน	92	54.4
ประถมศึกษา	39	23.1
มัธยมศึกษาตอนต้น	22	13.0
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	12	7.1
อนุปริญญา/ปวส./ปริญญาตรี/ปริญญาตรีขึ้นไป	4	2.4

รายการสอบถาม	จำนวน 169 (คน)	ร้อยละ (100)
พื้นที่เพาะปลูกกาแฟอาราบิก้า		
1-10 ไร่	113	66.9
11-20 ไร่	37	21.9
21-30 ไร่	15	8.9
31-40 ไร่	4	2.3
รายได้ของครัวเรือนต่อปี		
น้อยกว่า 100,000 บาท	130	77
100,000-300,000 บาท	38	22.5
300,000-500,000 บาท	1	0.5
ภาระหนี้สินของเกษตรกร		
น้อยกว่า 50,000 บาท	67	39.6
50,000-150,000 บาท	55	32.5
150,000-300,000 บาท	12	7.1
มากกว่า 300,000 บาท	6	3.5
ไม่มีภาระหนี้สิน	29	17.3
แหล่งเงินทุน/ยืม		
กองทุนหมู่บ้าน	68	40.2
กองทุนเงินล้าน	71	42.2
ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร	77	45.5
ธนาคารพาณิชย์	4	2.3
ญาติพี่น้อง	31	18.3
พ่อค้า/นายทุน/เอกชนที่ปล่อยเงินกู้	17	10.1
สาเหตุภาระหนี้สิน		
เพื่อนำมาเป็นการศึกษาให้ลูกหลาน	58	34.3
เพื่อนำมาเป็นการลงทุนทำสวนกาแฟ/เกษตร	135	79.8
เพื่อนำมาใช้จ่ายในการดำเนินชีวิตประจำวัน	90	53.2
ซื้อของอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น รถจักรยานยนต์	7	4.1
และอุปกรณ์การเกษตร เป็นต้น		

2. พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า

1) ก่อนการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

เกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมก่อนใช้สารเคมีกำจัดก่อนใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยรวมเท่ากับ 2.51 (S.D. = 0.60) ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยพบว่าข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามชนิดของศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 2.78 (S.D. = 0.42)) ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้อยู่ในสภาพดีก่อนการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 2.78 (S.D. = 0.41)) และเมื่อเกษตรกรสงสัย หรือไม่เข้าใจเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรได้ปรึกษาหรือสอบถามผู้ที่จำหน่ายสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 2.68 (S.D. = 0.53)) (ตารางที่ 2)

สำหรับข้อคำถามพฤติกรรมการปฏิบัติที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ เลือกซื้อหรือเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามการแนะนำของเพื่อนเกษตรกรหรือญาติที่เคยใช้แล้วได้ผลดี (ค่าเฉลี่ย 2.32 (S.D. = 0.77)) เลือกซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษรุนแรงต่อศัตรูพืชเพราะสามารถกำจัดศัตรูพืชได้ผลเร็ว (ค่าเฉลี่ย 2.32 (S.D. = 0.83)) และผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากกว่า 2 ชนิด (ค่าเฉลี่ย 2.20 (S.D. = 0.67)) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 พฤติกรรมก่อนการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า

ข้อคำถาม	พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช			ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ระดับ พฤติกรรม
	ปฏิบัติทุก ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติบาง ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ไม่ปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)		
1. ท่านเลือกซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยเลือกซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ที่มีพิษรุนแรงต่อศัตรูพืช เพราะ สามารถกำจัดศัตรูพืชได้ผลเร็ว	95 (56.21)	38 (22.48)	36 (21.31)	2.32 (0.83)	ปานกลาง
2. ท่านซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ตามชนิดของศัตรูพืชนั้น	134 (79.28)	34 (20.12)	1 (0.59)	2.78 (0.42)	ดี
3. ท่านซื้อหรือเลือกใช้สารเคมี กำจัดศัตรูพืชตามการแนะนำ ของเพื่อนเกษตรกรหรือญาติ ที่เคยใช้แล้วได้ผลดี	86 (50.89)	52 (30.77)	31 (18.34)	2.32 (0.77)	ปานกลาง
4. ท่านอ่านฉลากหรือคำแนะนำ เกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัด ศัตรูพืชที่ติดบนภาชนะบรรจุ	93 (55.02)	56 (33.14)	20 (11.84)	2.42 (0.69)	ดี

ข้อคำถาม	พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช			ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ระดับ พฤติกรรม
	ปฏิบัติทุก ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติบาง ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ไม่ปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)		
5. ท่านปฏิบัติตามฉลากหรือ คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ติดบน ภาชนะบรรจุ	93 (55.02)	55 (32.55)	21 (12.43)	2.38 (0.70)	ดี
6. เมื่อท่านสงสัยหรือไม่เข้าใจ เกี่ยวกับการใช้เคมีกำจัดศัตรูพืช ท่านได้ปรึกษาหรือสอบถามผู้ที่ จำหน่ายสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	117 (69.23)	49 (28.99)	3 (1.78)	2.68 (0.53)	ดี
7. ท่านผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ตามฉลากกำหนด	105 (62.13)	60 (35.50)	4 (2.37)	2.59 (0.53)	ดี
8. ท่านตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกัน สารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้อยู่ใน สภาพดีก่อนการฉีดพ่นสารเคมี กำจัดศัตรูพืช	133 (78.70)	36 (21.30)		2.78 (0.41)	ดี
9. ท่านผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มากกว่า 2 ชนิด	55 (32.55)	94 (55.62)	20 (11.83)	2.20 (0.67)	ปานกลาง
10. ท่านตรวจสอบสภาพภูมิอากาศ ทิศทางลมก่อนการใช้สารเคมี กำจัดศัตรูพืช	106 (62.72)	60 (35.50)	3 (1.78)	2.62 (0.52)	ดี
คะแนนเฉลี่ยโดยรวม				2.51 (0.60)	ดี

2) พฤติกรรมระหว่างการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

เกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมก่อนใช้สารเคมีกำจัดก่อนใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยรวมเท่ากับ 2.63 (S.D. = 0.48) ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยพบว่าข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ระหว่างที่ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรระวังไม่ให้ละอองสารเคมีปลิวเข้าหาดัว และปลิวเข้าอาหาร น้ำดื่ม และของที่อยู่ใกล้เคียง (ค่าเฉลี่ย 2.81 (S.D. = 0.39)) เกษตรกรหยุดฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทันทีเมื่อมีอาการแพ้สารเคมีระหว่างการฉีดพ่น เช่น เวียนหัว คลื่นไส้ และแน่นหน้าอก (ค่าเฉลี่ย 2.79 (S.D. = 0.41)) ไม่ให้เด็กและผู้อื่นอยู่ในบริเวณนั้นระหว่างการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 2.76 (S.D. = 0.45)) และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ เมื่ออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย เกษตรกรมีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อ (ค่าเฉลี่ย 1.67 (S.D. = 0.78)) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 พฤติกรรมระหว่างการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า

ข้อคำถาม	พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช			ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ระดับ
	ปฏิบัติทุก ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติบาง ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ไม่ปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)		
1. ท่านไม่รับประทานอาหารหรือ ของว่าง และสูบบุหรี่ระหว่าง การฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	124 (73.38)	40 (23.67)	5 (2.95)	2.69 (0.52)	ดี
2. ท่านไม่ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรู พืชระหว่างที่ลมแรงหรือฝนตก	125 (73.97)	41 (24.26)	3 (1.77)	2.71 (0.49)	ดี
3. ท่านอยู่เหนือลมเสมอระหว่าง ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	123 (72.79)	45 (26.62)	1 (0.59)	2.71 (0.46)	ดี
4. ท่านฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยมีการสวมใส่ ถุงมือ รองเท้ายาง เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว	128 (75.74)	41 (24.26)	0 (0.00)	2.75 (0.43)	ดี
5. ระหว่างที่ทำการฉีดพ่นสารเคมี กำจัดศัตรูพืชท่านระวังไม่ให้ ละอองสารเคมีปลิวเข้าหาตัว อาหาร น้ำดื่ม และของที่อยู่ ข้างเคียง	138 (81.66)	31 (18.34)	0 (0.00)	2.81 (0.39)	ดี
6. ท่านไม่ให้เด็กและผู้อื่นอยู่ใน บริเวณนั้นระหว่างการฉีดพ่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	130 (76.93)	37 (21.83)	2 (1.18)	2.76 (0.45)	ดี
7. ท่านหยุดฉีดพ่นสารเคมีกำจัด ศัตรูพืชทันทีหากฝนตก	124 (73.38)	44 (26.03)	1 (0.59)	2.72 (0.49)	ดี
8. ท่านหยุดฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรู พืชทันทีเมื่อมีอาการแพ้สารเคมี ระหว่างการฉีดพ่น เช่น เวียนหัว คลื่นไส้ และแน่นหน้าอก	136 (80.48)	32 (18.93)	1 (0.59)	2.79 (0.41)	ดี
9. เมื่ออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ท่านหยุดฉีดพ่นสารเคมีกำจัด ศัตรูพืชทันที	128 (75.74)	40 (23.67)	1 (0.59)	2.75 (0.44)	ดี
10. เมื่ออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ท่านมีการฉีดพ่นสารเคมี กำจัดศัตรูพืชต่อ	54 (31.96)	48 (28.40)	67 (39.64)	1.67 (0.78)	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยโดยรวม				2.63 (0.48)	ดี

3) พฤติกรรมหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

เกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมก่อนใช้สารเคมีกำจัดก่อนใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยรวมเท่ากับ 2.75 (S.D. = 0.44) ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยพบว่าข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ดูแลรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้อยู่สภาพที่พร้อมใช้งานเสมอ (ค่าเฉลี่ย 2.80 (S.D. = 0.41)) อาบน้ำชำระร่างกายทันทีหลังฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 2.78 (S.D. = 0.41)) และนำน้ำที่ล้างอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชไปฉีดพ่นโดยไม่ทิ้งลงดินหรือแหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 2.77 (S.D. = 0.43)) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 พฤติกรรมหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า

ข้อคำถาม	พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช			ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ระดับ พฤติกรรม
	ปฏิบัติทุก ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติบาง ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ไม่ปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)		
1. ท่านไม่ล้างภาชนะบรรจุสารเคมี กำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำ ธรรมชาติ	142 (84.02)	(15.39)	1 (0.59)	2.69 (0.52)	ดี
2. ท่านนำน้ำที่ล้างอุปกรณ์ และ เครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่นสารเคมีกำจัด ศัตรูพืชไปฉีดพ่น โดยไม่ทิ้งลงดิน หรือแหล่งน้ำ	132 (78.11)	36 (21.30)	1 (0.59)	2.77 (0.43)	ดี
3. ท่านไม่นำภาชนะบรรจุสารเคมี กำจัดศัตรูพืชที่ใช้แล้วกลับมา ใช้ใหม่	125 (73.96)	43 (25.44)	1 (0.59)	2.73 (0.45)	ดี
4. ท่านอาบน้ำชำระร่างกายทันที หลังฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	134 (79.28)	35 (20.72)	0 (0.00)	2.78 (0.41)	ดี
5. ท่านแยกซักเสื้อผ้าที่มีการปน เปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจาก เสื้อผ้าของสมาชิกในครอบครัว	121 (71.60)	46 (27.22)	2 (1.18)	2.70 (0.48)	ดี
6. ท่านแยกทิ้งภาชนะที่ใส่สารเคมี กำจัดศัตรูพืชที่หมดแล้วออกจาก ขยะอื่น ๆ	127 (75.15)	39 (23.07)	3 (1.78)	2.70 (0.48)	ดี

ข้อคำถาม	พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช			ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน)	ระดับ พฤติกรรม
	ปฏิบัติทุก ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติบาง ครั้งจำนวน (ร้อยละ)	ไม่ปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)		
7. ท่านจัดเก็บสารเคมีกำจัดศัตรูพืชไว้ในที่เด็กเอื้อมหยิบไม่ถึง	126 (74.56)	42 (24.85)	1 (0.59)	2.73 (0.45)	ดี
8. ท่านเก็บภาชนะบรรจุสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้แล้วแยกไว้ต่างหาก	130 (76.92)	38 (22.49)	1 (0.59)	2.76 (0.44)	ดี
9. ท่านดูแลรักษาอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้อยู่สภาพที่พร้อมใช้งานเสมอ	137 (81.06)	31 (18.35)	1 (0.59)	2.80 (0.41)	ดี
10. เว้นระยะเวลาการเก็บผลผลิตหลังการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามฉลากกำหนดอย่างเคร่งครัด	121 (71.60)	45 (26.62)	3 (1.78)	2.69 (0.50)	ดี
คะแนนเฉลี่ยโดยรวม				2.75 (0.44)	ดี



อภิปรายผลการวิจัย

ภาพรวมพฤติกรรมก่อนการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในหมู่บ้านห้วยล้านสิขออยู่ในระดับที่ดี โดยเฉพาะเกษตรกรเลือกซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามชนิดของศัตรูพืช อาจเป็นเพราะเกษตรกรมีประสบการณ์ฉีดพ่นสารเคมีต่อเนื่องมานาน และเคยได้รับความรู้และข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับอันตรายจากการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้องจึงตระหนักถึงอันตรายของการใช้สารเคมีที่จะเกิดขึ้นกับสุขภาพของเกษตรกร และสิ่งแวดล้อม (พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย และ พิรญา อึ้งอุตรภักดี, 2558) อย่างไรก็ตามยังพบพฤติกรรมที่ปฏิบัติไม่ถูกต้อง ได้แก่ การผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากกว่า 2 ชนิด อาจเป็นเพราะเกษตรกรเชื่อว่าจะให้ผลดีกว่าการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดเดียว เช่น เพลี้ยแป้ง ในทางตรงกันข้าม การผสมสารเคมีแบบนี้ทำให้สารกำจัดศัตรูพืชมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม (รัตนา ททรัพย์บำรุง, 2557) ส่วนการเลือกซื้อหรือเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามการแนะนำของเพื่อนเกษตรกรหรือญาติที่เคยใช้แล้วได้ผลดี น่าจะมีสาเหตุมาจากเกษตรกรบางคนอ่านหนังสือไม่ออกจึงต้องมีการขอความช่วยเหลือจากคนรู้จักที่มีความรู้ (อาชะมะ ตามี, สัมภาษณ์ 2560)

ผลการสอบถามพบว่าจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้ามากกว่าร้อยละ 80 ผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากกว่า 2 ชนิด พฤติกรรมนี้อาจส่งผลให้ต้นทุนค่าสารเคมีสูงกว่าเกษตรกรที่ใช้สารเคมีเพียงชนิดเดียว และน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับรายได้สุทธิของเกษตรกร ซึ่งข้อมูลชี้ให้เห็นได้ว่ามีค่าน้อยกว่า 100,000 บาทต่อปี ในขณะที่ต้นทุนมูลค่าภาระหนี้สินที่กู้ยืมมาเพื่อนำมาเป็นเงินทุนทำสวนกาแฟอาราบิก้ามีค่า 50,000–150,000 บาทต่อปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการลดใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยสนับสนุนให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยหมักและสารชีวภาพที่ทำเอง เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* รวมทั้งเริ่มการใช้เครื่องมือตัดหญ้า เช่น มีด หรือเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายแขน แทนการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ควบคู่ไปกับสารชีวภาพป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชซึ่งปลอดภัยและมีฤทธิ์ยาวนานหากใช้ต่อเนื่อง นอกจากนี้ควรส่งเสริมระบบการปลูกพืชผสมผสานในรูปแบบการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ/ป่าไม้โดยปลูกกาแฟอาราบิก้าร่วมกับต้นไม้ผล เช่น แมคคาเดเมีย และเชอร์รี่ หรือกลุ่มพืชผักเศรษฐกิจ เช่น ผักกาดตอย และยอดมะระหวาน (เสีี่ยม แจ่มจำรูญ, 2551; กนกวรรณ อุทองทรัพย์, 2559; ณฐิตากานต์ ปินทุภาศ และ พงษ์ศักดิ์ อังกลีทธิ, 2560) รวมถึงผลักดันให้หน่วยงานภาครัฐช่วยรณรงค์และประชาสัมพันธ์ตลอดจนจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมศัตรูพืชให้มี

ประสิทธิภาพ เพื่อให้เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีถูกต้อง ปลอดภัย และลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งอาจส่งผลทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น (สมเกียรติ ศิริรัตนพฤษ์, 2553; สุภาวดี แหยมคง และคนอื่น ๆ, 2560; ภัทธนาวรรณ ฉันทธีรัตนโยธิน, พันธลพ สินธูยา, เบญจมาศ สันต์สวัสดิ์, และ ทิตา สุนทรวิภาต, 2563) ในขณะเดียวกันเร่งจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรเพื่อจำหน่ายผลกาแฟอาราบิก้าและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะท้องถิ่น เพื่อเป็นการสร้างโอกาสและเพิ่มมูลค่าทางการตลาด



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าบ้านห้วยส้านสีขอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีพฤติกรรมก่อน ระหว่าง และหลังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในค่าเฉลี่ยระดับดี แต่บางส่วนมีพฤติกรรมการปฏิบัติก่อนการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้องซึ่งพบในระดับปานกลาง โดยเฉพาะการผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากกว่า 2 ชนิด ในขณะที่พฤติกรรมระหว่างการใช้สารเคมีที่ไม่เหมาะสมยังมีเกษตรกรกลุ่มหนึ่งปฏิบัติอยู่ ได้แก่ เมื่ออุปกรณ์ชำรุดเสียหายเกษตรกรยังคงใช้อุปกรณ์ดังกล่าวฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อไปซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยพฤติกรรมระดับปานกลาง สำหรับพฤติกรรมหลังการใช้สารเคมีทุกข้ออยู่ในระดับดี จากผลการวิจัยจะเห็นว่าสาเหตุที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้สารเคมี คือ เกษตรกรบางส่วนไม่ทราบผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจึงยังไม่ปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ประกอบกับภาระหนี้สิน ทำให้จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายเพื่อฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ดีให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง
2. ส่งเสริมให้เกษตรกรลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และใช้สารชีวภาพทดแทน
3. เพิ่มรายได้ให้เกษตรกร เช่น การรวมกลุ่มเครือข่ายเพื่อสร้างอำนาจต่อรอง และส่งเสริมกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟแบบครบวงจร เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความรู้ในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าบ้านห้วยส้านสีขอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
2. ควรศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า เช่น คุณภาพดิน และคุณภาพน้ำ เป็นต้น ในตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย



เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ อุทองทรัพย์. (2559). การปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟในภาคเหนือ ภายใต้
ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน: กรณีศึกษาจังหวัดเชียงรายและจังหวัดเชียงใหม่.
วารสารวิทยาการจัดการสมัยใหม่, 9(1), 94–101.
- จารุวรรณ ไตรทิพย์สมบัติ, เพลินพิศ จั๊กกลาง, สุวิมล บุญเกิด, และ อัญชลี อาบสุวรรณ. (2557).
การศึกษาความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร
บ้านห้วยสามขา ตำบลทัพวัง อำเภอพระทองคำ จังหวัดนครราชสีมา. *ศรีนครินทร์
เวชสาร*, 29(5), 429–434.
- จิระศักดิ์ อะทะวงษา. (2560). ข้อมูลรายได้ หนี้สิน และพื้นที่ไร่นาของหมู่บ้าน
ห้วยล้านลือ. เชียงราย: สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองเชียงราย.
- ชนิกานต์ คุ่มนก และ สุภารัตน์ พิมเสน. (2557). พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของ
เกษตรกร ตำบลจอมทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. *มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์สาร*, 16(1), 57–67.
- ณัฐกานต์ ปินทุภาค และ พงษ์ศักดิ์ อังสิทธิ์. (2560). รูปแบบและกระบวนการส่งเสริมการ
ปลูกกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่โครงการหลวง และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบ
โครงการหลวง. *แก่นเกษตร*, 45(1), 521–526.
- ปรัชญา รัตมีธรรมวงศ์. (2550). การเพาะปลูกและแปรรูปกาแฟสายพันธุ์กาแฟอาราบิก้า
กาแฟโรบัสต้า. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เพชรกระรัต.
- พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย และ พิรญา อึ้งอุดรภักดี. (2558). ประเมินผลกระทบทางสุขภาพและ
พฤติกรรมการป้องกันผลกระทบทางสุขภาพจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกร
ผู้ปลูกหอมแดง ตำบลชัยภูมิพล อำเภอลับ จังหวัดอุดรธานี. *วารสารการพัฒนาชุมชน
และคุณภาพชีวิต*, 4(3), 417–427.
- ภัทชนาวรรณ ฉันทรัตนโยธิน, พันธลพ สินธูยา, เบญจมาศ สันต์สวัสดิ์, และ ทิดา สุนทรวาท.
(2563). ผลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ในการส่งเสริม
การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105. *วารสารวิชาการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 15(2), 81–96.
- รัตนา ทรัพย์บารอ. (2557). สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและผลกระทบต่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์. (2553). คู่มือเกษตรกรปลอดโรคสำหรับเกษตรกรและอาสาสมัคร
สาธารณสุขประจำหมู่บ้าน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย.

- สุภาวดี แหม่มคง และคนอื่น ๆ. (2560). ความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรตำบลชัยสมบูรณ์ อำเภอเวียงรุ้ง จังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 12(2), 15-25.
- สุวรรณ พนาดิศัย. (2560). พฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในหมู่บ้านห้วยล้านลีซอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. (รายงานการวิจัย). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- เสงี่ยม แจ่มจำรูญ. (2551). *การปลูกกาแฟอาราบิก้าในเขตที่สูง*. ตาก: ศูนย์บริการวิชาการด้านพืช และปัจจัยการผลิต.
- องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยชมภู. (2560). *ข้อมูลหมู่บ้าน บ้านห้วยล้านลีซอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย*. เชียงราย: องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยชมภู.
- อาชะมะ ตามี. เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า. (19 ตุลาคม 2560). สัมภาษณ์.
- อามินะ ตามี. เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้า. (19 ตุลาคม 2560). สัมภาษณ์.
- อิศวร ดวงจินดา. (2559). พฤติกรรมป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรอำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรค*, 22(1), 5-13.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในชุมชนจังหวัดเชียงใหม่
โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า
BIODIESEL PRODUCTION FROM USED VEGETABLE OIL IN CHIANG MAI
COMMUNITY USING BLUE CRAB SHELL AS CATALYST

วันที่รับ: 23 กุมภาพันธ์ 2564

วันที่แก้ไข: 29 มีนาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 21 เมษายน 2564

ภาณุวิชญ์ แจขจัต¹ และ รจพรรณ นิรัญศิลป์^{1*}

Panuwich Jaekhakad¹ and Rotjapan Nirunsin^{1*}

¹วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

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

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



บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้า พร้อมทั้งศึกษาการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ จากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้าเหลือทิ้งในชุมชนจังหวัดสุราษฎร์ธานีและศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน โดยทำการเผาที่อุณหภูมิ 900°C เป็นเวลา 4 h ทำการทดลองที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 3:1–15:1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 5–15 wt.% และเวลาในการทำปฏิกิริยา 2 h เมื่อวิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า โดยการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานในระดับจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า (XRF) พบว่า มีการกระจายตัวของอนุภาคอย่างต่อเนื่องและมีรูพรุนในโครงสร้างของอนุภาคซึ่งทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง โดยมีค่าพื้นที่อนุภาคเฉลี่ย พื้นที่รูพรุนเฉลี่ย และเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนเฉลี่ยอยู่ที่ 463.97 μm^2 , 1.25 μm^2 และ 1.34 μm ตามลำดับ การวิเคราะห์ธาตุและสารประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า พบว่ามีแคลเซียม (Ca) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) สูง อยู่ที่ประมาณ 48.34% และ 75.21% ตามลำดับ โดยสัดส่วนการผลิตไบโอดีเซลที่เหมาะสม คือ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10 wt.% ที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 ที่ 65°C เป็นเวลา 2 h ผลผลิตไบโอดีเซลสูงสุดที่ 82.58% โดยมีสมบัติใกล้เคียงกับมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน (ประเทศไทย) และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากถึง 12.38 Baht/L โดยส่งผลให้เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำมันพืชใช้แล้ว และยังช่วยลดปัญหาขยะจากเปลือกปูม้าที่สามารถนำไปสู่การลดปัญหา

สิ่งแวดล้อมของชุมชนและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล, ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า, แคลเซียมออกไซด์, น้ำมันพืชใช้แล้ว



Abstract

This research aimed to study synthesis blue crab shell catalyst. Furthermore, study to biodiesel production in Chiang Mai community from used vegetable oil via transesterification process using blue crab shell catalyst (BCS) from Surat Thani and study to guidelines for reducing production cost in community. Blue crab shells were calcined at 900°C for 4 h and then it was used in transesterification reaction using used vegetable oil as feedstock with methanol. The experiments were done under condition of molar ratio methanol: oil of 3:1–15:1, BCS catalyst amount at 5–15 wt.% and reaction time of 2 h. BCS was examined characteristic by scanning electron microscope analysis (SEM) and X-ray fluorescence spectrometry (XRF). The results showed BCS had continuous particle dispersion and porous in particle structures which make them higher surface area. The average particle area, average pore area and average pore diameter of BCS were about 463.97 μm^2 , 1.25 μm^2 and 1.34 μm , respectively. Element and compound analysis of BCS were found high contents of calcium (Ca) and calcium oxide (CaO). They were around 48.34% and 75.21%, respectively. The optimum conditions of biodiesel production were 10 wt.% catalyst amount using methanol: oil molar ratio of 9:1 at 65°C for 2 h. The maximum mass yield of biodiesel extended to 82.58% and physicochemical properties of biodiesel were closed to the standard announced by the department of energy business, Ministry of Energy (Thailand). Biodiesel from this research could reduce production cost to 12.38 Baht/L. Therefore, they were can increased value to used vegetable oil and reduce of waste blue crab shell that for reduce environmental problem in community and used to the most benefit. Also, this research can used as guidelines for reducing biodiesel production costs in Chiang Mai community.

Keywords: Biodiesel, Blue Crab Shell Catalyst, Calcium Oxide, Used Vegetable Oil

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาหาค่าน้ำมันที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและเศรษฐกิจของประเทศเกิดการชะลอตัว จึงทำให้การนำเข้าน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา โดยส่งผลกระทบเป็นอย่างมากกับภาคการขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม ที่จำเป็นต้องใช้น้ำมันดีเซลในการดำเนินงาน จึงทำให้มีการพัฒนาการผลิตเชื้อเพลิงที่สามารถนำมาทดแทนน้ำมันดีเซล และจากสถานการณ์การใช้พลังงานทดแทนในปีที่ผ่านมาทำให้ทราบได้ว่าการใช้ไบโอดีเซลซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่สามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลได้และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563) จึงทำให้มีการพัฒนาการใช้ไบโอดีเซลร่วมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนของ B7, B10 และ B20 เป็นต้น เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตของเชื้อเพลิง อีกทั้งยังมีการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซลเพื่อเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค และเพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงาน โดยไบโอดีเซลสามารถผลิตได้จากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมัน และวัตถุดิบที่นิยมนำมาผลิตมาจากน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือแม้กระทั่งน้ำมันพืชใช้แล้ว (วรวิมล จุฬาลักษณ์นกุล, 2559) โดยเมื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันพืชใช้แล้วในชุมชนพบว่าสามารถนำไปใช้ในเครื่องยนต์ทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิต ส่งเสริมการจัดน้ำมันพืชใช้แล้วอย่างถูกวิธีทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพราะการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาใช้ซ้ำจะส่งผลเสียต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ และหากนำไปกำจัดด้วยการเททิ้งจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมทำให้ระบบนิเวศโดยรอบเสียหาย

การผลิตไบโอดีเซลในชุมชนโดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตโดยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากสารเคมี เนื่องจากใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาน้อยและมีปริมาณผลผลิตสูง แต่ในทางกลับกันการผลิตจากตัวเร่งปฏิกิริยาสารเคมีทำให้ไบโอดีเซลที่ได้มีต้นทุนในการผลิตสูง และเมื่อปล่อยน้ำล้างไบโอดีเซลลงสู่ธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนอย่างมาก (Mansir, Taufiq-Yap, Rashid, & Lokman, 2017) นอกจากนี้ไบโอดีเซลที่ได้ในกระบวนการผลิตแล้วยังมีกลีเซอรินซึ่งเป็นผลพลอยได้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอีกด้วย จึงจำเป็นต้องกำจัดกลีเซอรินออกจากไบโอดีเซลก่อนจะนำไปใช้งานได้ ดังนั้น จึงมีการคิดค้นการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจากธรรมชาติโดยมีการพัฒนาใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทโลหะอัลคาไลน์ออกไซด์ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ในการผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นเบสและสามารถนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ (Li, Hu, Feng, Wu, & Wu, 2017) เพื่อลดการใช้สารเคมีและเป็นการใช้วัสดุทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังงานวิจัยของ Sivakumar, Sivakumar, Anbarasu, Mathiarasi, & Renganathan (2014) ที่ได้ศึกษาถึงการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากเปลือกปูทะเล (*Scylla tranquebarica*) โดยใช้วัตถุดิบในการผลิต คือ น้ำมันจากดอกทานตะวัน เมื่อศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูทะเลที่ผ่านการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 780°C เป็นเวลา 1 h โดยทำการวิเคราะห์เอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (XRD) และการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูทะเลมีองค์ประกอบของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เป็นหลักและมีโครงสร้างเป็นผลึกเดี่ยว ในส่วนของลักษณะสัณฐานของพื้นผิวมีลักษณะหยาบ เมื่อศึกษาการผลิตไบโอดีเซลพบว่า การทดลองที่เงื่อนไขของอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่ 12:1 ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูทะเลที่ 8 wt.% ในเวลา 75 min ที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการผลิตไบโอดีเซล โดยมีผลผลิตไบโอดีเซลอยู่ที่ 94.20% เนื่องจากแคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิพันธุ์ชนิดหนึ่งที่ยอมสังเคราะห์เพื่อนำมาผลิตไบโอดีเซล โดยในการทดลองนี้ได้ลดขั้นตอนในการล้างไบโอดีเซลเพื่อป้องกันไม่ให้ไบโอดีเซลเกิดการปนเปื้อนและไม่สร้างมลพิษให้แก่สิ่งแวดล้อม (สุกรร บุษยีน, พัชรพร เทียมปาน, สมลักษณ์ เรืองสุทธินฤภาพ, ปวีณ หุ่นพานิชย์, จักรกฤษณ์ ชื่นใจเล็ก, และ ศิวพร มีจุ สมิต, 2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้าที่แคลไซน์ที่อุณหภูมิ 900°C ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิพันธุ์จากธรรมชาติ โดยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทนี้จะสามารถช่วยลดปัญหาในการแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากไบโอดีเซลและช่วยลดการใช้สารเคมี ลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์ และช่วยลดปัญหาการใช้ไขมันห้ำ เพื่อป้องกันปัญหาทางด้านสุขภาพ งานวิจัยนี้ยังมุ่งเน้นแนวทางในการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิพันธุ์จากธรรมชาติสำหรับในส่วนของชุมชนที่มีการนำผลงานวิจัยไปต่อยอดเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตไบโอดีเซลและพัฒนาเพื่อเป็นต้นแบบการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนของศูนย์เรียนรู้ไบโอดีเซลในชุมชนบ้านภูดิน ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นชุมชนที่ผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันเดิมที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี และส่งผลกระทบทำให้การผลิตที่ผ่านมาต้นทุนสูง เพื่อเป็นการลดปัญหาในด้านนี้จึงได้มีการส่งเสริมให้ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิพันธุ์จากธรรมชาติแทนตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีซึ่งสามารถผลิตไบโอดีเซลให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากัน โดยตัวเร่งปฏิกิริยาจากธรรมชาตินี้เป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งที่ได้จากชุมชนอื่น เพื่อส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันในหลาย ๆ ชุมชน โดยในชุมชนบ้านโพธิ์หวาย ตำบลบางกุ้ง อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เป็นชุมชนชาวประมง ซึ่งประสบปัญหาในการกำจัดขยะจากอาหารทะเล โดยเฉพาะเปลือกปูม้าที่มีจำนวนมากจึงทำให้ไม่มีพื้นที่ทิ้งขยะได้เพียงพอ และประสบปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นจากกองเปลือกปูม้า

ที่เททิ้งไว้ จึงสังเกตเห็นให้น้ำมันที่เหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและยังเป็นอีกหนึ่งวิธีในการจัดการขยะที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนอีกด้วย อีกทั้งยังเป็นการร่วมมือกันระหว่างชุมชนที่ผลิตไบโอดีเซลและชุมชนที่ต้องการจัดการขยะจากเปลือกปุม้า รวมถึงยังเป็นการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากฟอสซิล และช่วยลดผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลในปัจจุบัน



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า
2. เพื่อศึกษาการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนจังหวัดเชียงใหม่



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า เพื่อช่วยลดปัญหาการกำจัดขยะจากเปลือกปุม้าในชุมชนจังหวัดสุราษฎร์ธานี และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ พร้อมทั้งนำไปเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตในท้องตลาดทั่วไป เพื่อหาต้นทุนการผลิตที่ลดลงของไบโอดีเซลที่ผลิตจากตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวีธีพังก์ และศึกษาวิธีการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า พร้อมทั้งศึกษาปัญหาและผลกระทบที่ชุมชนได้รับในการจัดการเปลือกปุม้าและการผลิตไบโอดีเซล

ส่วนที่ 2 การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า

ปรับสภาพเปลือกปุม้าโดยการล้างด้วยน้ำร้อน เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่ติดมากับเปลือกปุม้า แล้วนำไปตากให้แห้งก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 110°C เพื่อไล่ความชื้นที่อยู่ในเปลือกปุม้า แล้วทำการเผาที่อุณหภูมิ 900°C เป็นเวลา 4 h แล้วทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า โดยการวิเคราะห์ลักษณะสีและความละเอียดวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยา (XRF) และวิเคราะห์ลักษณะสัญญาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าในระดับจุลภาค (SEM)

ส่วนที่ 3 การผลิตไบโอดีเซล โดยตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้า ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

ปรับสภาพน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยการกรองเพื่อแยกสิ่งปนเปื้อนออกจากน้ำมันและนำไปให้ความร้อนเพื่อไล่ความชื้น แล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ของน้ำมันพืชใช้แล้วก่อนนำไปผลิตไบโอดีเซล โดยคำนวณปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) จากสมการที่ 1

$$\%FFA = \frac{A \times N \times M}{m} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ A คือ ปริมาณสารละลายต่างที่ใช้, (ml)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายต่าง, (mol/L)

M คือ โมเลกุลของกรดไขมัน, (g/mol)

m คือ น้ำหนักน้ำมันตัวอย่าง, (g)

ในส่วนขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปฐมา ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ซึ่งจะมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา โดยใช้อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 3:1, 6:1, 9:1, 12:1 และ 15:1 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาในช่วง 5–15 wt.% โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 h และที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 65°C ทำการกวนผสมที่ 900 rpm เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาทำการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$\%yield = \frac{m_{Biodiesel}}{m_{oil}} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ $m_{Biodiesel}$ คือ น้ำหนักของไบโอดีเซล, (g)

m_{oil} คือ น้ำหนักของน้ำมันตั้งต้น, (g)

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์สมบัติไบโอดีเซล

วิเคราะห์สมบัติของไบโอดีเซล โดยวิเคราะห์เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมแล้วนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานไบโอดีเซล ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่น (ASTM D1298) ค่าความเป็นกรด (ASTM D664) จุดขุ่น (ASTM D2500) จุดไหลเท (ASTM D97) และค่าความถ่วงจำเพาะ ตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน (เพ็ญจิตร์ ศรีนพคุณ, 2561)

ส่วนที่ 5 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้ โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ต้นทุนทางด้านวัตถุดิบและต้นทุนทางด้านไฟฟ้า โดยต้นทุนทางด้านไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 และสมการที่ 4 และนำไปเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตของไบโอดีเซลตามท้องตลาดทั่วไป เพื่อหาต้นทุนการผลิตที่ลดลง

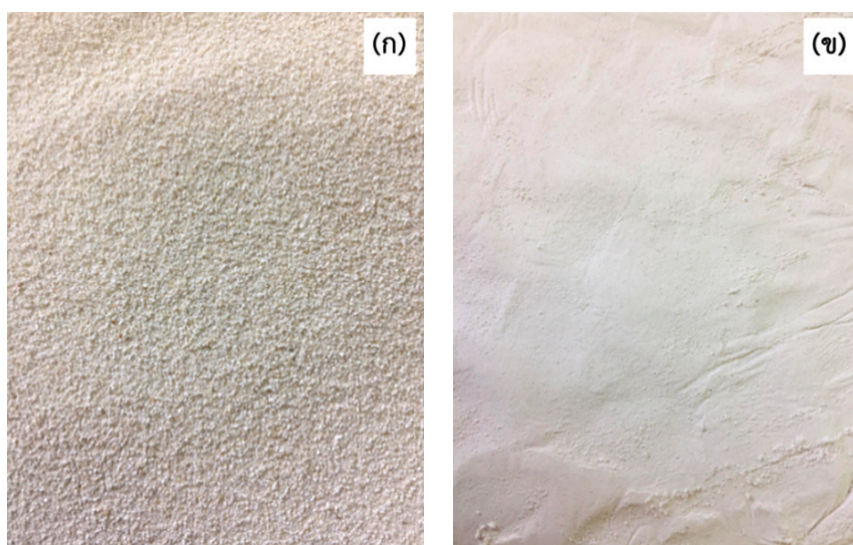
$$\text{พลังงานไฟฟ้า (kW}_h\text{)} = \text{กำลังไฟฟ้า (W)} \times \text{เวลา (h)} / 1000 \quad (3)$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า (Baht)} = \text{พลังงานไฟฟ้า (kW}_h\text{)} \times \text{ราคาต่อหน่วย (Baht/kW}_h\text{)} \quad (4)$$

ผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้ พบว่า เปลือกปูม้บดก่อนนำไปเผา มีลักษณะเป็นเม็ดกลม สีครีม เนื้อหยาบ ไม่มีสิ่งเจือปน ซึ่งเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 900°C พบว่า มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาวขุ่น มีลักษณะคล้ายเนื้อแป้ง ผิวนุ่มสัมผัส บางเบา ดังแสดงในรูปที่ 1

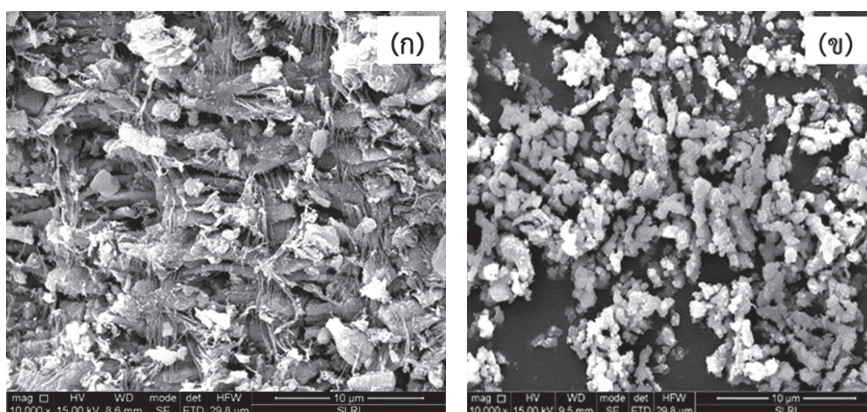


รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้

(ก) ก่อนเผา และ (ข) หลังเผาที่อุณหภูมิ 900°C

การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าในระดับจุลภาค

สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าในระดับจุลภาค โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่า ก่อนการนำเปลือกปุม้าไปเผา มีลักษณะรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน มีเส้นใยบาง ๆ เชื่อมติดกัน มีรูพรุนน้อย และมีลักษณะโครงสร้างเป็นแท่งยาวต่อ ๆ กัน แต่เมื่อทำการเผาเปลือกปุม้าที่อุณหภูมิ 900°C พบว่า ลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยา มีการกระจายตัวมากขึ้น ไม่เกาะกันเป็นกลุ่ม มีโครงสร้างเป็นแท่งสั้น ๆ มีรูพรุนมาก และไม่มีเส้นใยที่เชื่อมติดกัน เนื่องจากการเผาที่อุณหภูมิสูงทำให้โครงสร้างและลักษณะต่าง ๆ ของตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดการปรับเปลี่ยนรูปทรงมากขึ้น



รูปที่ 2 ลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า (ก) ก่อนเผา และ (ข) หลังเผาที่อุณหภูมิ 900°C

การวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า

ในส่วนของการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า (X-Ray Fluorescence Spectrometry: XRF) โดยผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างแต่ละชนิดสามารถอธิบายได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปฐมา

องค์ประกอบ (mass%)	เปลือกปฐมา	เปลือกปฐมา อบที่อุณหภูมิ 110°C	ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปฐมา เผาที่อุณหภูมิ 900°C
C	20.74	20.49	2.99
O	49.45	48.95	41.65
Na	0.21	0.22	0.26
Mg	1.64	1.60	3.56
Al	0.04	0.06	0.01
Si	0.06	0.07	0.02
P	1.40	1.36	2.33
S	0.12	0.13	0.14
Cl	0.01	0.01	0.02
K	0.02	0.02	0.06
Ca	25.93	26.69	48.34
Mn	0.02	0.03	n/d
Fe	0.02	0.02	n/d
Zn	< 0.01	n/d	n/d
Br	< 0.01	< 0.01	n/d
Sr	0.34	0.35	0.62

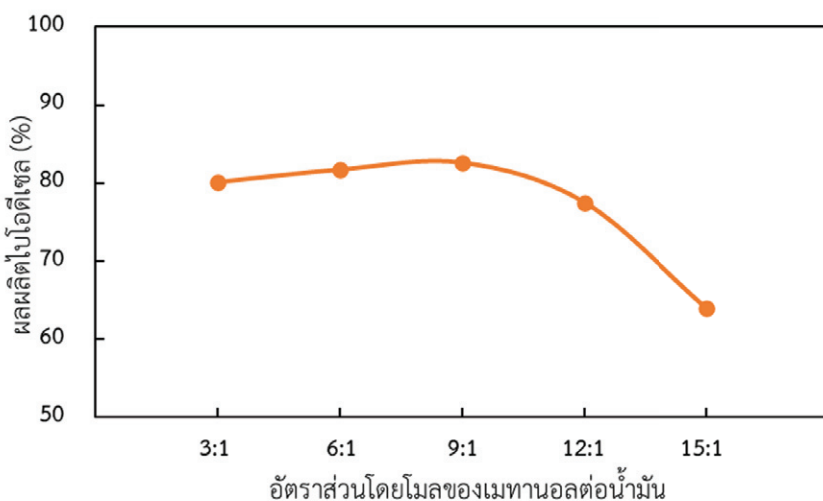
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเปลือกปฐมาและตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปฐมา จากตารางที่ 1 พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปฐมามีปริมาณธาตุคาร์บอนลดลง 85.58% ซึ่งในขณะเดียวกันปริมาณของธาตุแคลเซียมกลับเพิ่มสูงขึ้นถึง 86.42% เนื่องจากการเผาที่ อุณหภูมิสูงทำให้สูญเสียธาตุคาร์บอนออกไปด้วย และเมื่อวิเคราะห์ถึงสารประกอบในตัวเร่ง ปฏิกิริยาเปลือกปฐมา พบว่า มีสารประกอบของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) สูงถึง 75.21% ซึ่งแคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิธีพันธุ์ชนิดหนึ่งที่สามารถสังเคราะห์ได้จากวัตถุดิบ ทางธรรมชาติและนิยมนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

การศึกษาสมบัติของน้ำมันพืชใช้แล้ว

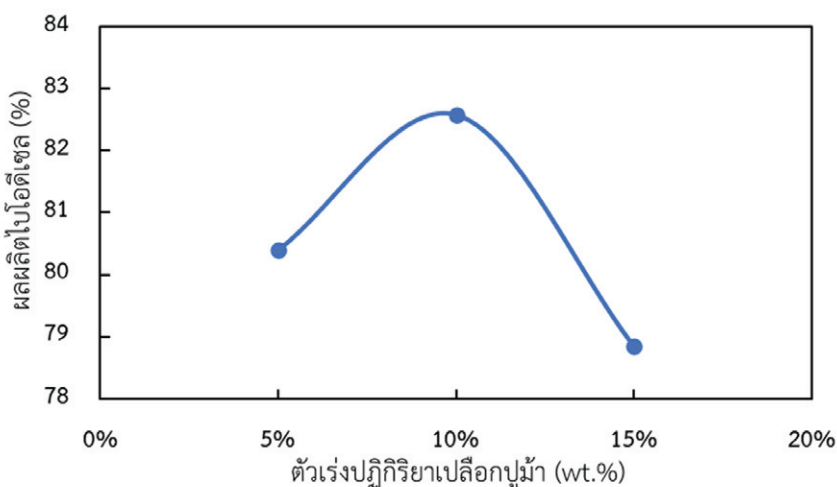
เมื่อทำการกรองและให้ความร้อนแก่น้ำมันพืชใช้แล้ว เพื่อแยกเศษตะกอนและไล่ความชื้นออก จากนั้นทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว โดยการวิเคราะห์ค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) พบว่า ค่าปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันพืชที่ใช้แล้วมีค่า 0.83% ดังนั้น น้ำมันที่ใช้สามารถนำมาผลิตไบโอดีเซลได้ เพราะค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันมีค่าไม่เกิน 2.50% หากน้ำมันมีค่ากรดไขมันอิสระมากเกินไปจะส่งผลให้การทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ยาก ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลลดลง และปริมาณกลีเซอรินที่เกิดขึ้นหลังสิ้นสุดปฏิกิริยามีมากเกินไป (Panpraneecharoen, Chumanee, Pongpian, Khoomsab, & Rodkate, 2018)

การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า

การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า ในอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 3:1, 6:1, 9:1, 12:1 และ 15:1 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาในช่วง 5–15 wt.% โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 h และที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 65°C ทำการกวนผสมที่ 900 rpm ซึ่งสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตของไบโอดีเซลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 กล่าวถึงอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่มีต่อผลผลิตไบโอดีเซล โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันกับตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าที่ 10 wt.% ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่า อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาผลิต คือ 9:1 โดยให้ผลผลิตไบโอดีเซลสูงถึง 82.58% เนื่องจากการเพิ่มอัตราส่วนในการผลิตกลับได้ผลผลิตไบโอดีเซลลดลง และส่วนที่ 2 กล่าวถึงตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าที่มีต่อผลผลิตไบโอดีเซล โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้ากับอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่ 9:1 ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่า ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าที่เหมาะสมในการนำมาผลิตไบโอดีเซลอยู่ที่ 10 wt.% เนื่องจากสามารถผลิตไบโอดีเซลได้สูงสุด และเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่เหมาะสมจะทำให้การเกิดปฏิกิริยาได้ไม่สมบูรณ์



รูปที่ 3 ผลของอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่มีต่อผลผลิตไบโอดีเซล



รูปที่ 4 ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้ที่มีต่อผลผลิตไบโอดีเซล

การวิเคราะห์สมบัติไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้ โดยศึกษาการวิเคราะห์สมบัติไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้ที่ผ่านการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 900°C โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาที่เงื่อนไขของอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 3:1, 6:1, 9:1, 12:1 และ 15:1 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาในช่วง 5–15 wt.%

โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 h และที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 65°C ทำการกวนผสมที่ 900 rpm ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด จุดขุ่น จุดไหลเทและค่าความถ่วงจำเพาะ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของไบโอดีเซลตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า

เมทานอล ต่อน้ำมัน	ตัวเร่งปฏิกิริยา เปลือกปุม้า (wt.%)	ค่าความ หนาแน่น (kg/m ³)	ความเป็นกรด (mg KOH/g)	จุดขุ่น (°C)	จุดไหลเท (°C)	ค่าความ ถ่วงจำเพาะ
ไบโอดีเซล ตามมาตรฐาน	–	860–900	ไม่เกิน 0.5	(–3)–12	(–15)–6	0.86–0.90
3:1	5	925	0.56	8	4	0.93
6:1	5	910	0.22	8	4	0.91
9:1	5	900	0.22	7	3	0.90
12:1	5	900	0.78	7	3	0.90
15:1	5	900	1.01	7	3	0.90
3:1	10	920	0.45	7	3	0.92
6:1	10	915	0.33	7	3	0.91
9:1	10	890	0.22	6	2	0.89
12:1	10	890	0.22	6	2	0.89
15:1	10	885	0.78	6	2	0.88
3:1	15	920	0.56	8	4	0.92
6:1	15	915	0.45	8	4	0.91
9:1	15	900	0.22	8	4	0.90
12:1	15	915	0.33	8	4	0.91
15:1	15	920	0.67	8	4	0.92

ผลการวิเคราะห์สมบัติของไบโอดีเซลจากตารางที่ 2 พบว่า ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปູມ้าที่อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10 wt.% เป็นเงื่อนไขที่มีผลการทดลองดีที่สุด โดยมีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 890 kg/m^3 ตามมาตรฐาน ASTM D1298 แต่เมื่อลดอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน ทำให้ค่าความหนาแน่นของไบโอดีเซลเพิ่มมากขึ้นและสูงกว่าค่ามาตรฐานกำหนด ส่วนค่าความเป็นกรดตามมาตรฐาน ASTM D664 มีค่าไม่เกิน 0.5 mg KOH/g ซึ่งไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าความเป็นกรด เท่ากับ 0.22 mg KOH/g และเมื่อวิเคราะห์จุดขุ่น มาตรฐาน ASTM D2500 และจุดไหลเท มาตรฐาน ASTM D97 ตามลำดับ ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน เท่ากับ 6°C และ 2°C ตามลำดับ

การวิเคราะห์การลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล

ผลการวิเคราะห์แนวทางการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปູມ้า ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดเป็นแนวทางในการลดต้นทุนและส่งเสริมการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน ดังกรณีของชุมชนบ้านภูดิน ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นชุมชนต้นแบบในการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน โดยได้ทำการวิเคราะห์การผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งทำการคำนวณต้นทุนของไบโอดีเซลที่มีผลผลิตไบโอดีเซลและสมบัติไบโอดีเซลตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน (ประเทศไทย) โดยพบว่าเงื่อนไขอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 3:1 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปູມ้า 5 wt.% ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 h และที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 65°C เป็นเงื่อนไขที่ได้ผลผลิตไบโอดีเซลสูงสุดและมีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานซึ่งแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ต้นทุนทางด้านวัตถุดิบและต้นทุนทางด้านไฟฟ้า (ศรีสุตา อาชวานันทกุล, 2560) โดยต้นทุนทางด้านไฟฟ้ามีค่าไฟฟ้า เท่ากับ 3.2484 Baht/kWh ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน

ต้นทุน	น้ำมันพืชใช้แล้ว เป็นน้ำมันที่ได้จากการเก็บรวบรวมในชุมชน	ไม่มีค่าใช้จ่าย
ทางด้าน	ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปຸມ้า เป็นเปลือกปຸມ้าที่เหลือทิ้งในชุมชน	ไม่มีค่าใช้จ่าย
วัตถุดิบ	เมทานอล	
	เมทานอล 1 L ราคา 53.50 บาท การผลิต 1 ครั้ง ใช้เมทานอล 0.35 L	18.73 บาท
ต้นทุน	เตาอบ	
ทางด้าน	อบที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 12 h ใช้กำลังไฟฟ้า 1,025 W	2.21 บาท
ไฟฟ้า	ในการอบ 1 ครั้ง จะสามารถใช้เปลือกปຸມ้าได้ 18 ครั้ง	
	เตาเผา	
	เผาที่อุณหภูมิ 900°C เป็นเวลา 4 h ใช้กำลังไฟฟ้า 3,750 W	4.87 บาท
	ในการเผา 1 ครั้ง จะสามารถใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาได้ 10 ครั้ง	
	เครื่องทำความร้อน	
	ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 min ใช้กำลังไฟฟ้า 782 W	0.64 บาท
	ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 2 h ใช้กำลังไฟฟ้า 713 W	4.63 บาท
รวม		31.08 บาท

ดังนั้นการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปຸມ้า ภายใต้เงื่อนไขอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 3:1 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปຸມ้า 5 wt.% ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 h และที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 65°C โดยมีผลผลิตไบโอดีเซล 1.02 L และมีสมบัติของไบโอดีเซลเป็นไปตามมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงาน เมื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลที่ผลผลิตไบโอดีเซล 1 L พบว่า มีต้นทุนในการผลิต เท่ากับ 30.47 Baht/L เมื่อเปรียบเทียบกับราคาตามท้องตลาดทั่วไปที่ราคา 42.85 Baht/L (ปี 2564) พบว่า ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าต้นทุนน้อยกว่าตามท้องตลาดทั่วไป 12.38 Baht/L จึงสามารถนำไปเป็นแนวทางในการช่วยลดต้นทุนการผลิตในชุมชนและเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลจากตัวเร่งปฏิกิริยาชีววิพันธ์ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากธรรมชาติ



อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้าที่นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 900°C โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shankar & Jambulingam (2017) ในด้านการใช้อุณหภูมิที่ 900°C เหมือนกันในการเผาเปลือกปู ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าอุณหภูมิที่ 900°C นี้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในครั้งนี้ แล้วพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปูม้ามีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาวขุ่น มีลักษณะคล้ายเนื้อแป้งนั้นส่งผลต่อการนำไปใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล เพราะว่าตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถทำปฏิกิริยาร่วมกันกับเมทานอลได้อย่างมีประสิทธิภาพถึงแม้ว่าจะไม่หลอมเป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า พบว่า เปลือกปูม้าบดก่อนนำไปเผามีปริมาณธาตุคาร์บอนและออกซิเจนสูง แต่เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิสูงพบว่าปริมาณของธาตุคาร์บอนลดลงในขณะที่ปริมาณธาตุแคลเซียมออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Raya, Mayasari, Yahya, Syahrul, & Latunra (2015) ที่ได้ทำการศึกษาลักษณะและสังเคราะห์แคลเซียมไฮดรอกไซด์จากเปลือกปูม้า (*Portunus pelagicus*) ผลการทดลองพบว่าในเปลือกปูม้ามีองค์ประกอบของธาตุแคลเซียมมากกว่าธาตุคาร์บอน รวมทั้งยังมีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารตั้งต้นหลักในการสังเคราะห์แคลเซียมออกไซด์ที่ใช้ในการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาในงานวิจัยนี้ ในส่วนของการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้าในระดับจุลภาค พบว่า มีการกระจายตัวอย่างต่อเนื่องไม่เกาะกันเป็นกลุ่มก้อนและมีรูพรุนจำนวนมากในโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง ส่งผลให้การทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ (Jeffry, Putra Jaya, Abdul Hassan, Yaacob, Mahmud, & Al-Saffar, 2020) โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการคำนวณค่าพื้นที่ที่อนุภาคเฉลี่ย พื้นที่รูพรุนเฉลี่ยและเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนเฉลี่ยของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้าอยู่ที่ $463.97\ \mu\text{m}^2$, $1.25\ \mu\text{m}^2$ และ $1.34\ \mu\text{m}$ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hazri & Nasir (2020) ในเรื่องของลักษณะการกระจายตัวและลักษณะของรูพรุนในโครงสร้าง โดยได้ทำการศึกษาแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอย โดยใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาธรรมชาติที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซล ผลการทดลองการสังเคราะห์แคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอย ซึ่งได้ทำการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิใกล้เคียงกันที่อุณหภูมิ 950°C พบว่า มีลักษณะโครงสร้างคล้ายรูปกระดูกสันข มีรูพรุนในโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่และจำนวนมากกระจายตัวอย่างต่อเนื่องตามโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยา ในงานวิจัยนี้ได้ทำการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้า ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปูม้าที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลอยู่ที่ 10 wt.% หากใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาไม่เหมาะสมจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์

เนื่องจากลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็งส่งผลให้ตัวเร่งปฏิกิริยาทำปฏิกิริยากับน้ำมันและเมทานอลได้ยาก (Laskar, Rajkumari, Gupta, Chatterjee, Paul, & Rokhum, 2018) ในขณะเดียวกันอัตราส่วนที่ใช้ในการทดลองยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องมีการควบคุมให้เหมาะสมต่อการทำปฏิกิริยา โดยอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่เหมาะสม คือ 9:1 เนื่องจากปริมาณเมทานอลที่ไม่เหมาะสมทำให้ความสามารถในการทำปฏิกิริยากับตัวเร่งปฏิกิริยาลดลงซึ่งส่งผลให้ตัวเร่งปฏิกิริยาทำปฏิกิริยากับน้ำมันได้ยาก (Sirisomboonchai et al., 2015) เมื่อทำการวิเคราะห์สมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าพบว่า อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า 10 wt.% ที่อุณหภูมิ 65°C เวลา 2 h ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่มีผลผลิตไบโอดีเซลสูงถึง 82.58% แม้ว่าจะมีผลผลิตไบโอดีเซลน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ แต่การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวีรพันธุ์ยังช่วยลดขั้นตอนในการทำให้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ ลดของเสียจากกระบวนการผลิตและสามารถนำตัวเร่งปฏิกิริยามาใช้ซ้ำได้ (วุฒิชัย รสชาติ และ จาณิยา ชันชะลี, 2561) โดยทำการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด จุดขุ่น จุดไหลเทและค่าความถ่วงจำเพาะ โดยมีผลการวิเคราะห์ เท่ากับ 890 kg/m³, 0.22 mg KOH/g, 7°C, 3°C และ 0.89 ตามลำดับ โดยค่าความเป็นกรดจะบ่งบอกถึงความสามารถในการนำไปใช้กับเครื่องยนต์ เพื่อป้องกันเครื่องยนต์ถูกกัดกร่อนจึงจำเป็นต้องใช้ไบโอดีเซลที่มีค่าความเป็นกรดอยู่ในค่ามาตรฐาน (Zhang, Lu, Ren, Knothe, & Tu, 2019) ส่วนจุดขุ่นเป็นค่าที่บอกถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันเริ่มเป็นไขขัดขวางการไหลของน้ำมันซึ่งทำให้เกิดการอุดตันที่ไส้กรองน้ำมันได้ (จิรพัฒน์พงษ์ เสนาบุตร, อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล, และ กนกพงษ์ ศรีเที่ยง, 2560) และจุดไหลเทบ่งบอกถึงจุดที่อุณหภูมิต่ำสุดที่ไบโอดีเซลเริ่มไม่ไหลหรือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยยังไม่เกิดไขมาขัดขวางการไหล (รัชฎาภรณ์ อินเกิด, ชูรัตน์ ธารารักษ์, จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, และ ณัฐวุฒิ ดุษฎี, 2559) และเมื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนเปรียบเทียบกับราคาตามท้องตลาดทั่วไป พบว่า มีต้นทุนน้อยกว่าตามท้องตลาดทั่วไป 12.38 Baht/L ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ถึงแนวทางในการช่วยลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชน อีกทั้งยังช่วยพัฒนาชุมชนเพื่อส่งเสริมการเป็นชุมชนต้นแบบการผลิตไบโอดีเซลได้อีกด้วย และตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็งทำให้สามารถแยกออกจากไบโอดีเซลได้ โดยไม่ต้องคิดต้นทุนการผลิตใหม่ เนื่องจากไม่มีค่าใช้จ่ายในด้านของวัตถุดิบตั้งต้นและตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริวัฒนา หัทสนธ์ (2556) ที่ทำการศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าวโดยใช้ CaO จากเปลือกทุทะเลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากการทดสอบการใช้ซ้ำของตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่า สามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้และให้ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลใกล้เคียงกับการผลิตในครั้งแรก



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้าที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900°C โดยวิเคราะห์ค่า FFA ของน้ำมันพืชใช้แล้วก่อนการทดลอง พบว่ามีค่า FFA อยู่ที่ 0.83% จากการศึกษาการทำปฏิกิริยาที่เงื่อนไขอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเปลือกปุม้า 10 wt.% ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 2 h ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุด โดยมีปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลสูงถึง 82.58% โดยผลที่ได้คือปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลจากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ อีกทั้งการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์สามารถช่วยลดน้ำเสียจากขั้นตอนการล้างไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์ ลดปริมาณการใช้สารเคมีและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เมื่อทำการวิเคราะห์สมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ พบว่า มีค่าความหนาแน่น 890 kg/m^3 , ค่าความเป็นกรด 0.22 mg KOH/g, จุดขุ่น 7°C , จุดไหลเท 3°C และค่าความว่องจำเพาะ 0.89 ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตจากตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ได้ในอนาคต อีกทั้งยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการส่งเสริมการพัฒนาชุมชนต้นแบบการผลิตไบโอดีเซลในชุมชนบ้านภูดิน และสามารถช่วยเพิ่มทางเลือกในการกำจัดขยะจากเปลือกปุม้าในชุมชนบ้านโพธิ์หวาย เพื่อช่วยลดปัญหาการจัดการขยะในชุมชนและสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาขยะให้เกิดประโยชน์สูงสุดให้แก่ชาวบ้านในชุมชน

ข้อเสนอแนะ

1. ตัวเร่งปฏิกิริยาจากเปลือกปุม้าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ ซึ่งไม่สามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับเมทานอล จึงต้องมีเทคนิคในการนำตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากอุปกรณ์การผลิต เพื่อป้องกันการอุดตันของอุปกรณ์
2. ควรวิเคราะห์สมบัติของน้ำมันพืชใช้แล้วและวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในชุมชนอื่น ๆ ก่อนนำมาผลิตไบโอดีเซล
3. การผลิตไบโอดีเซลโดยการเพิ่มขนาดปริมาณการผลิต จำเป็นต้องทำการคำนวณต้นทุนการผลิตใหม่ทุกครั้ง
4. ควรส่งเสริมให้ชุมชนที่มีการใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง เช่น ชุมชนที่มีการทำเซรามิก เพื่อช่วยลดต้นทุนในการเผาตัวเร่งปฏิกิริยา



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้ “โครงการผลิตและพัฒนา ศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียนสำหรับนักศึกษาระดับ บัณฑิตศึกษา ประจำปี 2562” จากวิทยาลัยพลังงานทดแทน และทุนศิษย์ก้นกุฏิ ประจำปี 2562 จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมไปถึงชุมชนบ้านภูดิน ตำบลแม่หอพระ อำเภอ แม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และชุมชนบ้านโพธิ์หวาย ตำบลบางกุ้ง อำเภอมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนข้อมูลและวัตถุดิบในการทำกรวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563). *สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย เดือนมกราคม-กันยายน ประจำปี 2563*. กระทรวงพลังงาน.
- จิรพัฒน์พงษ์ เสนาบุตร, อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล, และ กนกพงษ์ ศรีเที่ยง. (2560). การปรับปรุง คุณภาพน้ำมันที่ได้จากการไพโรไลซิสพลาสติกพอลิพรอพิลีนเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้ ตัวเร่งปฏิกิริยาซิลิกาอสัณฐานที่ทำการสกัดได้จากกลบข้าว. *วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 10(2), 12–23.
- เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ. (2561). *กลยุทธ์การผลิตไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัชฎาภรณ์ อินเกิด, ชูรัตน์ ธารารักษ์, จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, และ ณัฐภูมิ ดุษฎี. (2559). การสังเคราะห์ น้ำมันหล่อลื่นชีวภาพจากน้ำมันพืชด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน. *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12*, (น. 754–760).
- วรวิมล จุฬาลักษณ์นกุล. (2559). *เชื้อเพลิงชีวภาพด้วยตัวเร่งชีวภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วุฒิชัย รสชาติ และ จาณียา ชันชะลี. (2561). กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยใช้แคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยแครงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ประหยัดและเป็น มิตรกับสิ่งแวดล้อม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 20(1), 94–106.
- ศรีสุตา อาชวานันทกุล. (2560). *การบัญชีต้นทุน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์.

- ศิริวัฒนา หัทธนะ. (2556). การผลิตไบโอดีเซลจากเปลือกหิวมะพร้าว โดยใช้ CaO จากเปลือกหอยแครงและเปลือกปูทะเลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวเคมี. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุภกร บุญยีน, พัทธพร เทียมปาน, สมลักษณ์ เรืองสุทธินฤภาพ, ปวีณ หุ่นพานิชย์, จักรกฤษณ์ ชื่นใจเล็ก, และ ศิวพร มีจุ สมิต. (2556). การสังเคราะห์ตัวเร่งวิวิธพันธ์จากเปลือกหอยเหลือทิ้งเพื่อใช้เตรียมไบโอดีเซล. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 21(6 ฉบับพิเศษ), 526–532.
- Hazri, M. M., & Nasir, N. F. (2020). Calcium Oxide from Waste Shells as Potential Green Catalyst for Biodiesel Production. *Research Progress in Mechanical and Manufacturing Engineering*, 1(1), 44–55.
- Jeffry, S. N. A., Putra Jaya, R., Abdul Hassan, N., Yaacob, H., Mahmud, M. Z. H., & Al-Saffar, Z. H. (2020). The Influence of Nano-carbon from Coconut Shell Ash as Modifier on the Properties of Bitumen. *Road Materials and Pavement Design*, 1–17.
- Laskar, I. B., Rajkumari, K., Gupta, R., Chatterjee, S., Paul, B., & Rokhum, L. (2018). Waste Snail Shell Derived Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production by the Transesterification of Soybean Oil. *RSC Advances*, 8(36), 20131–20142.
- Li, C., Hu, X., Feng, W., Wu, B., & Wu, K. (2017). A Supported Solid Base Catalyst Synthesized from Green Biomass Ash for Biodiesel Production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 40(2), 142–147.
- Mansir, N., Taufiq-Yap, Y. H., Rashid, U., & Lokman, I. M. (2017). Investigation of Heterogeneous Solid Acid Catalyst Performance on Low Grade Feedstocks for Biodiesel Production: A Review. *Energy Conversion and Management*, 141, 171–182.
- Panpraneecharoen, S., Chumanee, S., Pongpian, W., Khoomsab, R., & Rodkate, N. (2018). Study the Optimal Conditions for Biodiesel Production from Used Cooking Oil with Potassium Hydroxide Catalyst. *Journal of Science & Technology Phetchabun Rajabhat University*, 3(1), 1–12.

- Raya, I., Mayasari, E., Yahya, A., Syahrul, M., & Latunra, A. I. (2015). Shynthesis and Characterizations of Calcium Hydroxyapatite Derived from Crab Shells (*Portunus pelagicus*) and its Potency in Safeguard Against to Dental Demineralizations. *International Journal of Biomaterials*, 1–8.
- Shankar, V., & Jambulingam, R. (2017). Waste Crab Shell Derived CaO Impregnated Na-ZSM-5 as a Solid Base Catalyst for the transesterification of neem Oil into Biodiesel. *Sustainable Environment Research*, 27(6), 273–278.
- Sirisomboonchai, S. et al. (2015). Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Using Calcined Scallop Shell as Catalyst. *Energy Conversion and Management*, 95, 242–247.
- Sivakumar, P., Sivakumar, P., Anbarasu, K., Mathiarasi, R., & Renganathan, S. (2014). An Eco-friendly Catalyst Derived from Waste Shell of *Scylla tranquebarica* for Biodiesel Production. *International Journal of Green Energy*, 11(8), 886–897.
- Zhang, J., Lu, M., Ren, F., Knothe, G., & Tu, Q. (2019). A Greener Alternative Titration Method for Measuring Acid Values of Fats, Oils, and Grease. *Journal of the American Oil Chemists' Society*.

ผลของการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ

EFFECT OF YEAST (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) FERMENTATION FOR NUTRITIVE VALUE IMPROVEMENT BY-PRODUCTS AND AGRICULTURAL WASTE FOR FEEDING BEFF CATTLE

วันที่รับ: 28 มีนาคม 2564

วันที่แก้ไข: 22 เมษายน 2564

วันตอบรับ: 26 เมษายน 2564

สิริวดี พรหมน้อย^{1*}, เจษฎา มิ่งฉาย², สุรพิชญ์ มาน้อย²,
ณัฐพล คงเลิศ² และ พลากร อภัยภาวิ²

Siriwadee Phromnoi^{1*}, Chedsada Mingchai²,

Surapitch Manoi², Natthpon Kongloes² and Palakorn Aphaikawee²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

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

²คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

²Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

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



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ประกอบด้วย เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ โดยการปรับปรุงคุณภาพ เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ และศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบการหมัก และปัจจัยด้านเวลา ในการหมัก (0, 7 และ 14 วัน) วางแผนการทดลองแบบ 2 × 3 Factorial บนการสุ่มแบบสมบูรณ์ ผลการทดลองพบว่า เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง กลุ่มที่ใช้ยีสต์ ในกระบวนการหมักให้ค่าโปรตีนหยาบสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ยีสต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และระยะเวลาที่เริ่มพบว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบที่แตกต่างกันคือ ในวันที่ 7 โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลร่วมของ ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อโภชนาการโปรตีนหยาบเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าการนำผลพลอยได้และ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้งเปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทองหมักด้วยยีสต์ สามารถ

ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบเหล่านี้ให้ดีขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อ
และยังสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้อีกทางหนึ่ง

คำสำคัญ: ปรับปรุงคุณค่า, ผลพลอยได้, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร, ยีสต์, โคเนื้อ



Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentation for nutritive value improvement by-products and agricultural waste that composed of durian peel, pineapple and pumpkin for feeding beef cattle. Factors related to the method of improving durian peel, pineapple and pumpkin quality by using yeast fermentation and factors of the duration of fermentation (0, 7 and 14 days). The fermented durian peel, pineapple and pumpkin were used in a factorial (2×3) based on a completely randomized design. The results demonstrated that the average percentage of crude protein fermentation with yeast was higher than non-yeast fermentation with statistical significance ($P < 0.01$). The time duration for finding the different percentage of crude protein was found on the 7th which increases significantly ($P < 0.01$). In addition, it was found that the interaction of these two factors affected the nutritive value of crude protein as well. The experiment revealed that using by-products and agricultural waste yeast fermented is another option to increase the utilization of by-products and agricultural waste. That also reduces the cost of beef cattle diets.

Keywords: Nutritive Value Improvement, By-Products, Agriculture Waste, Yeast, Beef Cattle



บทนำ

ปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่เป็นเรื่องของอาหารและพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากจำนวนพื้นที่ทำการเกษตรลดลง จึงถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นมากขึ้น ส่งผลให้พืชอาหารสัตว์และจำนวนพื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ลดน้อยลง จนทำให้การเลี้ยงโคเนื้อขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี เป็นผลทำให้โคเนื้อมีอาการเพิ่มของน้ำหนักตัวต่ำ ผลผลิตลดลง ในปัจจุบัน

การแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาวัตถุดิบจากไร่นา และผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีจำนวนมากและราคาถูกในท้องถิ่นมาทำการศึกษา เพื่อช่วยลดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาก อาหารพลังงาน และเป็นแหล่งเสริมโปรตีน รวมทั้งยังเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ โดยนำวัตถุดิบใช้กลับมาใช้ใหม่ (วีระพล แจ่มสวัสดิ์, สุรศักดิ์ สาสีพิชราภรณ์, และ จารุวัฒน์ ชินสุวรรณ, 2558) แต่อย่างไรก็ตาม ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรส่วนใหญ่มีคุณค่าทางโภชนาโปรตีนต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาก่อนการนำไปใช้ ในปัจจุบันจึงมีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพโดยใช้โปรไบโอติกช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น จุลินทรีย์พวกยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) หมักร่วมกับผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาให้มีโปรตีนสูงขึ้น เมื่อนำอาหารดังกล่าวไปใช้เลี้ยงสัตว์จะช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น และช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในสัตว์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตสัตว์เพิ่มขึ้น ตลอดจนทำให้ต้นทุนการผลิตทางด้านอาหารสัตว์มีราคาถูกลง (ชุดิมา แก้วประชุม, 2561; นพรัตน์ ผกาเขต, ทิพย์สุดา บุญมาทัน, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร, และฐิติมา นรโภค, 2562)

นอกจากนี้ เกษตรกรยังขาดข้อมูลที่ชัดเจนว่า ผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นในแต่ละฤดูกาลนั้น สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าในการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้โคเนื้อของเกษตรกรมีอาหารกินที่เพียงพอกับการให้ผลผลิตตลอดทั้งปีได้อย่างไร จังหวัดอุดรธานีมีผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่น่าสนใจหลายชนิด ได้แก่ 1) เปลือกทุเรียนอำเภอลับแลที่เหลือทิ้งในช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคมจากผู้จำหน่ายทุเรียนในจังหวัดอุดรธานี 2) สับปะรดอำเภอน้ำปาด ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม และเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ที่มีผลผลิตออกมาสู่ตลาดในปริมาณมาก ทำให้ราคาตกต่ำและถูกปล่อยทิ้งให้เน่าเสียจำนวนมาก และ 3) ฟักทองอำเภอฟากท่า ที่ปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ทำให้มีเนื้อฟักทองเหลือทิ้งซึ่งเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและขาดการใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า

อย่างไรก็ตาม การนำผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์เป็นอาหารสัตว์ ก็ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากว่ามีปริมาณโปรตีนไม่เพียงพอต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากสัตว์จะต้องใช้โปรตีนเป็นตัวสำคัญในการสร้างกล้ามเนื้อ จึงต้องหาวิธีปรับปรุงคุณภาพจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำ Baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) มาหมักเพื่อช่วยเพิ่มโปรตีนของวัตถุดิบ เช่น การนำเปลือกกากมันสำปะหลังหมักโดยใช้ยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์พบว่า ระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมคือ 5 วัน และทำให้กากมันสำปะหลังหมักมีคุณค่าทางโปรตีนหยากเพิ่มขึ้นเป็น 31.6 เปอร์เซ็นต์ (วลัยลักษณ์ แก้ววงษา, 2554)

ดังนั้นการศึกษาค้างนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของยีสต์ต่อคุณค่าทางโปรตีนของ
ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของจังหวัดอุดรธานี ทั้งเปลือกทุเรียน สับปะรด
และฟักทอง เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อนำไปใช้ปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้ใ
การดำเนินกิจการ ประสบความสำเร็จในการลดต้นทุนและก่อให้เกิดกำไรในการประกอบอาชีพ
เลี้ยงโคเนื้อต่อไปในอนาคตอย่างยั่งยืน ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์
และยังเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติสิ่งแวดล้อมจากการนำผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการ
เกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการหมักยีสต์ (*S. cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของ
ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมเชื้อยีสต์

เชื้อที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ใช้ยีสต์ขนมปัง (Baker's Yeast; *S. cerevisiae*) มีขั้นตอน
ดังนี้ (ดัดแปลงจาก สิริวดี พรหมน้อย, 2560) การเตรียมเชื้อ *S. cerevisiae* โดยชั่งยีสต์
1 กิโลกรัม น้ำตาลทรายแดง 2 กิโลกรัม น้ำกลั่น 15 ลิตร ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นผสมน้ำ
9 ลิตร ปุ๋ยยูเรีย 7.5 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม ในถังที่ 2 ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำ
ส่วนผสมในถังที่ 2 เทลงไปในถังแรกแล้วใช้ปั๊มออกซิเจนเป่าลมเพื่อเติมออกซิเจนและให้ยีสต์
กระจายตัว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

กระบวนการผลิต

ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาจากแหล่งผลิตหลักพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ
ของจังหวัดอุดรธานี ประกอบด้วย เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง โดยแต่ละวัตถุดิบที่
นำมาทดลองใช้แผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial บนการสุ่มแบบสมบูรณ์ (2×3 Factorial
Completely Randomized Design: CRD) เตรียมกลุ่มทดลองดังนี้ 1) เปลือกทุเรียน
แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ หมักโดยไม่ใช้ยีสต์และโดยใช้ยีสต์ 16% 2) สับปะรด แบ่งเป็น
หมักโดยไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ 16% และ 3) ฟักทอง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หมักโดยไม่ใช้ยีสต์
และใช้ยีสต์ 16% โดยการการนำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก มาผสมกับหัวเชื้อ
S. cerevisiae ที่เตรียมไว้ในอัตราส่วนความเข้มข้นต่าง ๆ คลุกเคล้าให้เข้ากัน (รูปที่ 1-4)

แล้วใส่ถุง เมื่อดำเนินการกระบวนการหมักเรียบร้อยแล้ว หมักกลุ่มทดลองไว้ 0, 7 และ 14 วัน
ช่วงเวลาละ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

การเก็บตัวอย่าง

เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาที่หมักวันที่ 0, 7 และ 14 วัน นำกลุ่มทดลองใส่ถาดแล้ว
นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมง จนแห้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปบด
เก็บไว้เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบ (Crude protein) ทำเช่นเดิมจนครบทั้ง 3 ช่วงเวลา



รูปที่ 1-4 กระบวนการดำเนินการวิจัยในการหมักผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการ
เกษตรมาจากแหล่งผลิตหลักพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ ของจังหวัดอุดรธานี
ประกอบด้วย เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis
of Variance: ANOVA) ตามแบบ Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของ
ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ รูปแบบการหมักแบบไม่ใช้และใช้ยีสต์ และปัจจัยระยะเวลาในการหมักที่ 0, 7 และ 14 วัน ผลของการใช้ยีสต์ในการหมักเปลือกทุเรียนต่อคุณค่าทางโปรตีน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 พบว่า เปลือกทุเรียนที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 8.92 และที่หมักด้วยยีสต์มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 22.92 และที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 14.27, 17.13 และ 16.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ในการปรับปรุงคุณภาพเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการหมักยีสต์ ปัจจัยด้านรูปแบบการหมักมีผลต่อค่าโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และปัจจัยด้านระยะเวลาในการหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหยาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบจากเปลือกทุเรียน

ค่าโภชนา	รูปแบบการหมัก		ระยะเวลาการหมัก (วัน)			อิทธิพลรวม
	หมักไม่ใช้ยีสต์	หมักใช้ยีสต์	0	7	14	
โปรตีนหยาบ	8.92 ^b	22.92 ^a	14.27 ^c	17.13 ^a	16.35 ^b	**

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

NS = Not significant, * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$

เมื่อมีการใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* หมักกับสับปะรดทั้งผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ผลการทดลองพบว่า สับปะรดที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 6.86 และที่หมักด้วยยีสต์มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 25.11 และที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 13.06, 16.41 และ 18.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านรูปแบบการหมักสับปะรดด้วยยีสต์มีผลต่อค่าโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และปัจจัยด้านระยะเวลาในการหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหยาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหายาจากสับปะรด

ค่าโภชนะ	รูปแบบการหมัก		ระยะเวลาการหมัก (วัน)			อิทธิพล รวม
	หมักไม่ใช้ยีสต์	หมักใช้ยีสต์	0	7	14	
โปรตีนหายา	6.86 ^b	25.11 ^a	13.06 ^c	16.41 ^b	18.48 ^a	**

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

NS = Not significant, * = P < 0.05, ** = P < 0.01

การใช้เนื้อฟักทองที่เป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรจากการแกะเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการหมักร่วมกับยีสต์ โดยการศึกษา 2 ปัจจัย คือ รูปแบบการหมักแบบไม่ใช้และใช้ยีสต์ และปัจจัยระยะเวลาในการหมักที่ 0, 7 และ 14 วัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ฟักทองที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหายา เท่ากับ 16.19 และที่หมักด้วยยีสต์มีโปรตีนหายาเท่ากับ 21.56 และที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหายาเท่ากับ 17.03, 19.48 และ 20.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ในการปรับปรุงคุณภาพฟักทองเหลือทิ้ง ปัจจัยด้านรูปแบบการหมักมีผลต่อ ค่าโปรตีนหายาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01) และปัจจัยด้านระยะเวลา ในการหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหายาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหายาจากฟักทอง

ค่าโภชนะ	รูปแบบการหมัก		ระยะเวลาการหมัก (วัน)			อิทธิพล รวม
	หมักไม่ใช้ยีสต์	หมักใช้ยีสต์	0	7	14	
โปรตีนหายา	16.19 ^b	21.56 ^a	17.03 ^c	19.48 ^b	20.12 ^a	**

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

NS = Not significant, * = P < 0.05, ** = P < 0.01

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบการหมักและระยะเวลาในการหมัก ทั้งเปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง พบว่ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าโปรตีนหายาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01) (ตารางที่ 1, 2 และ 3) โดยการหมักผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้ง 3 ชนิด ด้วยยีสต์ในช่วงเริ่มตั้งแต่วันที่ 7 ทำให้ยีสต์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าโปรตีนเพิ่มขึ้น



อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง ที่ทำการหมักด้วยยีสต์เป็นระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน พบว่า ข้อมูลที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งเปลือกทุเรียนหมักยีสต์ จาก 14.22 เป็น 17.13 สับปะรดหมักยีสต์ จาก 13.06 เป็น 16.74 และฟักทองหมักยีสต์ จาก 17.03 เป็น 19.48 และโดยภาพรวมกลุ่มทดลองที่ใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* ช่วยในการหมัก ได้แก่ เปลือกทุเรียนหมักยีสต์ สับปะรดหมักยีสต์ และฟักทองหมักยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากกว่ากลุ่มทดลองที่ไม่ได้ใช้ยีสต์ช่วยในการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้ยีสต์ช่วยในกระบวนการหมัก ส่งผลให้เชื้อสามารถเจริญเติบโตและเกิดการย่อยสลายได้มากขึ้น โดยตัวเซลล์ยีสต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อถูกย่อยสลายจะได้เป็นโปรตีนเพิ่มขึ้นมา อีกทั้งยีสต์มีการใช้คาร์บอนจากน้ำตาลในกระบวนการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลล์ แล้วขับถ่ายอาหารที่ประกอบด้วยทั้งโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุออกมา จึงทำให้ได้โปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย (มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และ กฤติยา เลิศขุนหะเกียรติ, 2556) ซึ่งจากตัวเลขโปรตีนที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ และแนวโน้มในการใช้ยีสต์ในการปรับปรุงคุณภาพของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สอดคล้องกับการทดลองของธนรรชมลวรรณ พลมัน, ถาวรณ สุบรรณรัตน์, และ ทรงศักดิ์ จำปาอะดี. (2558) ที่พบว่า ปกติค่าโปรตีนของเปลือกสับปะรดอยู่ที่ 5.63 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำมาหมักกับยีสต์สามารถทำให้ค่าโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น และอยู่ในระดับที่สามารถนำไปเลี้ยงโคเนื้อได้ รายงานของ Udin (1979), McDowell (1972), มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และ กฤติยา เลิศขุนหะเกียรติ (2556), รุ่งกานต์ กล้าหาญ, บัณฑิต ยวงสร้อย, และ จิตตรา วีระกุล (2557) และอนันท์ เชาว์เครือ, ญาณิกา ไหละครบุรี, โชติรส คุณมี, ชวันรัส สันทอง, และ สุภาวดี ฉิมทอง (2557) ว่าในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และสหรัฐอเมริกา หรือในประเทศไทยเอง ได้นำเฉพาะเปลือกสับปะรดและฟักทอง ไปหมักแล้วนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ ส่งผลให้อาหารหมักมีทั้งความน่ากินและคุณค่าทางโภชนา โคนี้อมีการเจริญเติบโตอยู่ในระดับที่น่าพอใจ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง มาปรับปรุงคุณภาพด้วยการหมักยีสต์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นทางเลือกสำหรับการเลี้ยงโคเนื้อ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ในบางฤดูกาล การลดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการใช้ทรัพยากรเหล่านี้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ เกษตรกรสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาการใช้ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

แต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาลไปช่วยในการวางแผนในการจัดการนำวัสดุเหล่านั้นมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้อย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดความสมดุลของอุปสงค์และอุปทานของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และยังทำให้โคเนื้อที่เกษตรกรเลี้ยงมีอาหารกินอย่างเพียงพอกับการให้ผลผลิตตลอดทั้งปี

นอกจากนั้น จากผลการวิจัยมีการขยายผลนำเอาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ชุมชนนำไปประยุกต์ใช้ตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น กับกลุ่มเป้าหมายในหมู่บ้านวังทอง ตำบลสองคอน อำเภอฟากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2562 (รูปที่ 5-6) โดยการนำฟักทองที่เหลือจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ทำเป็นอาหารสัตว์หมัก เพื่อแก้ปัญหาวัสดุเหลือใช้จำนวนมากในชุมชน และลดต้นทุนการเลี้ยงโคเนื้อให้กับเกษตรกรในพื้นที่ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการเพิ่มรายได้จากการผลิตฟักทองหมักเพื่อขายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อได้อีกด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับพื้นที่พบว่า ถ้าเกษตรกรผู้ผลิตฟักทองผลิตอาหารฟักทองหมักยีสต์ 22.65 เปอร์เซ็นต์โปรตีน จะใช้ต้นทุนการผลิต 10 บาทต่อกิโลกรัม สามารถจำหน่ายได้ในราคา 13 บาทต่อกิโลกรัม จะได้กำไร 3 บาท กรณีที่เกษตรกรมีฟักทองเหลือทิ้ง 1,000 กิโลกรัม จะเป็นเนื้อ 700 กิโลกรัม ถ้านำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์หมักยีสต์ เกษตรกรจะมีกำไรเท่ากับ 2,100 บาท ต่อรอบการผลิต (7 วัน) ต่อครัวเรือน นอกจากนี้ถ้าผู้เลี้ยงโคเนื้อนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ จะสามารถช่วยลดต้นทุนจากการใช้อาหารสำเร็จรูป 13 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าใช้ฟักทองหมักยีสต์ 10 บาทต่อกิโลกรัม ประหยัดไปได้ 23 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองที่เข้าร่วมโครงการได้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์เพื่อต่อยอดเชิงพาณิชย์เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและชุมชน



รูปที่ 5-6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรเรื่องการผลิตฟักทองหมักยีสต์
เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์

การนำผลการวิจัยที่เป็นข้อมูลคุณค่าทางโภชนาของสับปะรดหมักไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรที่สนใจ เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2563 ณ บ้านห้วยมุ่น ตำบลห้วยมุ่น อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ (รูปที่ 7-9) จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับพื้นที่พบว่า ถ้าเกษตรกร

มีผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้จากการผลิตสับปะรดและนำมาหมักยีสต์ให้ได้ 26.44 เปอร์เซ็นต์โปรตีน เพื่อนำไปใช้เป็นอาหารโคเนื้อ จะใช้ต้นทุนการผลิต 9 บาท เมื่อนำไปจำหน่ายในราคา 13 บาทต่อกิโลกรัม จะได้กำไร 4 บาท กรณีที่เกษตรกรมีสับปะรดคั้ทิ้ง 1,000 กิโลกรัม ถ้านำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์หมักยีสต์ เกษตรกรจะมีกำไรเท่ากับ 4,000 บาท ต่อรอบการผลิต (7 วัน) ต่อครัวเรือน และถ้าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนำนนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ จะสามารถช่วยลดต้นทุนจากการใช้อาหารสำเร็จรูป 13 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าใช้สับปะรดหมักยีสต์ 9 บาทต่อกิโลกรัม ประหยัดไปได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกษตรกรทั้งผู้ปลูกสับปะรดและผู้เลี้ยงโคนเนื้อ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการด้านอาหารสัตว์ได้ เพื่อเป็นแนวทางลดต้นทุนการผลิตแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ นอกจากนี้เป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย



รูปที่ 7-9 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรเรื่องการผลิตสับปะรดหมักยีสต์
เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยการใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ โดยมีผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง มาทำการหมักด้วยยีสต์ 16 เปอร์เซ็นต์ โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยแรกรูปแบบการหมักแบบไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ พบว่า เปลือกทุเรียนที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 8.92 และ 22.92 สับปะรดที่ไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ในการหมักมีโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.86 และ 25.11 เปอร์เซ็นต์ และฟักทองที่หมักแบบไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 16.19 และ 21.56 ตามลำดับ

ปัจจัยที่สอง คือ ระยะเวลาในการหมักที่ 0, 7 และ 14 วัน พบว่า เปลือกทุเรียนที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 14.27, 17.13 และ 16.35

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สับประรดมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 13.06, 16.41 และ 18.48 และฟักทองมีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 17.03, 19.48 และ 20.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบการหมักและระยะเวลาในการหมัก ทั้งเปลือกทุเรียน สับประรด และฟักทอง พบว่ามีการหมักผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทั้ง 3 ชนิด ด้วยการหมักโดยใช้ยีสต์ร่วมกับช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ระยะเวลา 7 วัน ทำให้ยีสต์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าโภชนาการโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ยีสต์ในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทดแทนอาหารสัตว์ได้ และนำไปสู่การต่อยอดงานวิจัยในอนาคตเพื่อพัฒนาและสร้างนวัตกรรมการผลิตโปรตีนดัดแปลงจากผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์โปรตีนทางเลือก และลดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบโปรตีนอาหารสัตว์ในอนาคตต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยพันธกิจสัมพันธ์ จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ 2561 งบประมาณ 2562 และการถ่ายทอดเทคโนโลยีภายใต้โครงการการพัฒนาและส่งเสริมผลิตภัณฑ์ผลไม้ของจังหวัดอุดรดิตถ์: การผลิตสับประรดครบวงจร ประจำปีงบประมาณ 2563 ขอขอบคุณนายลือ เกิดสาย เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อบ้านห้วยบง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการในการเตรียมตัวอย่างก่อนการส่งวิเคราะห์ และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่อนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการในการวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

ชุดิมา แก้วประชุม. (2561). ผลของการพัฒนาสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่วงว. *วารสารวิชาการสถาบันอาชีวศึกษาเกษตร*, 2(1), 58–65.

ธนรรชมลวรรณ พลมัน, ถาวรณ สุบรรณรัตน์, และ ทรงศักดิ์ จำปาเวดี. (2558). การประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการย่อยได้ของเศษเหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. *วารสารแก่นเกษตร*, 43 (ฉบับพิเศษ 1), 491–499.

- นพรัตน์ ผกาเขต, ทิพย์สุตา บุญมาทัน, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร, และ ฐิติมา นรโภค. (2562). ผลของการเสริมยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) และลูกแป้งข้าวหมากต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลัง. *วารสารแก่นเกษตร*, 47 (ฉบับพิเศษ 2), 819–824.
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และ กฤติยา เลิศชุมพะเกียรติ. (2556). การศึกษาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากเปลือกสับปะรดโดยใช้ยีสต์และบาซิลลัสซับติลิสเพื่อพัฒนาเป็นอาหารสัตว์. *วารสารแก่นเกษตร*, 41 (ฉบับพิเศษ 1), 80–86.
- รุ่งกานต์ กล้าหาญ, บัณฑิต ยวงสร้อย, และ จิตตรา วีระกุล. (2557). การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและคุณภาพเนื้อของปลาตุ๊กถูกผสมที่ได้รับอาหารผสมฟักทอง. *วารสารแก่นเกษตร*, 42 (ฉบับพิเศษ 1), 785–791.
- วลัยลักษณ์ แก้ววงษา. (2554). *ศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ Saccharomyces cerevisiae เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับแพะเนื้อ*. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วีระพล แจ่มสวัสดิ์, สุรศักดิ์ สาลีพัชราภรณ์, และ จารุวัฒน์ ชินสุวรรณ. (2558). การวิจัยประสิทธิภาพการใช้เปลือกสับปะรดเป็นอาหารหยาบ ผลพลอยได้ของมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลเป็นแหล่งอาหารพลังงาน และพืชตระกูลถั่วท้องถิ่นเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงโคเนื้อ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 8(1), 91–99.
- สิริวดี พรหมน้อย. (2560). การปรับปรุงคุณภาพกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์*, 2, 97–107.
- อนันท์ เชาว์เครือ, ญาณิกา ไหละครบุรี, โชติรส คุณมี, ชวันรัส สันทอง, และ สุภาวดี ฉิมทอง. (2557). การประเมินคุณค่าทางโภชนาและคาร์โบไฮเดรตในน้ำตาลที่ละลายได้ของเศษเหลือจากสับปะรด. *วารสารแก่นเกษตร*, 42 (ฉบับพิเศษ 1), 301–306.
- McDowell, R. E. (1972). *Improvement of Livestock Production in Warm Climate*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Udin, B. E. (1979). *Background to the Feed Lot*. Majuternak TLP Feed Lot SDU. BHD. Malaysia.

องค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและ
เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน

THE COMPOSITIONS OF PROVINCIAL KINDERGARTEN SCHOOL
ADMINISTRATION BY INNOVATION AND INFORMATION
TECHNOLOGY-BASED INSTRUCTION

วันที่รับ: 1 เมษายน 2564

วันที่แก้ไข: 11 เมษายน 2564

วันที่ตอบรับ: 23 เมษายน 2564

เนาวรัตน์ กองตัน^{1*}, ธิดาวลัย อุ่นกอง¹,

สันติ บุรณะชาติ¹ และ น้ำฝน กันมา¹

Naowarat Kongtan^{1*}, Thidawan Unkong¹,

Santi Buranachart¹ and Namfon Gunma¹

¹วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

¹School of Education, University of Phayao, Thailand 56000

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



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน เก็บข้อมูลจากประชากร 405 คน และกลุ่มตัวอย่าง 348 คน โดยการสุ่มตามระดับชั้นภูมิ (ผู้อำนวยการโรงเรียนหรือรองผู้อำนวยการโรงเรียน 70 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ 71 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงานบุคคล 68 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงบประมาณ 69 คน และหัวหน้ากลุ่มบริหารงานทั่วไป 70 คน) โดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีความตรงเชิงเนื้อหา ระหว่าง 0.80-1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน มีจำนวน 4 องค์ประกอบหลัก คือ 1) ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย ด้านผู้บริหาร ด้านครู ด้านงบประมาณ ด้านสื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการบริหารจัดการ 2) กระบวนการ ประกอบด้วย การวางแผน การใช้งาน นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ การตรวจสอบ การปรับปรุงพัฒนา 3) ผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ระเบียบวินัยความรับผิดชอบ การเรียนรู้ของนักเรียน และ 4) ผลลัพธ์ ประกอบด้วย ผลลัพธ์ด้านการบริหาร ด้านครู ด้านนักเรียน ซึ่งองค์ประกอบหลัก

ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านกระบวนการ ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.02) รองลงมาคือ ด้านปัจจัยนำเข้า ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.04) และค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านผลลัพธ์ ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.01)

คำสำคัญ: นวัตกรรม, เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน, องค์ประกอบ, การบริหารโรงเรียน, โรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัด



Abstract

This research aimed to study the compositions of Provincial Kindergarten School Administration by Innovation and Information Technology-Based Instruction. Data were collected from 405 populations and a sample of research 348 people by Stratified Random Sampling (70 administrators or assistant administrators, 71 academically leaders, 68 personal leaders, 69 budget leaders and 70 management leaders). Used a 5-level estimation scale questionnaire. It checked Content Validity by IOC between 0.80–1.00 and checked Reliability by Alpha about 0.87. Data were analyzed using frequency, percentage, mean and standard deviation. The results found that there are 4 main compositions of Provincial Kindergarten School Administration by Innovation and Information Technology-Based Instruction as follows: 1) Input was composed of Administrators, Teachers, Budgeting, Innovation and Information Technology Media, and Management, 2) Process was composed of Planning, Innovation and information technology implementation, Administrative checking, Improvement and development, 3) Output was composed of Student achievements, Student characteristics of the 21st Century, Discipline, Responsibility and Learning, and 4) Outcome was composed of Administration, Teachers and Students. The highest mean was Process ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.02), followed by Input ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.04) and the lowest mean was Outcome ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.01).

Keywords: Innovation, Information Technology-Based Instruction, The Compositions, School Administration, Provincial Kindergarten School

บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ปัจเจกบุคคลสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ มีอิสระที่จะเลือกและกระทำการใด ๆ โดยปัจเจกชนทั่วไป รวมถึงชุมชนและท้องถิ่นสามารถเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารและมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ทางโลกออนไลน์ในการดำเนินชีวิตและปฏิบัติหน้าที่การงาน รวมไปถึงความสามารถในการที่จะมีบทบาทสำคัญและมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนามากขึ้น e-Government ในรูปแบบของ e-Service ซึ่งจะเป็นกลไกหลักในการปฏิรูปกระบวนการทำงานของภาครัฐและเอกชน และเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาด้าน ICT ให้กับภาครัฐ ภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ในมุมมองที่ดีต่อสังคม การที่บุคคลสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองแล้ว ยังจะช่วยให้การทำงานของรัฐบาลมีความโปร่งใสตรวจสอบได้ ด้วยการเปิดโอกาสให้ประชาชนและธุรกิจเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและระบบงานผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (e-Participation) ได้ ในทางกลับกันอาจจะส่งผลกระทบต่อสังคมก็คือความสามารถในการควบคุมและการดำเนินการต่าง ๆ ของภาครัฐจะทำได้ยากขึ้นประชาชนสามารถที่จะใช้ ICT ในการสื่อสารถึงกันและใช้เป็นเครื่องมือกระทำการละเมิดต่อผู้อื่น หรือก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของสังคมได้ รัฐและภาคส่วนที่เกี่ยวข้องจึงต้องตระหนักถึงมิติต่าง ๆ ในด้านธรรมาภิบาลที่ดี การปกป้องคุ้มครองผู้บริโภค และความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ เพื่อวางนโยบาย มาตรการ ระเบียบ กฎเกณฑ์ และกฎหมายที่เหมาะสม เพื่อความสงบสุขของสังคมยุคดิจิทัลที่ทุกประเทศต่างก็ตั้งเป้าหมายไว้ (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2557)

ในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของกระทรวงการศึกษาธิการที่ผ่านมาพบว่าการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการการศึกษาและการเรียนการสอนยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรเนื่องจากปัญหาและอุปสรรคหลายประการ ทั้งในส่วนที่นำไปใช้ในการบริหารและส่วนที่จัดการเรียนการสอน ผู้บริหารที่มีความสนใจและความรู้ทางเทคโนโลยีสารสนเทศน้อย การให้การสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการตัดสินใจน้อย เจ้าหน้าที่ไม่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ระบบสารสนเทศไม่ทันต่อความต้องการการใช้งาน ระบบสารสนเทศไม่มีความหลากหลาย ไม่เป็นมาตรฐาน ทำให้มีปัญหาในการเก็บข้อมูล การประมวลผล และหน่วยงานไม่สามารถเชื่อมโยงกันได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งทำให้โรงเรียนประสบปัญหาเกี่ยวกับการรับส่งข่าวสารจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาและจัดส่งข้อมูลได้ล่าช้า มีข้อมูลผิดพลาดคลาดเคลื่อนจากความจริง โดยปกติแล้วงานตามภาระหน้าที่ของผู้บริหารมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์และสารสนเทศตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารงานด้านบุคลากร ด้านงบประมาณ ด้านวัสดุ ครุภัณฑ์ และด้านการจัดการ

ซึ่งต้องกระทำอย่างรอบคอบ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนและการตัดสินใจ โดยข้อมูลและสารสนเทศต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการ มีความถูกต้อง มีความทันต่อเหตุการณ์ เพื่อการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด (The Ministry of Education, 2008)

จากงานวิจัยของ Whittaker (1999) พบว่า ปัจจัยของความล้มเหลวหรือความผิดพลาดที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในองค์กร มีสาเหตุหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) การขาดการวางแผนที่ดีพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนจัดการความเสี่ยงไม่ดีพอ ยิ่งองค์กรมีขนาดใหญ่มากขึ้นเท่าใด การจัดการความเสี่ยงย่อมจะมีความสำคัญมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านนี้เพิ่มสูงขึ้น 2) การนำเทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมมาใช้งาน การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในองค์กรจำเป็นต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับลักษณะของธุรกิจหรืองานที่องค์กรดำเนินอยู่ หากเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการขององค์กรแล้วจะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา และเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณโดยใช่เหตุ 3) การขาดการจัดการหรือสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง การที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้งานในองค์กร หากขาดซึ่งความสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงแล้วก็ถือว่าล้มเหลว ตั้งแต่ยังไม่ได้เริ่มต้น การได้รับความมั่นใจจากผู้บริหารระดับสูงเป็นก้าวที่สำคัญและจำเป็นที่จะทำให้การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในองค์กรประสบความสำเร็จ สำหรับสาเหตุของความล้มเหลวอื่น ๆ ที่พบจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ เช่น ใช้เวลาในการดำเนินการมากเกินไป (Schedule overruns) นำเทคโนโลยีที่ล้าสมัยหรือยังไม่ผ่านการพิสูจน์มาใช้งาน (New or unproven technology) ประเมินแผนความต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่ถูกต้อง ผู้จัดจำหน่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ (Vendor) ที่องค์การซื้อมาใช้งานไม่มีประสิทธิภาพ และขาดความรับผิดชอบ และระยะเวลาของการพัฒนาหรือนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้จนเสร็จสมบูรณ์ใช้เวลาน้อยกว่าหนึ่งปี

ดังเช่น โรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัด ซึ่งเป็นองค์กรขนาดใหญ่ อีกทั้งมีผู้รับบริการและผู้ให้บริการมีจำนวนมากขึ้นทุกวัน ทำให้ประสบกับปัญหา การบริหารจัดการองค์การ การดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม บางครั้งเกิดความล่าช้า เนื่องจากต้องติดอยู่กับระบบการบังคับบัญชาและระบบราชการ การประสานร่วมกันไม่ดี ขาดการทำงานเป็นทีม ทำให้การทำงานหลาย ๆ โครงการสะดุดหรือชะงักไป ไม่เกิดความสำเร็จและล่าช้า อีกทั้งยุคสมัยเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีเข้ามาทำงานแทนมนุษย์มากขึ้น การจัดการเรียน การสอนย่อมต้องเปลี่ยนไปให้ทันกับโลกยุคใหม่ แต่โรงเรียนยังประสบปัญหาการนำเทคโนโลยีมาใช้ในโรงเรียน ซึ่งมีข้อจำกัดหลากหลายประการดังกล่าวก็ตาม ปัจจุบันโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดก็ยังเป็นหน่วยงานสำคัญ เป็นที่ได้รับความไว้วางใจ เชื่อถือ และศรัทธาของผู้ปกครองนักเรียน

ให้เป็นหน่วยงานที่จัดสภาพแวดล้อมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมให้นักเรียน
ฉะนั้นโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดจึงควรหาแนวทางในการแก้ไขข้อจำกัด จึงต้องมีการ
พัฒนาโรงเรียนให้ก้าวหน้าทันเหตุการณ์อยู่ตลอดเวลา และเนื่องจากโรงเรียนอนุบาลประจำ
จังหวัดส่วนใหญ่ตั้งอยู่ใจกลางเมือง ผู้ปกครองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพในแหล่งเศรษฐกิจมีฐานะ
ค่อนข้างดี การคมนาคมสะดวก อยู่ใกล้กับแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มากมายทั้งของภาครัฐและเอกชน
จนส่งผลให้โรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดประสบผลสำเร็จ มีความเป็นเลิศในด้านต่าง ๆ
มากมายจนได้รับการยอมรับจากทุกฝ่ายในเชิงประจักษ์ มีผู้ปกครองนักเรียนนำบุตรหลาน
มาเข้าเรียนที่โรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดเป็นจำนวนมาก จนโรงเรียนไม่สามารถรับได้หมด
ทุกปี (ถวัลย์ ทงมี, 2555)

ดังนั้นการจัดการศึกษาในโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดจำเป็นต้องใช้นวัตกรรม
และเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการเพื่อให้มีประสิทธิภาพ
ในการบริหารจัดการยิ่งขึ้น

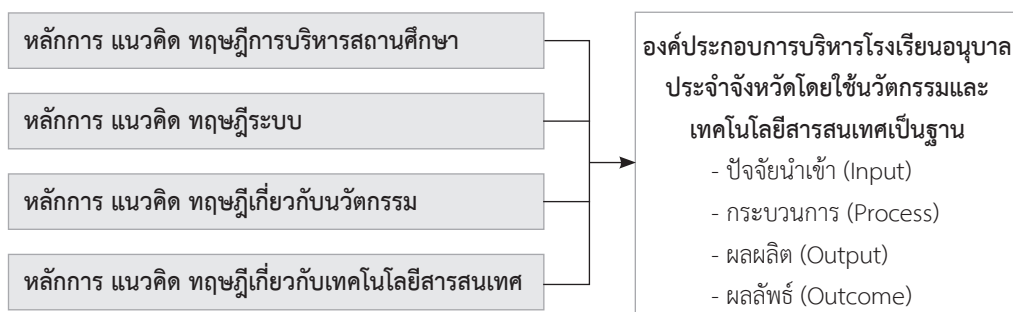


วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและ
เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน



กรอบแนวคิดในการวิจัย



หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารสถานศึกษา จำแนกเป็น 3 ทฤษฎี คือ
ทฤษฎีเชิงวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีการจัดการ และการบริหารแบบราชการ ผู้วิจัย
ได้ศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับทฤษฎีการบริหารเชิงระบบ เป็นการบริหารที่พิจารณาองค์การและ
การทำงานโดยภาพรวมหรือการบริหารแบบองค์รวม โดยพิจารณาหน่วยงานหรือองค์การเป็น

ระบบสังคมที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ในการพิจารณาการดำเนินงานโดยประยุกต์
ใช้การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) และเทคนิคระบบ (System Approach)
ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบจากแต่ละส่วนแล้วปรับปรุงทุกส่วนเข้าสู่สภาพโดยรวม พัฒนาการ
ทำงานแบบระบบที่เชื่อมโยงกันทั้งระบบ ตลอดจนพัฒนาระบบข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการ
บริหาร (Management Information System: MIS) ทฤษฎีการบริหารเชิงระบบจึงเป็นทฤษฎี
ที่มีขอบเขตครอบคลุมพฤติกรรมทุกส่วนขององค์การ ทำให้สามารถอธิบายพฤติกรรมองค์การ
ได้ทุกระดับ ทั้งระดับบุคคล ระดับกลุ่ม และระดับองค์การ ทฤษฎีนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการ
บริหารเป็นอย่างมาก (จันทรานี สงวนนาม, 2551; จอมพงศ์ มงคลวนิช, 2556; ชีระ รุญเจริญ,
2553; นพพงษ์ บุญจิตราดุล, 2557; ประภาพรณ รักเลี้ยง, 2556; โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2551;
Fester & Kettl, 1991; Hoy & Miskel, 2001; Lunenburg & Alen, 2000; Reinhartz
& Beach, 2004)

2. หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรม นวัตกรรมการศึกษา (Educational
Innovation) คือ การนำสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะเป็นความคิด วิธีการ หรือการกระทำ หรือ
สิ่งประดิษฐ์ขึ้น ทั้งในส่วนที่ไม่เคยมีมาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากสิ่งที่มีอยู่แต่เดิม
ให้ดีขึ้น โดยอาศัยหลักการ ทฤษฎี ที่ได้ผ่านการทดลองวิจัยจนเชื่อถือได้นำมาใช้บังเกิดผล
เพิ่มพูนประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ นวัตกรรมด้านการบริหารจัดการ เป็นการใช้นวัตกรรม
ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสนเทศมาช่วยในการบริหารจัดการ เพื่อการตัดสินใจของผู้บริหาร
การศึกษาให้มีความรวดเร็วทันเหตุการณ์ ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก นวัตกรรมการศึกษา
ที่นำมาใช้ทางด้านการบริหารจะเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการฐานข้อมูลในหน่วยงาน
สถานศึกษา เช่น การบริหารเชิงระบบ การบริหารเชิงกลยุทธ์ การบริหารเชิงบูรณาการ เป็นต้น
(อริปต์ย์ คลี่สุนทร, 2555; อนล สวนประดิษฐ์, 2558; ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์,
2559; Rosnarizah, Amin, & Abdul, 2008)

3. หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศที่นำมาใช้ในการบริหาร เช่น
Balanced Scorecard (BSC) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลองค์การ Total
Quality Management (TQM) เป็นระบบการบริหารจัดการองค์การที่เน้นคุณภาพในทุก ๆ
ด้านและทุก ๆ กิจกรรมขององค์การ Quick Response Code (QR code) คือ รหัสเมตริกซ์
(matrix code) หรือบาร์โค้ด 2 มิติ (Two-dimensional Bar Code) มีลักษณะของการสร้าง
ฐานข้อมูล เพื่อให้เรียกใช้ได้อย่างสะดวก รวดเร็วและง่ายดาย ผ่านกล้องถ่ายรูปในโทรศัพท์
มือถือที่มีโปรแกรมอ่านรหัส QR Code ได้

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารเป็นกลุ่มของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ คน ขบวนการ
ฐานข้อมูลและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการจัดการกับข้อมูลและสารสนเทศ ช่วยให้ห้องค์กรบรรลุ

เป้าหมายได้โดยระบบสารสนเทศจะช่วยให้เห็นเพื่อการบริหารจะช่วยให้มองเห็นภาพรวมของ การปฏิบัติงานขององค์กร ทำให้สามารถควบคุม จัดการและวางแผนการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ระบบสารสนเทศของสถานศึกษา อาจประกอบด้วยระบบ สารสนเทศเพื่อการจัดการด้านต่าง ๆ เช่น ด้านวิชาการ ด้านบุคลากร ด้านงบประมาณ และ ด้านการบริหารทั่วไปของสถานศึกษา โดยแต่ละระบบต้องการข้อมูลข้อมูลที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยระบบย่อย ๆ ที่สนับสนุนการทำงานด้านนั้น ๆ ที่แตกต่างกันและยังให้ผลลัพธ์ของ ระบบที่แตกต่างกันอีกด้วย

ระบบสารสนเทศการจัดการ (Management Information System: MIS) เป็นระบบ บริหารที่ใช้สารสนเทศเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะรวมทั้งสารสนเทศจากภายใน และภายนอก สารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับองค์กรในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต (เย็น ภู่วรรณ, 2553; เอกชัย กี่สุขพันธ์ และคนอื่น ๆ, 2553; สุริยา หมดทึง, 2557; สุเมธ งามนก, 2558; Williams, Jamali, & Nicholas, 2006)

โดยผู้วิจัยได้นำองค์ความรู้จากการศึกษาหลักการแนวคิดทฤษฎีดังกล่าวมาสร้างกรอบ แนวคิดการวิจัย ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต และด้านผลลัพธ์ และในองค์ประกอบหลักแต่ละด้านมีองค์ประกอบย่อยดังนี้ 1) ด้านปัจจัยนำเข้า ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบย่อย 5 ด้าน คือ ด้านผู้บริหาร ด้านครู ด้านงบประมาณ ด้านสื่อวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการบริหารจัดการ 2) ด้านกระบวนการ ใช้กระบวนการ PDCA ในการศึกษาการดำเนินงานแต่ละขั้นของผู้บริหาร และของครูควบคู่กันไปดังนี้ คือ P = Plan การวางแผน D = Do การปฏิบัติ C = Check การตรวจสอบ A = Act การปรับปรุง 3) ด้านผลผลิต คือ ศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตของโรงเรียน ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ การเรียนรู้ของนักเรียน และ 4) ด้านผลลัพธ์ คือ ศึกษาเกี่ยวกับ ผลลัพธ์ที่เป็นความสำเร็จของโรงเรียน ประกอบด้วย การบริหาร ด้านครู และด้านนักเรียน



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research Methodology) มีขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่เข้าร่วมในการวิจัย จำนวน 405 คน ประกอบด้วย ผู้อำนวยการโรงเรียน หรือรองผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 81 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ จำนวน 81 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงานบุคคล จำนวน 81 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงบประมาณ จำนวน 81 คน

และหัวหน้ากลุ่มบริหารงานทั่วไป จำนวน 81 คน จากโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัด จำนวน 81 โรงเรียน ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของ Krejcie & Morgan และทำการสุ่มตามระดับชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) (สันติ บุญภิรมย์, 2557) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 348 คน ดังนี้ ผู้อำนวยการโรงเรียนหรือรองผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 70 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ จำนวน 71 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงานบุคคล จำนวน 68 คน, หัวหน้ากลุ่มบริหารงบประมาณ จำนวน 69 คน และหัวหน้ากลุ่มบริหารงานทั่วไป จำนวน 70 คน

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัด โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ซึ่งมี 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 แบบสอบถามองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน จำนวน 120 ข้อ ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในการดำเนินงาน คือ มากที่สุด (5 คะแนน) มาก (4 คะแนน) ปานกลาง (3 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) และน้อยที่สุด (1 คะแนน) แปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2557) ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50–5.00 หมายถึง ดำเนินงานมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.50–4.49 หมายถึง ดำเนินงานมาก ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง ดำเนินงานปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง ดำเนินงานน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00–1.49 หมายถึง ดำเนินงานน้อยที่สุด และแบบสอบถามผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์และคำถาม (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และค่าความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha) ของครอนบาค ด้วยการนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงก่อนนำแบบสอบถามไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ค่าความเชื่อมั่นที่ได้เท่ากับ 0.87

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยขอหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยจากวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา และจัดส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ จำนวน 81 โรงเรียน โดยแนบซองติดแสตมป์เพื่อส่งกลับคืนให้ผู้วิจัยและแนบคิวอาร์โค้ด (QR Code) เพื่อกดข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Google Form) กรณีที่ผู้ให้ข้อมูลไม่สะดวกในการส่งไปรษณีย์กลับคืนมา สามารถให้ข้อมูลผ่านระบบออนไลน์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ และข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัด โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้แนะนำตนเอง แจ้งวัตถุประสงค์การทำวิจัยและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริง และแจ้งกลุ่มตัวอย่างว่าในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลนี้เป็นความลับ ไม่มีการระบุชื่อ และรายงานการวิจัยจะเสนอผลโดยรวมและกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิในการปฏิเสธเข้าร่วมวิจัย



ผลการวิจัย

ผลการวิจัยขององค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมขององค์ประกอบหลักทั้ง 4 องค์ประกอบ และรายละเอียดขององค์ประกอบย่อยในแต่ละด้าน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบหลักของการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ

องค์ประกอบหลัก	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
			ระดับการดำเนินงาน
1. ปัจจัยนำเข้า (Input)	4.38	0.13	มาก
2. กระบวนการ (Process)	4.39	0.06	มาก
3. ผลผลิต (Output)	4.37	0.04	มาก
4. ผลลัพธ์ (Outcome)	4.16	0.01	มาก
เฉลี่ยรวม	4.33	0.11	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า องค์ประกอบหลักของการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.11) โดยองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านกระบวนการ (Process) ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.02) รองลงมาคือ ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.04) และองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านผลลัพธ์ (Outcome) ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.01)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านปัจจัยนำเข้า (Input)

องค์ประกอบหลักด้านปัจจัยนำเข้า	x̄	S.D.	การแปลผล
			ระดับการดำเนินงาน
1. องค์ประกอบย่อยด้านผู้บริหาร			
1) สมรรถนะเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการบริหารโรงเรียน	4.47	0.13	มาก
2) ภาวะผู้นำเชิงเทคโนโลยี	4.57	0.07	มากที่สุด
3) ความเป็นผู้นำทางเทคโนโลยีด้านวิชาการ	4.56	0.08	มากที่สุด
4) วิสัยทัศน์	4.61	0.10	มากที่สุด
5) การวางแผน	4.55	0.09	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.55	0.05	มากที่สุด
2. องค์ประกอบย่อยด้านครู			
1) ทักษะและบทบาทของครูด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.48	0.09	มาก
2) โครงสร้างองค์กร	4.25	0.14	มาก
3) วัฒนธรรมองค์กร	4.54	0.08	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.42	0.15	มาก
3. องค์ประกอบย่อยด้านงบประมาณ			
เฉลี่ยรวม	4.18	0.19	มาก
4. องค์ประกอบย่อยด้านสื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ			
1) ฮาร์ดแวร์	4.36	0.04	มาก
2) ซอฟต์แวร์	4.22	0.10	มาก
3) ระบบเครือข่าย	4.32	0.04	มาก
4) ระบบ MIS	4.50	0.04	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.35	0.12	มาก

องค์ประกอบหลักด้านปัจจัยนำเข้า	x̄	S.D.	การแปลผล
			ระดับการดำเนินงาน
5. องค์ประกอบย่อยด้านการบริหารจัดการ			
1) การบริหารนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.46	0.07	มาก
2) ใช้เทคโนโลยีในการบริหารงานบุคคล	4.23	0.12	มาก
3) ใช้เทคโนโลยีในการบริหารงานการเงินและพัสดุ	4.25	0.02	มาก
4) ใช้เทคโนโลยีในการบริหารงานวิชาการ	4.38	0.08	มาก
5) ใช้เทคโนโลยีในการบริหารงานทั่วไป	4.41	0.20	มาก
เฉลี่ยรวม	4.35	0.10	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า องค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) พบว่า องค์ประกอบย่อยด้านผู้บริหาร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.05) รองลงมา คือ ด้านครู ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.15) ส่วนองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านงบประมาณ ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.19)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยด้านผู้บริหาร พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ วิสัยทัศน์ ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.10) รองลงมาคือ ภาวะผู้นำเชิงเทคโนโลยี ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.07) รายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ สมรรถนะเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการบริหารโรงเรียน ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.13)

องค์ประกอบย่อยด้านครู พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านวัฒนธรรมองค์กร ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.08) รองลงมาคือ ทักษะและบทบาทของครูด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.09) รายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ โครงสร้างองค์กร ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.14)

และองค์ประกอบย่อยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดขององค์ประกอบหลักด้านปัจจัยนำเข้า (Input) พบว่า ด้านงบประมาณเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านกระบวนการ (Process)

องค์ประกอบหลักด้านกระบวนการ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
			ระดับการดำเนินงาน
1. การวางแผนบริหารนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.50	0.13	มากที่สุด
2. การวางแผนการจัดการเรียนการสอนหรือการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.38	0.07	มาก
3. การใช้เทคโนโลยีในการบริหารงาน	4.41	0.10	มาก
4. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.38	0.06	มาก
5. การนิเทศ การกำกับ การติดตาม	4.41	0.08	มาก
6. การรายงานผลการปฏิบัติงาน	4.30	0.00	มาก
7. การปรับปรุงกระบวนการบริหารนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.36	0.08	มาก
8. การปรับปรุงคุณลักษณะหรือสมรรถนะของครู	4.43	0.05	มาก
9. การพัฒนาวิชาชีพด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.34	0.08	มาก
10. การส่งเสริมนักเรียนใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.43	0.08	มาก
เฉลี่ยรวม	4.39	0.06	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า องค์ประกอบหลักของการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านกระบวนการ (Process) พบว่า โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.06) โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ การวางแผนบริหารนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.13) รองลงมาคือ การปรับปรุงคุณลักษณะหรือสมรรถนะของครู ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.05) และการส่งเสริมนักเรียนใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.08) ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ การรายงานผลการปฏิบัติงาน ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.00)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านผลผลิต (Output)

องค์ประกอบหลักด้านผลผลิต	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
			ระดับการดำเนินงาน
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	4.41	0.02	มาก
2. คุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21	4.33	0.13	มาก
3. ระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ	4.35	0.05	มาก
4. การเรียนรู้ของนักเรียน	4.39	0.10	มาก
เฉลี่ยรวม	4.37	0.04	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า องค์ประกอบหลักของการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านผลผลิต (Output) โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.04) โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.02) รองลงมาคือ การเรียนรู้ของนักเรียน ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.10) ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ คุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.13)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านผลลัพธ์ (Outcome)

องค์ประกอบหลักด้านผลผลิต	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
			ระดับการดำเนินงาน
1. การบริหาร	4.17	0.13	มาก
2. ครู	4.15	0.02	มาก
3. นักเรียน	4.15	0.04	มาก
เฉลี่ยรวม	4.16	0.01	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า องค์ประกอบหลักของการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ด้านผลลัพธ์ (Outcome) โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.01) โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือการบริหาร ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.13) และรองลงมาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ ครู ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.02) และนักเรียน ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.04) ตามลำดับ



อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน พบว่า มี 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ 1) ปัจจัยนำเข้า (Input) 2) กระบวนการ (Process) 3) ผลผลิต (Output) 4) ผลลัพธ์ (Outcome) องค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ด้านกระบวนการ รองลงมาคือ ด้านปัจจัยนำเข้าและด้านผลผลิต ส่วนองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านผลลัพธ์

จากผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบด้านกระบวนการ (Process) มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่ากระบวนการบริหารจัดการของโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดได้ดำเนินการโดยยึดตามหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและหลักการการบริหาร ตามที่สัมมา รรณิธย์ (2553) กล่าวว่า การบริหารการศึกษาจะให้เกิดประสิทธิภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้นั้น ผู้บริหารจะต้องมีหลักการการบริหาร ดังนี้คือ 1) การวางเป้าหมายและวัตถุประสงค์ชัดเจน 2) การวางแผนและนำเทคนิคในการบริหารงาน 3) การจัดโครงสร้างและวางระบบงาน 4) การใช้ทรัพยากรและค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่า 5) การใช้อำนาจในการสั่งการและควบคุม 6) การประเมินผลเพื่อปรับปรุงงาน เช่นเดียวกับหลักการบริหารของชาญชัย อาจินสมาจาร (2550) ที่กล่าวว่า หลักการบริหารสถานศึกษา สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ไว้ดังนี้ 1) การตั้งวัตถุประสงค์จะให้ทิศทางการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย 2) การวางแผนเป็นการเลือกแนวทางในการปฏิบัติงานจากแนวทางหลาย ๆ แนวทาง การวางแผนมีประโยชน์เพราะเป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการทำให้สำเร็จ การวางแผนจะช่วยประหยัดเวลาในการทำงานเพื่อประสิทธิภาพและประสิทธิผล 3) การจัดองค์กร ประกอบด้วย โครงสร้างของหน่วยงานและกระบวนการขององค์กรในฐานะเป็นโครงสร้าง เป็นรูปของความสัมพันธ์ การจัดองค์กรเป็นการกำหนดตำแหน่งของบุคลากรในการปฏิบัติงาน เช่น การมอบหมายงานและหน้าที่รับผิดชอบ การประสานงานและการผสมผสานกิจกรรมของทุกคน สอดคล้องกับ Fester & Kettl (1991) ที่กล่าวว่า การบริหาร เป็นการจัดการทำให้เกิดความสำเร็จและเห็นว่าการบริหารเป็นกระบวนการระดมความรู้ความสามารถที่ทำให้บุคลากรดำเนินการให้ไปสู่เป้าหมายได้ผลสำเร็จสูงสุด

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดได้มีการวางแผนในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหาร ตลอดจนถึงการปรับปรุงคุณลักษณะหรือสมรรถนะของครู การส่งเสริมนักเรียนใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ การใช้เทคโนโลยีในการบริหารงานและการนิเทศ การกำกับ การติดตาม ในการดำเนินงานของครูผู้สอนอย่างสม่ำเสมอ ด้วยระบบวงจรการบริหารงานคุณภาพ PDCA ได้แก่ Plan (วางแผน), Do (ใช้/ปฏิบัติ), Check (ตรวจสอบ) และ Act (ปรับปรุง/การดำเนินการให้เหมาะสม) โดย PDCA แต่ละขั้นเป็นกระบวนการของผู้บริหารและกระบวนการของครู ควบคู่กันไปในแต่ละขั้นตอน

ในการวางแผนบริหารนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นกระบวนการ Plan (วางแผน) ของผู้บริหาร โดยที่ผู้บริหารวางแผนให้ครูสามารถใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายให้กับผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงกฎหมาย คุณธรรมและจริยธรรม และผู้บริหารวางแผนพัฒนาข้อมูลสารสนเทศเพื่อพัฒนาระบบการบริหารจัดการด้านการศึกษาและด้านบริหารงานสถานศึกษาอย่างเป็นระบบ จะเห็นได้ว่าการวางแผนบริหารนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งที่สำคัญของผู้บริหารต้องดำเนินการวางแผนให้หน่วยงานได้มีทิศทางที่ดีในการปฏิบัติงานซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของครูและบุคลากรที่จะดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งการวางแผนที่ดีในทุก ๆ ด้านนั้น ล้วนเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของการเป็นผู้บริหารที่มีกระบวนการทำงานที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฐิตารีย์ วิสัยเลิศ (2554) ได้วิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของโรงเรียนในฝันจังหวัดกาฬสินธุ์ ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบสำคัญคือระบบบริหารจัดการ เป็นการนำเอาปัจจัยการบริหารจัดการ (4M's) 4 ด้าน คือ บุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ และการจัดการ โดยผ่านกระบวนการจัดการ 4 ประการ คือ การวางแผน การจัดองค์กร การเป็นผู้นำ การควบคุม รวมทั้งบทบาทหน้าที่ของผู้บริหาร 17 ประการ มาใช้ในการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของโรงเรียนในฝันทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) คุณภาพนักเรียน เป็นการพัฒนาความสามารถในการใช้ ICT ทำกิจกรรมการเรียนรู้ 2) กระบวนการจัดการศึกษาภายใน เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการและการจัดหลักสูตรกระบวนการเรียนรู้ 3) การเรียนรู้และพัฒนา เป็นการพัฒนาศักยภาพของผู้บริหาร ครูผู้รับผิดชอบงาน ICT และครูผู้สอน และ 4) งบประมาณและทรัพยากร เป็นการจัดหาโครงสร้างพื้นฐาน ปัจจัยและงบประมาณที่จำเป็น นอกจากนี้ยังมีบริบทโรงเรียนที่อธิบายถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ICT ที่มีคุณภาพ และทิศทางและเป้าหมายที่อธิบายถึงวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าประสงค์ ยุทธศาสตร์และแผนการพัฒนาระบบ ICT งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการจัดการที่สำคัญคือ การวางแผน ที่ผู้บริหารให้ความสำคัญในการกำหนดทิศทางการบริหารได้ตรงเป้าหมาย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Rosnarizah,

Amin, & Abdul (2008) ศึกษาวิจัยเรื่องนวัตกรรมการจัดการศึกษาและความเป็นผู้นำ: สมรรถนะที่ส่งผลกระทบต่อผู้นำของโรงเรียนมาเลเซีย ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมของระดับความสามารถในการบริหารของครูใหญ่ ผู้บริหารระดับสูงอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่เจ้าหน้าที่ในกระทรวงศึกษาธิการ เขตพื้นที่ประจำจังหวัด เขตพื้นที่ประจำอำเภอให้ความสำคัญกับอนาคตและความสามารถเชิงกลยุทธ์ การศึกษานี้ยังระบุถึงสมรรถนะผลกระทบที่ส่งผลกระทบต่อผู้นำของโรงเรียนมาเลเซีย คือ 1) การบริหารการเปลี่ยนแปลง 2) การยกระดับคุณภาพ 3) การบริหารจัดการ ICT 4) การตัดสินใจ 5) การแก้ปัญหา 6) ประสิทธิภาพของการบริหาร 7) การปรับปรุง 8) การเสริมสร้างศักยภาพ

ในส่วนของการปรับปรุงคุณลักษณะหรือสมรรถนะของครู ซึ่งเป็นกระบวนการ Act (ปรับปรุง/การดำเนินการให้เหมาะสม) ของครูนั้น ครูได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีการปลูกฝังหรือสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรม ความเป็นประชาธิปไตย ได้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และเหมาะสม อีกทั้งครูจัดบรรยากาศการเรียนรู้ มุมประสบการณ์ สื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข ปรับปรุงการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรและผลการประเมินการเรียนรู้อย่างสอดคล้องเชื่อมโยง ตลอดจนปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามบริบทของสถานศึกษา และปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน พัฒนาคุณภาพผู้เรียนโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการส่งเสริมนักเรียนใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยที่โรงเรียนส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการผลิตและนำเสนอผลงาน และส่งเสริมพัฒนาศักยภาพนักเรียนเป็นรายบุคคลและมีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากค้นหาความรู้โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นมากขึ้น จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงคุณลักษณะหรือสมรรถนะของครูที่ได้ปฏิบัติอย่างจริงจังและสม่ำเสมอ ส่งผลให้นักเรียนได้รับการสนับสนุนในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิทย์พร พิทักษา (2559) ได้วิจัยรูปแบบการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ขอบข่ายงานเทคโนโลยีสารสนเทศ องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ และองค์ประกอบที่ 3 คือการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ 1) การอบรมให้ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) การสร้างแรงจูงใจในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 3) การส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ 4) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในสถานศึกษา และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tondeur (2006) ได้ทำการวิจัย

เรื่องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในชั้นเรียน: ความท้าทายศักยภาพนโยบายการบริหารงาน
ของโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า นโยบายของโรงเรียนมีส่วนสำคัญต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
และการสื่อสารในโรงเรียน การวางแผนการให้การสนับสนุนและการฝึกอบรมมีความสำคัญ
ต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในห้องเรียน ข้อเสนอแนะการวิจัยพบว่า ในการ
พัฒนาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของโรงเรียน ควรมีการพัฒนาหรือปรับแผน
นโยบายอย่างต่อเนื่องจะทำให้การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ

ในส่วนของการใช้เทคโนโลยีในการบริหารงานและการนิเทศ การกำกับ การติดตาม
ในการดำเนินงานของครูผู้สอนอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นกระบวนการ Do (ใช้/ปฏิบัติ) และ Check
(ตรวจสอบ) ของผู้บริหาร โดยที่ผู้บริหารใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตติดต่อสื่อสารกับ
หน่วยงานต้นสังกัด และมีเว็บไซต์ของสถานศึกษาที่สามารถเข้าถึงได้ทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้บริหารใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศในการเก็บรวบรวม
วิเคราะห์ และแปลผลข้อมูล ประเมินการวัดผล ประเมินผลการเรียนการสอนของครู ประเมิน
ระบบการบริหารจัดการภายในสถานศึกษา และยังใช้ในการประสานงานการจัดการศึกษากับ
บุคคล ชุมชน องค์กร หน่วยงาน และสถาบันสังคมอื่น นอกจากนี้ผู้บริหารจัดให้มีระบบนิเทศ
กำกับ ติดตาม ประเมินผลการดำเนินงาน รวมถึงรายงานผลอย่างต่อเนื่อง และผู้บริหารประเมิน
ผลการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนและการทำงานในทุกกลุ่มงาน
อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaputa (1994) ได้ทำการศึกษานำ
ไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารงานในสถาบันการศึกษาชั้นสูง พบว่า วิทยาการ
คอมพิวเตอร์ช่วยต่อการบริหารงานที่เคยถูกปิดกั้นในความคล่องตัวของการบริหารงาน
ทั้งในสถาบันที่เป็นเครือข่ายสาขาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้ช่วยทราบข้อมูลทางด้านตัวเลข
การเงิน การงบประมาณ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังช่วยบันทึกและแสดง
ข้อมูลรายชื่อ ประวัติของนักศึกษา สามารถช่วยในการควบคุมความประพฤติของนักศึกษา
ให้อยู่ในระเบียบวินัยของสถาบันได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับงานวิจัยของ White (1986) ศึกษา
การใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน โดยออกแบบการใช้งานเกี่ยวกับกิจการนักเรียน
(Student Affairs) 15 รายการ การใช้ทั่วไป (General Application) 11 รายการ การเงิน
โรงเรียน (School Finance) 8 รายการ บุคลากรในโรงเรียน (School Personnel) 5 รายการ
วัสดุอุปกรณ์ (School Facilities) 4 รายการ ผลการวิจัยพบว่า มีการใช้ประโยชน์ 36 รายการ
จาก 43 รายการ ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า เมนเฟรม มินิ และไมโครคอมพิวเตอร์
มีประโยชน์ต่อการจัดการในโรงเรียน ข้อจำกัดในการใช้คอมพิวเตอร์คือ งบประมาณและ
คุณภาพของซอฟต์แวร์

และองค์ประกอบในด้านกระบวนการ (Process) นี้ยังมีรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือการรายงานผลการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นกระบวนการ Check (ตรวจสอบ) ของครู ซึ่งครูปฏิบัติตามเกณฑ์การประเมินการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงมีการประเมินคุณภาพ/สรุปและรายงานผลการพัฒนาครูผู้สอนในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีระบบเป็นประจำทุกปีส่วนใหญ่แล้วยังมีการดำเนินการไม่มากเมื่อเทียบกับภาพรวม หรือมีเพียงส่วนน้อยที่ประสบผลสำเร็จ อาจเป็นไปได้ว่าครูที่มีความสามารถในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ประกอบการเรียนการสอนมีไม่มาก หรือครูที่สูงวัยอาจจะไม่มีความรู้ความสามารถในด้านการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ จึงต้องเพิ่มการอบรมหรือพัฒนาการใช้เทคโนโลยีให้แก่กลุ่มคนเหล่านี้มากยิ่งขึ้น ดังแนวคิดทฤษฎีระบบที่เชื่อในหลักการความมีเหตุมีผลของสิ่งต่าง ๆ และทฤษฎีระบบไม่เชื่อว่าผลของสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเกิดจากสาเหตุเพียงสาเหตุเดียว แต่ทฤษฎีระบบเชื่อว่าปัญหาทางการบริหารที่เกิดขึ้นมักจะมีสาเหตุที่มากกว่าหนึ่งสาเหตุ ทฤษฎีระบบจะมองทุก ๆ อย่างในภาพรวมของทุกองค์ประกอบมากกว่าที่จะมองเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ (จันทราณี สงวนนาม, 2551) เช่นเดียวกับ Lunenburg & Alen (2000) เห็นว่าทฤษฎีระบบพื้นฐาน (Basic Systems Theory) ในการบริหารงานองค์กรมี 5 องค์ประกอบคือ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการเปลี่ยนแปลง ปัจจัยผลผลิต ข้อมูลย้อนกลับ สิ่งแวดล้อม ดังนั้นการสร้างกรอบสังกับให้ออกเป็นระบบเปิด (Open Systems) จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของทฤษฎีระบบ ซึ่งองค์การสถานศึกษาทั้งหมดเป็นองค์การระบบเปิด (Open Systems Organization)

ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดจากองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านผลลัพธ์ ซึ่งรายการที่ต่ำที่สุด คือ ครูและนักเรียน โดยที่โรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดได้บริหารจัดการโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่เกิดผลลัพธ์ที่เห็นชัดเจนในด้านครูและนักเรียน ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการวางแผนของผู้บริหารของแต่ละโรงเรียนที่ได้วิเคราะห์หรือวางแผนในการบริหาร ซึ่งถือเป็นหัวใจหลักสำคัญในการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาบริหารจัดการได้ถูกต้องตามแนวคิดทฤษฎีให้เกิดประสิทธิภาพย่อมเกิดผลดีต่อโรงเรียน ดังเช่นนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 นโยบายที่ 6 นโยบายด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษาเป็นนโยบายจุดเน้นที่สำคัญ เนื่องจากเป็นนโยบายที่กระจายอำนาจการจัดการศึกษาให้สถานศึกษา หรือกลุ่มสถานศึกษา มีความเป็นอิสระในการบริหารและจัดการศึกษาครอบคลุมทั้งด้านการบริหารงานวิชาการ ด้านการบริหารงบประมาณ ด้านการบริหารงานบุคคล และด้านการบริหารงานทั่วไป เพื่อให้สถานศึกษาสามารถจัดการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำเทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology เช่น Cloud Technology, Big Data Technology

และ Communication Technology เป็นต้น มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารงาน
ทั้งระบบ มีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ พร้อมทั้งปลูกฝังค่านิยมความซื่อสัตย์สุจริต ความมัธยัสถ์
และเปิดโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนได้
อย่างสะดวก รวดเร็ว (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562)



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยองค์การบริหารจัดการเรียนนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรม
และเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยนี้ได้้องค์การบริหารจัดการเรียนนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการเรียนนุบาลประจำจังหวัดตามบริบท หรือตามพื้นที่จังหวัดของตนเองได้
2. ผลการวิจัยนี้ สามารถนำข้อมูลไปปรับใช้กับโรงเรียนนุบาลประจำอำเภอหรือโรงเรียนประถมศึกษาที่มีขนาดใกล้เคียงกับโรงเรียนนุบาลประจำจังหวัด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยนี้ได้ค้นพบองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดของแต่ละด้าน ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดการศึกษา วิจัยหรือค้นคว้าในการทำวิจัยครั้งต่อไปได้อีก ดังนี้

1. ด้านปัจจัยนำเข้า มืองค์ประกอบย่อยด้านงบประมาณ ที่มีเพียงส่วนน้อยประสบผลสำเร็จในการได้รับงบประมาณจากการระดมทรัพยากรบุคคลภายนอกที่ไม่ใช่งบประมาณจากทางราชการ ซึ่งการจัดสรรงบประมาณเพื่อพัฒนาด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีก็เป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นควรศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยความสำเร็จจากการระดมทรัพยากรจากบุคคลภายนอก
2. ด้านกระบวนการ มืองค์ประกอบย่อยด้านการรายงานผลการปฏิบัติงาน ที่มีเพียงส่วนน้อยประสบผลสำเร็จ เพราะครูที่มีความสามารถในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนมีไม่มาก หรือครูที่สูงวัยอาจจะไม่มีความรู้ความสามารถในด้านการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ จึงควรศึกษาวิจัยหรือพัฒนาการใช้เทคโนโลยีให้แก่ครูทุกกลุ่มวัยให้มากยิ่งขึ้น
3. ด้านผลผลิต มืองค์ประกอบย่อยด้านคุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่มีเพียงส่วนน้อยประสบผลสำเร็จ ดังนั้นควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินคุณลักษณะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นประจำในทุกปีการศึกษา
4. ด้านผลลัพธ์ มืองค์ประกอบย่อยที่ด้านครูและนักเรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากัน ในด้านครู ค่าเฉลี่ยที่ได้น้อยที่สุดเกี่ยวข้องกับความสามารถในการใช้นวัตกรรมและ

เทคโนโลยีสารสนเทศในการปฏิบัติงานและจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งส่วนใหญ่เป็นครูสูงวัยที่ไม่มีทักษะในด้านนี้ ดังนั้นควรมีการวิจัย พัฒนาและประเมินความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของครูอยู่เป็นประจำ เพื่อให้เกิดทักษะและนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การวางแผนของผู้บริหารเป็นสำคัญ ส่วนด้านนักเรียน ค่าเฉลี่ยที่ได้น้อยที่สุดเกี่ยวข้องกับการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการพัฒนาตนเอง ซึ่งไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยความสำเร็จในการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโรงเรียน



กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยองค์ประกอบการบริหารโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดโดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ครั้งนี้สำเร็จได้โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดาวัลย์ อุ่ณก่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันติ บุรณะชาติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน กันมา ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำงานครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ มีสุวรรณ ดร.วรรณกร พรประเสริฐ ดร.ธวัช ชุมชอบ ดร.พรจรรย์ พัชรหมณี และ ดร.สมภาพร ลีภัยรัตน์ ที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจสอบเครื่องมือและให้คำแนะนำ คำปรึกษาต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือ ในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และให้ความช่วยเหลือในการทำงานเก็บข้อมูลครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษา
แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2557). *แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร*. (ฉบับที่ 3). ของประเทศไทย พ.ศ. 2557–2561.
- จอมพงศ์ มงคลวนิช. (2556). *การบริหารองค์การและบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วี. พรีนซ์.
- จันทร์านิ สงวนนาม. (2551). *ทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการบริหารสถานศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บั๊คพอยท์.
- ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2550). *ทักษะภาวะผู้นำ*. กรุงเทพฯ: มัลติอินฟอร์เมชันเทคโนโลยี.

- ฐิตารีย์ วิลัยเลิศ. (2554). รูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของโรงเรียน
ในผืนจังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต สาขาการบริหารการจัดการ
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์. (2559). เกม: นวัตกรรมเพื่อการศึกษาเชิงสร้างสรรค์.
วารสารร่มพญักษ์ มหาวิทยาลัยเกริก.
- ถวัลย์ ทองมี. (2555). การพัฒนารูปแบบองค์กรแห่งการเรียนรู้ของโรงเรียนอนุบาลประจำ
จังหวัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต สาขาวิชาสหวิทยาการเพื่อการพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- พรพรณิ ลีกิจวัฒน์. (2557). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธีระ รุญเจริญ. (2553). การบริหารโรงเรียนยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: ธนาเพลส.
- นพพงษ์ บุญจิตราดุลย์. (2557). หลักการหลักการและทฤษฎีการบริหารการศึกษา = *Principles
and Theories in Educational Administration*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
ธีรณสาร.
- ประภาพรณ รักเลี้ยง. (2556). หลักทฤษฎีและปฏิบัติการบริหารการศึกษา. พิษณุโลก: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยพิษณุโลก.
- พนิดา พานิชกุล. (2552). เทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- ยีน ฌูว์รเวอร์. (2553). ไอซีทีเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วิไลพร พิทักษา. (2559). รูปแบบการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศในสถานศึกษา
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6. ปรัชญาคุุณบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ท กรุงเทพ.
- สันติ บุญภิรมย์. (2557). การวิจัยทางการศึกษาและการวิจัยทางการบริหารการศึกษา:
Research in Education and Research in Educational Administration.
กรุงเทพฯ: ทริปปี้ล เอ็ดดูเคชั่น.
- สัมมา รณิธย์. (2553). หลักทฤษฎีและปฏิบัติการบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการ
ศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 OBEC'S POLICY 2020. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุเมธ งามกนก. (2558). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อศักยภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
ของครูในการบริหารสถานศึกษาในภาคตะวันออก. ศูนย์นวัตกรรมการบริหารและ
ผู้นำทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

- สุริยา หมดทั้ง. (2557). *ยุทธศาสตร์การพัฒนาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของผู้บริหารโรงเรียนในเขตพัฒนาพิเศษเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อธิปัตย์ คลีสุนทร. (2555). *สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 7 รอบ 5 ธันวาคม 2554*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.
- อนล สานประดิษฐ์. (2558). *เอกสารประกอบการสอน วิชานวัตกรรมการศึกษา*. คณะครุศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- เอกชัย กี่สุขพันธ์ และคนอื่น ๆ. (2553). *การนำองค์การและเทคโนโลยีการบริหารการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2551). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Fester J. W. & Kettl, D. F. (1991). *The Politics of the Administrative Process*. New Jersey: Chatham House.
- Hoy, W. K. & Miskel, C. G. (2001). *Education and Administration Theory, Research and Practice*. New York: McGraw Hill.
- Kaputa, D. M. (1994). How have the Applications of Computers Affected the Administration of Higher Education. *Dissertation Abstracts International*, 55(06), 1436-A; December.
- Lunenburg, F. C. & Alen, C. O. (2000). *Educational Administration Concepts and Practices*. (3rd Edition). Belmont, California: Wadsworth/Thomson Learning.
- Reinhartz, J. & Beach, D. (2004). *Educational Leadership: Changing Schools, Changing Roles*. Boston, MA: Pearson.
- Rosnarizah, A. H., Amin, S., & Abdul, R. M. (2008). *Innovation in Educational Management and Leadership: High Impact Competency for Malaysian School Leaders*. Institute Aminuddin Baki, Malaysia.
- The Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: Kurusapa Ladprao Publishing.
- Tondeur, J. (2006). *Teacher Professional Development for Online Blended Learning in Adult Education and Training*.

- White, R. V. (1986). *Teaching Written English*. Great Britain: George Allen and Unwin.
- Whittaker, B. (1999). What Went Wrong? Unsuccessful Information Technology Projects. *Information Management & Computer Security*, 7(1), 23–29. MCB University Press.
- Williams, P., Jamali, H. R., & Nicholas, D. (2006). Using ICT with People with Special Education Needs: What the Literature Tell Us Nicholas Oilton ICT and Productivity Growth in the United Kingdom. *Dissertation Abstracts International*, 35(4), 4771–B.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การออกแบบนวัตกรรมการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ
สำหรับฟาร์มสุกร บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่
AN INNOVATION DESIGN OF HYDROGEN SULFIDE REMOVAL FROM
BIOGAS FOR SWINE FARMS IN BOONJAM VILLAGE, RONGKWANG
DISTRICT, PHRAE PROVINCE

วันที่รับ: 19 เมษายน 2564

วันที่แก้ไข: 11 พฤษภาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 27 พฤษภาคม 2564

วิทวัส อาจสุธรรม¹, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์¹, นพรัตน์ วงศ์มุต¹,
ลือ เกิดสาย², กมลสร ลีสมมุติ¹ และ เจษฎา มิ่งฉาย^{1*}
Wittawat Artsudham¹, Panuwat Phormjun¹,
Nopparat Wongmud¹, Lue Kertsai²,
Kamonsorn Limsommut¹ and Chedsada Mingchai^{1*}

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อำเภอมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

¹Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

²วิสาหกิจชุมชนคนรักพลังงานบ้านห้วยบง อำเภอมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

²Huay Bong Energy Conversation Community Enterprise, Uttaradit 53000

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



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร และ 2) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ วิธีดำเนินงานโดยการจัดอบรมให้ความรู้ ออกแบบ และติดตั้งชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 60 ราย วัดประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และเก็บข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรม ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพก่อนการกำจัดอยู่ในช่วง 6,890–9,190 ppm และเมื่อผ่านกระบวนการกำจัดแล้วลดลงเหลือน้อยกว่า 10 ppm โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่าร้อยละ 99 นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานพบว่า ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษาส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกร นอกจากนั้นผู้ให้ข้อมูลให้การยอมรับในภาพรวมต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมในระดับมากที่สุด (4.53) โดยมีน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยรายด้าน คือ ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม (4.59) ความสามารถในการทดลองใช้ (4.57) ผลประโยชน์

ที่ได้จากนวัตกรรม (4.55) ความไม่ยุ่งยากซับซ้อน (4.48) และการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน (4.48) ตามลำดับ ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ คือ คำนวณปริมาณสารกำจัดที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และจำนวนชั่วโมงใช้งาน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพโดยการใช้สารกำจัดมีค่า pH มากกว่า 8

คำสำคัญ: ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์, ก๊าซชีวภาพ, การยอมรับนวัตกรรม



Abstract

This research study aimed to 1) carry out a design, an installation, and an efficiency test of a hydrogen sulfide removal system from biogas for swine farms, and 2) examine demographic information and characteristics of the removal innovation. The study was conducted through educational training, design, and installation of the hydrogen sulfide removal system with the target group of 60 people. The removal innovation was tested for its efficiency, and opinions toward the innovation characteristics were collected. The results showed that the concentration of hydrogen sulfide in biogas before removal ranged between 6,890–9,190 ppm and was decreased to less than 10 ppm after the removal process, showing a removal efficiency of 99%. The demographic information showed that most of the subjects were female, with average age of 52 years, with primary education, and with agriculture occupation. In addition, the overall acceptance of the innovation was at the highest level (4.53). Regarding each dimension, compatibility gained the mean score of 4.59, whereas trialability, relative advantage, less complexity and observability showed 4.57, 4.55, 4.48 and 4.48 respectively. For application, a proper proportion of removal agents should be prepared to correspond to the concentration of hydrogen sulfide and operational time. In addition, removal agents with a pH of greater than 8 are recommended for higher efficiency.

Keywords: Hydrogen Sulfide Removal System, Biogas, Innovation Adoption

บทนำ

บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ เป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีการบริการสาธารณะด้านพลังงานทางเลือกให้กับครัวเรือน โดยฟาร์มสุกรได้จัดทำระบบบ่อบำบัดก๊าซชีวภาพ ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร และต่อท่อก๊าซชีวภาพไป 178 จุดใช้งาน ประกอบด้วย ครัวเรือน วัด โรงเรียน ร้านค้าชุมชน โรงแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ฯลฯ ใช้งานได้ในช่วงเวลา 04.00–08.00 น. และ 16.00–20.00 น. โดยชุมชนมีการเก็บค่าบริการเดือนละ 50 บาท เพื่อใช้ในการดูแลและซ่อมแซมระบบ อย่างไรก็ตามผู้ใช้งานได้สะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรว่า มีปัญหาเรื่องกลิ่นของก๊าซที่รุนแรงมากเหม็น แสบจมูก แสบคอ และมีอาการไอ นอกจากนั้นส่งผลให้หัวเตาหุงต้มสุกก่อน หลังกาลังกะสืบริเวณห้องครัวสุกก่อนเร็วกว่าปกติ จากประเด็นดังกล่าว ทำให้คนในชุมชนขาดความมั่นใจและความปลอดภัยในการใช้งานในพลังงานทางเลือกประเภทนี้ รวมทั้งขาดข้อมูลการเข้าถึงนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีสำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้รับโจทย์ดังกล่าวจากบ้านบุญแจ่มและออกแบบการทำงานโดยการลงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ประเด็นโจทย์ โดยพบว่าสาเหตุเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide: H_2S) หรือก๊าซไข่เน่าในก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร และจากการตรวจวัดพบว่ามีค่าความเข้มข้นของก๊าซ H_2S สูงถึง 9,730 ppm (วิฑูรย์ อากาศธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุด, กมลสร ลิ้มสมมุติ, และ เจษฎา มิ่งฉาย, 2563) โดยมาตรฐานความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ที่กำหนดโดย OSHA (Occupational Safety and Health Administration, 1972) ช่วงระยะการสัมผัส 8 ชั่วโมง คือความเข้มข้นต้องมีค่าไม่เกิน 10 ppm ส่วนระยะการสัมผัส 1 ชั่วโมงขึ้นไป ต้องมีความเข้มข้นไม่เกิน 300 ppm การสัมผัสกับก๊าซ H_2S ที่มีค่าความเข้มข้นสูงกว่า 600 ppm เพียงในเวลา 30 นาที ก็อาจทำให้เสียชีวิตได้ ส่วนมาตรฐานของก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ในเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (Electric power generator) คือจะต้องมีก๊าซ H_2S ปนเปื้อนอยู่ไม่เกิน 100–200 ppm (เจษฎา มิ่งฉาย และคนอื่นๆ, 2558)

ทั้งนี้กระบวนการกำจัดก๊าซ H_2S ที่นิยมใช้ในระดับชุมชนหรือเกษตรกรรายย่อย คือการกำจัดแบบแห้ง (Adsorption) โดยใช้หลักการของการใช้สารดูดซับ ซึ่งก๊าซ H_2S จะถูกจับในรูพรุน (Pore) ของสารดูดซับ หรืออาจเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ กระบวนการดูดซับด้วยสารในรูปของแข็งนั้น จะประกอบไปด้วยท่อ PVC มีลักษณะเป็นคอลัมน์ ภายในบรรจุไว้ด้วยสารดูดซับ (Packed bed) การไหลของก๊าซจะบังคับให้ก๊าซไหลลง (Downflow) ในประเทศไทยนิยมใช้ฝอยเหล็กที่เป็นสนิมจะดูดซับและเกิดปฏิกิริยา (ถ้าสารดูดซับมีความชื้นและค่า pH มากกว่า 7 ขึ้นไป จะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ดี) แต่ถ้าเป็นสารดูดซับพวก Zeolite และ Activated carbon

จะเป็นแต่เพียงจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ไว้ในรูปพูนเท่านั้น และเมื่อมีการจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จนอิ่มตัวแล้ว จะต้องมีการเปลี่ยนสารดูดซับใหม่ แล้วนำสารดูดซับที่อิ่มตัวแล้วไปฟื้นฟูสภาพ (Regenerate) ด้วยอากาศและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ทางคณะเกษตรศาสตร์ จึงได้ดำเนินการออกแบบกรอบในการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพที่จุดใช้งานในครัวเรือน ด้วยการต่อยอดผลการวิจัยที่ใช้สนิมเหล็กจากระบบประปาบาดาลมาเป็นสารกำจัดก๊าซ H_2S ในลักษณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate technology) เพื่อแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านทางโครงการยุทธศาสตร์เสริมสร้างพลังทางสังคม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ตามกรอบยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ภายใต้ชื่อโครงการอาสาประชารัฐ (มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 2562) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อยกระดับและแก้ไขปัญหาชุมชนด้านเกษตร สังคม ท้องเที่ยว ฯลฯ ในพื้นที่ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ภายใต้ความเชี่ยวชาญตามศาสตร์ อัตลักษณ์ของบัณฑิต เอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัย และบูรณาการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรออกแบบการทำงานร่วมระหว่างนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา และชุมชน



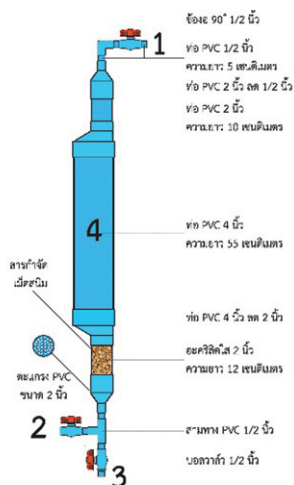
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร
2. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ



วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและประกอบชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร โดยประยุกต์ผลการวิจัยชุดกำจัดก๊าซ H_2S ที่มีประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S ได้ร้อยละ 94–99 (ไม่เกิน 3,000 ppm) และรองรับการใช้งานก๊าซชีวภาพ 5–6 ชั่วโมงต่อวัน (Chedsada, Sriprai, Suttirat, & Soiratda, 2019) โดยนำมาปรับเพื่อใช้งานก๊าซชีวภาพที่มีความเข้มข้นก๊าซ H_2S ไม่เกิน 10,000 ppm การใช้งาน 6–8 ชั่วโมงต่อวัน โดยการออกแบบประกอบด้วย ตัวคอลัมน์ใช้ท่อ PVC ขนาดความกว้าง 4 นิ้ว ความยาว 55 เซนติเมตร และบรรจุเหล็กออกไซด์ที่เป็นสารกำจัด 4 กิโลกรัม มีทางเข้าของก๊าซชีวภาพ (หมายเลข 1) ทางออกของก๊าซชีวภาพเพื่อการใช้งาน (หมายเลข 2) และจุดระบายน้ำ (หมายเลข 3) ลักษณะการไหลของก๊าซจะบังคับให้ก๊าซไหลลง (Downflow) ผ่านสารกำจัดที่อยู่ในคอลัมน์ (หมายเลข 4) ดังรูปที่ 1



(a)



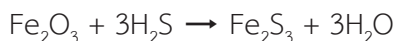
(b)

รูปที่ 1 แสดง (a) การออกแบบนวัตกรรม และ (b) นวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
ในก๊าซชีวภาพ

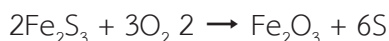
สำหรับเทคโนโลยีกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติในทางนี้
ใช้สนิมเหล็ก (Fe_2O_3) ที่มีลักษณะผงสีส้ม¹ เป็นของเสียที่เหลือทิ้งจากระบบประปาบาดาล
อำเภอมือง จังหวัดอุดรธานี มาพัฒนาเป็นสารกำจัดก๊าซ H_2S ² โดยใช้ผลงานวิจัยของเจษฎา
มิ่งฉาย และคนอื่นๆ (2558) และเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนกระบวนการขึ้นรูปวัสดุและสร้าง
สภาวะเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยการใช้ น้ำต่างจากธรรมชาติที่มีค่า pH 12 มาเป็นตัวประสานและ
ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารกำจัด โดยคุณสมบัติของสารกำจัดสามารถคืนสภาพ
(regenerate) จากองค์ประกอบเหล็กซัลไฟด์ (Fe_2S_3) กลับมาเป็นเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) ได้
ตามเดิมโดยการเปิดให้อากาศ (O_2) ผ่านระบบ ดังสมการ (1) และ (2)

- 1 สนิมเหล็กจากกระบวนการประปาบาดาล มีองค์ประกอบธาตุ 16 ธาตุ ประกอบด้วย Iron (Fe), Silicon (Si), Aluminum (Al), Phosphorus (P), Calcium (Ca), Potassium (K), Manganese (Mn), Magnesium (Mg), Barium (Ba), Titanium (Ti), Sodium (Na), Sulphur (S), Zinc (Zn), Lead (Pb), Strontium (Sr) และ Zirconium (Zr) ตามลำดับ ทั้งนี้มีธาตุเหล็ก (Fe) ที่อยู่ในรูปของสารประกอบเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) มีความเข้มข้น 65.51 เปอร์เซ็นต์ (วิฑูรย์ อางสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุต, กมลสร ลิ้มสมมุติ, และ เจษฎา มิ่งฉาย, 2563)
- 2 คุณสมบัติของผงสนิมเหล็ก ประกอบด้วย พื้นที่ผิวจำเพาะ $238.72 \text{ m}^2/\text{g}$ (Bet C-constant 51.33) ปริมาตรรูพรุน 0.4106 cc./g รัศมีเฉลี่ยของรูพรุน $34.40 \text{ \AA}$ และรูพรุนมีขนาดรัศมีเล็กกว่า $1,173.9 \text{ \AA}$ (ภูรินล มิ่งฉาย, วิฑูรย์ อางสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, และ นพรัตน์ วงศ์มุต, 2563)

- (1) ปฏิกิริยาเคมีการจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์



- (2) ปฏิกิริยาเคมีการฟื้นฟูสภาพด้วยอากาศ



ในด้านการติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำจัดก๊าซ H_2S ได้จัดฝึกอบรมเพื่อการใช้งาน ดูแล รักษา และซ่อมบำรุง จำนวน 2 รุ่น โดยรุ่นที่ 1 เป็นแกนนำของแต่ละคุ้มชุมชน รวม 10 คน และรุ่นที่ 2 ผู้ใช้งาน จำนวน 51 คน จากนั้นดำเนินการติดตั้งชุดกำจัดก๊าซ H_2S จำนวน 60 ชุด และเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S จำนวน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 เดือน โดยใช้เครื่อง Biogas Analyzer Portable รุ่น GFM 130 ของบริษัท Gas Data Limited ประเทศสหราชอาณาจักร

สำหรับการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมของชุดกำจัดก๊าซ H_2S ของผู้ใช้นวัตกรรม โดยคุณลักษณะของนวัตกรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการโน้มน้าวจิตใจ (Persuasion) ให้เกิดการยอมรับ ตามแนวคิดของโรเจอร์ส (Rogers, 2003) ในด้านผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม (Relative advantage) ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม (Compatibility) ความยุ่งยากซับซ้อน (Complexity) ความสามารถในการทดลองใช้ (Trialability) และการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน (Observability) ตามลำดับ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์กับหัวหน้าครัวเรือน จำนวน 60 ราย ที่ใช้งานชุดกำจัดก๊าซ H_2S มาแล้วอย่างน้อย 3 เดือน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ มีผู้ให้ข้อมูลจำนวน 51 ราย คิดเป็นร้อยละ 85 แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา นำเสนอข้อมูลด้วยคำร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการออกแบบนวัตกรรมการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ ตามกรอบยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น (โครงการอาสาประชารัฐ) นำเสนอผลดังนี้

1. การติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร โดยกลไกการทำงานร่วมของนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา และชุมชน

1.1 การสร้างกระบวนการเรียนรู้ในนวัตกรรมโดยนักศึกษาออกแบบและประกอบชุดกำจัดก๊าซ H_2S ภายใต้หลักการทางวิทยาศาสตร์เกษตร ดำเนินการฝึกอบรมหลักการใช้งาน การติดตั้ง การซ่อมบำรุงและการดูแลรักษา และดำเนินการติดตั้งชุดกำจัดก๊าซ H_2S ร่วมกับชุมชน จำนวน 60 จุดการใช้งาน (รูปที่ 2-3)



รูปที่ 2 แสดง (a) การฝึกอบรมการใช้งาน (b) การติดตั้ง และ (c) การซ่อมบำรุง ดูแลรักษา ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ

1.2 การวัดประสิทธิภาพของนวัตกรรม ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 1) พบว่า จากการเก็บข้อมูลการตรวจวัดใน 6 จุด ผู้ใช้งานรวม 60 รายนั้น ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพก่อนการกำจัดอยู่ในช่วง 6,890–9,190 ppm และเมื่อผ่านชุดกำจัดก๊าซ H_2S แล้ว ทุกจุดการตรวจวัดมีค่าก๊าซ H_2S น้อยกว่า 10 ppm หรือมีประสิทธิภาพการกำจัดร้อยละ 99.86

ตารางที่ 1 ข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ

การตรวจวัด	ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S (ppm)		ประสิทธิภาพ
	ก่อนกำจัด	หลังกำจัด	การกำจัด (%)
จุดที่ 1 (15 ผู้ใช้งาน)	9,190 ± 230	< 10	99.89 ± 0.03
จุดที่ 2 (6 ผู้ใช้งาน)	7,630 ± 110	< 10	99.86 ± 0.01
จุดที่ 3 (9 ผู้ใช้งาน)	7,450 ± 330	< 10	99.86 ± 0.03
จุดที่ 4 (3 ผู้ใช้งาน)	7,630 ± 190	< 10	99.86 ± 0.02
จุดที่ 5 (16 ผู้ใช้งาน)	7,570 ± 140	< 10	99.86 ± 0.01
จุดที่ 6 (11 ผู้ใช้งาน)	6,890 ± 130	< 10	99.85 ± 0.01
รวม 60 ผู้ใช้งาน	6,890–9,190 ± 130–330	< 10	99.86 ± 0.01



(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 3 แสดง (a) การวัดประสิทธิภาพของนวัตกรรม (b) การตรวจสอบแผนที่มีการติดตั้ง
(c) การสัมภาษณ์ผู้ใช้งานนวัตกรรม และ (d) การคืนข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัด
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

2. ข้อมูลพื้นฐานและความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซ H_2S จากผลวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 52.95 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 52 ปี อายุน้อยที่สุด 33 ปี และอายุมากที่สุดคือ 80 ปี ทางด้านระดับการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาประถมศึกษา (ร้อยละ 52.94) และผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78.43) ประกอบอาชีพเกษตรกร รองลงมาเป็นธุรกิจส่วนตัว พนักงานบริษัทเอกชน พ่อบ้านแม่บ้าน ฯลฯ ตามลำดับ

ทั้งนี้ ก่อนหน้าที่มีการใช้งานก๊าซชีวภาพในชุมชนนั้น ผู้ให้ข้อมูลมีการใช้พลังงานในครัวเรือนด้วยกัน 2 ประเภท คือ การใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) และการใช้ไม้ฟืน/ถ่าน จากข้อมูลทีวิเคราะห์ได้ ผู้ให้ข้อมูลครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 58.82) มีการใช้ก๊าซหุงต้ม 1 ถัง ต่อระยะเวลา 1 เดือน ส่วนผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 39.22 ใช้ก๊าซหุงต้ม 1 ถัง ในระยะเวลา 2-3 เดือน ตามลำดับ ส่วนการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านนั้นพบว่า ผู้ให้ข้อมูลเกินกว่าครึ่ง (ร้อยละ 60.78) ระบุว่าไม่ได้ใช้ มีส่วนผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 21.57 มีการใช้งานไม้ฟืนหรือถ่าน 11-30 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายในการดำรงชีพ (ตารางที่ 2)

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพในครัวเรือนต่อวัน (ตารางที่ 3) แบ่งการใช้งานเป็นช่วงเช้าและช่วงเย็นพบว่า ในช่วงเช้าผู้ให้ข้อมูลกึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 58.82) มีการใช้งานก๊าซชีวภาพน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ร้อยละ 37.26 ใช้งานก๊าซชีวภาพ 1–2 ชั่วโมง และผู้ให้ข้อมูลเพียงร้อยละ 3.92 ใช้งานก๊าซชีวภาพ 3–4 ชั่วโมง สำหรับในช่วงเย็นนั้นผู้ให้ข้อมูลกึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 52.94) ใช้งานก๊าซชีวภาพน้อยกว่า 1 ชั่วโมง โดยที่มีการใช้งานก๊าซชีวภาพ 1–2 ชั่วโมง ร้อยละ 41.18 และมีผู้ให้ข้อมูลเพียงร้อยละ 3.92 ใช้งานก๊าซชีวภาพ 3–4 ชั่วโมง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ข้อมูลการใช้พลังงานในครัวเรือนก่อนติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ

ปริมาณ/ระยะเวลา	จำนวน	ร้อยละ
ก๊าซหุงต้ม (LPG)*		
1 ถัง ต่อ 1 เดือน	30	58.82
1 ถัง ต่อ 2 เดือน	6	11.77
1 ถัง ต่อ 3 เดือน	14	27.45
ไม่ได้ใช้	1	1.96
ไม้ฟืน/ถ่าน**		
น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อเดือน	6	11.77
11–30 กิโลกรัมต่อเดือน	11	21.57
มากกว่า 30 กิโลกรัมต่อเดือน	3	5.88
ไม่ได้ใช้	31	60.78

* ก๊าซหุงต้ม (LPG) 1 ถัง ขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม ราคา ณ พื้นที่ 400–450 บาท (พฤศจิกายน 2563)

** ไม้ฟืน/ถ่าน บรรจุ 1 กระสอบ เทียบเท่า 10–15 กิโลกรัม ราคา ณ พื้นที่ 80–120 บาท (พฤศจิกายน 2563)

ตารางที่ 3 ข้อมูลการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพในครัวเรือนต่อวัน*

ปริมาณ/ระยะเวลา	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเช้า (04.00–08.00 น.)		
น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	30	58.82
1–2 ชั่วโมง	19	37.26
3–4 ชั่วโมง	2	3.92
ช่วงเย็น (16.00–20.00 น.)		
น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	27	52.94
1–2 ชั่วโมง	21	41.18
3–4 ชั่วโมง	2	3.92
ไม่ได้ใช้งาน	1	1.96

* เปิดให้บริการสาธารณะด้านพลังงาน 2 ช่วงเวลา/วัน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ตารางที่ 4) พบว่า ผู้ให้ข้อมูลยอมรับต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมทั้ง 5 ด้าน ในระดับมากที่สุด (4.53) เมื่อพิจารณาคุณลักษณะเป็นรายด้าน เรียงลำดับน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ด้านคุณลักษณะด้านความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม (4.59) รองลงมา ด้านความสามารถในการทดลองใช้ (4.57) ด้านผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม (4.55) ด้านความไม่ยุ่งยากซับซ้อน (4.48) และด้านการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน (4.48) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

คุณลักษณะของนวัตกรรม	ความคิดเห็น	
	น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย*	S.D.
1. ผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม	4.55	0.65
2. ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม	4.59	0.61
3. ความไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.48	0.73
4. ความสามารถในการทดลองใช้	4.57	0.73
5. การสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน	4.48	0.56
รวม 5 ด้าน 20 ข้อคำถาม	4.53	0.65

* น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง ผู้ให้ข้อมูลยอมรับคุณลักษณะของนวัตกรรมในระดับมากที่สุด

โดยประเด็นข้อคำถามย่อยที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรม มีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้ ด้านแรก ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม ผู้ให้ข้อมูลระบุว่า สามารถติดตั้งชุดกำจัดก๊าซ H_2S ร่วมกับระบบท่อก๊าซชีวภาพในครัวเรือนที่มีอยู่เดิมได้ ติดตั้งในบริเวณบ้านที่สะดวกในการใช้งาน และสามารถหาวัสดุมาซ่อมบำรุงได้ด้วยความรู้และทักษะของผู้ใช้งานและช่างในชุมชน ขณะที่ด้านความสามารถในการทดลองใช้ ผู้ให้ข้อมูลระบุว่า สามารถทดลองใช้แล้วแก้ปัญหาจากกลิ่นเหม็นรุนแรงได้จริง และเมื่อผ่านไป 1-2 เดือนพบว่าแก้ปัญหาการผุของหลังคาห้องครัวได้ชัดเจน และสารกำจัดก๊าซ H_2S สามารถคืนสภาพและนำกลับมาใช้งานซ้ำได้จริง ส่วนด้านผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรมนั้น ชุดกำจัดก๊าซ H_2S ช่วยลดอันตรายต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นกับคนในครอบครัวทำให้มั่นใจในการใช้ก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร นอกจากนั้นยังช่วยทำให้อากาศในบริเวณบ้านดีขึ้น ส่วนด้านความไม่ยุ่งยากซับซ้อนนั้น ผู้ให้ข้อมูลสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ มีการทดลองคืนสภาพสารกำจัดด้วยตัวเอง และสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากทั้งกลิ่น ควน ความร้อน และภาชนะที่ใช้ ดูแลการเปิด-ปิดวาล์วใช้งาน การระบายน้ำ การประกอบชุดได้ทั้งหมด และด้านการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจนนั้น ชุดกำจัดก๊าซ H_2S ทำให้หมดปัญหาการระคายเคืองจมูก แสบตา แสบจมูก ได้ทันที ที่สำคัญคือประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อถังแก๊สใหม่ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการซื้อแก๊สถัง (LPG) ฟืนและถ่านได้จริง ครอบครัวมีมั่นใจในความสะอาดของก๊าซชีวภาพ พร้อมทั้งจะใช้งานต่อเนื่อง และพร้อมซื้อสารกำจัดก๊าซ H_2S มาใช้งานด้วยตัวเอง ตามลำดับ



อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย การออกแบบชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพเพื่อรองรับความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ในปริมาณ 10,000 ppm โดยใช้คอลัมน์ความกว้าง 4 นิ้ว ความยาว 55 เซนติเมตร เพื่อบรรจุสารกำจัดปริมาณ 4 กิโลกรัม สำหรับสารกำจัดก๊าซ H_2S ได้สร้างสภาวะเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยใช้น้ำต่างเป็นตัวประสานการขึ้นรูปสารกำจัด ให้มีค่า pH มากกว่า 8 เพราะปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical reaction) ภายใต้เงื่อนไขนี้ จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S สูง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553; ภูรินล มิ่งฉาย, วิทวัส อาจสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, และ นพรัตน์ วงศ์มุต, 2563) ขณะที่ผลการศึกษาครั้งนี้ที่มีประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S ร้อยละ 99.86 ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการกำจัดด้วยสนิมจากฝอยเหล็กที่มีประสิทธิภาพที่ 50-69 เปอร์เซ็นต์ (สุชน ตั้งทวีพิพัฒน์ และคนอื่น ๆ, 2555) และ 70.22 เปอร์เซ็นต์ (วงศ์วิวรรธ หนูศิลป์ และ สุนันทา เลาว์ณยศศิริ, 2555) ตามลำดับ

นอกจากนั้น ความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพ ประเด็นที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้ใช้นวัตกรรม คือ การแก้ปัญหาเรื่องสุขภาพของ

ผู้ใช้ก๊าซชีวภาพจากก๊าซ H_2S และความเสียหายที่เกิดจากการผุของถังของถังเก็บบริเวณหลังคา ซึ่งนวัตกรรมนี้พิสูจน์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ผลการวัดความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ส่งผลให้ไม่เกิดกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่เป็นอันตรายในการกัดกร่อนโลหะ (เกวลิ้น ปฐมระวี, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเจษฎา มิ่งฉาย และคนอื่น ๆ (2558) ที่ระบุถึงความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม และผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม เป็นสิ่งสำคัญต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมที่ผู้ใช้อยอมรับนวัตกรรมนั้น



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ก่อนกระบวนการกำจัดอยู่ในช่วง 6,890–9,190 ppm และเมื่อผ่านชุดกำจัดก๊าซ H_2S แล้ว ความเข้มข้นเหลือน้อยกว่า 10 ppm โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่าร้อยละ 99 ทางด้านข้อมูลของผู้ใช้นวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซ H_2S ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกร ฯลฯ มีการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพในครัวเรือนในตอนเช้าและเย็น ช่วงเวลาละ 1–2 ชั่วโมงต่อวัน นอกจากนั้นผู้ใช้นวัตกรรมระบุว่ายอมรับต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมทั้ง 5 ด้าน คือ ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม ความสามารถในการทดลองใช้ ผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม ความไม่ยุ่งยากซับซ้อน และการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน ในระดับมากที่สุด

สำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ คือ สามารถใช้กำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพที่ไม่เกิน 10,000 ppm ของการใช้งานระดับชุมชนและเกษตรกรรายย่อยในทุกบริบท โดยออกแบบชุดคอลัมน์ให้ปริมาณเหล็กออกไซด์มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพ ส่วนข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป ควรศึกษาข้อมูลที่เป็นผลตอบแทนทางสังคม (Social Return on Investment: SROI) จากการใช้งานชุดกำจัดก๊าซ H_2S เพื่อให้เห็นคุณค่าที่เกิดขึ้นทั้งจากด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลดังกล่าวจะสามารถเชื่อมกลไกการพัฒนาเข้ามารวมออกแบบวางแผนการทำงานได้เป็นอย่างดี



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่สนับสนุนการดำเนินงานโครงการอาสาประชารัฐ ตามกรอบยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ปีงบประมาณ 2563 และขอขอบคุณ หน่วยจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ และหลักสูตรสาขาเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เกษตรในการทดลองปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนคนรักพลังงานบ้านห้วยบง จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่ร่วมพัฒนานวัตกรรมในครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณจิรพัฒน์ แจ่มรัตนโสภิน ผู้ใหญ่บ้าน

หมู่ที่ 1 บ้านบุญแจ่ม คุณลุงแก้ว มีเมือง คุณสง่า วงศ์ศรี และพี่น้องบ้านบุญแจ่มทุกท่าน ที่ร่วมกัน
ออกแบบแก้ไขปัญหามาของชุมชนผ่าน “โครงการอาสาประชารัฐ” ของมหาวิทยาลัยอย่างดียิ่ง



เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิตและ
ใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยี
ความปลอดภัย.
- เกวณีน ปฐมระวี. (2559). การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพโดยใช้ถ่านกัมมันต์
เคลือบด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยศาสตร์สงขลานครินทร์.
- เจษฎา มิ่งฉาย และคนอื่นๆ. (2558). ขุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ: กิจกรรม
เพื่อสังคมสำหรับเกษตรกรรายย่อย. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ สกว., 7(1),
47–58.
- ภูรินล มิ่งฉาย, วิฑูรย์ อาจสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, และ นพรัตน์ วงศ์มุต. (2563).
การเพิ่มประสิทธิภาพของสัณนิเหล็กจากระบบประปาบาดาลเพื่อใช้เป็นสารกำจัด
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ. ใน รายงานการสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
ระดับชาติ ครั้งที่ 4, (น. 973–982). 17 ธันวาคม 2563, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, กองนโยบายและแผน. (2562). การรับข้อเสนอโครงการตาม
ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ปีงบประมาณ 2563.
อุดรดิตถ์: กองนโยบายและแผน, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- วงศ์วิวรรธ ธัญศิลป์ และ สุนันทา เลาว์ณศิริ. (2555). การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากก๊าซ
ชีวภาพโดยใช้ถ่านกัมมันต์และเหล็ก. ใน บทความสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9, (น. 419–427).
สงขลา.
- วิฑูรย์ อาจสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุต, กมลสร ลีสมมุติ, และ เจษฎา
มิ่งฉาย. (2563). โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทางเลือกด้านการเกษตร
ของชุมชนบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่. อุดรดิตถ์:
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- สุชน ตั้งทวีพัฒน์ และคนอื่นๆ. (2555). การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากก๊าซชีวภาพ
สำหรับชุมชน. แก่นเกษตร, 40 (ฉบับพิเศษ 2), 201–204.

- Chedsada, M., Sripai, S., Suttirat, P., & Soiratda, S. (2019). Hydrogen Sulfide Removal by Iron Oxide-Based Clay from Biogas for Community Use. *Applied Mechanics and Materials*, 886, 159–165.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. (5th edition). New York: The Free.

ความพร้อม ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ และความพึงพอใจของการจัดการเรียนการสอน
ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้น
ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)
READINESS, DESIRED OUTCOMES, AND SATISFACTION OF LEARNERS
CONCERNING TEACHING AND LEARNING OF PRIMARY MEDICAL
CARE THROUGH THE ONLINE SYSTEM IN THE SITUATION OF THE
EPIDEMIC OF THE CORONAVIRUS DISEASE 2019

วันที่รับ: 22 เมษายน 2564

วันที่แก้ไข: 7 พฤษภาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 21 พฤษภาคม 2564

สุชาติ เครือช้อย^{1*}, ยงยุทธ แก้วเต็ม¹ และ วันวิสาข์ ชูจิต¹

Suchart Kreuangchai^{1*}, Yongyuth Kaewtem¹

and Wanvisa Chujit¹

¹วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง

คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก

¹Boromarajonani College of Nursing, Nakhon Lampang,

Faculty of Nursing, Praboromarajchanok Institute

*Corresponding author e-mail: suc2513@gmail.com



บทคัดย่อ

การวิจัยแบบผสมผสานนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร้อม ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ และความพึงพอใจของการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้น โดยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากประชากรซึ่งเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต จำนวน 197 คน และเชิงคุณภาพโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบสอบถามความพร้อม ความพึงพอใจ และแนวประเด็นคำถามในการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์แก่นสาระหรือประเด็นร่วม

ผลการวิจัยพบว่า ความพร้อมในภาพรวมของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความระมัดระวังในการใช้เทคโนโลยีและไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลให้กับผู้ใดทราบ ($\mu = 4.26$, $\sigma = 0.68$) สำหรับความพึงพอใจของผู้เรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การได้รับแจ้งข้อมูลจากผู้สอนทราบเกี่ยวกับลักษณะวิชา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล ($\mu = 4.36$,

$\sigma = 0.60$) และการเปิดโอกาสจากผู้สอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน ($\mu = 4.36$, $\sigma = 0.63$) โดยความพร้อมในเรื่องการระมัดระวังการใช้เทคโนโลยีมีความเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ที่พบว่า นักศึกษามีความฉลาดทางดิจิทัลสามารถใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย เกิดการมีส่วนร่วมในทีมและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการเรียนรู้ นอกจากนี้ผลของความพึงพอใจในเรื่องการจัดการเรียนการสอนและวัดประเมินผลในระดับมาก สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนได้รับคุณค่าหรือคุณประโยชน์จากการเรียน โดยมีการสะท้อนคิดสู่การพัฒนาการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสาระรายวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางปัญญา สามารถสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล มีทักษะการวิเคราะห์และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์การแพร่ระบาดในปัจจุบัน

ผลการศึกษานำไปสู่การพัฒนาแนวทางการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาในปีการศึกษาถัดไปและส่งเสริมให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีในสถานการณ์ที่ยังมีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

คำสำคัญ: ความพร้อม, ความพึงพอใจ, ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์



Abstract

The objectives of this mixed methods research were examined the readiness, desired outcomes, and satisfaction of nursing students relating to the arrangement of teaching and learning of primary medical care subject through the on-line system with special attention on the readiness variables. Quantitative data were collected from 197 nursing students and qualitative by purposive sampling of 30 nursing students of third-year nursing students in the third semester of the 2019 academic year. The data were collected by the demographic data questionnaire, readiness and satisfaction questionnaire and concept of discussion questions. The analytical methods were used including the descriptive statistics analysis. Qualitative data were analyzed by thematic analysis.

Results: The study subjects were found to have readiness in the whole at a high level. The highest level of readiness for the on-line teaching and learning activities was obtained in the aspect of mindful use of the technology platform and protection of personal privacy ($\mu = 4.26$, $\sigma = 0.68$). The learner satisfaction

was expressed to be at a high level with the highest satisfaction score for the attributes that the learners are informed by the instructors regarding course description, educational management, and educational measurement and evaluation ($\mu = 4.36$, $\sigma = 0.60$), and that the instructors provide opportunities for learners to take part in educational management, and educational measurement and evaluation ($\mu = 4.36$, $\sigma = 0.63$). The readiness to use technology was linked to the desirable outcomes found that: Students was digitally smart and able to use technology intelligently and safely, involved in the team and building a network of cooperation in learning. In addition, the results of the satisfaction with the teaching and learning management and evaluation were at a high level reflect that Learners gain value or benefit from their studies, and reflect thinking towards the development of teaching and learning that were consistent with the subject matter, namely Online learning and teaching provide learners with intellectual skills, able to search and analyze data from a variety of sources, interpersonal skills, skills to analyze an appropriately in the situation.

The results of the study led to the development of a student's preparation approach for the next academic year and encouraging students to achieve good academic achievement in the event of the 2019 coronavirus pandemic.

Keywords: Readiness, Satisfaction, Desired Outcomes



บทนำ

จากสถานการณ์การเกิดโรคประมาณปลายปี 2562 “โรคประหลาด” เป็นอาการ “ปอดอักเสบโดยไม่ทราบสาเหตุ” เดิมเรียกชื่อโรคเพื่อความเข้าใจตรงกันว่า โรคปอดอักเสบจากภูมิต้านทานเกิดขึ้นที่ตลาดค้าสัตว์ป่าเมืองอุฮั่นหรือตลาดขายอาหารทะเลสด South China Seaboard เมืองอุฮั่น มณฑลหูเป่ย์ ประเทศจีน โดยที่เชื้อไวรัสตัวนี้สามารถแพร่กระจายจากคนสู่คนติดต่อ โดยผ่านการไอ จาม หรือสัมผัสกับสารคัดหลั่งของผู้ป่วย จากนั้นการแพร่ระบาดกระจายไปในหลายพื้นที่ มีการติดต่อและพบจำนวนผู้ป่วยที่มีอาการปอดอักเสบรุนแรงและเสียชีวิตเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (Voice online, 2562) จนกระทั่งต่อมาองค์การอนามัยโลกได้ประกาศตั้งชื่อโรคให้อย่างเป็นทางการว่า “โควิด-19” (COVID-19) มีการแพร่ระบาดกระจายลูกกลมไปยังหลายประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก และองค์การอนามัยโลกได้ประกาศให้การระบาดนี้

เป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขระหว่างประเทศ ในวันที่ 30 มกราคม 2563 และเป็นโรคระบาดทั่ว เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2563 (B.B.C. News, 2562)

ประเทศไทยได้เริ่มคัดกรองผู้โดยสารเที่ยวบินตรงจากเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีนเป็นจุดเริ่มต้นของการระบาด พร้อมเปิดศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินหรือศูนย์อีโอซี (EOC) ขึ้นเพื่อรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าว ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2563 เป็นต้นมา หลังจากนั้นกระทรวงสาธารณสุขของไทยได้ประกาศเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2563 พบนักท่องเที่ยวหญิงวัย 61 ปี สัญชาติจีน ซึ่งมีภูมิลำเนาอยู่ที่เมืองอู่ฮั่น ประเทศจีน ติดเชื้อโควิด-19 นับว่าเป็นการพบผู้ติดเชื้อคนแรกนอกประเทศจีนในประเทศไทย (กรุงเทพมหานคร, 2563) และได้มีการแถลงการณ์จากสำนักนายกรัฐมนตรี ประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินตามพระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน พ.ศ. 2548 ตั้งแต่วันที่ 26 มีนาคม 2563–30 เมษายน 2563 (คณะรัฐมนตรี, 2563) และมีการขยายเวลาต่อเป็นระยะ ๆ จนถึงปัจจุบัน จากสถานการณ์การระบาดดังกล่าวมีผลกระทบต่อรูปแบบการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษา โดยเฉพาะการศึกษาในวิชาชีพทางการพยาบาล จึงต้องมีการปรับรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรการการป้องกันการระบาด และเพื่อช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคระบาดดังกล่าวอีกด้วย

การศึกษาวิชาชีพการพยาบาลเป็นศาสตร์ของการปฏิบัติการพยาบาล ที่ปฏิบัติกับชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ทุกวัย ทั้งบุคคล ครอบครัว กลุ่มคน และชุมชน สถาบันอุดมศึกษาที่ได้ผลิตนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ในสังกัดสถาบันพระบรมราชชนก ได้มีการจัดการเรียนการสอนในวิชาการพยาบาลเบื้องต้น จึงได้มีการพัฒนารูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered learning) เพื่อช่วยปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อันก่อให้เกิดทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ทศนา แหมมณี, 2554; ทศนา แหมมณี, 2560; มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 2556; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข, 2550) และได้ผู้เรียนที่มีคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 2556; บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชธานี, 2557; คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาพยาบาลศาสตร์ (อมรรัตน์ เสตสุวรรณ และ อรชร ศรีไทรล้วน, 2557) นอกจากนี้ยังได้ตระหนักถึงความสำคัญของมาตรฐานด้านคุณภาพและความปลอดภัยในการดูแลรักษาพยาบาลผู้ป่วย การป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในขณะการดูแลรักษาผู้ป่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติการพยาบาลที่สามารถตอบสนองตามความต้องการและคาดหวังของสังคมไทยในปัจจุบัน การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง (Transformative learning)

(วิจารณ์ พานิช, 2558; ชันนภรณ์ อารีกุล, 2560) เป็นกระบวนการหนึ่งในการเรียนรู้และการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงตนเอง เพื่อการปรับเปลี่ยนแนวคิด ทักษะคิด ที่นำไปสู่การเปลี่ยนพฤติกรรมในการทำความเข้าใจตนเองและผู้อื่น ผ่านการเรียนรู้จากประสบการณ์ปฏิบัติงาน

จากสถานการณ์ที่เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสถานการณ์การเกิดโรคระบาดที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอยู่ในระยะเวลาที่มีการประกาศใช้พระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน พ.ศ. 2548 และต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันโรคเพื่อตนเองและแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม และในช่วงที่มีสถานการณ์การระบาดนี้เองส่งผลให้ทางสถาบันมีความจำเป็นที่จะต้องปรับการจัดการเรียนการสอนในแบบห้องเรียนไปเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์แทนเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ และเพื่อให้ นักศึกษา ยังคงสามารถเรียนรู้ได้ตามแผนการศึกษาที่กำหนดไว้ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์นั้นมีความเหมาะสมและสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่องความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองและสมรรถนะทางพยาบาลในกลุ่ม นักศึกษาพยาบาลระดับปริญญาตรีแห่งหนึ่งของประเทศจีน ที่พบว่า การส่งเสริมให้ผู้เรียน มีการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านระบบออนไลน์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และ ยังพบว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบออนไลน์โดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียนก็สามารถสร้าง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีเช่นเดียวกัน (Yang & Jiang, 2014) แต่อย่างไรก็ตามการเรียนรู้แบบออนไลน์ก็ต้องอาศัยการเรียนรู้และกำกับด้วยตนเอง รวมถึงอาศัยความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย เพราะความพร้อมในการเรียนเป็นลักษณะที่ผู้กระทำให้มีความกระตือรือร้น คล่องตัว มุ่งมั่นตั้งใจ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้กิจกรรมที่ทำนั้นบรรลุผลสำเร็จ (ยุวดี วัฒนานนท์, วาสนา จิตินา, และ วชิรา วรณสถิต, 2553) และมีความจำเป็นที่จะต้องนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดต่อในปัจจุบัน

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความพร้อม ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ และ ความพึงพอใจของการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้น ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ทางสถาบันต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบ วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ให้กับผู้เรียนว่าถ้าหากมีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์แล้ว ผู้เรียนจะมีความพร้อม มีความพึงพอใจและเกิดผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ที่สอดคล้องกับลักษณะรายวิชาได้หรือไม่ และ จะได้นำไปสู่การพัฒนาและการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนต่อไปในอนาคต



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความพร้อม ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ และความพึงพอใจของการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น



กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิดในเรื่องการจัดการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีผู้สอนเป็นผู้นำหรือเกิดจากการที่ผู้เรียนวางแผนด้วยตนเอง (Guglielmino, 1977) โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนแบบออนไลน์และให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-conducted learning) ควบคู่กันไป

การจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ
อิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE)
วิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น



- ความพร้อม
- ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์
- ความพึงพอใจ

การจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์
(ON LINE) วิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยในช่วงที่ 1 ดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณก่อน (ข้อมูลความพร้อมและความพึงพอใจ) ภายใน 1 สัปดาห์ หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความคิดเห็นจำนวนทั้งหมด 197 ฉบับ และในระยะเวลาไล่เลี่ยกันในช่วงที่ 2 หลังจากช่วงที่ 1 อีก 2 สัปดาห์ ได้มีการสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์) เพื่อตรวจสอบสอดคล้องของข้อมูลที่ได้ โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณก่อนแล้วจึงใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในภายหลัง และนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาไขเสริมและสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณเป็นการวิจัยแบบผสมผสานในรูปแบบเชิงอธิบายเป็นลำดับ (Sequential Explanatory)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ศึกษาจากประชากร คือ นักศึกษายาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง ที่เรียนวิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น จำนวนทั้งหมด 197 คน

ด้วยเหตุที่เลือกประชากรเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 เพราะรายวิชานี้เป็นหนึ่งในรายวิชาที่ต้องเรียนเฉพาะชั้นปีที่ 4 เท่านั้น ซึ่งเป็นปีที่มีความพร้อมและมีเกณฑ์พื้นฐานที่กำหนดไว้นักศึกษาต้องผ่านการเรียนรู้ในวิชาพื้นฐานวิชาชีพพยาบาลด้านอื่น ๆ ก่อน จึงจะมีสิทธิที่จะเรียนในรายวิชานี้ รวมถึงเป็นปีสุดท้ายที่จะสำเร็จการศึกษาเป็นพยาบาลวิชาชีพในอนาคตและสำหรับเชิงคุณภาพในการสนทนากลุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 30 คน (ต้องทำจำนวน 30 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนมากที่สุดและเป็นตัวแทนที่มาจากแต่ละกลุ่มทั้ง 10 กลุ่ม) โดยเป็นตัวแทนของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม (การเรียนการสอนในครั้งนี้ได้แบ่งนักศึกษาออกเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละ 10-11 คน ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มเพื่อทำการสนทนากลุ่ม)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เชิงปริมาณ: แบบสอบถามความคิดเห็นความพร้อม ความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาลต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้น ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง พัฒนาจากผู้วิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย เพศ และอายุ สถานที่เรียนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

ส่วนที่ 2 ความพร้อมต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษาพยาบาล โดยมีข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมในการเรียนการสอน จำนวน 25 ข้อคำถาม

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษาพยาบาล โดยมีการประเมินระดับความพึงพอใจ จำนวน 18 ข้อคำถาม แบบสอบถามในส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าแบบลิเคิร์ทสเกล (Likert, 1970) 5 ระดับ โดยมีระดับความเข้าใจ ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องในการให้คะแนนและแปลความหมาย ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนแปลผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยของผลคะแนนตามเกณฑ์ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของเบสท์ (Best, 1977) มีรายละเอียดคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

4.50–5.00 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับมากที่สุด

3.50–4.49 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับมาก

2.50–3.49 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับปานกลาง

1.50–2.49 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับน้อย

1.00–1.49 หมายถึง มีความพร้อม ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับน้อยที่สุด

เชิงคุณภาพ: ประเด็นคำถามในการสนทนากลุ่มกับผู้เรียน จำนวน 30 คน เกี่ยวกับผลลัพธ์ที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนยุค 4.0 ที่มีคุณลักษณะ 3 ด้าน ได้แก่ 1) มีความรู้ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีสมรรถนะ (Competency) 2) มีทักษะทางปัญญา ความฉลาดดิจิทัล (Digital intelligence) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ สมรรถนะการบูรณา 3) มีส่วนร่วมในการพัฒนาการเรียนการสอนความต้องการปัญหา อุปสรรค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบหาความเที่ยงของเครื่องมือ (Reliability)

1. การตรวจสอบความตรง (Validity) ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน อาจารย์พยาบาลอาจารย์พี่เลี้ยง และพยาบาลปฏิบัติงาน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Index of Congruence: IOC) ทุกข้อพบว่าค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.902–1

2. การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปทดลองใช้ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามเท่ากับ 0.94

การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ผู้วิจัยและคณะได้เสนอโครงการวิจัยต่อคณะกรรมการจริยธรรมในการทำวิจัยในมนุษย์ของวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง โดยได้ผ่านการรับรองให้ทำการวิจัยได้ตามหนังสือเลขที่ E 2564-30 หลังจากโครงการได้รับการรับรองแล้ว ผู้วิจัยและคณะจึงดำเนินการวิจัยโดยมีการชี้แจงวัตถุประสงค์กับประชากรที่ศึกษา ข้อมูลได้ถูกจัดเก็บเป็นความลับและนำเสนอโดยภาพรวม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการหลังผ่านการพิจารณาคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย และรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวนทั้งหมด 197 ฉบับ
2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความคิดเห็นจำนวนทั้งหมด 197 ฉบับ ที่ได้เรียนในรายวิชาการพยาบาลเบื้องต้น หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนภายใน 1 สัปดาห์ ได้รับแบบสอบถามกลับคืน จำนวน 197 ฉบับ
3. รวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา การแจกแจงค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Frequency and Percentage) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา การแจกแจงค่าความถี่ ร้อยละ ระดับความคิดเห็น เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ: วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์แก่นสาระหรือประเด็นร่วม (Thematic analysis)



ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของประชากรที่ศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 ของวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง พบว่าประชากรที่ศึกษาทั้งหมดจำนวน 197 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 90.36 และมีอายุระหว่าง 20-22 ปี ร้อยละ 94.92

2. ความพร้อมต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น

ตารางที่ 1 ความพร้อมในด้านต่าง ๆ ต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษายาบาลเบื้องต้น

ความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของนักศึกษาต่อการจัดการเรียน การสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์	ความคิดเห็น (จำนวน (คน)/ร้อยละ)					μ	σ	ระดับ
	น้อยมาก (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)			
1. ท่านเป็นคนมีความรู้ด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างดี	0 (0.00)	0 (0.00)	62 (31.47)	119 (60.41)	16 (8.12)	3.77	0.59	มาก
2. ท่านมีความรู้ด้านการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศที่เกี่ยวกับเรียนการสอน	0 (0.00)	0 (0.00)	39 (19.80)	108 (54.82)	50 (25.38)	4.06	0.67	มาก
3. ท่านสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นหากมีปัญหากับระบบอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง	0 (0.00)	1 (1.02)	38 (19.29)	112 (56.85)	45 (22.84)	4.01	0.68	มาก
4. ท่านมีความรู้เรื่องการใช้โปรแกรมต่าง ๆ เช่น google meet, zoom, Microsoft team ฯลฯ ในการเรียนการสอน	0 (0.00)	0 (0.00)	35 (17.76)	111 (56.35)	51 (25.89)	4.08	0.66	มาก
5. ท่านสามารถใช้โปรแกรมต่าง ๆ เช่น google meet, zoom, Microsoft team ฯลฯ ในการเรียนการสอน	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (12.18)	111 (56.35)	62 (31.47)	4.20	0.63	มาก
6. ท่านเสาะหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาช่วยเสริมให้การเรียนแบบออนไลน์	0 (0.00)	0 (0.00)	26 (13.20)	96 (48.73)	75 (38.07)	4.25	0.67	มาก
7. ท่านมีความพร้อมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์เสริมในการเรียนการสอนทุกครั้งที่ท่านอาจารย์นัดหมาย	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (12.18)	107 (54.32)	66 (33.50)	4.22	0.67	มาก
8. ท่านเข้าใจภาพรวมและกระบวนการในการเรียนการสอนแบบออนไลน์ของรายวิชาทั้งหมด	0 (0.00)	1 (0.51)	58 (29.44)	103 (52.28)	35 (17.77)	3.87	0.69	มาก

ความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของนักศึกษาต่อการจัดการเรียน การสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์	ความคิดเห็น (จำนวน (คน)/ร้อยละ)					μ	σ	ระดับ
	น้อยมาก (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)			
9. ท่านพยายามที่จะเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการเรียนแบบออนไลน์	0 (0.00)	1 (0.51)	33 (16.75)	114 (57.87)	49 (24.87)	4.07	0.66	มาก
10. ท่านเป็นคนมุ่งมั่น ตั้งใจในการพัฒนาตัวเองและปรับตัวกับวิธีการสอนแบบออนไลน์	0 (0.00)	0 (0.00)	39 (19.80)	118 (59.90)	40 (20.30)	4.00	0.63	มาก
11. ท่านชอบค้นคว้า และหาความรู้เพื่อเติมเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์	0 (0.00)	0 (0.00)	58 (29.44)	110 (56.35)	28 (14.21)	3.85	0.64	มาก
12. ท่านมีความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนออนไลน์	0 (0.00)	1 (0.51)	40 (20.30)	111 (56.35)	45 (22.84)	4.01	0.67	มาก
13. ท่านพยายามหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะช่วยเสริมการเรียนรู้แบบออนไลน์	0 (0.00)	0 (0.00)	48 (24.36)	110 (55.84)	39 (19.80)	3.95	0.66	มาก
14. ท่านสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหากประสบปัญหาการเรียนการสอนแบบออนไลน์	0 (0.00)	1 (0.51)	52 (26.40)	116 (58.88)	28 (14.21)	3.86	0.64	มาก
15. ท่านทำงานร่วมกันกับเพื่อน ๆ ในการเข้าประชุมปรึกษากับอาจารย์ผู้สอนเพื่อเสนองานได้เป็นอย่างดี	0 (0.00)	2 (1.02)	28 (14.21)	104 (52.79)	63 (31.98)	4.16	0.69	มาก
16. ท่านสืบค้นและหาความรู้ใหม่ ๆ ในการเข้าประชุมปรึกษากับอาจารย์ผู้สอนเพื่อนำเสนองาน	0 (0.00)	0 (0.00)	52 (26.40)	113 (57.36)	32 (16.24)	3.90	0.65	มาก
17. ท่านสร้างเครือข่ายกับเพื่อน ๆ ในการประสานงานเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดี	0 (0.00)	1 (0.51)	28 (14.21)	114 (57.87)	54 (27.41)	4.12	0.65	มาก
18. ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้แบบออนไลน์	0 (0.00)	2 (1.02)	67 (34.01)	93 (47.20)	35 (17.77)	3.82	0.73	มาก
19. ท่านมีเครือข่ายความร่วมมือกับเพื่อน ๆ ภายนอกวิทยาลัยในการใช้การเรียนการสอนแบบออนไลน์	3 (1.52)	7 (3.55)	56 (28.43)	83 (42.13)	48 (24.37)	3.84	0.89	มาก

ความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของนักศึกษาต่อการจัดการเรียน การสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์	ความคิดเห็น (จำนวน (คน)/ร้อยละ)					μ	σ	ระดับ
	น้อยมาก (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)			
20. ท่านมีการปรับปรุงเครื่องมือ/ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพื่อใช้ สำหรับการเรียนออนไลน์	1 (0.51)	3 (1.52)	40 (20.30)	118 (59.90)	35 (17.77)	3.93	0.69	มาก
21. ท่านมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ เทคโนโลยีในการเรียนออนไลน์ อย่างปลอดภัย	0 (0.00)	0 (0.00)	34 (17.26)	116 (58.88)	47 (23.86)	4.07	0.64	มาก
22. ท่านมีความระมัดระวังในการใช้ เทคโนโลยีและไม่เปิดเผยข้อมูล ส่วนบุคคลให้กับผู้ใดทราบ	0 (0.00)	2 (1.02)	20 (10.15)	99 (50.25)	76 (38.58)	4.26	0.68	มาก
23. ท่านสามารถใช้ความรู้จาก อินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ใน การเรียนการสอนในรายวิชาได้ดี	0 (0.00)	2 (1.02)	28 (14.21)	118 (59.90)	49 (24.87)	4.09	0.65	มาก
24. ท่านสามารถให้ข้อมูลสะท้อน กับอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรคในการเรียนได้ดี	0 (0.00)	0 (0.00)	31 (15.74)	121 (61.42)	45 (22.84)	4.07	0.62	มาก
25. ท่านสามารถใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเป็นอย่างดีใน การเรียนออนไลน์	0 (0.00)	0 (0.00)	39 (19.80)	117 (59.39)	41 (20.81)	4.01	0.64	มาก
ภาพรวมความพร้อมของนักศึกษา						4.31	0.58	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ความพร้อมในภาพรวมต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ของนักศึกษาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก โดยมีด้านที่มีระดับคะแนนสูงสุดคือ การมีความระมัดระวังในการใช้เทคโนโลยีและไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล รองลงมาคือ การมีความสามารถในการเสาะหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาช่วยเสริมให้การเรียนแบบออนไลน์

3. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้น

3.1 ด้านผู้สอนและการถ่ายทอดความรู้

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ในด้านผู้สอนและการถ่ายทอดความรู้

ความพึงพอใจต่อ	ความคิดเห็น (จำนวน (คน)/ร้อยละ)					μ	σ	ระดับ
	น้อยมาก (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)			
1. การได้รับแจ้งข้อมูลจากผู้สอนเกี่ยวกับลักษณะวิชา และการวัดและประเมินผล	0 (0.00)	0 (0.00)	13 (6.60)	100 (50.76)	84 (42.64)	4.36	0.60	มาก
2. การเปิดโอกาสจากผู้สอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล	0 (0.00)	0 (0.00)	17 (8.63)	92 (46.70)	88 (44.67)	4.36	0.63	มาก
3. ความเข้าใจในภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาระหว่างที่เรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	27 (13.70)	107 (54.32)	63 (31.98)	4.18	0.65	มาก
4. จำนวนข้อของแบบทดสอบแต่ละหัวข้อที่เรียนมีความเหมาะสม	0 (0.00)	2 (1.02)	27 (13.70)	112 (56.85)	56 (28.43)	4.12	0.67	มาก
5. การจัดวางองค์ประกอบของรายวิชาได้เหมาะสมน่าสนใจ	0 (0.00)	0 (0.00)	28 (14.21)	104 (52.79)	65 (33.00)	4.19	0.66	มาก
6. การจัดขนาดตัวอักษร ระหว่างเรียนมีความชัดเจนและเหมาะสม	0 (0.00)	1 (0.51)	32 (16.24)	97 (49.24)	67 (34.01)	4.17	0.70	มาก
7. การใช้เสียงประกอบเหมาะสมกับบทเรียน	0 (0.00)	1 (0.51)	25 (12.69)	110 (55.84)	61 (30.96)	4.17	0.66	มาก
ภาพรวมด้านผู้สอนและการถ่ายทอดความรู้						4.22	0.46	มาก

จากตารางที่ 2 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ในด้านผู้สอนและการถ่ายทอดความรู้ พบว่า ในภาพรวมพบความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมี 2 ประเด็น ที่มีคะแนนมากที่สุดและมีคะแนนเท่ากัน คือ การได้รับแจ้งข้อมูลจากผู้สอนเกี่ยวกับลักษณะวิชา และการวัดและประเมินผล และการเปิดโอกาสจากผู้สอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล รองลงมาคือ การจัดวางองค์ประกอบของรายวิชาได้เหมาะสมน่าสนใจ

3.2 ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ในด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้

ความพึงพอใจต่อ	ความคิดเห็น (จำนวน (คน)/ร้อยละ)					μ	σ	ระดับ
	น้อยมาก (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)			
1. วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้นมีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายและเหมาะสม	0 (0.00)	0 (0.00)	27 (13.71)	95 (48.22)	75 (38.07)	4.24	0.68	มาก
2. ลักษณะเนื้อหาวิชาที่เรียนมีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่เรียน	1 (0.51)	1 (0.51)	37 (18.78)	94 (47.71)	64 (32.49)	4.11	0.75	มาก
3. มีความเข้าใจสาระเนื้อหาวิชาในแต่ละหัวข้อที่เรียน	0 (0.00)	1 (0.51)	38 (19.29)	105 (53.30)	53 (26.90)	4.06	0.69	มาก
4. ความยากง่ายของเนื้อหาของวิชา มีความเหมาะสม	0 (0.00)	0 (0.00)	35 (17.77)	110 (55.84)	52 (26.39)	4.09	0.66	มาก
5. การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละหัวข้อที่เรียนมีความเหมาะสม	0 (0.00)	0 (0.00)	11 (5.58)	109 (55.33)	77 (39.09)	4.33	0.58	มาก
ภาพรวมด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						4.17	0.50	มาก

จากตารางที่ 3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ในด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ พบว่า ในภาพรวมพบความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่มีคะแนนมากที่สุดคือ มีการจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละหัวข้อที่เรียนมีความเหมาะสม รองลงมาคือ วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้นมีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายและเหมาะสม

3.3 ด้านการส่งเสริมกระตุ้นการเรียนรู้

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ในด้านการส่งเสริมกระตุ้นการเรียนรู้

ความพึงพอใจต่อ	ความคิดเห็น (จำนวน (คน)/ร้อยละ)					μ	σ	ระดับ
	น้อยมาก (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)			
1. หัวข้อที่เรียนทำให้นักศึกษาสนใจ และมีการโต้ตอบ	0 (0.00)	0 (0.00)	31 (15.74)	113 (57.36)	53 (26.90)	4.11	0.65	มาก
2. การกระตุ้นทำให้ตัวเอง มีความกระตือรือร้นและ สนุกสนานในระหว่างเรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	31 (15.74)	104 (52.79)	62 (31.47)	4.16	0.67	มาก
3. การรับรู้คำตอบด้วยตนเองทันที และสามารถทบทวนความรู้ได้ อย่างรวดเร็ว	0 (0.00)	0 (0.00)	51 (25.89)	94 (47.71)	52 (26.40)	4.00	0.72	มาก
4. การตอบสนองที่รวดเร็วของ หัวข้อที่เรียนในชั้นเรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	44 (22.33)	98 (49.75)	55 (27.92)	4.05	0.70	มาก
5. การศึกษาบทเรียนด้วยตนเองได้ โดยง่าย	0 (0.00)	0 (0.00)	45 (22.84)	101 (51.27)	51 (25.89)	4.03	0.70	มาก
6. การมีอิสระในการเรียนและส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (12.18)	104 (54.82)	65 (33.00)	4.20	0.64	มาก
ภาพรวมด้านการส่งเสริมกระตุ้นการเรียนรู้						4.09	0.54	มาก

จากตารางที่ 4 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ON LINE) ในด้านการส่งเสริมกระตุ้นการเรียนรู้ พบว่า ในภาพรวมพบความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่มีคะแนนมากที่สุดคือ การมีอิสระในการเรียนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง รองลงมาคือ การกระตุ้นทำให้ตัวเองมีความกระตือรือร้นและสนุกสนานในระหว่างเรียน

ผลการศึกษาเชิงคุณภาพ: ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์

จากผลการสนทนากลุ่มได้ประเด็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ ดังต่อไปนี้ โดยแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้จากการศึกษา

ประเด็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ที่ได้จากการศึกษา	ตัวอย่างความคิดเห็น	ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงปริมาณ
1. ความฉลาดทางดิจิทัล (Digital intelligence) คือ การใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาด และปลอดภัย	“สามารถฝึกให้นักศึกษา เรียนรู้ สืบค้น Website ที่มีมาตรฐาน มากขึ้น” “ทำให้ผู้เรียนพยายามสืบค้นจากข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เป็นการฝึกการใช้วิจารณญาณในการรับข่าวสาร และการแสดงความคิดเห็น” “ทำให้เราเกิดการศึกษาและเรียนรู้ การใช้โปรแกรมเรียนออนไลน์ไปโดยปริยาย ทำให้เราได้ฝึกการสืบค้น จากข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และข้อมูลที่เป็นงานที่อาจารย์ได้มอบหมาย” “การเรียนแบบออนไลน์ทำให้เราเกิด ความระมัดระวังมากขึ้นในการใช้อินเทอร์เน็ต ต้องไม่ให้ password กับใคร”	ภาพรวมของผลการศึกษาความพร้อมพบว่า นักศึกษามีความพร้อมในการเรียนในระดับมาก โดยมีประเด็นข้อคำถามเชิงปริมาณที่สอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงคุณภาพในข้อที่ 21. ท่านมีความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนออนไลน์อย่างปลอดภัย 22. ท่านมีความระมัดระวังในการใช้เทคโนโลยีและไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลให้กับผู้ใดทราบ 23. ท่านสามารถใช้ความรู้จากอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาได้ดี 3. ท่านสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้น หากมีปัญหาเกี่ยวกับระบบอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง 4. ท่านมีความรู้เรื่องการใช้โปรแกรมต่างในการเรียน 5. ท่านสามารถใช้โปรแกรมต่าง ๆ เช่น google meet, zoom, Microsoft team ในการเรียนการสอน

ประเด็นผลลัพธ์ ที่พึงประสงค์ที่ได้ จากการศึกษา	ตัวอย่างความคิดเห็น	ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับผลการศึกษา เชิงปริมาณ
2. การมีส่วนร่วม ในทีมเพื่อส่งเสริม การเรียนรู้ Teamwork and Coalitions studies) คือ การสร้างเครือข่าย ความร่วมมือ ในการเรียนรู้	“มีส่วนร่วมระหว่างเพื่อนในกลุ่มได้ เนื่องจากในการทำงานต้องใช้ เทคโนโลยีสื่อสาร, สืบค้นข้อมูล สาระสำคัญต่าง ๆ ที่เรียน และ สามารถทำงานกับเพื่อนในกลุ่มได้ดี” “เป็นเรื่องใหม่ที่ทำให้พวกเราต้องมี การนัดหมายประชุมออนไลน์กันผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในช่วงเวลา ที่อาจารย์มอบหมายงานกลุ่ม” “บางที่เราต้องไปขอข้อมูลที่เป็น ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานที่อาจารย์ มอบหมายจากเพื่อนในต่างวิทยาลัย ด้วย ทำให้รู้จักเพื่อนใหม่ผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากขึ้น”	ภาพรวมของผลการศึกษาค้นพบว่า นักศึกษามีความพร้อมในการเรียนในระดับ มาก โดยมีประเด็นข้อคำถามเชิงปริมาณ ที่สอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงคุณภาพ ในข้อที่ 15. ท่านทำงานร่วมกันกับเพื่อน ๆ ในการ เข้าประชุมปรึกษากับอาจารย์ผู้สอน เพื่อเสนองานได้เป็นอย่างดี 17. ท่านสร้างเครือข่ายกับเพื่อน ๆ ในการประสานงานเกี่ยวกับปัญหา ที่เกิดขึ้นได้ดี 19. ท่านมีเครือข่ายความร่วมมือกับเพื่อน ๆ ภายนอกวิทยาลัยในการใช้การเรียน การสอนแบบออนไลน์
3. คุณค่าหรือคุณ ประโยชน์ที่ได้รับ จากการเรียน การสอน (The Value of Online Learning)	“สามารถย้อนหลังได้ ที่ได้จัดวิดีโอไว้ สามารถอ่านเวลาไหนก็ได้ เปิดดูเมื่อไหร่ก็ได้” “การเรียนแบบนี้ทำให้เราตื่นตัวดี เวลาอาจารย์มอบหมายงาน ทำให้ เราตื่นตัวอย่างค้นคว้าหาคำตอบ” “อาจารย์ให้อิสระในการศึกษาค้นคว้า มีการมอบหมายงานให้ออกาสพวกเรา ได้สืบค้นและเรียนรู้ รู้ลึกสนุกดี”	ภาพรวมของผลการศึกษาค้นพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียน ในระดับมาก โดยมีประเด็นข้อคำถาม เชิงปริมาณที่สอดคล้องกับผลการศึกษา เชิงคุณภาพในด้านการส่งเสริมและกระตุ้น การเรียนรู้ของผู้เรียนข้อที่ 2. กระตุ้นทำให้ตัวเองมีความกระตือรือร้น และสนุกสนานในระหว่างเรียน 3. รับรู้คำตอบด้วยตนเองทันที สามารถ ทบทวนความรู้ได้อย่างรวดเร็ว 6. มีอิสระในการเรียนและส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ของตนเอง ซึ่งถือเป็น

ประเด็นผลลัพธ์ ที่พึงประสงค์ที่ได้ จากการศึกษา	ตัวอย่างความคิดเห็น	ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับผลการศึกษา เชิงปริมาณ
4. การสะท้อนคิด สู่การพัฒนา การเรียนการสอน (The Reflection on Development)	“การเรียนออนไลน์ควรเรียนกลุ่ม เล็ก ๆ เพื่อที่จะสามารถพูดคุยได้ตอบ กับอาจารย์ผู้สอนได้ดีกว่าการเรียน ร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ” “การเรียนแบบนี้ทำให้เราเกิดการ เรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดลำดับ เนื้อหาการสอนของอาจารย์แต่ละ หัวข้อจะช่วยให้เราเข้าใจเนื้อหาได้ เพิ่มมากขึ้น” “การเรียนออนไลน์ทำให้เราได้เรียนรู้ อะไรที่หลากหลาย และน่าจะให้มี การส่งเสริมและพัฒนาแบบนี้ ไปเรื่อย ๆ”	ภาพรวมของผลการศึกษาความพึงพอใจ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียน ในระดับมาก โดยมีประเด็นข้อคำถาม เชิงปริมาณที่สอดคล้องกับผลการศึกษา เชิงคุณภาพในด้านผู้สอนและการถ่ายทอด ความรู้ข้อที่ 2. การเปิดโอกาสจากผู้สอน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียน การสอน และการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ข้อที่ 1. วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้นมีวิธีการ จัดการเรียนการสอนที่หลากหลายและ เหมาะสม และข้อที่ 5. การจัดลำดับเนื้อหา ในแต่ละหัวข้อที่เรียน มีความเหมาะสม

โดยสรุป ผลการศึกษาเชิงคุณภาพที่ได้จากการศึกษา พบว่า ทั้ง 4 ประเด็น สามารถนำมาสนับสนุนผลการศึกษาในเชิงปริมาณ กล่าวคือ ทั้งในด้านความฉลาดทางดิจิทัล ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย ด้านการมีส่วนร่วมในทีมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ โดยการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการเรียน ด้านคุณค่าหรือคุณประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน และด้านการสะท้อนคิดสู่การพัฒนาการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) โดยจะเห็นได้จากผลการศึกษาในเรื่องความพร้อมของนักศึกษาที่พบว่ามีความพร้อมในแต่ละด้านอยู่ในระดับมากเป็นส่วนใหญ่



อภิปรายผลการวิจัย

ความพร้อมในการเรียนของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิตผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ วิชาการรักษาพยาบาลเบื้องต้นในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จากผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามีความพร้อมในการเรียนอยู่ในระดับมาก ทั้งในประเด็นความพยายามที่จะเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ความมุ่งมั่นตั้งใจในการพัฒนาตัวเอง ความพร้อม

ในการปรับตัวกับวิธีการสอนแบบออนไลน์ ความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งการเรียนการสอนในระบบออนไลน์ในสถานการณ์การระบาดที่ไม่ได้มีการเรียนการสอนในห้องเรียนตามปกติ นั้นความพร้อมในการเรียนเป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนจะต้องมี โดยเฉพาะความพร้อมในการกำกับและวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองควบคู่ไปกับการจัดสภาพแวดล้อมที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ให้ในรายวิชา ซึ่งความพร้อมในการเรียนดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่ว่าด้วยการกำกับตนเองที่ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการกำกับและเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Guglielmino, 1977) การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงการที่ผู้เรียนมีความพร้อม เป็นลักษณะที่ผู้เรียนจะต้องมีความกระตือรือร้น มุ่งมั่นตั้งใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้กิจกรรมที่ทำนั้นบรรลุผลสำเร็จ โดยจะต้องมีความสามารถในการรับรู้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และความสามารถในการตัดสินใจและคิดเพื่อแก้ปัญหาได้ (ยุวดี วัฒนานนท์, วาสนา จิตินา, และ วชิรา วรณสกลิต, 2553) นอกจากนี้จากผลการศึกษาที่พบว่า นักศึกษามีความพร้อมระดับมากในเรื่องการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศที่เกี่ยวกับเรียนการสอน มีความสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นหากมีปัญหากับระบบอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง มีการใช้โปรแกรมการสอนออนไลน์ในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการมีความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนออนไลน์อย่างปลอดภัย มีความระมัดระวังในการใช้เทคโนโลยีและไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลให้กับผู้ใดทราบ ถือเป็นความพร้อมในการเรียนที่จำเป็นในการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในเชิงคุณภาพที่พบว่า การเรียนการสอนแบบออนไลน์นี้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดทางดิจิทัล (Digital intelligence) คือ มีการใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย การมีความระมัดระวังในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการใช้ความรู้จากอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาสอดคล้องกับผลการศึกษาในเรื่องการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการใช้อินเทอร์เน็ตเชิงสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ที่พบว่า การเรียนในระดับอุดมศึกษาควรมีการพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการใช้อินเทอร์เน็ตอย่างปลอดภัยและเชิงสร้างสรรค์ (เอกนถน บางท่าไม้, 2560) และเป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ที่ผู้เรียนต้องบรรลุสอดคล้องกับสาระรายวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางปัญญา สามารถสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล มีทักษะการวิเคราะห์และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์การแพร่ระบาดในปัจจุบัน

สำหรับความพึงพอใจในการเรียนการสอนแบบออนไลน์ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านผู้สอนและการถ่ายทอดความรู้ ด้านเนื้อหา

สาระการเรียนรู้ ด้านการส่งเสริมการกระตุ้นการเรียนรู้ โดยพบว่าในภาพรวมนักศึกษา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะความพึงพอใจในเรื่องการจัดการเรียนการสอนและ วัตถุประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงคุณภาพเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ที่พบว่า ผู้เรียนได้รับคุณค่าหรือคุณประโยชน์จากการเรียน มีการสะท้อนคิดสู่การพัฒนาการเรียน การสอนที่สอดคล้องกับสาระรายวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในครั้งนี้ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางปัญญา มีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล มีทักษะ การวิเคราะห์และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์การแพร่ระบาด ในปัจจุบัน นอกจากนี้จากผลการศึกษา ยังพบว่าการเรียนการสอนในระบบออนไลน์ยัง เป็น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับการเรียนรู้ภายในห้องเรียนและ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อม มีความกระตือรือร้นมากขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของสุนทร สืบคำ (2553) พบว่านักศึกษา มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนผ่าน Moodle ทุกข้อคำถามในระดับมาก ผู้เรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการใช้บทเรียนออนไลน์ เพราะเป็น ระบบที่ทำให้สามารถสื่อสารกับผู้สอนได้ตลอดเวลา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบ มีการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา เช่นเดียวกับการศึกษาของกรณวิวัฒน์ วุฒินาถ และ ระวีวรรณ ศรีศรีรัมย์ (2560) ความพึงพอใจการเรียนรู้ภาษาอังกฤษแบบ ออนไลน์ผ่านทางโปรแกรม Skype ของนักเรียนในสถาบันสอนภาษา ECC พบว่า ความพึงพอใจ ของนักเรียนต่อการเรียนภาษาอังกฤษแบบออนไลน์ผ่านทางโปรแกรม Skype อยู่ในระดับมาก



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการศึกษานำไปสู่การพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อม โดยเฉพาะทักษะ การกำกับตนเองและผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ในเรื่องการใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและมีความ ปลอดภัยภายใต้การเรียนการสอนในระบบออนไลน์ในช่วงสถานการณ์การระบาด และส่งเสริม ให้ผู้เรียนเกิดการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้และการทำงานเป็นทีมอย่างเป็นระบบต่อไป
2. แนวทางในเตรียมความพร้อมของนักศึกษาในปีการศึกษาถัดไป อาทิเช่น การเตรียม และการส่งเสริมความพร้อม ความพึงพอใจของผู้เรียน ระบบสารสนเทศ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีใน สถานการณ์ที่ยังมีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาในประเด็นของสื่อการเรียนรู้การจัดการเรียนการสอน อุปกรณ์ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่าง ๆ รวมถึงข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา ให้ความพร้อมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



เอกสารอ้างอิง

- กรณวัฒน์ วุฒิญาณ และ ระวีวรรณ ศรีคร้ามครัน .(2560). *ความพึงพอใจการเรียนรู้ภาษาอังกฤษแบบออนไลน์ผ่านทางโปรแกรม Skype ของนักเรียนในสถาบันสอนภาษา ECC. สาขาการสอนภาษาอังกฤษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.*
- กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2563). สถานการณ์การติดเชื้อโรคโควิด-19. สืบค้น 20 เมษายน 2563, จาก <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/index.php>.
- ชนันภรณ์ อารีกุล. (2560). บทวิจารณ์หนังสือ การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงและการวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสาร มจร การพัฒนาสังคม*, 2(2), 143–149.
- ทรงลักษณ์ สกฤตวิจิตรสินธุ์. (2560). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันทางออนไลน์. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 10(2), 437–450.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered Instruction)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2550). *ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัยราชธานี, บัณฑิตวิทยาลัย. (2557). *คู่มือแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. อุตรธานี: มหาวิทยาลัยราชธานี.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. (2556). *คู่มือเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2556)*. ลำปาง: มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

- ยุวดี วัฒนานนท์, วาสนา จิติมา, และ วชิรา วรรณสถิต. (2553). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านความพร้อมของนักศึกษาพยาบาลก่อนฝึกภาคปฏิบัติในหน่วยห้องคลอดกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติพยาบาลผู้คลอดปกติในระยะคลอด. *Journal of Nursing Science (Supplement)*, 28(4), 67–73.
- รังสรรค์ โฉมยา. (2558). 21st CENTURY SKILLS: Rethinking How Students Learn ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(4), 221–227.
- วิจารณ์ พานิช. (2558). *เรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง*. กรุงเทพฯ: บริษัท เอส. อาร์. พรินติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด.
- ศิริโรจน์ ศรีโกลมทิพย์ และ ศิวินิต อรรถอุณหกุล. (2559). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการผลิตสื่อศิลปะสำหรับเด็ก. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 9(1), 1459–1472.
- ศุภรัตน์ แจ่มแจ้ง และคนอื่นๆ. (2560). ผลการเตรียมความพร้อมในการฝึกปฏิบัติการพยาบาลโดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงต่อการรับรู้ความสามารถในการปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข*, 27 (Special Issue), 46–58.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *แนวทางการปฏิรูปการศึกษาระดับอุดมศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: วีทีซีคอมมิวนิเคชั่น.
- สำนักนายกรัฐมนตรี. (2563). ประกาศสถานการณ์ฉุกเฉิน ตามพระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน. เล่ม 137 ตอนที่ 24 ก, 25 มีนาคม 2563.
- สุนทร สืบคำ. (2553). *ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนผ่านเว็บด้วยโปรแกรมมูเดิ้ล*. ในวิชา วท 341 หลักสูตรบวณการทางวิศวกรรมเกษตร. เชียงใหม่: สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อมรรัตน์ เสตสุวรรณ และ อรชร ศรีไทรล้วน. (2557). ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในคณะพยาบาลศาสตร์กับความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาพยาบาลคณะพยาบาลศาสตร์ก่อการุณย์ มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช. *วารสารก่อการุณย์*, 21 (ฉบับพิเศษ), 124–138.
- เอกนถน บางท่าไม้. (2560). การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการใช้อินเทอร์เน็ตเชิงสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 37(1), 93–118.

- Guglielmino, L. M. (1977). *Development of the Self-directed Learning Readiness Scale*. Doctoral Dissertation, University of Georgia. Dissertation Abstracts International.
- Klunklin, A., Viseskul, N., Sripusanapan, A., & Turale, S. (2010). Readiness for Self-directed Learning among Nursing Students in Thailand. *Nursing & Health Sciences*, 12(2), 177–181.
- Yang, G. F. & Jiang, X.-Y. (2014). Self-directed Learning Readiness and Nursing Competency among Undergraduate Nursing Students in Fujian Province of China. *International Journal of Nursing Sciences*, 1(3), 255–259.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าของชุมชนบ้านปางขอน
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

SPECIES DIVERSITY AND UTILIZATION OF WILD PLANTS OF
BAN PANG KHON COMMUNITY, MUANG DISTRICT,
CHIANG RAI PROVINCE

วันที่รับ: 4 พฤษภาคม 2564

วันที่แก้ไข: 13 พฤษภาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 1 มิถุนายน 2564

เสรี ศรีธิเลิศ^{1*}, เสถียร ฉันทะ¹ และ สุนทรี กรโอชาเลิศ¹

Serie Sritilers^{1*}, Satian Chunta¹ and

Shuntree Kornochalert¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

¹Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University

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



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชน์พืชป่าตามภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนบ้านปางขอน ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนเมษายน 2561–กุมภาพันธ์ 2563 โดยใช้วิธีการศึกษาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยการสัมภาษณ์ตัวแทนจากทุกครัวเรือนในพื้นที่บ้านปางขอน จำนวน 157 ครัวเรือน โดยคัดเลือกจากผู้มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากพืชป่า มีความรู้ทักษะ และความเชี่ยวชาญในการใช้ประโยชน์จากพืชป่า เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามการสำรวจพืชป่า และทำการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์พืชป่า ผลการศึกษา พบว่า ในชุมชนบ้านปางขอนมีการนำพืชป่ามาใช้ประโยชน์ทั้งหมด จำนวน 117 ชนิด 106 สกุล 60 วงศ์ โดยวงศ์ที่มีจำนวนชนิดการใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae และวงศ์ Fabaceae วงศ์ละ 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 5.98 ของพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Lamiaceae และวงศ์ Zingiberaceae วงศ์ละ 6 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 5.12 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์จากพืชป่าแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ พืชอาหาร (เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ) พืชสมุนไพร พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม พืชที่ใช้ทำเครื่องสำอาง (เครื่องหอม และเครื่องประดับ) พืชที่ทำอยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย พืชที่ใช้ทำพิธีกรรม (และความเชื่อต่าง ๆ) และพืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ โดยพบว่า พืชที่เป็นอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ จำนวน 99 ชนิด คิดเป็น 84.61% ของพืชทั้งหมดที่มีการใช้ประโยชน์ในแต่ละประเภท

พืชสมุนไพร จำนวน 96 ชนิด (82.05%) พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม จำนวน 2 ชนิด (1.70%) พืชที่ทำเครื่องสำอาง เครื่องหอม และเครื่องประดับ จำนวน 1 ชนิด (0.85%) พืชทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย จำนวน 28 ชนิด (23.93%) พืชที่ใช้ทำพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ จำนวน 3 ชนิด (2.56%) และพืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ จำนวน 18 ชนิด (15.38%) โดยพืชป่าที่มีค่าการใช้ประโยชน์ (UV) มากที่สุดได้แก่ ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) มีค่า UV เท่ากับ 0.98 รองลงมาคือ กล้วยป่า (*Musa acuminata* Colla subsp. *acuminata*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) มะแว้งนก (*Solanum americanum* Mill.) มีค่า UV เท่ากับ 0.97 มะไฟ (*Baccaurea ramiflora* Lour.) และไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro) มีค่า UV เท่ากับ 0.96 ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปเผยแพร่และใช้เป็นฐานข้อมูลด้านชนิดพันธุ์พืชและการใช้ประโยชน์พืชป่าตามภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนสำหรับการพัฒนาด้านการศึกษา พื้นฟู และอนุรักษ์ของทรัพยากรชีวภาพของชุมชน โดยสามารถนำไปต่อยอดสู่การพัฒนาทางด้านสังคม และเศรษฐกิจชุมชนได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: ความหลากหลายชนิด, การใช้ประโยชน์, พืชป่า, ปางขอน, เชียงราย



Abstract

This study aimed to investigate species diversity and utilization of wild plants according of local wisdom in Ban Pang Khon Community, Muang District, Chiang Rai Province during April 2018–February 2020. Quantitative and qualitative study were used in this research. The total 157 of representative in every households who possessed knowledge, skills, experiences and expertise in utilizing wild plants in Ban Pang Khon Community were interviewed by semi-structured interview. The research instruments were the wild plants' survey questionnaire and wild plant samples were collected for plant identifications by taxonomic method. The results showed that the utilization of wild plants in Ban Pang Khon Community indicated 117 species, 106 families, 60 genera. The most family of utilization plants were Asteraceae and Fabaceae that constituted 7 species each and accounted for 5.98% of the total utilization, followed by Lamiaceae and Zingiberaceae that constituted 6 species each and accounted for 5.12%. The study categorized wild plants utilization into 7 types including;

food (beverage and spices); herbs; clothing and dyeing; cosmetics aroma (and accessories); housing and utensils; rituals and beliefs; and other purposes. It was found that 99 species of wild plants were used for food, (beverage and spices) (84.61%), while 96 species were used for herbs (82.05%), 2 species for clothing and dyeing (1.70%), 1 species for cosmetics, aroma and accessories (0.85%), 28 species for housing and utensils (23.93%), 3 species for rituals and beliefs (2.56%), and 18 species for other purposes (15.38%), *Alpinia galanga* (L.) Willd. was the highest use value (UV = 0.98), followed by *Musa acuminata* Colla subsp. *acuminata*, *Phyllanthus emblica* L., *Solanum americanum* Mill., *Baccaurea ramiflora* Lour., *Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro showing equal use value (UV = 0.96). The data obtained from this study should be published and used as a database of wild plant species that uses according of local wisdom of the community for the development, education, restoration and conservation of community's biological resources. Which can contribute to the development of society and the community economy appropriately and sustainably.

Keywords: Species Diversity, Utilization, Wild Plants, Pang Khon, Chiang Rai



บทนำ

การนำพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ของมนุษย์ในการเป็นปัจจัยสำหรับการดำรงชีวิต มีมาตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะพืชป่าซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ขึ้นในลักษณะเป็นป่าในบริเวณที่ไม่มีผู้ครอบครอง มีการใช้ประโยชน์ร่วมกันของมนุษย์ การศึกษาการใช้ประโยชน์จากพืชที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันผ่านการอุปโภค บริโภค หรือธรรมเนียมประเพณีท้องถิ่น เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน (Ethnobotany) (กวินธร เสถียร, ศักดิ์ดา หอมหวน, และ เสวียน เปรมประสิทธิ์, 2561) ซึ่งเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างพืชกับชนพื้นเมือง (Cotton, 1996) เพื่ออธิบายวิธีการใช้ประโยชน์ผ่านวิถีของชุมชนที่เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พืชพรรณร่วมกันระหว่างคนในท้องถิ่น ผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ และนักวิทยาศาสตร์ (Martin, 1995) สามารถที่จะนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพ การประยุกต์ใช้ให้เกิดคุณค่าในสาขาต่าง ๆ ที่สำคัญยังช่วยในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและภูมิปัญญาท้องถิ่นให้ดำรงอยู่อย่างต่อเนื่องสืบไปในอนาคต ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านอนุกรมวิธาน

และการจัดจำแนกชนิดพืชอย่างเป็นระบบ (วิสุทธิ์ ไบไม้, 2538) สำหรับพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทยมีกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ อาข่า เมี่ยน ลาหู่ กะเหรี่ยง ม้ง ลีซอ คะฉิ่น ละว้า จีนฮ่อ และอื่น ๆ ได้อพยพเข้ามาอาศัยอยู่ตามที่ลาดไหล่เขาบนพื้นที่สูง ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน (ลูวิส พอล, 2528; ชูศรี ไตรสนธิ และคนอื่น ๆ, 2561) โดยมีวิถีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นในระบบนิเวศที่ตนเองอาศัยอยู่ มีการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษสู่คนรุ่นหลังต่อกันมาอย่างต่อเนื่อง Anderson (1993) ได้ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ได้รายงานชื่อพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ จำนวน 900 ชนิด การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ ในเขตพัฒนาของโครงการหลวง โดยพิทยา สรวมศิริ และคนอื่น ๆ (2544) พบการใช้พันธุ์พืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากกว่า 200 ชนิด การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทยภูเขาบนดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย โดยชูศรี ไตรสนธิ และ ปรีทรรศน์ ไตรสนธิ (2543) พบว่ามีการนำพืชพรรณมาใช้ประโยชน์มากกว่า 500 ชนิด ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ทำให้การพึ่งพาการใช้ประโยชน์พืชของชนเผ่าบนพื้นที่สูงแบบดั้งเดิมมีความจำเป็นน้อยลง อีกทั้งการลดลงของพื้นที่ป่าจากการแผ้วถางพื้นที่ทำกินและกำจัดพืชป่าบริเวณรอบพื้นที่ทำกิน การเก็บหาพืชป่าบางชนิดเพื่อจำหน่ายและใช้งานในปริมาณมากจนส่งผลเสี่ยงต่อการสูญหายไปจากแหล่งอาศัยด้วยการสูญเสียด้านชนิดพันธุ์ไปจากธรรมชาติ จึงเป็นประเด็นสำคัญที่จะต้องสำรวจและรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพืชของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ก่อนที่องค์ความรู้และพืชเหล่านี้จะหายไปจากชุมชนและสังคมไทย

หมู่บ้านปางขอนเป็นชุมชนพื้นที่สูงมีกลุ่มชาติพันธุ์ อาข่า เมี่ยน และลาหู่ อาศัยอยู่ร่วมกันพื้นที่ภูมิประเทศตั้งอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติลำน้ำกก ท้องที่ปกครองของตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายของประเทศไทย มีวิถีชีวิตแบบพึ่งพาการใช้ประโยชน์จากพืชด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเฉพาะพืชที่มีอยู่ในพื้นที่ป่าใกล้พื้นที่ตั้งของหมู่บ้าน ซึ่งกำลังประสบปัญหาและผลกระทบตามที่ได้กล่าวมา การศึกษาของปรีชญา ศรีสง่า และคนอื่น ๆ (2554) ได้ศึกษาถึงจำนวนชนิดพืชของชุมชนบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงราย มีรายงานการนำพืชมาใช้ประโยชน์หลากหลายชนิด และคาดว่าจะมีพืชที่มีคุณค่าอีกจำนวนมากที่รอการศึกษา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการพัฒนาขยายผล ก่อนที่ทั้งพืชพรรณและองค์ความรู้ด้านการใช้ประโยชน์เหล่านี้จะสูญหายไป ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าของชุมชนบ้านปางขอนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์พืชป่า และ การใช้ประโยชน์ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อนำไปพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าตามภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนบ้านปางขอน ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

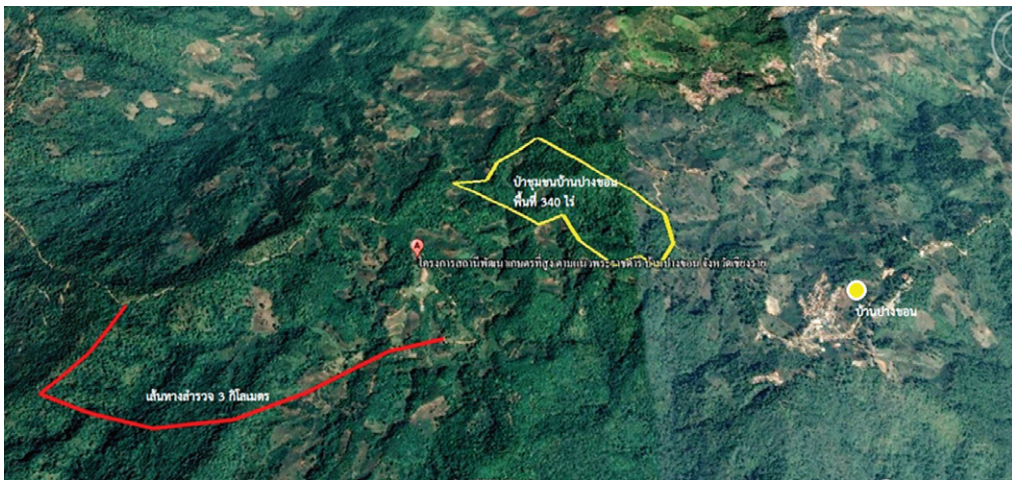


วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีระยะเวลาดำเนินการวิจัย ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2561–เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ชุมชนปางขอนที่อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบการส่งเสริมของสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ บ้านปางขอน หมู่ที่ 7 ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีลักษณะพื้นที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน เป็นแหล่งต้นน้ำของลำน้ำแม่กรณ์ที่เป็นลำน้ำสำคัญของจังหวัดเชียงราย ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ มีพรรณไม้ต้นที่สำคัญ เช่น ประดู่ ก่อ ตะเคียนหิน ทะโล้ ยมหิน ยมหอม จำปี จำปา พญาเสือโคร่ง มะขามป้อม ตะไคร้ต้น ก้ายาน และอบเชย เป็นต้น ชาวบ้านได้อพยพเข้ามาตั้งถิ่นฐานเมื่อปี พ.ศ. 2498 โดยมีกลุ่มชาติพันธุ์เมี่ยนอพยพเข้ามาตั้งถิ่นอาศัยเป็นกลุ่มแรก ปัจจุบันประชากรที่อาศัยอยู่ร่วมกันประกอบด้วย 3 ชาติพันธุ์ ได้แก่ ชาติพันธุ์อาข่า เมี่ยน และลาหู่ มีวัฒนธรรมของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ให้พบเห็นอยู่ในชุมชน ทั้งเรื่องของการแต่งกายในงานสำคัญต่าง ๆ ของหมู่บ้าน การใช้ภาษาพูดสื่อสารกันเองในกลุ่มชาติพันธุ์ คนในหมู่บ้านส่วนใหญ่สามารถสื่อสารภาษาไทยกลาง ภาษาจีน และสามารถเขียนภาษาจีนได้ แต่ละกลุ่มมีประเพณี วัฒนธรรม และวิถีชีวิตเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง จึงทำให้หมู่บ้านปางขอนได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก โดยการศึกษาได้สำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่าของชาวบ้านในชุมชนบ้านปางขอน ระยะทาง 3 กิโลเมตร และสุ่มสำรวจในพื้นที่ป่าชุมชน มีพื้นที่ 340 ไร่ (รูปที่ 1) เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่อยู่ใกล้พื้นที่อาศัย และรอบพื้นที่ทำกินของชาวบ้านในชุมชน



รูปที่ 1 พื้นที่ป่าชุมชนและเส้นทางในการสำรวจชนิดพืชป่าในงานวิจัย
(ที่มา: สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ
บ้านปางขอน, 2563)

2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ กลุ่มชาติพันธุ์ที่ประกอบด้วย 3 ชาติพันธุ์ ได้แก่ ชาติพันธุ์ อาข่า จำนวน 104 ครอบครัว ชาติพันธุ์เมี่ยน จำนวน 31 ครอบครัว และชาติพันธุ์ลาหู่ จำนวน 22 ครอบครัว ซึ่งอาศัยอยู่ในหมู่บ้านปางขอน ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยทำการคัดเลือกตัวแทนจากครัวเรือนซึ่งมีประชากรทั้งสิ้น 784 คน จากจำนวน 157 ครัวเรือน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อสัมภาษณ์จากตัวแทนครัวเรือนที่มีความรู้ ความชำนาญ หรือมีประสบการณ์ในการใช้ประโยชน์จากพืชป่า จำนวนครัวเรือนละ 1 คน เป็นจำนวน 157 คน คิดเป็น 20.02% ของประชากรทั้งหมด

3. วิธีการเก็บข้อมูล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่เก็บโดยตรงจากกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา โดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ 1) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) 2) การสำรวจพื้นที่ศึกษา (Survey) โดยทำการสำรวจในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปางขอน ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 340 ไร่ และเส้นทางสำรวจทางธรรมชาติระยะทาง 3 กิโลเมตร อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบการส่งเสริมของสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ บ้านปางขอน

3.2 เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบสอบถามข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่ศึกษา ข้อมูลประชากร ข้อมูลชนิดพันธุ์พืชป่าที่มีการใช้ประโยชน์ และข้อมูลการ

ใช้ประโยชน์จากพืชป่า 2) เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เช่น แผนที่ เครื่องมือหาตำแหน่ง พิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) อุปกรณ์จัดบันทึกข้อมูลตัวอย่างพืช และหนังสือที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลพืชและระบุชนิดพืช ได้แก่ หนังสือด้านอนุกรมวิธานพืช หนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand) หนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ หนังสือพรรณไม้สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

3.3 พื้นที่ที่ทำการศึกษาภาคสนาม คือ เส้นทางเก็บหาของป่าของชาวบ้านในชุมชนบ้านปางขอน ระยะทาง 3 กิโลเมตร และสุ่มสำรวจในพื้นที่ป่าชุมชน มีพื้นที่ 340 ไร่

3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2561–เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

4. การตรวจสอบข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมและนำมาตรวจสอบก่อนการนำไปวิเคราะห์ผล ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ได้นำกลับมาถามซ้ำกับผู้ให้ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ ถูกต้อง และนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องของชนิดพืชด้วยหนังสือที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลชนิดพืช และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านพฤกษศาสตร์จากองค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ และสถาบันความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น และอาเซียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาชนิดของพืชป่าที่มีความสำคัญของการนำไปใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน โดยได้ใช้ดัชนี Use Value (UV) เป็นค่าดัชนีเชิงปริมาณแสดงถึงความสำคัญของพืชชนิดนั้นในท้องถิ่นนั้น คิดค้นโดย Prance, Balee, Boom, & Carneiro (1987) และปรับปรุงในภายหลังโดย Phillips, Gentry, Reynel, Wilkin, & Galvez-Durand (1994)

$$UV = \frac{\sum U_i}{N}$$

U คือ จำนวนรายงานการใช้ประโยชน์ของพืชแต่ละชนิด (use report)
โดยอ้างอิงจากผู้ให้ข้อมูลแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้ให้ข้อมูลทั้งหมด

หาก UV มีค่าสูง แสดงว่ามีการนำพืชชนิดนั้นมาใช้ประโยชน์มาก มีความสำคัญต่อชุมชนมาก และหากมีค่าต่ำหรือมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าพืชชนิดนั้นมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อย มีความสำคัญต่อชุมชนน้อย



ผลการวิจัย

การสำรวจพืชป่าที่มีการใช้ประโยชน์ของหมู่บ้านปางขอน ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2561–เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 พบพืชป่าที่มีการใช้ประโยชน์ของชุมชน จำนวน 117 ชนิด 106 สกุล 60 วงศ์ วงศ์ที่พบการใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae และ Fabaceae วงศ์ละ 7 ชนิด คิดเป็นวงศ์ละ 5.98% ของพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Lamiaceae และ Zingiberaceae วงศ์ละ 6 ชนิด (วงศ์ละ 5.12%) (รูปที่ 2) การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์พืชป่าของหมู่บ้านปางขอน แบ่งเป็น 7 ประเภท ได้แก่ เป็นพืชอาหาร (เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ) จำนวน 99 ชนิด คิดเป็น 84.61% ของพืชทั้งหมดที่มีการใช้ประโยชน์ในแต่ละประเภท พืชสมุนไพร จำนวน 96 ชนิด (82.05%) พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม จำนวน 2 ชนิด (1.70%) พืชที่ใช้ทำเครื่องสำอาง (เครื่องหอม และเครื่องประดับ) จำนวน 1 ชนิด (0.85%) พืชทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย จำนวน 28 ชนิด (23.93%) พืชที่ใช้ทำพิธีกรรม (และความเชื่อต่าง ๆ) จำนวน 3 ชนิด (2.56%) และพืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ จำนวน 18 ชนิด (15.38%) (ตารางที่ 2) แต่ละประเภทพบการใช้ประโยชน์อ้างอิงในตารางที่ 1 ดังนี้

1. พืชอาหาร (เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ)

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ จำนวน 99 ชนิด 90 สกุล 53 วงศ์ วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae, Lamiaceae และ Zingiberaceae วงศ์ละ 6 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Fabaceae, Poaceae และ Rubiaceae วงศ์ละ 5 ชนิด ส่วนที่ใช้ประโยชน์มากที่สุดคือใบและยอดอ่อน รองลงมาคือผล พืชป่าที่มีค่าดัชนี UV สูงที่สุดคือ ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) (UV = 0.98) ใช้ส่วนของเหง้าใส่ในเครื่องเทศของเครื่องแกงและต้ม หน่ออ่อนขาดมกินกับน้ำพริก รองลงมาได้แก่ มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) ใช้ผลสดรับประทานเป็นผลไม้ กล้วยป่า (*Musa acuminata* Colla subsp. *acuminata*) ใช้ส่วนของดอกอ่อนและต้นอ่อนเป็นส่วนประกอบในอาหารต้ม แกง และคั่ว มะแว้งนก (*Solanum americanum* Mill.) ใช้ส่วนของยอดอ่อนลวกกินกับน้ำพริก และย่ำ (UV = 0.97 เท่ากัน) มะไฟ (*Baccaurea ramiflora* Lour.) ใช้ส่วนของผลสุกรับประทานเป็นผลไม้ และไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro) ใช้ส่วนของหน่ออ่อนประกอบเป็นอาหาร (UV = 0.96 เท่ากัน) เป็นต้น

2. พืชสมุนไพร

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชสมุนไพร จำนวน 96 ชนิด 86 สกุล 54 วงศ์ วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae จำนวน 7 ชนิด รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Fabaceae และ Lamiaceae วงศ์ละ 6 ชนิด ส่วนที่ใช้ประโยชน์มากที่สุดคือใบและยอดอ่อน

รองลงมาเป็นรากหรือเหง้า พืชป่าที่มีค่าดัชนี UV สูงที่สุดคือผักส้มบั้ง (*Fagopyrum cymosum* (Trevir.) Meisn.) (UV = 0.83) ใช้ส่วนของใบและยอดอ่อนตำพอกแก้อาการปวดตามร่างกาย และรักษากระดูกหัก รองลงมาได้แก่ ฮ่อม (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze) (UV = 0.82) ใช้ส่วนของใบตำผสมสมุนไพรอื่นพอกฝ่ามือฝ่าเท้าเพื่อลดไข้ ช่วยสมานแผลและดื่มน้ำแก้วนร้อนใน มะเหลียมหิน (*Rhus javanica* L. var. *chinensis* (Mill.) T. Yamaz.) (UV = 0.78) ใช้ส่วนของใบต้มน้ำดื่มแก้พิษคัน มะขุย (*Embelia sessiliflora* Kurz) (UV = 0.76) ใช้ส่วนของยอดอ่อนตำพอกแผลที่ถูกหนอนคัน รากทุบแช่น้ำดื่มแก้อาการท้องร่วง และผลกินเป็นยาถ่ายพยาธิ เป็นต้น

3. พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม จำนวน 2 ชนิด 2 สกุล 2 วงศ์ วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์คือ วงศ์ Acanthaceae และ Iridaceae วงศ์ละ 1 ชนิด ได้แก่ ฮ่อม (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze) (UV = 0.82) ที่ใช้ส่วนของใบตำทำสีย้อมผ้า และว่านหอมแดง (*Eleutherine americana* (Aubl.) Merr.) (UV = 0.75) ใช้ส่วนของรากย้อมสีเปลือกไข่ให้มีสีแดงสำหรับต้อนรับแขกที่มาเยี่ยมเยือนชุมชน

4. พืชที่ทำเครื่องสำอาง (เครื่องหอม และเครื่องประดับ)

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชที่ทำเครื่องสำอาง เครื่องหอม และเครื่องประดับ 1 ชนิด วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์คือ วงศ์ Poaceae ชนิดของพืชป่าที่ใช้ประโยชน์คือ เตย (*Coix lachryma-jobi* L.) (UV = 0.52) ใช้ในส่วนของผลแห้งร้อยเป็นเครื่องประดับในชุดประจำเผ่าและชุดการแสดงในงานของชุมชนในโอกาสต่าง ๆ

5. พืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย จำนวน 28 ชนิด 26 สกุล 18 วงศ์ วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Poaceae จำนวน 5 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Rubiaceae จำนวน 3 ชนิด ส่วนที่ใช้ประโยชน์มากที่สุดคือลำต้นและเนื้อไม้ รองลงมาคือดอกและใบ พืชป่ามีค่าดัชนี UV สูงที่สุดคือ ไม้หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro) (UV = 0.96) ใช้ส่วนของลำต้นทำเครื่องจักสานและที่ปักอาศัย ตองกง (*Thysanolaena maxima* Kuntze) (UV = 0.73) ใช้ส่วนของดอกมาทำไม้กวาด ไม้ไร่ (*Gigantochloa albociliata* (Munro) Kurz) (UV = 0.72) ใช้ส่วนของลำต้นทำเครื่องจักสานและที่ปักอาศัย หวาย (*Calamus* sp.) (UV = 0.66) ใช้ส่วนของลำต้นมาประกอบเป็นเครื่องจักสานที่ใช้ในครัวเรือน ไม้เอี้ย (*Cephalostachyum virgatum* (Munro) Kurz) (UV = 0.34) ใช้ส่วนของลำต้นสับและสานเป็นฟาบ่าน เป็นต้น

6. พืชที่ใช้ทำพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชที่ใช้ทำพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ จำนวน 3 ชนิด 3 วงศ์ 3 สกุล วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ วงศ์ Hypoxidaceae, Scrophulariaceae และ Smilacaceae พืชป่าที่มีค่าดัชนี UV สูงที่สุดคือ ราชาวดีป่า (*Buddleja asiatica* Lour.) (UV = 0.18) ใช้ดอกกร่วมกับของเช่นไฉ้บรรพบุรุษช่วงเทศกาลปีใหม่ของชนเผ่าเมี่ยน รองลงมาได้แก่ เถาวัลย์ยั้ง (*Smilax ovalifolia* Roxb.) (UV = 0.11) ใช้ส่วนของเถาทำพิธีคล้อยเพื่อไล่สิ่งอัปมงคลออกจากตัว และตองกาย (*Molineria capitulata* (Lour.) Herb.) (UV = 0.08) ใช้ในส่วนใบร่อนน้ำดื่มสำหรับคนที่มึนงงแพ้ที่ถูกขับออกจากหมู่บ้านตามความเชื่อดั้งเดิมของชนเผ่าอาข่า

7. พืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ

พืชป่าที่มีการใช้เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ จำนวน 18 ชนิด 16 สกุล 11 วงศ์ วงศ์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Poaceae จำนวน 4 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Rubiaceae จำนวน 3 ชนิด ส่วนที่ใช้ประโยชน์มากที่สุดคือลำต้น รองลงมาคือใบ พืชป่าที่มีค่าดัชนี UV สูงที่สุดคือ กล้วยป่า (*Musa acuminata* Colla subsp. *acuminata*) (UV = 0.97) ใช้ส่วนของใบและปลีตัดจำหน่าย ลำต้นเป็นอาหารสัตว์ รองลงมาได้แก่ ไม้หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro) (UV = 0.96) ใช้ในส่วนของลำต้นและหน่ออ่อนตัดจำหน่าย ชาเมี่ยง (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (J.W.Mast.) Kitam.) (UV = 0.84) ใช้ส่วนของยอดอ่อนและใบเก็บจำหน่าย ไข่ปูใหญ่ (*Rubus alceifolius* Poir.) ใช้ส่วนของใบรองทำถั่วเน่าแผ่นเก็บไว้รับประทาน ตองกง (*Thysanolaena maxima* Kuntze) (UV = 0.73 เท่ากัน) ใช้ส่วนเก็บของดอกจำหน่าย เป็นต้น

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชป่าที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน จังหวัดเชียงราย

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ส่วนของพืชที่ใช้	การใช้ประโยชน์	ดัชนี UV
Acanthaceae	<i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker.	ละอองดาว	ใบ	H	0.01
Acanthaceae	<i>Strobilanthes cusia</i> (Nees) Kuntze	ฮ่อม	ใบ, ราก	H	0.82
Acoraceae	<i>Acorus calamus</i> L.	ว่านน้ำ	ราก	F/H	0.03
Adoxaceae	<i>Sambucus javanica</i> Reinw. ex Blume	สะพ้านกิน	ใบ, ทั้งต้น	H	0.16
Adoxaceae	<i>Sambucus simpsonii</i> Rehder	พวงไข่มุก	ยอดอ่อน	H	0.11
Anacardiaceae	<i>Rhus javanica</i> L. var. <i>chinensis</i> (Mill.) T. Yamaz.	มะเหลียมหิน	ผล, ใบ	F/H	0.78
Apiaceae	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.	ผักชีล้อม	ใบ	F/H	0.82
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	สัตบรรณ	ใบ, เปลือก, ราก	F/H	0.13
Apocynaceae	<i>Rauvolfia</i> sp.	-	ใบ, ราก, ต้น	F/HU	0.04
Araceae	<i>Alocasia cucullata</i> (Lour.) G. Don	ว่านนกคุ้ม	ทั้งต้น	H	0.04
Araceae	<i>Amorphophallus paeoniifolius</i> (Dennst.) Nicolson.	บุกคางคก	หัวใต้ดิน	F	0.04
Araceae	<i>Amorphophallus</i> sp.	บุก	หัวใต้ดิน	F	0.83
Araceae	<i>Rhaphidophora peepla</i> Schott	พลูช้าง	ทั้งต้น, ใบ	F/H	0.14
Araliaceae	<i>Macropanax dispermus</i> (Blume) Kuntze	เพี้ยพาน	ผล, ราก, ทั้งต้น, ใบ	F/H	0.08
Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.	-	ทั้งต้น	F/H	0.15
Araliaceae	<i>Trevesia palmata</i> (Roxb. ex Lindl.) Vis.	ต้างหลวง	ดอก, ผล	F/H	0.89
Arecaceae	<i>Calamus</i> sp.	หวาย	ยอดอ่อน, ลำต้น	F/HU	0.66
Arecaceae	<i>Caryota</i> sp.	เต่าร้าง	ยอดอ่อน	F/HU	0.70
Asparagaceae	<i>Asparagus filicinus</i> Buch.-Ham. ex D.Don	ม้าสามต่อน	ราก	F/H	0.10
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	สาบหมา	ใบ	F/H	0.33
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	สาบแร้งสาบกา	ใบ	F/H	0.22
Asteraceae	<i>Artemisia roxburghiana</i> Besser	หญ้าขี้ทุต	ใบ, ต้น	H	0.19
Asteraceae	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	หนาดใหญ่	ใบ	F/H	0.38
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	สาบเสือ	ใบ	F/H	0.45
Asteraceae	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	ผักกาดช้าง	ยอดอ่อน	F/H	0.65
Asteraceae	<i>Gynura bicolor</i> (Roxb. ex Willd.) DC	ว่านมหากาฬ	ยอดอ่อน	F/H	0.39
Basellaceae	<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis.	ผักบั้ง	ทั้งต้น	F/H	0.11
Bignoniaceae	<i>Markhamia stipulata</i> (Wall.) Seem.	แคหางค่าง	ดอก, ฝักอ่อน	F/H	0.90
Campanulaceae	<i>Lobelia nummularia</i> Lam.	ตากุ่ม	ทั้งต้น	H	0.10

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชป่าที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน จังหวัดเชียงราย (ต่อ)

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ส่วนของพืชที่ใช้	การใช้ประโยชน์	ดัชนี UV
Cannabaceae	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	พังแหรใหญ่	ลำต้น	F/H/HU	0.06
Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	พุทธรักษาหินหัว	ทั้งต้น	F/H/HU/O	0.22
Capparaceae	<i>Crateva</i> sp.	ผักกุ่ม	ยอดอ่อน, ทั้งต้น	F/H	0.79
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	ผักปลาบ	ยอดอ่อน	F/H	0.29
Convolvulaceae	<i>Argyrea osyrensis</i> (Roth) Choisy	หุน	ใบ, ต้น, ราก	F/H	0.06
Costaceae	<i>Hellenia lacera</i> (Gagnep.) Govaerts	เอื้องหมายนา	ราก	F/H	0.09
Cucurbitaceae	<i>Hodgsonia heteroclita</i> (Roxb.) Hook.f. & Thomson subsp. <i>indochinensis</i> W.J. de Wilde & Duyfjes.	มะกิ้ง	ผล	F/H	0.21
Cucurbitaceae	<i>Trichosanthes pubera</i> Blume subsp. <i>rubriflos</i> (Coryla) Duyfjes & Pruesapan	ขี้กาแดง	ราก	H	0.08
Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp.	กก	ราก	H	0.03
Dilleniaceae	<i>Dillenia</i> sp.	ส้าน	ผลอ่อน	F/H	0.41
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea hispida</i> Dennst.	กลอย	หัว	F/H	0.21
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	-	หัว	F	0.27
Dioscoreaceae	<i>Tacca chantrieri</i> Andre	เนระพูสีไทย	ใบ, เหง้า	F/H	0.28
Ericaceae	<i>Agapetes megacarpa</i> W. W. Sm.	ประทัดอ่างช้าง	ราก	H	0.06
Fabaceae	<i>Butea</i> sp.	กวาว	ลำต้น	F/H/HU	0.13
Fabaceae	<i>Cajanus goensis</i> Dalzell.	แปบผี	ทั้งต้น	F	0.06
Fabaceae	<i>Crotalaria assamica</i> Benth.	มะหิงน้ำ	ราก	F/H	0.04
Fabaceae	<i>Derris elliptica</i> (Roxb.) Benth.	หางไหลแดง	เถา, ใบ	H	0.11
Fabaceae	<i>Erythrina stricta</i> Roxb.	ทองหลางใบมน	ลำต้น	F/H/HU	0.08
Fabaceae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	ชุมเห็ดเล็ก	ทั้งต้น	H	0.22
Fabaceae	<i>Shuteria involucrata</i> (Wall.) Wight & Arn.	เถาข้าวปอง	ใบ	F/H	0.22
Fagaceae	<i>Castanopsis indica</i> (Roxb.) A. DC.	ก่อแป้น	ผล	F	0.90
Hypoxidaceae	<i>Molineria capitulata</i> (Lour.) Herb.	ตองกาย	ใบ	F/H/R	0.08
Iridaceae	<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill.) Urb.	ว่านหอมแดง	ราก	F/H/CD	0.75
Lamiaceae	<i>Callicarpa rubella</i> Lindl.	น้ำลายผีเสื้อ	ราก	F/H	0.11
Lamiaceae	<i>Clerodendrum chinense</i> (Osbeck) Mabb. var. <i>simplex</i> (Mold.) S. L. Chen	ปึงหอม	ใบ	F/H	0.20
Lamiaceae	<i>Clerodendrum colebrookianum</i> Walp.	ปึงขาว	ใบ	F/H	0.27
Lamiaceae	<i>Clerodendrum japonicum</i> (Thunb.) Sweet	ปึงตาไก่	ใบ	F/H/HU	0.23

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชป่าที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน จังหวัดเชียงราย (ต่อ)

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ส่วนของพืชที่ใช้	การใช้ประโยชน์	ดัชนี UV
Lamiaceae	<i>Rotheca serrata</i> Steane & Mabb.	ชะรักป่า	ใบ, ดอก, ราก	F/H	0.49
Lamiaceae	<i>Elsholtzia</i> sp.	-	ใบ	F/H	0.09
Lauraceae	<i>Litsea cubeba</i> (Lour.) Pers.	ตะไคร้ตัน	เปลือก, ผล	F/H/HU	0.14
Malvaceae	<i>Helicteres elongata</i> Wall. ex Bojer	ขี้อัน	ราก	H	0.03
Melastomataceae	<i>Melastoma malabathricum</i> L. subsp. <i>normale</i> (D. Don) F. K. Mey.	จุกนารี	ผล, ใบ, กิ่ง	F/H/HU	0.62
Melastomataceae	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	พลองเหมือด	ผล	F/H	0.17
Melanthiaceae	<i>Paris polyphylla</i> Sm.	ตีนช้างดอย	เหง้า	F/H/O	0.52
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	เลี่ยน	เปลือก, ลำต้น	F/H/HU	0.08
Menispermaceae	<i>Stephania</i> sp.	เถาว์ลย์เปรียง	ราก	F/H	0.06
Moraceae	<i>Artocarpus thailandicus</i> C. C. Berg	หาด	ผล, เปลือก	F/H/O	0.51
Moraceae	<i>Ficus auriculata</i> Lour.	เตือหว่า	ผล, ใบ	F/H	0.89
Musaceae	<i>Musa acuminata</i> Colla subsp. <i>acuminata</i>	กล้วยป่า	ดอก, ต้นอ่อน, ใบ	F/H/HU/O	0.97
Myrtaceae	<i>Syzygium nervosum</i> A. Cunn. ex DC.	มะเกี๋ยง	ผล	F	0.81
Orchidaceae	<i>Coelogyne</i> sp.	-	ต้น	H	0.01
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	ผักแว่น	ทั้งต้น	F/H	0.09
Pentaphylacaceae	<i>Eurya acuminata</i> DC.	แพ้นจั่น	ลำต้น	F/H/HU/O	0.20
Phyllanthaceae	<i>Antidesma</i> sp.	มะเฒ่า	ผล	F	0.94
Phyllanthaceae	<i>Baccaurea ramiflora</i> Lour.	มะไฟ	ผล	F/H	0.96
Phyllanthaceae	<i>Glochidion</i> sp.	-	ใบ	F/H	0.28
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus emblica</i> L.	มะขามป้อม	ผล, เปลือก	F/H	0.97
Piperaceae	<i>Piper boehmeriifolium</i> (Miq.) C. DC.	-	ทั้งต้น	F/H	0.06
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	-	ทั้งต้น	F	0.16
Plantaginaceae	<i>Limnophila aromatica</i> (Lam.) Merr.	ผักแขยง	ยอดอ่อน	F	0.01
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	หญ้าเอ็นยิด	ใบ	F/H	0.51
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	กรตน้ำ	ใบ, ต้น, ราก	H	0.04
Poaceae	<i>Coix lacryma-jobi</i> L.	เดือย	ผล	F/H/CA/HU/O	0.52
Poaceae	<i>Cephalostachyum virgatum</i> (Munro) Kurz	ไผ่เอี้ย	ลำต้น	F/HU/O	0.34
Poaceae	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i> Nees & Arn. ex Munro	ไผ่หก	หน่อ, ลำต้น	F/HU/O	0.96
Poaceae	<i>Gigantochloa albociliata</i> (Munro) Kurz	ไผ่ไร่	หน่อ, ลำต้น	F/HU/O	0.72

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชป่าที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน จังหวัดเชียงราย (ต่อ)

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ส่วนของพืชที่ใช้	การใช้ประโยชน์	ดัชนี UV
Poaceae	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	ตองกง	ยอดอ่อน, ดอก	F/H/HU/O	0.73
Polygonaceae	<i>Fagopyrum dibotrys</i> (D. Don) H. Hara	ผักบุ้งส้ม	ยอดอ่อน, ใบ	F/H/HU	0.83
Polygonaceae	<i>Polygala arillata</i> Buch.-Ham. ex D. Don	ต่างไก่ป่า	ใบ, ราก	H	0.09
Polypodiaceae	<i>Platynerium wallichii</i> Hook.	ชายผ้าสีดา	ใบ	H/O	0.06
Primulaceae	<i>Embelia sessiliflora</i> Kurz	มะขุย	ราก, ผล	F/H	0.76
Rhamnaceae	<i>Ziziphus oenopolia</i> (L.) Mill.	เล็บเหยี่ยว	เถา	F/H	0.06
Rosaceae	<i>Docynia indica</i> (Andr.) Decne.	มักขี้หนู	ผล	F	0.92
Rosaceae	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	ไข่มุกใหญ่	หน่ออ่อน, ใบ	F/H/O	0.73
Rubiaceae	<i>Canthium parvifolium</i> Roxb.	หนามมะเค็ด	ผล	F/H	0.13
Rubiaceae	<i>Mussaenda sanderiana</i> Roxb.	แก้มขาว	ราก	F/H/HU/O	0.18
Rubiaceae	<i>Mussaenda</i> sp.	-	เปลือก, ราก	F/H/HU/O	0.04
Rubiaceae	<i>Paederia</i> sp.	-	เถา, ใบ	F/H	0.06
Rubiaceae	<i>Wendlandia paniculata</i> (Roxb.) DC.	แข่งกวาดง	ยอดอ่อน	F/HU/O	0.13
Rutaceae	<i>Citrus medica</i> L.	มะนาวควาย	ผล	F	0.82
Rutaceae	<i>Toddalia asiatica</i> (L.) Lam	เครื่องเห่า	ราก	F	0.10
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	-	ราก, ยอดอ่อน	F/H	0.16
Saururaceae	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	ผักคาวตอง	ราก, ใบ	F/H	0.83
Scrophulariaceae	<i>Buddleja asiatica</i> Lour.	ราชวดีป่า	ใบ	F/H/R	0.18
Smilacaceae	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb. ex D. Don	เถาวัลย์ยักษ์	เถา	H/R	0.11
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	มะแว้งนก	ยอดอ่อน, ผล	F/HU	0.97
Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	ด้ายยาง	ใบ, กิ่ง, ต้น	F/H/HU/O	0.31
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	มะเขือพวง	ผล	F	0.75
Theaceae	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze var. <i>assamica</i> (J. W. Mast.) Kitam.	ชาเมี่ยง	ใบ	H	0.84
Theaceae	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	มังตาน	ลำต้น	F/H/HU/O	0.10
Vitaceae	<i>Cissus discolor</i> Blume	คาดตะกั่วเถา	ใบ	F/H/HU	0.25
Zingiberaceae	<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.	ข่า	หน่อ, เหง้า	F/H	0.98
Zingiberaceae	<i>Alpinia malaccensis</i> (Burm.) Roscoe	ข่าป่า	ผล	F/H	0.25
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L.	ขมิ้น	เหง้า	F/H	0.68
Zingiberaceae	<i>Glozza</i> sp.	ข่าลิง	ผล	F	0.03

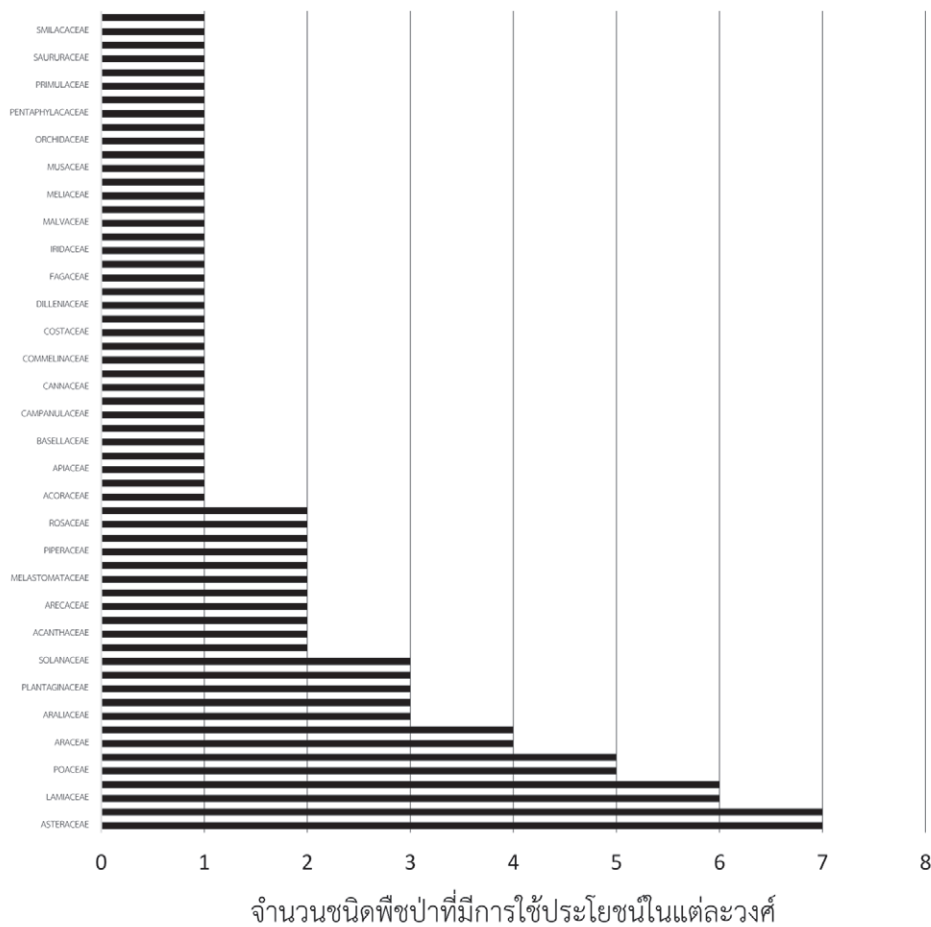
ตารางที่ 1 รายชื่อพืชป่าที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน จังหวัดเชียงราย (ต่อ)

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ส่วนของพืชที่ใช้	การใช้ประโยชน์	ดัชนี UV
Zingiberaceae	<i>Hedychium coccineum</i> Buch.-Ham. ex Sm	ข้าไฟ	ทั้งต้น	F/H/HU	0.06
Zingiberaceae	<i>Kaempferia galanga</i> L.	เปราะหอม	เหง้า	F/H	0.13

หมายเหตุ: *อักษรภาษาอังกฤษแสดงประเภทการใช้ประโยชน์ F = พืชอาหาร; H = พืชสมุนไพร;
 CD = พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม; CA = พืชที่ใช้ทำเครื่องสำอาง เครื่องหอม และเครื่องประดับ;
 HU = พืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย; R = พืชที่ใช้ทำพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ;
 O = พืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ
 ** - หมายถึง ไม่มีชื่อท้องถิ่น

ตารางที่ 2 จำนวนชนิดพืชป่าจำแนกประเภทตามการใช้ประโยชน์

ประเภทการใช้ประโยชน์	จำนวนชนิด
พืชอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ	99
พืชสมุนไพร	96
พืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย	28
พืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ	18
พืชที่ใช้ทำพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ	3
พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม	2
พืชที่ใช้ทำเครื่องสำอาง เครื่องหอม และเครื่องประดับ	1



รูปที่ 2 จำนวนชนิดของพืชป่าในแต่ละวงศ์ ที่มีการใช้ประโยชน์ของชุมชนบ้านปางขอน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าของชุมชนบ้านปางขอน ครั้งนี้พบว่า มีการนำพืชป่ามาใช้ประโยชน์จำนวน 117 ชนิด 106 สกุล 60 วงศ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนเผ่าอาข่า หมู่บ้านห้วยหยวกป่าโซ อำเภอแม่ฟ้าหลวง และหมู่บ้านใหม่พัฒนา อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ของปรัชญา ศรีสง่า และคนอื่นๆ (2554) ที่พบพืชที่มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่บ้านห้วยหยวกป่าโซ 147 ชนิด 68 วงศ์ และบ้านใหม่พัฒนา 108 ชนิด 57 วงศ์ แต่มีความแตกต่างจากการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนเผ่าอาข่าที่หมู่บ้านปางขอน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ของวัลลภา แปะทอง (2559) ที่พบพืชที่มีการใช้ประโยชน์ 71 ชนิด 42 วงศ์ ด้วยเพราะการศึกษากลุ่มเป้าหมายเป็นประชากร

กลุ่มชาติพันธุ์อาข่าเพียงชาติพันธุ์เดียวจาก 3 ชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในชุมชน จึงทำให้พบพืชที่มีการใช้ประโยชน์น้อยกว่า วงศ์ที่พบการใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae และ Fabaceae รองลงมาได้แก่ วงศ์ Lamiaceae และ Zingiberaceae สอดคล้องกับงานศึกษาทางด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน และการศึกษาการใช้ประโยชน์จากพืชในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ ที่พบว่าวงศ์ของพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae และ Fabaceae (กมลเนตร ศรีธิ, 2560; สุกัญญา นาคะวงศ์, วรรณชัย ชาแท่น, และ วิลาวัณย์ พร้อมพรม, 2560; ปาริฉัตร น้อยธนะ, สวาท สายปาระ, และ กมลวรรณ คุ่มพุด, 2556; Patel, 2012; Bussmann & Sharon, 2006) เนื่องจากพืชทั้งสองวงศ์นี้มีจัดเป็นพืชกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากเป็นกลุ่มใหญ่สามอันดับแรกของโลก และยังมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางพบได้ทั่วไปบนโลก (Heywood, Brummitt, Culham, & Seberg, 2007) จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าดัชนีการนำไปใช้ประโยชน์ (Use Value: UV) พบว่าพืชป่าที่มีความสำคัญต่อชุมชนและมีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) มีค่าการนำไปใช้สูงสุดเนื่องด้วยในชุมชนใช้เหง้าเป็นเครื่องเทศในการประกอบอาหารได้หลากหลายอย่าง เช่น ต้ม ยำ และแกง ใช้หน่ออ่อนเป็นเครื่องเคียงของอาหารต่าง ๆ และยังมีการใช้เป็นสมุนไพรในการบรรเทาอาการเจ็บคออีกด้วย จึงมีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายและหาได้ง่ายใกล้ชุมชนที่อาศัย (อนันต์ อธิพรชัย, สุวรรณา เสมศรี, และ สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา, 2562) ในการศึกษาการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ พบว่าประเภทของการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ เป็นพืชอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ เพราะสภาพการอยู่อาศัยและพื้นที่การประกอบอาชีพเกษตรกรรมของชาวบ้านส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ที่ล้อมรอบไปด้วยป่าไม้ เมื่อมีเวลาว่างจากการทำการเกษตรจึงมักมีการเข้าไปเก็บหาพืชป่าสำหรับเป็นอาหาร เช่น ใช้เป็นเครื่องเทศ เครื่องแกง ผักสด เครื่องเคียง ผลไม้ และเครื่องดื่ม เป็นต้น รองลงมาคือ เป็นพืชสมุนไพร เพราะในปัจจุบันความนิยมยาแผนปัจจุบันมีมากขึ้น เข้าถึงการรักษาอาการเจ็บได้ง่าย และหมอยาพื้นบ้านมีผู้สืบทอด ผู้ชำนาญน้อยลง ทำให้ความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรลดลง แต่ก็ยังมีความต้องการใช้ในการบำบัดรักษาอาการเจ็บป่วยเบื้องต้น เช่น การลดไข้ แก้ผื่นคัน แก้ปวด แก้ไอ แก้ปัสสาวะขัด ใส่แผลสดห้ามเลือด และท้องเสีย เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาติพันธุ์ในภาคเหนือ ที่พบว่ามีการนำพืชในบริเวณป่าใกล้กับชุมชนมาใช้ประโยชน์เป็นพืชอาหารมากที่สุด และรองลงมาคือเป็นพืชสมุนไพร การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวลัวะในบ้านน้ำแพะ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน พบพืชอาหาร จำนวน 148 ชนิด และพืชสมุนไพร จำนวน 22 ชนิด (มลิวัลย์ บริคุต และ อังคณา อินตา, 2562) การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านในอำเภอบางยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบพืชอาหาร จำนวน 127 ชนิด และพืชสมุนไพร จำนวน 85 ชนิด (ชูศรี ไตรสนธิ และ ปรีทธรศน์

ไตรสนธิ, 2552) และการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทลื้อ หมู่บ้านท่าข้าม อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย พบพืชอาหาร จำนวน 146 ชนิด และพืชสมุนไพร จำนวน 74 ชนิด (จันทราภิรักษ์ ไตรวรานนท์, 2546) ส่วนประเภทของการใช้ประโยชน์ที่พบน้อยที่สุดคือ พืชที่ทำเครื่องสำอาง เครื่องหอม และเครื่องประดับ เพราะในปัจจุบันเครื่องสำอาง เครื่องหอม เครื่องประดับต่าง ๆ สามารถหาซื้อได้ง่าย และความนิยมใช้ของสมัยใหม่มากกว่าของเดิมที่เคยใช้ในอดีต จึงทำให้มีการใช้ประโยชน์น้อยลง ซึ่งเกิดขึ้นจากความเปลี่ยนแปลงของชุมชน เศรษฐกิจ การศึกษา และศาสนาที่ผันแปรไปตามเวลา (ลูวิส พอล, 2528)



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการสำรวจความหลากหลายชนิดพบพืชป่าที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งหมด จำนวน 117 ชนิด 106 สกุล 60 วงศ์ โดยวงศ์ที่มีจำนวนชนิดการใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Asteraceae และวงศ์ Fabaceae วงศ์ละ 7 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Lamiaceae และวงศ์ Zingiberaceae วงศ์ละ 6 ชนิด การศึกษาคำดัชนีความสำคัญของการนำไปใช้ประโยชน์ (Use Value: UV) ของพืชป่าในชุมชนบ้านปางขอน พบว่าพืชป่าที่มีค่าดัชนีการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ ข่า มีค่าดัชนีการนำไปใช้ประโยชน์ เท่ากับ 0.98 รองลงมาคือ กล้วยป่า มะขามป้อม มะแว้งนก มีค่า UV เท่ากันคือ 0.97 มะไฟ และไผ่หูก มีค่า UV เท่ากันคือ 0.96 และการศึกษาด้านการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ของพืชป่าพบว่า เป็นพืชอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องเทศ จำนวน 99 ชนิด เช่น มะเหลียมหิน ผักชีล้อม ต่างหลวง เต่าร้าง และข่า พืชสมุนไพร จำนวน 96 ชนิด เช่น สาบหมา ผักปลาบ ชุมเห็ดเล็ก ตีนอุ้งตอย และฮ่อม พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ฮ่อม และว่านหอมแดง พืชที่ทำเครื่องสำอาง เครื่องหอม และเครื่องประดับ จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ เตื่อย พืชทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย จำนวน 28 ชนิด ได้แก่ หวาย กวาว เลียน ไผ่หูก ไผ่เฮี้ย และตองกง พืชที่ใช้ทำพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ราชวดีป่า ตองกาย และเถาว์ล้วยยัง และพืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ 18 ชนิด เช่น สาบเสือ พุทธรักษากินหัว และผักแว่น ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานภาครัฐส่วนท้องถิ่นควรสนับสนุนและกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาชุมชนที่ส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น การฟื้นฟู และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลพื้นฐานในการนำไปสู่การพัฒนาชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองและพัฒนาในด้านต่าง ๆ ได้อย่างสอดคล้องกับวิถีชีวิตและชุมชนได้อย่างยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ควรส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ความหลากหลายพืชป่า ร่วมกับการอนุรักษ์ พื้นฟู ภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์และทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อเป็นฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนา ด้านการศึกษา พื้นฟู และอนุรักษ์ของชุมชน ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดสู่การพัฒนาทางด้านสังคม และเศรษฐกิจได้ในทิศทางที่เหมาะสมต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

บทความชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสหวิทยาการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้รับการสนับสนุนทุนการศึกษาและวิจัยจากทุนโนวาร์ตีสเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา คณะวิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณ คุณเมธิ วงศ์หนัก คุณประทีป ปัญญาดี องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ และคุณจุฬาลักษณ์ ลาเกิด สำหรับการตรวจสอบรายชื่อวงศ์และชนิดพืชป่า



เอกสารอ้างอิง

- กมลเนตร ศรีธิ. (2560). การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของวัชพืชในจังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- กวินธร เสถียร, ศักดิ์ดา หอมหวาน, และ เสวียน เปรมประสิทธิ์. (2561). การใช้ประโยชน์พรรณพืชในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านทุ่งลุยลาย ตำบลทุ่งลุยลาย อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 14(2), 211–245.
- จันทรรักษ์ ไตรวรานนท์. (2546). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทยลื้อ ในจังหวัดเชียงราย. สืบค้น 21 เมษายน 2563, จาก <http://www.archives.mfu.ac.th/database/files/original/80a17c02db700cb85f21f7a44cce79b9.pdf>
- ชูศรี ไตรสนธิ และ ปรีทรรศน์ ไตรสนธิ. (2543). การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทยภูเขาบนดอยแม่สะลอง จังหวัดเชียงราย. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 54(6), 372–378.
- _____. (2552). การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านในประเทศไทย กรณีศึกษาในอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารพฤกษศาสตร์ไทย*, 1(1), 1–23.
- เต็ม สมิตินันท์. (2557). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

- ปรัชญา ศรีสง่า และคนอื่นๆ. (2554). พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวอาข่า หมู่บ้านห้วยห้วยกป๋าย อำเภอแม่ฟ้าหลวง และหมู่บ้านใหม่พัฒนา อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. *วารสารพฤกษศาสตร์ไทย*, 3(1), 93–114.
- ปาริฉัตร น้อยธนะ, สวาท สายปาระ, และ กมลวรรณ คุ่มพุ่ม. (2556). พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาเผ่าม้ง อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน. *วารสารนเรศวรพะเยา วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(3), 213–219.
- พิทยา สรวมศิริ และคนอื่นๆ. (2544). รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำหรับแผนการวิจัยระยะที่ 1 (พ.ศ. 2541–2542) การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง. สืบค้น 14 พฤษภาคม 2564, จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/res/2543/tressct490762_43_full.pdf
- มลิวัลย์ บริคุต และ อังคณา อินตา. (2562). พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวลัวะในบ้านน้ำแพะ อำเภอปอเกือ จังหวัดน่าน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 47(2), 273–295.
- ลูวิส พอล. (2528). *หกเผ่าชาวดอย* [Peoples of the Golden Triangle: Six Tribes in Thailand] (ศิริวรรณ สุขพานิช, แปล). เชียงใหม่: หัตถกรรมชาวเขา. (ต้นฉบับตีพิมพ์ปี ค.ศ. 1984)
- วัลลภา แปะทอง. (2559). *พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนเผ่าอาข่าที่หมู่บ้านปางขอน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย*. เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- วิสุทธิ์ ใบไม้. (2538). *สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ บ้านปางขอน. (2563). *รายงานสรุปผลสัมฤทธิ์ในการดำเนินงาน ปี พ.ศ. 2563 สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ บ้านปางขอน ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย*.
- สุกัญญา นาคะวงศ์, วรรณชัย ชาแท่น, และ วิลาวัณย์ พร้อมพรม. (2560). การศึกษาสังคมพืชและการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้บริเวณป่าช้าสาธารณะประโยชน์ บ้านจาน เทศบาลตำบลทุ่งกุลาร อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัย สอนดุสิต*, 10(1), 93–120.

- อนันต์ อธิพรชัย, สุวรรณา เสมศรี, และ สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา. (2562). รายงานวิจัย ฉบับสมบูรณ์ โครงการคุณสมบัติด้านการอักเสบและความเป็นพิษของสารสกัดสมุนไพรในกลุ่มที่รักษาเบาหวาน. สืบค้น 21 พฤษภาคม 2564, จาก https://www.dspace.lib.buu.ac.th/bitstream/1234567890/3966/1/2564_116.pdf
- Anderson, E. F. (1986). Ethnobotany of Hill Tribes of Northern Thailand I: Medicinal plants of Akha. *Economic Botany*, 40(1), 38–53.
- _____. (1986). Ethnobotany of Hill Tribes of Northern Thailand II: Lahu Medicinal Plants. *Economic Botany*, 40(4), 442–450.
- _____. (1993). *Plant and People of the Golden Triangle: Ethnobotany of Hill Tribes of Northern Thailand*. Whitman College and Desert Botanical Garden, Portland, Oregon.
- Bussmann, R. W., & Sharon, D. (2006). Traditional Medicinal Plant Use in Northern Peru: Tracking Two Thousand Years of Healing Culture. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(1), 1–18.
- Cotton, C. M. (1996). *Ethnobotany: Principles and Application*. Singapore: John Wiley & Sons.
- Heywood, V. H., Brummitt, R. K., Culham, A., & Seberg, O. (2007). Flowering Plant Families of the World. *Curtis's Botanical Magazine*, 24(3), 198–200.
- Martin, G. J. (1995). *Ethnobotany: A Methods Manual*. London: Chapman & Hall.
- Patel, D. K. (2012). Study on Medical Plant with Special Reference to Family Asteraceae, Fabaceae and Solanaceae in G.G.V-Campus, Bilaspur (C. G.) in Central India. *Curent Botany*, 3(4), 34–36.
- Phillips, O., Gentry, A. H., Reynel, C., Wilkin, P., & Galvez-Durand, B. C. (1994). Quantitative Ethnobotany and Case for Conservation in Amazonia. *Conservation Biology*, 8(1), 225–248.
- Prance, G. T., Balee, W., Boom, B. M., & Carneiro, R. L. (1987). Quantitative Ethnobotany and Case for Conservation in Amazonia. *Conservation Biology*, 1(4), 296–310.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับต้องมีเนื้อเรื่องสมบูรณ์ ในฉบับเขียนต้นฉบับเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ พิมพ์ต้นฉบับด้วยกระดาษ A4 หนึ่งเดียว 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 และควรกล่าววัตถุประสงค์ 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. และไมไ่สยศ 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. หรือโสภา สงวนเกียรติ และคนอื่นๆ
6. ผู้แต่งที่เป็นสถาบัน ให้เขียนกลับคำนำหน้านาม เช่น โดยระบุหน่วยงานใหญ่ก่อนได้ถึงระดับกรม 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 บุญฤทธิ์ (2539) ได้ศึกษาถึง.....
Kanokon Boonsarngsuk (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: ชัคเชส มีเดีย.

ปรีดา อุ่นเรือง 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). *วารสารฐานสาร*,
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).....

.....

.....

.....

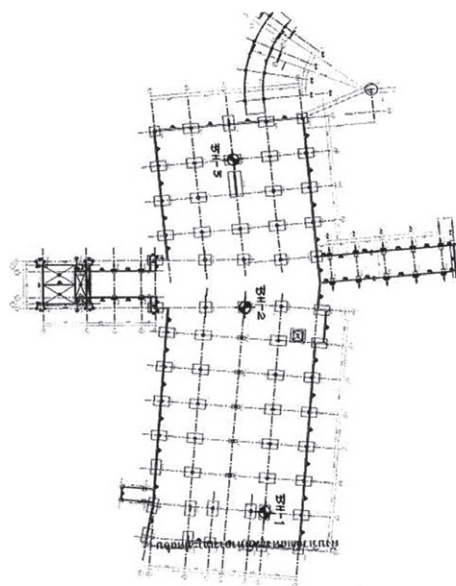
ผลการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

.....(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 จังหวัดอุดรดิตร 53000

โทรศัพท์ 0 5541 1096 ต่อ 1642

E-mail: journal@uru.ac.th

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

