



มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

วารสารวิชาการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

Academic Journal

Uttaradit Rajabhat University
Science and Technology (For Local Development)

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

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2563

Vol.15 No.2 July-December 2020

ISSN 1686 4409 (Print)

ISSN 2651 1207 (Online)



วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)
ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2563)

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2563

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 พิญญาพงษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

บรรณาธิการผู้พิมพ์และโฆษณา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิวัตม์ กมลคุณานนท์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

อาจารย์ ดร.กิตติ เมืองดุ่ม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

อาจารย์ภาสกร รังสีสุทธาภรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

กองบรรณาธิการ

1. ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. ศาสตราจารย์ ดร.นคร ทิพย์วงศ์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. รองศาสตราจารย์ ดร.อวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย

มหาวิทยาลัยพะเยา

5. รองศาสตราจารย์ ดร.วริทธิ์นันท์ แก้วอุไร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

6. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ กังวล

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

7. รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพวัน จุลเสวีวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

8. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เนียมมาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

9. รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ สุดหนองบัว

มหาวิทยาลัยนเรศวร

10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี สังข์ทอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ

11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ภักดิ์อักษร

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 ตันติจริยาพันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาศิริ เขตปิยรัตน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิ ปัญญาใส

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยวรรณ ปาลาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

คณะทำงาน

นายชัชชัย แยมชื่น

นางสาวกรณิศ ธนกิจ (เลขานุการ)

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

- | | |
|--|---|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.นคร ทิพย์วงศ์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ มากุล | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 3. รองศาสตราจารย์ เสมอขวัญ ตันติกุล | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัช ไรยนรินทร์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนโกสินทร์ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรณกร เหมะวิบูลย์ | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ยิ่งชัย | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤทัย ไทยสุชาติ | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร เขียวชาญ | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลวรรณ | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดา วาณิชเวช | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรหมทิพย์ กาหยิ | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ กันจู | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| 13. อาจารย์ ดร.อรุณ หล้าอุบ | มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ |
| 14. อาจารย์ ดร.เชษฐา แก้วพรม | วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนี แพร่ |
| 15. อาจารย์ ดร.กิตติวรรณ จันทร์ฤทธิ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ |
| 16. อาจารย์ ดร.จุฬาลักษณ์ ช่างมูล | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |

หมายเหตุ : ทุกบทความที่ตีพิมพ์ได้ผ่านการประเมินบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิ 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
Dr. Kitti Mueangtoom Uttaradit Rajabhat University
keowalee Rangsiuttaporn Uttaradit Rajabhat University

Editorial Staff

1. Emeritus Prof. Dr. Anurak Panyanuwat
Chiang Mai University
2. Assoc. Prof. Dr. Nakorn Tippiyawong
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 Suvannabhumhi
11. Assist. Prof. Dr. Panuwat Phakdee-auksorn
Prince of Songkla University

12. Assist. Prof. Dr. Noppapun Supasiripongchai
University of Phayao
13. Assist. Prof. Dr. Haruthai Thaisuchat
Lampang Rajabhat University
14. Dr. Pakamon Pintana
Maejo University
15. Assist. Prof. Dr. Phichai 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 Tippiyawong
Chiang Mai University
2. Associate Prof. Dr. Natt Makul
Phranakorn Rajabhat University
3. Associate Prof. Samerkhwan Tantikul
Maejo University
4. Assist. Prof. Dr. Wirachai Roynarin
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
5. Assist. Prof. Dr. Sarangon Hemavibool
Naresuan University
6. Assist. Prof. Dr. Krisda Yingkayun
Rajamangala University of Technology Lanna
7. Assist. Prof. Dr. Haruthai Thaisuchat
Lampang Rajabhat University
8. Assist. Prof. Dr. Oran Chiochan
Lampang Rajabhat University
9. Assist. Prof. Dr. Sakonwan Hanjitsuwan
Lampang Rajabhat University
10. Assist. Prof. Dr. Thitima Wataniyawech
Nakhon Sawan Rajabhat University
11. Assist. Prof. Dr. Pantip Kayee
Suan Sunandha Rajabhat University
12. Assist. Prof. Dr. Vaiphot Kanjoo
University of Phayao
13. Dr. Aroon La-up
Walailuk University
14. Dr. Chettha Kaewprom
Boromarajonani College of Nursing Phrae
15. Dr. Kittiwat Junrith
Uttaradit Rajabhat University
16. Dr. Chulalak Changul
Phranakorn Rajabhat University

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

บทบรรณาธิการ

สวัสดีผู้อ่านวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่รักทุกท่าน วารสารฉบับที่อยู่ในมือทุกท่านฉบับนี้เป็นฉบับสุดท้ายของปี พ.ศ. 2563 ในปีหน้าวารสารของเราก็จะก้าวเข้าสู่ปีที่ 16 ซึ่งเรายังคงมีความมุ่งมั่นที่จะเผยแพร่ผลงานวิชาการที่เป็นประโยชน์เชิงพื้นที่ให้กับวงการวิชาการ เนื่องด้วยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เป็นมหาวิทยาลัยรับใช้สังคม โดยใช้องค์ความรู้ทางวิชาการไปแก้ไขปัญหาให้กับชุมชนภายใต้หลักการพันธกิจสัมพันธ์มหาวิทยาลัยกับสังคม ซึ่งทำให้เกิดการยกระดับผลงานวิชาการเพื่อสังคมต่อไป ในปีหน้าวารสารเรามีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาเพื่อรับการประเมินคุณภาพวารสาร จากศูนย์อ้างอิงวารสารไทย หรือ Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) เพื่อเข้าสู่กลุ่ม 1

ในฉบับนี้ก็ยังคงมีบทความวิชาการ บทความวิจัย จากนักวิชาการหลากหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์สุขภาพ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งทุกบทความล้วนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่ที่มีบริบทใกล้เคียงกันต่อไป

และเนื่องในโอกาสที่จะเข้าสู่วาระดิถีขึ้นปีใหม่ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ขออวยพรให้ผู้อ่านทุกท่านประสบแต่ความสุขความเจริญ แล้วเจอกันใหม่ในปี พ.ศ. 2564

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ พิญญาพงษ์

สารบัญ

บทความวิชาการ

- Experimental Study on Strength of Concrete with Partial Replacement of Fine Aggregate with Brick Waste
Pyae Su Htike 1
- การส่งสัญญาณผ่านระบบ SCADA เพื่อควบคุมการผลิตไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้น โดยใช้ความสัมพันธ์ของทิศและความเร็วลมของโรงไฟฟ้าพลังงานลม ขนาดกำลังการผลิต 80 เมกะวัตต์ จังหวัดชัยภูมิ
อรรถพร คงจิต, กัญญานัฐ ทองเทพ, ธเนศ ไชยชนะ, ยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล, วีรพล จีระจิต และ จอมภพ แววงศ์ศักดิ์..... 23

บทความวิจัย

- ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์
เพชรธยา แป้นวงษา, ไพฑูรย์ สอนทน และ กมล อยู่สุข 41
- การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ
วรากรณ์ พูลจันทร์ และ กรองกาญจน์ มหาชนะวงศ์ 57
- การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน
บุษราคัม ทองเพชร, กรภัทร เฉลิมวงศ์, อาลาวิทย์ ฮะซานี และ รัชชกร จันทจำปา 69
- ผลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105
ภัทธนาวรรณ ฉันทรัตนโยธิน, พันธลพ ลินธยา, เบญจมาศ สันต์สวัสดิ์ และ ทิตา สุนทรวิภาค..... 81

- ความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ
กลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก
วันวิสา ยะเกียงงำ, นิชาธิย์ ใจคำวัง และ พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย..... 97
- การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระดาษแบบกึ่งอัตโนมัติ
รัฐพล ดุลยะลา..... 117

EXPERIMENTAL STUDY ON STRENGTH OF CONCRETE WITH PARTIAL REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE WITH BRICK WASTE

Received: June 8, 2020

Revised: July 15, 2020

Accepted: October 5, 2020

Pyae Su Htike^{1*}

¹Department of Civil Engineering,

¹Victoria University College, Yangon, Myanmar

*Corresponding author e-mail: pyaesuhtike.vuc.29@gmail.com

Abstract

This paper aims to achieve the green concrete making process by using recycled materials to lessen the negative impact on the environment. In this paper, the wasted bricks from brick manufacturing factories are reused as fine aggregate in the concrete making process. The brick dust is mixed into 5%, 15%, and 25% by weight of fine aggregate. Then the results from concrete specimens with brick powder are compared with the results of conventional concrete. The compressive and splitting tensile strengths of concrete samples are verified at designated curing days of 7 days, 14 days, and 28 days. After all of the strength tests, the standard deviation is calculated to analyze the errors in the results of concrete specimens by comparing them to conventional concrete. In this research, the concrete specimen with 5% of brick powder is the optimum value at compressive strength with 31.6 N/mm^2 and the concrete specimen with 25% of brick powder is the optimum value at splitting tensile strength with 1.39 N/mm^2 . The optimum result at compressive strength is succeeded with concrete specimen with the lowest composition of brick powder and vice versa, concrete specimens with the highest composition of brick powder achieves the optimum result in splitting tensile strength in this research.

Keywords: Brick Powder, Compressive Strength, Splitting Tensile Strength, Standard Deviation



Introduction

During the decade, the demand to construct the infrastructures and buildings is rising significantly with the continuous growth of the population. Rani & Jenifer (2016) stated that the manufacturing of concrete had been increased up to 11 billion metric tons annually and the composition of aggregates is the highest with the percentage of 70–75% including both fine and coarse aggregates and water comprises about 15% and the composition of cementation binder is around 10%.

The shortage of natural resources can trigger the growth of construction processes by consuming natural resources. Especially, sand mining for fine aggregate has a larger impact on nature as sanding mining is dependent and extracts from riverbeds and flood plains. Sand mining for fine aggregate can affect the ecosystem of aquatic lives in rivers, degradation to the river system, lessen river flows and depletion to the groundwater system, and so on. In the place of conventional materials, using wasted materials such as rubber, glasses, and bricks are becoming an interest to prevent the environmental impact and to recycle the waste materials. Therefore, during the recent years, many experimental processes and researches are undergone to develop concrete making technology by using recycled waste materials, which is termed “green concrete”.

The wasted brick is used as a replacement of fine aggregate since it can be bought cheaply in local markets. The wasted brick is usually used as hardcore or backfilling process and after doing the researches, the usage of wasted brick can be modified as fine or coarse aggregate in the concrete making process. According to the previous researches, using brick powder as fine aggregate increases the strength of concrete. Therefore, the purpose of producing green concrete can be accomplished by using brick powder as fine aggregate in concrete and this product will be able to use in constructing infrastructure in the future.

The aim and objective are to substitute the broken brick as fine aggregate in the place of natural sand to preserve the ecosystem and natural resources.

This research is processed to tackle down the environmental impact and develop a sustainable goal. In this research, the compressive strength and tensile strength tests of concrete specimens with different percentage composition of brick powder are carried out.

Siva, Thamilselvi, Devi, & Ashvini (2017) have done experimental investigation of crushed spent fire brick as a replacement in fine aggregate with a percentage of 10%, 15%, 20%, and 25%. The experimental process is focused on the tensile strength of crushed spent fire bricks. The concrete specimens are cured for 14 days and 28 days and three trial mixes are tested for each type. As a result outcome, the tensile split strength with 20% of the spent fire brick in concrete shows the optimum result with 2.89 N/mm^2 and the control result is 2.9 N/mm^2 . Keerthinarayana & Srinivasan (2010) evaluated the various strength of concrete with spent fire clay brick as fine aggregate. The percentage composition of the brick powder is 0% to 30% with an increment of 5%.

The values of compressive strength, tensile strength, and flexural strength of concrete specimens with spent fire clay brick as fine aggregate are tested after curing days of 7 days, 14 days, and 28 days separately. The optimum content of spent fire clay brick in concrete specimens are 25% in compressive and tensile strengths and 20% in flexural strength.

In this research, the waste brick powder is mixed with natural fine aggregate by the composition percentage of 0%, 5%, 15%, and 25% in each type of concrete specimen. For four different parameters of concrete specimens, three trial concrete samples are tested to evaluate the average result. The compressive and splitting tensile strengths of concrete specimens with 0%, 5%, 15%, and 25% composition of brick powder as fine aggregate are tested after curing days of 7 days, 14 days, and 28 days. In this paper, the results from the tests of the concrete specimens are recorded and then they are compared to the results of the conventional concrete. The standard deviation is also calculated to evaluate how much the result is different from its mean value.



Methodology and Procedures

Concrete Mix Design

The concrete mix design of the concrete specimens is referred to as ACI 211.1-91 (ACI, 1991), which is applied to calculate the weight of required materials. The designated concrete strength used in this paper is Grade 30 or 4,350 psi and its design slump is 125 mm. The water-cement ratio has the greater influence on the strength of hardened concrete and it is inversely proportional to the strength of concrete (Perrie, 2009). The chosen water-cement ratio is 0.47 and the curing duration is set as 7 days, 14 days, and 28 days according to the standard of ASTM C192/C192M (ASTM International, 2002). The composition of materials in concrete processing is tabulated after the concrete mix design process as shown in Table 1.

Table 1 Concrete mix proportion (Kg/m^3) for concrete samples with various composition percentage of brick powder

Item	Cement (OPC)	Water	Fine Aggregates	Coarse Aggregates
Concrete samples -0% Brick powder (BP)	350	165	770	1,200
Concrete samples -5% Brick powder (BP)	350	165	38.5 (Brick powder) + 731.5 (Sand)	1,200
Concrete samples -15% Brick powder (BP)	350	165	115.5 (Brick powder) + 654.5 (Sand)	1,200
Concrete samples -15% Brick powder (BP)	350	165	192.5 (Brick powder) + 577.5 (Sand)	1,200
Concrete Mix Ratio	1	0.47	2.2	3.43

Physical Properties of Cement

The physical properties of cement used for concrete mixing are analyzed at the laboratory and the outcome results are acceptable when checking with BS EN-1:2000 (BSI, 2000). As the test of physical properties of cement, consistency percentage, penetration depth, initial setting time, soundness, 2 days and 28 days compressive strength of cement mortar prisms are tested. The outcome result of the physical properties of cement and standard of BS EN-1:2000 (BSI, 2000) are charted and compared as shown in Table 2.

Table 2 Physical properties test of cement provided by the laboratory

Physical properties of cement	Laboratory test result	Standard of BS EN-2:1000
Consistency (%)	29	Penetration point between 4 mm and 8 mm from the base of mold
Penetration (mm)	7	
Initial setting time (min)	105 min	≥ 60 min
Soundness	< 1	≤ 10 mm
2 days compressive strength of cement mortar prisms	26.57 N/mm^2	$\geq 10 \text{ N/mm}^2$
28 days compressive strength of cement mortar prisms	49.24 N/mm^2	Between 42.5 N/mm^2 and 62.5 N/mm^2

Customization of Particle Sizes of Brick Powder

As the wasted brick is substituted as the fine aggregate in the concrete, the broken brick can be bought cheaply. The broken brick is manually grounded into a fine powder. The grounded powder is dried naturally under sunlight.

Before the physical properties of brick powder is tested, the particle size of brick powder is selected by percent passing of sieve. The particle size of brick powder which passes sieve No.4 is used 5% by weight of brick powder and the

particle size of brick powder which passes sieve No.200 is removed. After confirming the percent passing of brick powder, the sieved brick powder with various particle sizes is mixed according to the table shown in Table 3 and the properties of mixed brick powder are tested at the laboratory.

Table 3 Proposed percentage passing of brick powder with available sieve sizes

Sieve	Percent Mixing
4.75-mm (No.4)	5%
2-mm (No.10)	45%
850- μ m (No.20)	
425- μ m (No.40)	50%
250- μ m (No.60)	
106- μ m (No.140)	
75- μ m (No.200)	Remove

Physical Properties of Aggregates and Brick Powder

The physical properties of both fine and coarse aggregates influence on the strength of hardened concrete. Therefore, the properties such as water absorption, specific gravity, fineness modulus, bulk density and organic impurities of the aggregates are tested and the results are tabulated shown in Tables 4–8. As an additional admixture, the physical properties of brick powder in the replacement of fine aggregate are also tested at the laboratory. According the results, water absorption rate of brick powder has higher percentage of water absorption compared to the natural fine aggregate. Moreover, the percentage of fine particle sizes, less than 0.075 mm is 28% of total grain sizes of brick powder. The grain size analysis is tested per ASTM D421-422.

Table 4 Physical properties of aggregates for concrete mixture

Item	Fine aggregate (FA)	Coarse aggregate (CA)	Brick powder (BP)	Standard Code
Water absorption (%)	0.58	0.25	7.55	ASTM C128 (FA)/ ASTM C127 (CA)
Specific gravity	2.60	2.62	2.57	ASTM C128 (FA)/ ASTM C127 (CA)/ ASTM D854 (BP)
Bulk density (kg/m ³)	1,559	1,515	1,251	ASTM C29
Organic Impurities	Color No.2	–	Color No.2	ASTM C40

Table 5 Sieve analysis and fineness modulus of fine aggregate

Sieve Size (mm)	Wt. of Individual Retained (g)	Wt. of Retained (%)	Cumulative Retained (%)	Cumulative Passing (%)	ASTM C33	
					Minimum	Maximum
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
4.75	3.90	0.78	0.78	99.22	95.00	100.00
2.36	3.40	0.68	1.46	98.54	80.00	100.00
1.18	6.00	1.20	2.66	97.34	50.00	85.00
0.60	24.30	4.86	7.52	92.48	25.00	60.00
0.30	219.60	43.92	51.44	48.56	5.00	30.00
0.15	206.70	41.34	92.78	7.22	0.00	10.00
0.075	30.20	6.04	98.82	1.18		
Pan	5.90	1.18	100.00	0.00		
Total	500.00	100.00				
Fineness Modulus			1.57			

Table 6 Sieve Analysis and fineness modulus of coarse aggregate

Sieve Size (mm)	Wt. of Individual Retained (g)	Wt. of Retained (%)	Cumulative Retained (%)	Cumulative Passing (%)	ASTM C33	
					Minimum	Maximum
37.50				100.00	100.00	100.00
25.00	161.00	3.22	3.22	96.78	95.00	100.00
19.00	209.50	4.19	7.41	92.59	-	-
12.50	574.30	11.49	18.90	81.10	25.00	60.00
9.50	534.50	10.69	29.59	70.41	-	-
4.75	1,774.40	35.49	65.07	34.93	0.00	10.00
2.36	1,232.70	24.65	89.73	10.27	0.00	5.00
Pan	513.60	10.27	100.00	0.00	-	-
Total	5,000.00	100.00				
Fineness Modulus			5.87			

Table 7 Sieve Analysis and fineness modulus of brick powder

Sieve opening (μm)	Sieve Size (mm)	Retained Soil Mass (g)	Retained (%)	Cumulative (%)	Cumulative P (%)	Corrected P (%)
	1.180	11.26	20.20	20.20	79.80	79.80
	0.600	10.40	18.66	38.87	61.13	61.13
	0.425	3.87	6.94	45.81	54.19	54.19
	0.300	4.95	8.88	54.69	45.31	45.31
	0.150	8.00	14.35	69.05	30.95	30.95
	0.075	1.00	1.79	70.84	29.16	29.16

Table 8 Grain size analysis of brick powder based on ASTM D421-422

Grained Size Analysis	Analysis Result
Gravel, (76.20 ~ 4.75 mm)	0.00%
Sand, (4.75 ~ 0.075 mm)	72.00%
Silt, (0.075 ~ 0.005 mm)	12.00%
Clay, (< 0.005 mm)	16.00%
Fine	28.00 mm
D60	0.5600 mm
D30	0.1350 mm

Preparation of Concrete Mixing

In this research, four types of concrete specimens with the various components of brick powder are defined as conventional concrete (0% brick powder) and concrete specimens with 5%, 15%, and 25% composition of brick powder, respectively, as shown in Table 9. For each concrete specimen, three samples are cast to calculate the average result of the strength. The compressive strength and splitting tensile strength of the concrete specimens are tested. For compressive strength test, cubes with standard dimensions of 150 mm x 150 mm x 150 mm mentioned in the code of BS 1881: Part 108: 1983 are used. Referring to ASTM C192 (ASTM International, 2002) and ASTM C496/C496M (ASTM International, 2004), cylinders with standard dimensions of 300 mm height and 150 mm diameter are used for splitting tensile strength test. Trial mixes for concrete specimens are processed at the laboratory and tabulated in Table 10.

Table 9 Four types of composition percentage of brick powder in concrete mixing

Composition	Cement (%)	Coarse Aggregate (%)	Fine Aggregate (%)	
			Brick Powder (%)	Sand (%)
1	100	100	0	100
2	100	100	5	95
3	100	100	15	85
4	100	100	25	75

Table 10 Trial mixes for concrete specimens with 0%, 5%, and 25% composition of brick powder

Date:	14-Dec-18	ST	BATCH
Mix-1		Design	vol
G-30		1 M ³	0.034
CEMENT-OPC (SCG 100%)		350	11.90
RS		1,200	40.80
Sand + Brick Powder		770	26.18
Water	Kg	165	5.61
yield			1,017



Compression Test

The compression and splitting tensile strength tests are performed after their curing days of 7 days, 14 days, and 28 days respectively. The concrete cube samples are located centered to the lower plate of the machine. The loading is continuously applied without shock until the cracks occur and stops when the maximum strength of the concrete cube samples is reached. Then the compressive strength of the concrete samples is displayed on the screen, and it is noted.



Figure 1 Compression Test

Splitting Tensile Strength

Splitting tensile strength is tested by applying the compressive force along the longitudinal length of the cylindrical concrete samples. This compressive force loads tensile stress along the length of cylindrical concrete samples and tensile stress is induced to the samples rather than the compressive stress. This method is mostly used in measuring the shear resistance of the structural lightweight concrete by applying tensile stress to the cylindrical concrete sample.

Before the test is started, the additional steel plate is placed on the compression machine to extend the length which is shorter than the cylindrical concrete samples. Then the cylindrical concrete samples are placed on the steel plate and aligned to the centre of the upper compression plate. The load is applied without shock continuously within the range of 100 to 200 psi per minute. The load is applied until the failure of the cylindrical mould occurs. After the failure, the maximum applied load to the concrete samples and failure

pattern is recorded. Then the splitting tensile strength for the concrete sample is calculated by the following equation described by American Society of Testing Materials (2004).



Figure 2 Splitting Tensile Strength Test

After the loaded force is collected the following equation is used to drive out the tensile strength of the concrete specimens.

$$\text{Tensile strength} = 2P/\pi LD \quad (1)$$

When,

P = Maximum applied load described by the testing machine

L = Length of cylinder

D = Diameter of cylinder



Results

Compression Test Results of Concrete Specimens

According to the description of the Figure 3, 7 days compressive strength of concrete samples with 15% composition of brick powder shows the highest value out of other concrete samples with 0%, 5%, 15%, 25% and its highest average value is 16.18 N/mm^2 . The strength of conventional concrete is 14.34 N/mm^2 and those of concrete samples with 5% and 25% composition of brick powder are 15.06 N/mm^2 and 13.85 N/mm^2 respectively.

After curing 14 days, the compressive strength of the concrete specimens is tested as the previous 7 days strength test. The compressive strength of concrete samples with natural sand rises significantly and the average value of 14 days and 7 days test results of concrete samples with 0% brick powder are 34.81 N/mm^2 and 14.34 N/mm^2 respectively. Even though the strength of concrete samples with different composition of brick powder is higher than 7 days results, the strength gaining rate is relatively slower compared to conventional concrete test results. The average compressive strength results of 5%, 15%, and 25% compositions of brick powder in concrete specimens after 14 curing days are 27.89 N/mm^2 , 19.66 N/mm^2 , and 17.71 N/mm^2 respectively.

In 28 days compressive strength test, the compressive strength of conventional concrete is 40.07 N/mm^2 which is the highest of all results. The compressive strength of concrete with 5% composition of brick powder is the highest out of other concrete specimens with brick powder and its result is 31.26 N/mm^2 . The compressive strengths of concrete specimens with 15% and 25% are 23.37 N/mm^2 and 20.22 N/mm^2 .

As more percentage of brick powder is added into concrete specimens, water absorption rate of concrete specimens with brick powder is higher than that of conventional concrete. Thus, although the compressive strengths of 15% and 25% content of brick powder in concrete samples are higher than the previous 14 days test results, the strength gaining rate is becoming slower and fails to reach 28 days target strength of 30 N/mm^2 . According to the compressive strength results of 28 days curing concrete samples, concrete sample with 5%

composition of brick powder is the optimum rate that should be mixed in concrete mix design.

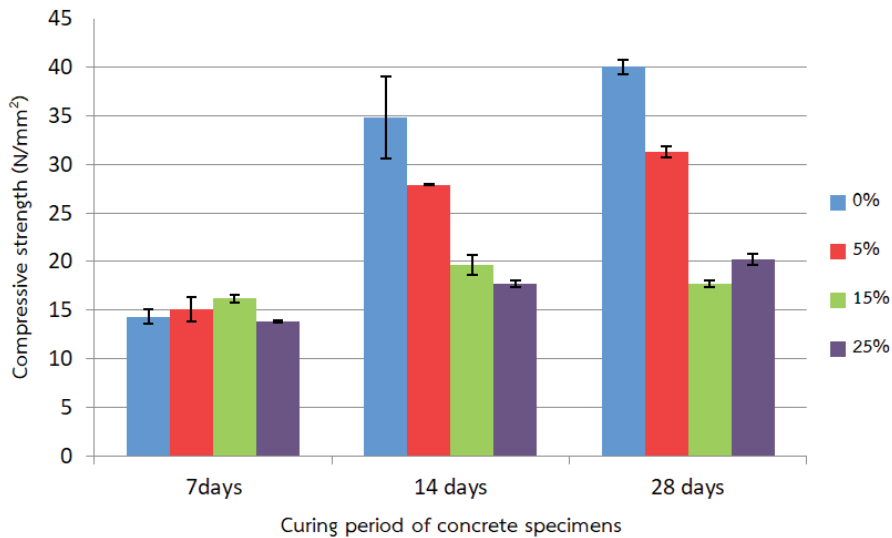


Figure 3 Compressive Strength of Concrete Specimens of 7 days, 14 days, and 28 days Curing Period with Error Bars

Splitting Tensile Strength Test Results of Concrete Specimens

Similar to the compression test of concrete samples, the splitting tensile test of cylindrical concrete specimens is carried out after 7 curing-days. The average value of concrete specimens with 5% composition of brick powder is 0.70 N/mm^2 . The lowest value is resulted in the conventional concrete and its value is 0.44 N/mm^2 . The average splitting tensile strength results of the concrete samples with 15% and 25% composition of brick powder are 0.47 N/mm^2 and 0.65 N/mm^2 respectively.

Compared to the 7 days splitting tensile strength results, 14 days splitting tensile result of conventional concrete is increased sharply up to nearly double of 7 days splitting tensile strength results where 14 days splitting tensile strength of conventional concrete is 0.81 N/mm^2 . The splitting tensile strengths of concrete samples with 15% and 25% composition of brick powder are 0.72 N/mm^2 and 0.83 N/mm^2 . Concrete samples with 5% content of brick powder is still the

highest value among other concrete samples with brick powder, similarly, the same result is found in the previous 7 days strength test where its value is 0.86 N/mm^2 . Unlike the previous splitting test results shown in Figure 4, the concrete samples with 25% composition of brick powder becomes the highest in splitting tensile strength in 28 days strength test. Its splitting tensile strength is 1.39 N/mm^2 while the concrete specimens mixed with 5% and 15% of brick powder are 0.94 N/mm^2 and 1.15 N/mm^2 respectively. The splitting tensile strength of conventional concrete is the lowest in 28 days strength test and its tensile strength is 0.73 N/mm^2 .

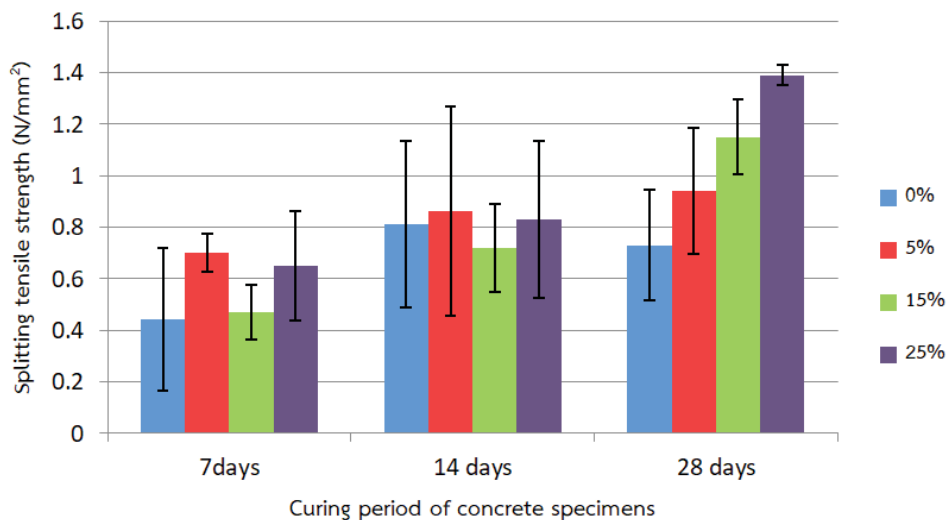


Figure 4 Splitting Tensile Strength of Concrete Specimens of 7 days, 14 days, and 28 days Curing Period with Error Bars

Discussion

In 7 days compressive strength test of concrete specimens, the conventional concrete is slower in compressive strength than other concrete specimens with composition of brick powder as fine aggregate. At 14 days compressive strength test, although the conventional concrete increases in compressive strength up to two times of strength at 7 days strength test, the concrete specimens with composition of brick powder are becoming slower

and the concrete specimen with 5% of brick powder only shows significant strength increasing with the value of 27.89 N/mm^2 .

At 28 days compressive strength test, the concrete specimens with 15% and 25% composition of brick powder fail to achieve the target strength of 30 N/mm^2 with the results of 23.77 N/mm^2 and 20.22 N/mm^2 respectively. The compressive strength of concrete specimen with 5% composition of brick powder is 31.26 N/mm^2 and it reaches to the target compressive strength of 30 N/mm^2 . According to the analysis, the strength gaining rate of concrete specimens with brick powder is becoming slower as the curing duration of concrete specimens are longer. The water absorption rate of brick powder is relatively higher than water absorption rate of fine aggregate. Moreover, the 28% of brick powder which is under 0.075 mm , in the concrete samples influences water absorption rate of concrete specimens and tends to reduce the compressive strength of concrete specimens. Therefore, in this research, the concrete specimens with 5% of brick powder, which is the least composition of brick powder is the optimum result compared to other concrete specimens with 15% and 25% composition of brick powder.

In splitting tensile strength test, concrete specimens with composition of brick powder show higher in strength increasing rate than conventional concrete. In 7 days and 14 days splitting tensile strength tests, concrete specimens with 5% composition of brick powder show the optimum value of 0.7 N/mm^2 and 0.86 N/mm^2 while the splitting tensile strength of conventional concrete is the lowest. At 28 days splitting tensile strength test, the concrete specimen with 25% composition of brick powder is the highest with the value of 1.39 N/mm^2 . In compressive strength test, the concrete specimen with 5% composition of brick powder which is the lowest percentage composition of brick powder in this research shows the optimum value of 31.6 N/mm^2 . However, in splitting tensile strength, the concrete specimen with 25% composition which is the highest composition of brick powder in research shows the strength result of 1.39 N/mm^2 that is higher than other concrete specimens.

The trends of increasing of splitting tensile strength and compressive strength of concrete specimens are different. The major effect influencing on the difference of the splitting tensile strength and compressive strength is moisture content. Chen, Huang, & Zhou (2012) mentioned that the moisture content has the significant effect on compressive strength but inversely, it has lesser effect on the splitting tensile strength of concrete samples.

When the maximum splitting stress on the concrete sample, reaches to the maximum within the narrow strip, which is along the central vertical plane of the concrete sample, the major pores of the coarse aggregate are broken down along the surface of the failure. Therefore, the moisture content has the lesser change on the splitting tensile strength compared to the compressive strength.

Moreover, according to Tsiskreli & Dzhavakhidze (1970), on increasing the maximum grain size to 120–180 mm, the tensile strength is decreased to 30–50%, compared with the concrete samples with maximum aggregate size 20 mm. In this research, the maximum size of coarse aggregates is 25 mm and thus, the splitting tensile strength of concrete samples increases properly. The nature of hardened concrete is the brittle material which is combined with different physical and mechanical properties of various materials. The concrete has strong resistance to compressive stress but almost fails to resist tensile stress. Therefore, during the compressing test, the frictional effect occurs between the specimen surface and the machine flat plane and that deliver the tensile stress as plastic deformation at the sides of the concrete specimens.

When the compressive load is applied to the surface of concrete specimen, the fractures propagate cross-section of the specimen and form perpendicular to the applied load (Perrie, 2009). This type of failure is also named as “Satisfactory Failure” as shown in Figure 5. According to BS 1881-116:1983, quality of casted concrete specimens, misplacement of the concrete cubes in the testing machine can deliver unsatisfactory failure as shown in Figure 6. During the compression and tensile splitting test of the concrete samples,

irregular strength changes are detected and the unsatisfactory failure is found in some concrete specimens revealing the crack pattern in Figure 6 is similar to the crack pattern shown in Figure 6.

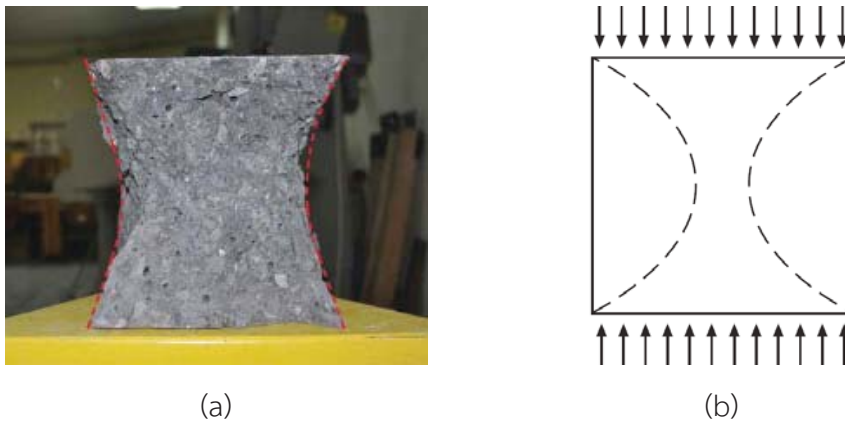


Figure 5 (a) Satisfactory failure of compressive test

(Kovapeviü & Džidiü, 2018)

(b) Multi axial state of stress due to compressive stress (Perrie, 2009)

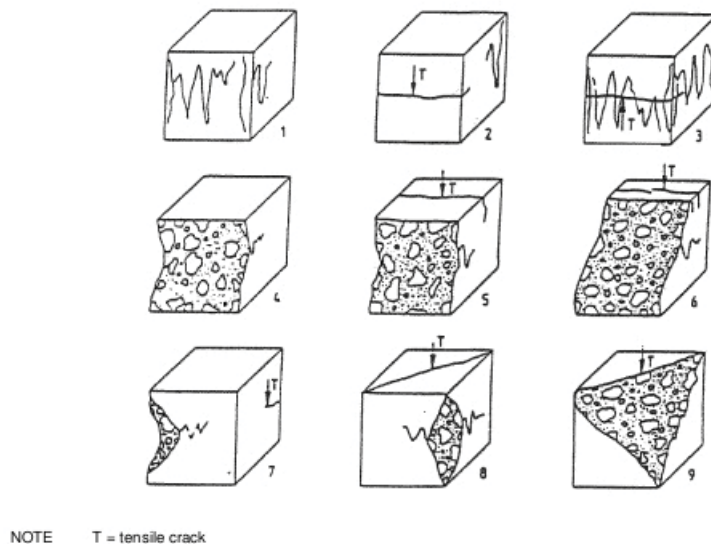


Figure 6 Unsatisfactory Failure

According to the results, the 28 days splitting tensile strength of conventional concrete is lower than 14 days splitting tensile strength. The probability is dependent on the error of specimen position while testing, which is able to deliver irregular result. Moreover, the irregular strength change in tensile strength can occur due to non-uniform drying of the concrete specimens.

Under the condition such as only the exterior surface of the concrete specimens is dried, can deliver tensile crack to the concrete specimen. Those tensile cracks can reduce the splitting tensile strength of concrete specimens (Chen, Huang, & Zhou, 2012). Therefore, reduction in the 28 days splitting tensile strength of concrete specimens is likely to occur due to the fact mentioned above.

After the results of concrete samples are analyzed, the standard deviation for each type of concrete samples is performed. The standard deviation is performed for the average value of three samples of concrete specimens with brick powder with different ratios of 0%, 5%, 15%, and 25% respectively. The standard deviation is calculated to evaluate the error bars graph. Through the error bars graph with the standard deviation, the result deviation from its respective mean value or average value can be checked. According to the data analysis, the higher rate of standard deviation is found out in 14 days compressive strength result of concrete specimens with 0% brick powder and in 7 days compressive strength result of concrete specimens with 5% brick powder with the deviation value over 1.



Conclusion and Suggestion

The main aim of this research is to reduce the environmental impact due to the extraction of sand for construction purpose from river bed and sand mining. The use of broken brick which is available in local with low price will be the option to be innovated as fine aggregate in concrete mixing.

According to the analysis, 5% composition of brick powder in concrete specimen is the optimum result in compressive strength in research. Its result achieves 28 days target strength of compressive strength of 30 N/mm². In splitting

tensile strength test, the concrete specimen with 25% composition of brick powder is slightly higher than the splitting tensile strength of conventional concrete. Compared to other studies, Keerthinarayana & Srinivasan (2010) described that 25% composition of spent fire clay brick powder is the highest for both compressive and splitting tensile strengths.

Based on the results of this research, the research of partial replacement of fine aggregate with brick waste can be considered as green concrete and there are the advantages such as reducing usage of non-renewable resources such as sand, natural coarse aggregates (coarse aggregates) and recycling the waste materials in the place of conventional materials. Therefore, this research is really beneficial to reduce the environmental impact and to develop the sustainable environment.

As the recommendation on this study, water-cement ratio of the concrete mix design can be altered for different outcomes. The particle size of brick powder which is lesser 0.075 mm should be removed to support the strength of concrete specimens. As an advanced study, the help of chemical admixtures in concrete making process will also deliver more new researches and better results to develop the sustainable goal from engineering sector.



References

- ACI. (1991). *ACI 221.1-91: Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete.*
from <https://www.concrete.org/>
- ASTM International. (2002). *ASTM C192/C192M-02: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.*
from <https://www.astm.org/Standards/C192-02/>
- _____. (2004). *ASTM C496/C496M-04: Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.*
from <https://www.astm.org/Standards/C496C496M-04/>

- _____. (2014). *ASTM C136/136M-14: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregate*. Philadelphia: ASTM.
from <https://www.astm.org/Standards/C136C136M-14/>
- BSI. (2000). *BS EN-1:2000-Cement. Composition, specifications and conformity criteria for common test*.
from <https://www.bsigroup.com/>
- Chen, X., Huang, W., & Zhou, J. (2012). Effect of Moisture Content of Compressive and Splitting Tensile strength of Concrete. *Indian Journal of Engineering and Materials Science*, 19, 427–435.
- Keerthinarayana, S., & Srinivasan, R. (2010). Study on Strength and Durability of Concrete by Partial Replacement of Fine Aggregate using Crushed Spent Fire Bricks. *Journal of construction and building materials*, 1, 18–23.
- Perrie, B. (2009). Strength of Hardened concrete. In G. Owens (Ed.), *Fulton's Concrete Technology*, (9th Edition, pp. 97–110). Cement and Concrete Institute, Midland.
- Rani, M. U., & Jenifer, J. M. (2016). An Experimental Study on Partial Replacement of Sand with Crushed Brick in Concrete. *International Journal of Science Technology and Engineering*, 2(8), 316–322.
- Siva, A., Thamilselvi, P., Devi, A. N., & Ashvini, B. (2017). Experimental Investigation on Partial Replacement of Fine Aggregate Using Crushed Spent Fire Bricks. *American Journal of Engineering Research*, 6(2), 1–4.
- Tsiskreli, G., & Dzhevakhidze, A. (1970). The effect of aggregate size on strength and deformation of concrete. *Hydrotechnical Construction*, 4(5), 448–453.



ACADEMIC JOURNAL
UTTARADIT RAJABHAT
UNIVERSITY

การส่งข้อมูลความสัมพันธ์ของทิศและความเร็วลมผ่านระบบ SCADA
เพื่อควบคุมการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานลม

ขนาด 80 เมกะวัตต์

THE DATA TRANSMISSION OF DIRECTION AND WIND SPEED
RELATIONSHIP VIA SCADA SYSTEM TO CONTROL
THE OPTIMIZATION OF ELECTRICITY GENERATING
OF 80 MW WIND ENERGY PLANTS

วันที่รับ: 30 พฤษภาคม 2563

วันที่แก้ไข: 13 กรกฎาคม 2563

วันที่ตอบรับ: 25 พฤศจิกายน 2563

อรรคมพร คงจิต^{1*}, กัญญานัฐ ทองเทพ¹, ธเนศ ไชยชนะ¹,
ยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล¹, วีรพล จิรจิตร² และ จอมภพ แววงศ์ดี³

Akaporn Kongjit^{1*}, Kunyanat Thongtep¹,
Tanate Chaichana¹, Yingrak Auttawaitkul¹,
Werapon Chiracharit² and Jompob Waewsak³

¹วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

¹School of Renewable Energy, Maejo University

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

²Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi

³คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

³Faculty of Science, Thaksin University

*Corresponding author e-mail: kakkongjit1980@gmail.com



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการผลิตไฟฟ้าด้วยการส่งสัญญาณข้อมูลลมเพื่อควบคุมการผลิตผ่านระบบสกาตา (Supervisory Control And Data Acquisition: SCADA) ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดลมบนกังหันลมแต่ละต้นส่งข้อมูลลมให้กับระบบควบคุมที่ความสูง 553 เมตรจากระดับน้ำทะเล ขนาดกำลังการผลิตต่อต้น 2.5 เมกะวัตต์ จำนวน 32 ต้น กำลังการผลิตรวม 80 เมกะวัตต์ อำเภอชัยใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

การวิจัยนี้ แบ่งกังหันลมได้เป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ติดตั้งบริเวณที่ราบจะมีลมพัดในทิศแน่นอน จำนวน 15 ต้น และกลุ่มที่ติดตั้งใกล้กับเทือกเขาจะมีลมพัดในทิศไม่แน่นอน

จำนวน 17 ต้น วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระบบสกาดา ใช้วิธีการหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตของมุมของลมที่พัดผ่านกังหันลมแต่ละกลุ่ม ในการกำหนดทิศรอลมของกลุ่มกังหันลม พบว่าในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 กังหันลมกลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนและไม่แน่นอน มีจำนวนข้อมูลรอบการทำงาน 5,444 และ 6,464 รอบ เมื่อใช้วิธีเพิ่มการผลิตไฟฟ้าด้วยการส่งสัญญาณผ่านระบบสกาดา ส่งผลให้ผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 162,568.37 และ 84,617.83 กิโลวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ รวมทั้งโครงการ เท่ากับ 247,186.20 กิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น (ลดกำลังผลิตสูญเสียจากวิธีการเดิม) เท่ากับ 18.41% และเพิ่มความต่อเนื่องในการผลิตไฟฟ้า ผู้ดูแลระบบสามารถใช้วิธีการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากงานวิจัยนี้เพื่อเป็นแนวทางเพิ่มการผลิตไฟฟ้ากับโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมโครงการอื่นได้

คำสำคัญ: กังหันลม, การเพิ่มการผลิตไฟฟ้า, สกาดา



Abstract

This objective of study employs a method of electricity generating by sending signal of wind data for control the electrical generating via SCADA system (Supervisory Control And Data Acquisition). In this circumstance, wind measuring equipment is installed on each wind turbine and sending wind data to the control system at the height of 553 meters above sea level (32 wind turbines, 2.5 megawatts each) in Subyai district, Chaiyaphum province.

This study classifies wind turbines into two groups: those installed on a flat plain with certain wind direction (15 wind turbines) and the rest installed near the mountain range without certain wind direction (17 wind turbines). Data analysis obtained from the SCADA system and regarding a central tendency arithmetic mean of wind direction pass wind turbine groups for determining the wind direction. In May, 2017, wind turbines, groups in which the wind has definite and unpredictable directions it was found that the working round of an amount of data was 5,444 and 6,464 which resulted in an increase in electricity generating (162,568.37 and 84,617.83 kilowatts hour, respectively or 247,186.20 kilowatts hour for the whole project). When comparison with past method this research could increase electric generating 18.41% and adding of electricity generating continually. System administrators can use

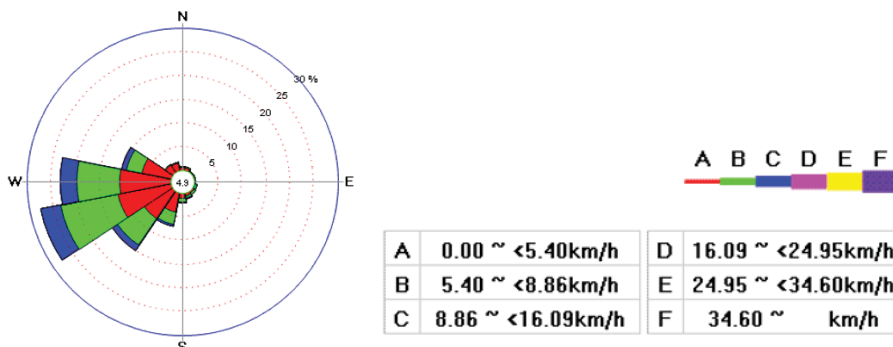
the method in this research to increase electricity generation capacity to other projects.

Keywords: Wind Turbine, Increase Electricity Generation Capacity, SCADA

บทนำ

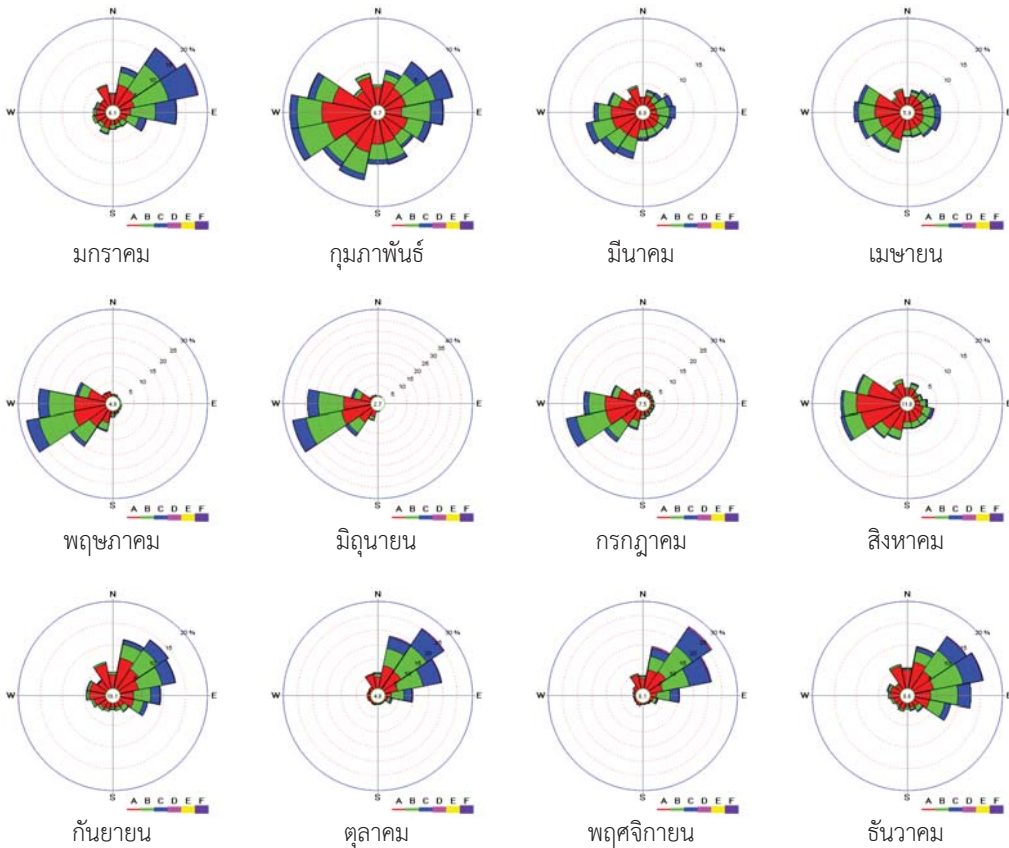
จากการคาดการณ์แนวโน้มสถานการณ์การใช้พลังงานที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะไฟฟ้า กระทรวงพลังงานจึงได้ทบทวนการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP 2015) ให้มีความสำคัญในการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากวัตถุดิบพลังงานทดแทนที่มีอยู่ภายในประเทศให้ได้เต็มตามศักยภาพ โครงการกักเก็บลมผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ขนาด SPP (Small Power Plant) ที่มีขนาด 10 เมกะวัตต์ต่อโครงการ มีจำนวน 22 โครงการ กำลังการผลิตรวม 1,562.15 เมกะวัตต์ แบ่งเป็น COD (Commercial Operation Date) แล้ว จำนวน 3 โครงการ กำลังการผลิต 267 เมกะวัตต์ และอยู่ระหว่างก่อสร้าง จำนวน 16 โครงการ กำลังการผลิต 1,295.15 เมกะวัตต์ ซึ่งแต่ละโครงการจะประกอบด้วยกลุ่มกังหันลมระหว่าง 16–42 ต้น ตามขนาดของสัญญาซื้อขายกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2559)

ลมที่พัดผ่านประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมจะพัดตามฤดูกาลมีทิศทางแน่นอนและสม่ำเสมอ ประกอบด้วย 2 ลมมรสุม ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปรมาณกลางเดือนตุลาคมจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างผังลมโดยแบ่งกราฟที่ชี้ออกจากกึ่งกลางของวงกลมแทนค่าทิศทางลม วงกลมแต่ละชั้นบอกถึงร้อยละของทิศทางลม สีแต่ละสีบอกถึงความเร็วลม รายละเอียดแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผังลม (Wind rose)

จากการศึกษาทิศทางลมของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีวัดลมชัยภูมิ พบว่าในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเริ่มเข้าของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ นั้น ลมที่พัดผ่านจะมีลักษณะแปรปรวน พัดมาจากหลายทิศทาง เมื่อผ่านช่วงนี้ไป ลมจะเริ่มนิ่ง พัดมาจากทิศเดียวกันอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับในช่วงกลางเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงเริ่มเข้าของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมที่พัดผ่านในช่วงเริ่มเปลี่ยนลมมรสุมนั้น จะมีความแปรปรวนเช่นกัน จะเริ่มสงบและพัดจากทิศเดียวกันอย่างชัดเจนในช่วงเดือนถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 พังลมแสดงทิศทางและความเร็วลมที่ตรวจวัดได้โดยสถานีวัดลมจังหวัดชัยภูมิ ปี 2560
(Thai Meteorological Department Automatic Weather System, 2018)

จากลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทยมีความเร็วลมอยู่ในระดับต่ำ แม้จะมีศักยภาพด้านพลังงานลมที่น้อย แต่จากการศึกษาแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานในปี พ.ศ. 2544 พบว่าแหล่งพลังงานลม

ที่มีศักยภาพของประเทศไทย มีความเร็วลม 6.4 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป ที่ความสูง 50 เมตร มีลมต่อเนื่องและสามารถนำมาผลิตไฟฟ้าได้ พบบริเวณยอดเขาหรือเทือกเขาและชายฝั่งทะเล ฝั่งอ่าวไทย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ม.ป.ป.) โครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยจึงนิยมสร้างบริเวณเทือกเขาและชายฝั่ง เช่น ในภาคตะวันออก เฉียงเหนือที่เป็นพื้นที่ล้อมรอบด้วยภูเขาสลับกับที่ราบ ข้อดีของพื้นที่ภูเขาจะช่วยป้องกันลมให้ลมมีปริมาณมากขึ้น สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง การติดตั้งกังหันลมจะติดตั้งบริเวณพื้นที่ราบและใกล้กับเทือกเขาตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ สาเหตุที่ไม่ติดบนเทือกเขาที่มีความเร็วลมมากกว่านั้น เนื่องจากการขนส่งที่ทำได้ลำบาก อีกทั้งบริเวณภูเขานั้นจะมีลมประจำถิ่น ประกอบด้วยลมภูเขาและลมหุบเขา ส่งผลให้ลมในบริเวณนี้แม้จะมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าได้จริงแต่ก็มีความแปรปรวนของลมด้วย (iEnergyGuru, 2015) จากงานวิจัยของ ศิริพร สุขกุล และ วิรัชย์ โรยรินทร์ (2559) ศึกษาผลกระทบการขวางการไหลของอากาศต่อประสิทธิภาพการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก พบว่า ระยะทางและความสูง สิ่งกีดขวางการไหลของอากาศมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง เมื่อเทียบกับไม่มีสิ่งกีดขวางการไหล มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.20 และ 58.33 ที่ทิศตะวันออก เฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ตามลำดับ ความแปรปรวนของลมที่เกิดขึ้นนี้ ส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า กระบวนการก่อนเริ่มการผลิตไฟฟ้าของกังหันลม กังหันลมต้องปรับหน้าของกังหันเข้าสู่ทิศที่ลมพัดมาก่อน โดยการตรวจสอบด้วยอุปกรณ์วัดลมบนหัวกังหันลมแต่ละต้น เมื่อตรวจพบลมที่มีความเร็วมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 นาที (พรวิ เกิดเกตุ และคนอื่นๆ, 2561) กังหันลมจะปรับหน้าเข้าสู่ทิศที่ลมพัดมา การปรับหน้าของกังหันลมเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาระยะหนึ่ง เนื่องจากกังหันลมมีขนาดใหญ่การหมุนเพื่อปรับหน้ากังหันจึงทำได้ช้า เมื่อหันหน้าเข้าสู่ทิศทางของลมแล้วกังหันลมต้องใช้เวลาในการปรับใบพัดเพื่อรับลมด้วย ในหลายครั้งกังหันลมไม่สามารถปรับทิศรับลมได้ทันกับมวลลมที่พัดผ่าน และด้วยลักษณะของพื้นที่ติดตั้งบริเวณใกล้กับเทือกเขาและที่ราบ ส่งผลให้ลมที่พัดผ่านมีการเปลี่ยนทิศมากกว่าบริเวณพื้นที่โล่ง

เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในประเทศไทยมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีนักวิจัยหลายท่านได้เสนองานวิจัยที่ช่วยเพิ่มการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมจากวิธีการต่างๆ Koetket, Khunkhet, Chiracharit, Waewsak, Chaichana, & Auttawaitkul (2018) นำเสนอการเปรียบเทียบระยะเวลาการอลมของกังหันลมจากการกำหนดทิศอลม โดยใช้วิธีการทางสถิติกับข้อมูลที่วัดได้จากการทำงานจริงของกังหันลมในเดือนกันยายนและตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่ลมมรสุมเกิดการเปลี่ยนทิศ พบว่าการกำหนดทิศอลมของกังหันลมโดยใช้ค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง สามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้า เท่ากับ 351.9 และ 648.6 กิโลวัตต์ชั่วโมง

ตามลำดับ จำลอง มะละเขต และคนอื่นๆ (2561) นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานลมด้วยการประมวลสัญญาณจากสถานีพยากรณ์อากาศรอบกังหันลมเพื่อควบคุมการผลิตไฟฟ้า เพื่อส่งสัญญาณมายังระบบควบคุมกังหันลมโดยใช้วิธีการคำนวณระยะเวลาและทิศทางที่ลมจะมาถึงต้นกังหันลมโดยไม่ต้องตรวจวัดความเร็วลมและทิศทางลมในแบบเดิมสามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าของ WTG23 ได้ 57.96 เมกะวัตต์ชั่วโมง อรรชพร คงจิต และคนอื่นๆ (2561ก) นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของฟาร์มกังหันลมโดยการส่งสัญญาณระหว่างกังหันลมกับกังหันลมผ่านระบบสกาตา มีระยะห่างระหว่างกังหันลมขนานกับลมมรสุม เท่ากับ 0.150–6.782 กิโลเมตร จะสามารถทำให้ระบบการทำงานของกังหันลมลดระยะเวลาตรวจวัดลมก่อนเริ่มการผลิตไฟฟ้าได้ 15 นาที ความเร็วลมเฉลี่ย 7.31 เมตรต่อวินาที ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า เท่ากับ 1,429.00 กิโลวัตต์ และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าได้ 357.25 กิโลวัตต์ชั่วโมง

ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมจำเป็นต้องอาศัยความเร็วลมมากกว่า 3 เมตรต่อวินาที ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 นาทีขึ้นไป จึงจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ โดยมีระบบสกาตาเป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของกังหันลม ด้วยการสั่งให้อุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลมปรับหน้ากังหันลม แล้วสั่งให้กังหันกางใบพัดเพื่อรับลมเท่านั้น งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าว โดยอาศัยความสัมพันธ์ของทิศและความเร็วลมที่ความสูง 553 เมตรจากระดับน้ำทะเลเพื่อเพิ่มการผลิตไฟฟ้า ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงปริมาณไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้วิธีเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยทิศทางลม นำข้อมูลที่บันทึกได้จากกังหันลมต้นอื่นมาประมวลผลและส่งข้อมูลควบคุมไปยังกังหันลมต้นต่อไปผ่านระบบสกาตาในโครงการเพื่อกำหนดมุมของกังหันลมในกลุ่ม เตรียมความพร้อมสำหรับการผลิตไฟฟ้าแทนวิธีการแบบเดิมที่ต้องตรวจวัดลมจากกังหันลมแต่ละต้น ซึ่งใช้เวลาในการตรวจข้อมูลลม 0.5–10 นาที ต่อรอบการผลิต (Koetket, Khunkhet, Chiracharit, Waewsak, Chaichana, & Auttawaitkul, 2018) ระยะเวลาในการตรวจข้อมูลลมที่ลดลงนี้จะส่งผลให้กังหันลมมีเวลาผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสกาตาในการส่งสัญญาณระหว่างกลุ่มกังหันลมเพื่อเตรียมความพร้อมในการผลิตไฟฟ้า แทนวิธีการเดิมที่ให้กังหันลมแต่ละต้นตรวจวัดลมด้วยตนเอง
2. เพื่อศึกษาวิธีเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าโดยใช้การหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วยค่าเฉลี่ยทิศทางลมของกลุ่มกังหันลม 2 กลุ่ม ที่แบ่งตามลักษณะลมที่พัดผ่านตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ของสถานที่ติดตั้ง

3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวางแผนเพื่อเพิ่มการผลิตไฟฟ้ารายปีของกังหันลมที่ลักษณะลมเป็นช่วงของการเปลี่ยนทิศลมมรสุม ช่วงที่ลมมีความแปรปรวน และช่วงที่ลมสงบในประเทศไทยได้



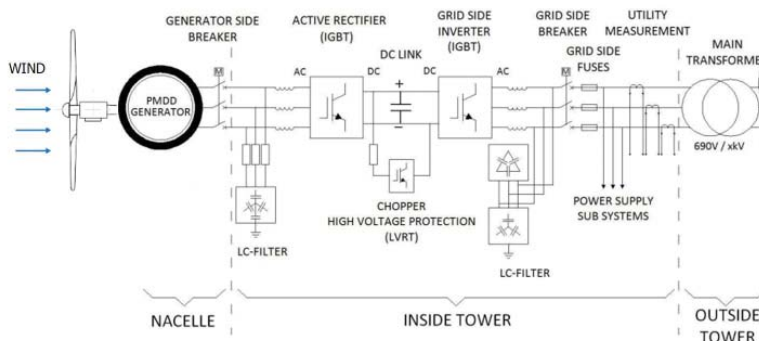
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผลกระทบของทุ่งกังหันลม (Park effect) และผลกระทบของเนินเขา (Hill effect)

การติดตั้งกังหันลมในรูปแบบทุ่งกังหันลมจะมีผลกระทบในด้านของความเร็วลมที่ลดลงเนื่องจากการหมุนวนด้านหลังของของไหล ดังนั้นการเว้นระยะระหว่างกังหันจึงเป็นเรื่องสำคัญ ระยะห่างระหว่างกังหันลมควรมีค่า 5 ถึง 9 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดในทิศทางลม และ 3 ถึง 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม นอกจากนี้ที่บริเวณยอดเขาอากาศที่เคลื่อนผ่านเชิงเขาจะขยายตัว (ความเร็วลมลดลง) และจะถูกบีบอัดทำให้ความเร็วลมสูงขึ้น (ความเร็วลมมีค่าสูงสุดที่สันเขา) หลังจากอากาศเคลื่อนที่ผ่านสันเขาจะขยายตัวและเกิดการปั่นป่วน ในพื้นที่ลักษณะนี้ควรติดตั้งกังหันลมที่บริเวณสันเขาเพื่อให้ได้รับประโยชน์จากความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นอย่างเต็มที่ อีกทั้งผลกระทบของช่องลม (Tunnel effect) ที่อากาศจะถูกบีบอัดส่งผลทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะถูกใช้เป็นพลังงานป้อนให้กังหันลมได้ แต่ถ้าเกิดขึ้นในบริเวณช่องเขาที่ไม่ราบเรียบจะเกิดความปั่นป่วนของลมและส่งผลกระทบต่อกังหันลมที่ติดตั้งไว้ (กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557)

ระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม

การเปลี่ยนรูปแบบพลังงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่ความเร็วค่าหนึ่ง (พลังงานจลน์) เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานทางกลด้วยแรงบิดและความเร็วรอบของแกนหมุนกังหัน (Torque and speed conversion) พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม

(GOLDWIND 2.5 MW Technical Description, 2017)

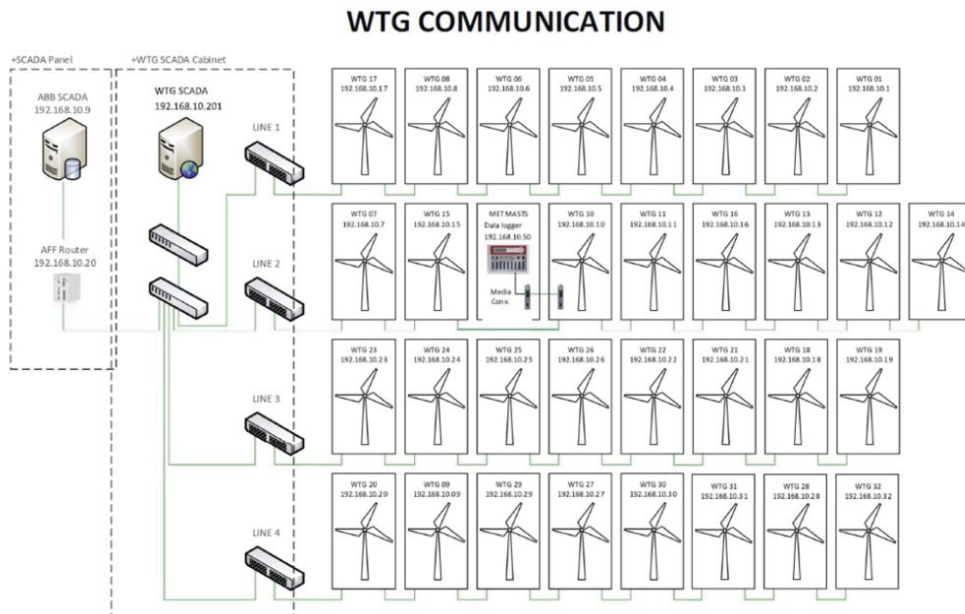
พลังงานลมถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานกลของแกนหมุนกังหันลม มวลของอากาศที่ปะทะเข้ากับใบกังหันจะเคลื่อนที่ช้าลง ในทางปฏิบัติ พลังงานจากลมไม่สามารถถ่ายเทให้กับกังหันลมได้ทั้งหมด มวลของอากาศที่ปะทะเข้ากับใบกังหันจะต้องหยุดสนิทบริเวณพื้นที่หน้าตัดของใบกังหัน สมการที่ 1 สามารถใช้อธิบายพลังงานทั้งหมดที่กังหันลมสามารถเปลี่ยนรูปได้จากพลังงานลม

$$P_{WT} = P_w C_p = \frac{\rho}{2} A_R V^3 C_p \quad (1)$$

เมื่อ P_{WT} คือ กำลังของกังหันลม (วัตต์), C_p คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะของกังหันลม และ A_R คือ พื้นที่กวาดของใบกังหัน (ตารางเมตร)

ระบบสกาตาที่ใช้ในโครงการ

ระบบสกาตาที่ใช้ในโครงการมี 2 ชุด สำหรับควบคุมการสื่อสารและการทำงานของกังหันลมเพื่อเก็บข้อมูลทั้งโครงการ กังหันลมจำนวน 32 ต้น ถูกแบ่งการควบคุมออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ข้อมูลต่างๆ เช่น ความเร็วลม ค่ากำลังการผลิตไฟฟ้า การปรับทิศของหน้ากังหันลมแต่ละต้น เป็นต้น ค่าเหล่านี้จะถูกส่งมาประมวลผลที่ห้องควบคุมและส่งคำสั่งสำหรับการผลิตไฟฟ้าให้แก่กังหันลมผ่านระบบสกาตา ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบสกาตาที่ใช้ในโครงการ

ขั้นตอนการทำงานของกังหันลม กำลังการผลิต 2.5 เมกะวัตต์ ผ่านระบบสกาตา

กังหันลมแต่ละต้นจะมีอุปกรณ์ตรวจวัดลมบนกังหันลม เมื่อลมมีความเหมาะสมจะส่งสัญญาณให้แกระบบการทำงานของกังหันลมเพื่อปรับหน้ากังหันรับลมสำหรับผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. การเตรียมความพร้อมของระบบ (สถานะ Standby) อุปกรณ์วัดลมทำการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลม ส่งสัญญาณให้กังหันลมปรับใบพัดเป็นมุม 75 องศา เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการผลิตไฟฟ้า
2. เริ่มกระบวนการผลิตไฟฟ้า (สถานะ Start) กังหันลมปรับทิศทางของ Nacelle ไปตามทิศทางของลมที่มีความเร็วลมมากกว่า 3 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป ใช้เวลาประมาณ 0.5-10 นาที
3. จ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ (สถานะ Online) กังหันลมผลิตไฟฟ้าและจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ
4. เริ่มหยุดผลิตไฟฟ้า (สถานะ Stopping) กังหันลมเริ่มหยุดการผลิตไฟฟ้า เมื่อความเร็วลมน้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาที
5. หยุดการผลิตไฟฟ้า (สถานะ Stop) กังหันลมหยุดผลิตไฟฟ้า เนื่องจากอุปกรณ์วัดลมตรวจวัดลมได้น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาทีอย่างต่อเนื่อง และปรับใบพัดเป็นมุมเป็น 90 องศา (อรรถพร คงจิต และคนอื่นๆ, 2561ข)

การหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง

การหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (นันทนา กันยานุวัฒน์ และ นุชนาท นาคำ, 2555) เป็นระเบียบวิธีทางสถิติในการหาค่าเพียงค่าเดียวที่จะใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ค่าที่หาได้จะทำให้ทราบถึงลักษณะของข้อมูลทั้งหมดที่เก็บรวบรวมมาได้โดยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) เป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นค่าที่ไม่เอนเอียง มีความคงเส้นคงวา มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงสุด หาค่าได้จากการหารผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ดังแสดงในสมการที่ 2

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (2)$$

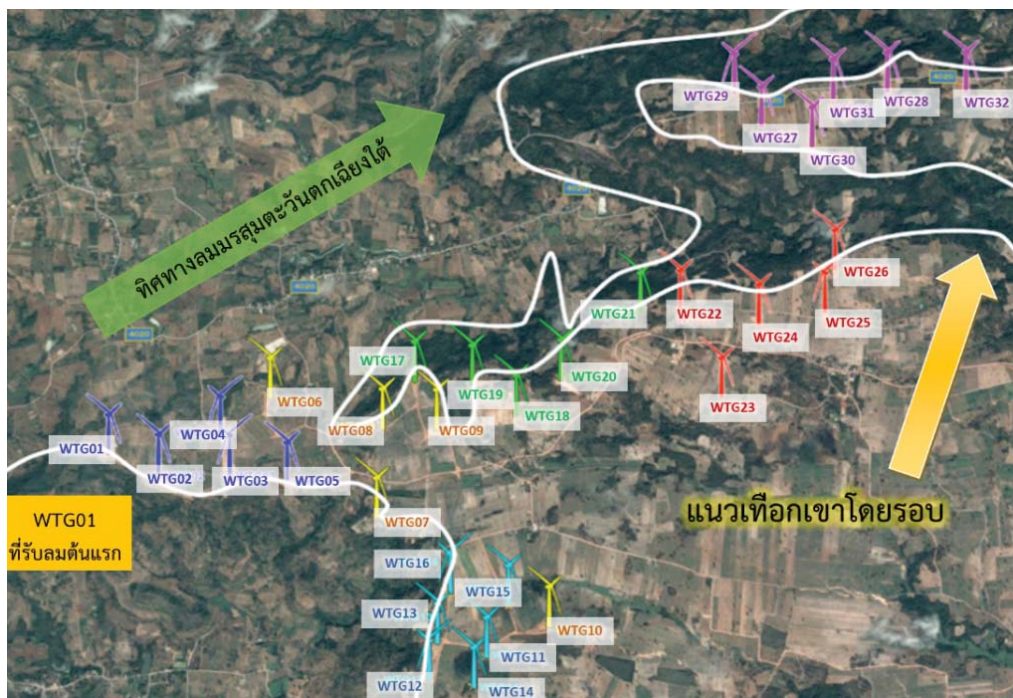
เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย, $\sum_{i=1}^N x_i$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด และ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด



วิธีดำเนินการวิจัย

การควบคุมการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีการติดตั้งบริเวณที่ราบสลับเทือกเขาด้วยการใช้วิธีการหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตทิศทางลมของกลุ่มกังหันลม มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลความเร็วลม (Wind speed) ทิศทางลม (Wind direction) จำนวนรอบการทำงาน ของโครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีความสูง 120 เมตร ติดตั้งที่ความสูงเฉลี่ย 553 เมตรจากระดับน้ำทะเล ลักษณะพื้นที่ติดตั้งเป็นบริเวณเทือกเขาสลับที่ราบ ทำให้กังหันลมแต่ละต้นมีความสูงไม่เท่ากัน เมื่อมีลมพัดผ่านกังหันลมจึงเกิดความแปรปรวนของลม ส่งผลให้ลมในบริเวณที่มีการติดตั้งกังหันลมมีทิศทางไม่แน่นอน
2. ใช้ข้อมูลเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนถ่ายลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อลมพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ กังหันลมต้นแรกที่ได้รับการปะทะของลม ได้แก่ WTG01 ดังรูปที่ 5 ใช้ข้อมูลในช่วงที่กลุ่มกังหันลมมีการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพร้อมกันทั้ง 32 ต้น



รูปที่ 5 ภาพถ่ายดาวเทียมโครงการฟุ้งกังหันลม จังหวัดชัยภูมิ

3. จากงานวิจัยของอรรถพร คงจิต และคนอื่นๆ (2561ข) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมของทิศทางลมกับเวลาขณะที่มีการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมทั้ง 32 ต้น โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของทิศลมที่ตรวจวัดได้ด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดลมบนกังหันลมแต่ละต้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้วิธีการหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตเพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงให้กังหันลมหยุดในจุดที่กำหนด และแบ่งกลุ่มกังหันลมออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1 กลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนขณะผลิตไฟฟ้า ใช้กังหันลมที่ติดตั้งบริเวณพื้นโล่งห่างจากเนินเขา ได้แก่

3.1.1 ทิศทางลมแน่นอน อยู่ในช่วง 202.64–207.87 องศา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตช่วงของทิศทางลม 205.26 องศา ความเร็วเฉลี่ย 4.69 เมตรต่อวินาที ประกอบด้วย WTG07, WTG13, WTG16, WTG19, WTG25 และ WTG27

3.1.2 ทิศทางลมแน่นอน อยู่ในช่วง 217.99–227.99 องศา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตช่วงของทิศทางลม 222.99 องศา ความเร็วเฉลี่ย 4.75 เมตรต่อวินาที ประกอบด้วย WTG02, WTG09, WTG12, WTG18 และ WTG24

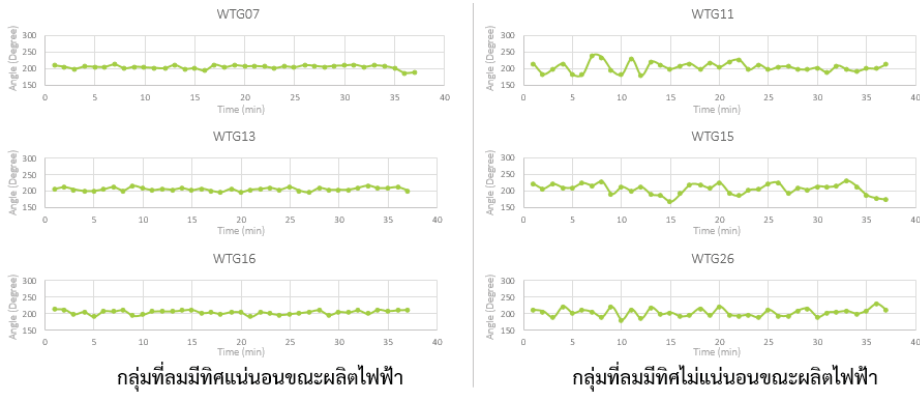
3.1.3 ทิศทางลมแน่นอน อยู่ในช่วง 245.55–256.53 องศา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตช่วงของทิศทางลม 251.04 องศา ความเร็วเฉลี่ย 5.43 เมตรต่อวินาที ประกอบด้วย WTG23, WTG29, WTG31 และ WTG32

3.2 กลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอนขณะผลิตไฟฟ้า ใช้กังหันลมติดตั้งบริเวณใกล้กับเนินเขา ทำให้ลมที่พัดสู่กังหันลมมีความแปรปรวน ได้แก่

3.2.1 ทิศทางลมไม่แน่นอน อยู่ในช่วง 195.67–210.32 องศา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตช่วงของทิศทางลม 202.99 องศา ความเร็วเฉลี่ย 4.14 เมตรต่อวินาที ประกอบด้วย WTG06, WTG11, WTG15, WTG22, WTG26 และ WTG30

3.2.2 ทิศทางลมไม่แน่นอน อยู่ในช่วง 216.91–235.74 องศา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตช่วงของทิศทางลม 226.33 องศา ความเร็วเฉลี่ย 4.25 เมตรต่อวินาที ประกอบด้วย WTG01, WTG03, WTG04, WTG05, WTG14, WTG17 และ WTG20

3.2.3 ทิศทางลมไม่แน่นอน อยู่ในช่วง 253.83–255.35 องศา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตช่วงของทิศทางลม 264.02 องศา ความเร็วเฉลี่ย 4.25 เมตรต่อวินาที ประกอบด้วย WTG08, WTG10, WTG21 และ WTG28



รูปที่ 6 ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มกังหันลม

4. เปรียบเทียบระยะเวลาที่หน้ากังหันลมใช้จากการหมุนหน้ากังหันลมจากจุดหยุดการทำงานก่อนหน้าที่เกิดจากการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดลม กับวิธีกำหนดทิศรอบลมด้วยการส่งต่อข้อมูลภายในกลุ่มกังหันลม ระยะเวลาการหมุนของหน้ากังหันลมที่ลดได้จะเพิ่มเวลาในการผลิตไฟฟ้าให้กับกังหันลมได้มากขึ้น



ผลการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศและความเร็วลมที่ความสูง 553 เมตรจากระดับน้ำทะเล ของโครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้า จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้กังหันลมขนาดกำลังการผลิต 2.5 เมกะวัตต์ จำนวน 32 ต้น ขนาดกำลังการผลิตรวม 80 เมกะวัตต์ เพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยทิศทางลมของกลุ่มกังหันลมทั้ง 2 กลุ่ม ส่งข้อมูลผ่านระบบสกาตาเพื่อกำหนดมุมของทิศลมในกลุ่มเดียวกัน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยทิศทางลมของกลุ่มกังหันลม ประกอบด้วย

1. มุมที่กังหันลมหยุดก่อนหน้า (สถานะ Stop)
2. มุมที่เริ่มการทำงานในรอบผลิตต่อมา (สถานะ Start)
3. ส่วนต่างมุมเดิม คือ ระยะเวลาการกวาดมุมของหน้ากังหันลมจากมุมที่กังหันลมหยุดจนถึงมุมที่เริ่มการทำงาน
4. ส่วนต่างมุมเฉลี่ย คือ ระยะเวลาการกวาดมุมของหน้ากังหันลมจากมุมที่กังหันลมหยุดจนถึงมุมเฉลี่ยที่กำหนดตามกลุ่มกังหันลม
5. เวลาการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น คำนวณจากการทำงานของกังหันลม กังหันลมจะหมุนเปลี่ยนทิศ 180 องศา ใช้เวลา 10 นาที เวลาการผลิตไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เมื่อนำระยะเวลาที่ใช้ในส่วนต่างมุมลบด้วยระยะเวลาของส่วนต่างมุมเฉลี่ย หากผลเป็นบวกจะได้เวลาการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

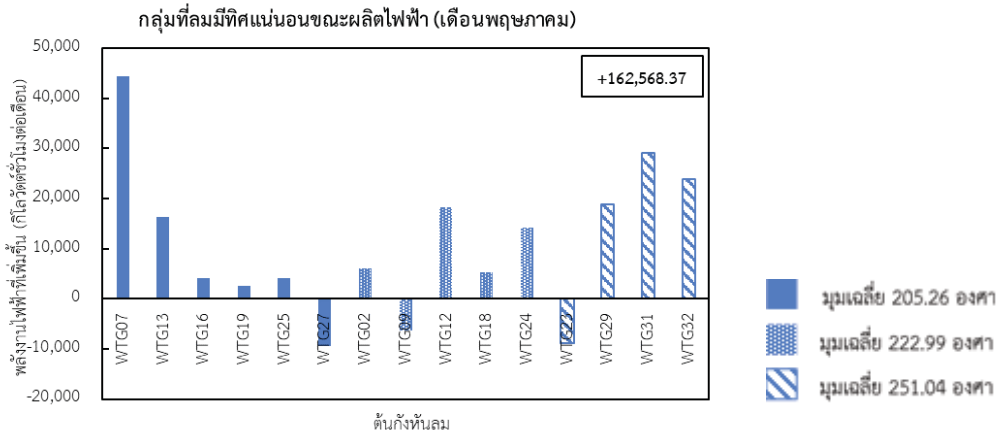
6. พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในการวิจัย คำนวณจากเวลาการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นคูณกับกำลังผลิตไฟฟ้า ณ ความเร็วลมหนึ่ง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้การส่งข้อมูลผ่านระบบสกาดา ด้วยวิธีหันหน้ากังหันลมให้ตรงกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตทิศทางลมของกลุ่มกังหันลม

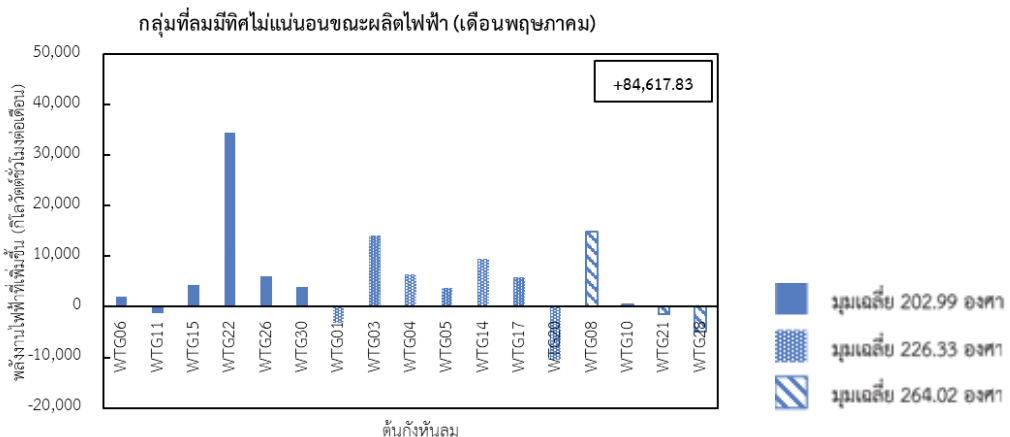
กังหันลม ต้นที่	มุมที่หยุด ก่อนหน้า (องศา)	มุมเริ่ม ทำงาน (องศา)	ส่วนต่าง มุมเดิม (องศา)	ส่วนต่าง มุมเฉลี่ย (องศา)	เวลาการ ผลิตไฟฟ้า ที่เพิ่มขึ้น 1 รอบ (นาท)	จำนวน รอบหยุด ทำงาน (ต่อเดือน)	พลังงานไฟฟ้า ที่เพิ่มขึ้น (กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อเดือน)
กลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนขณะผลิตไฟฟ้า							
ทิศทางลมแน่นอน เฉลี่ย 205.26 องศา ความเร็วลมเฉลี่ย 6.94 เมตรต่อวินาที มีกำลังผลิตไฟฟ้า 1,433.29 กิโลวัตต์							
WTG07	214.29	260.552	46.264	-55.29	5.64	329	44,341.64
WTG13	247.31	196.26	51.05	9.00	2.34	292	16,294.02
WTG16	195.79	216.92	21.14	11.66	0.53	321	4,034.70
WTG19	215.32	207.72	7.60	2.46	0.29	376	2,562.85
WTG25	197.42	219.39	21.97	14.13	0.44	397	4,130.64
WTG27	223.12	267.15	44.02	61.89	-0.99	398	-9,434.60
ทิศทางลมแน่นอน เฉลี่ย 222.99 องศา ความเร็วลมเฉลี่ย 6.84 เมตรต่อวินาที มีกำลังผลิตไฟฟ้า 1,388.04 กิโลวัตต์							
WTG02	235.57	213.25	22.31	9.74	0.70	375	6,060.63
WTG09	204.41	207.30	2.89	15.69	-0.71	386	-6,348.04
WTG12	172.61	227.17	54.57	4.18	2.80	281	18,196.05
WTG18	211.93	223.47	11.54	0.48	0.61	378	5,375.05
WTG24	194.85	269.64	74.79	46.65	1.56	392	14,179.65
ทิศทางลมแน่นอน เฉลี่ย 251.04 องศา ความเร็วลมเฉลี่ย 7.55 เมตรต่อวินาที มีกำลังผลิตไฟฟ้า 1,786.70 กิโลวัตต์							
WTG23	237.33	213.53	23.80	37.51	-0.76	386	-8,753.65
WTG29	206.18	255.24	49.06	4.20	2.49	255	18,924.21
WTG31	290.25	225.13	65.12	25.91	2.18	448	29,060.48
WTG32	284.7	223.29	61.42	27.76	1.87	430	23,944.76
รวมทั้งสิ้น					18.98	5,444	162,568.37
กลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอนขณะผลิตไฟฟ้า							
ทิศทางลมไม่แน่นอน เฉลี่ย 202.99 องศา ความเร็วลมเฉลี่ย 5.69 เมตรต่อวินาที มีกำลังผลิตไฟฟ้า 970.61 กิโลวัตต์							
WTG06	241.32	218.62	22.69	15.63	0.39	325	2,061.80
WTG11	245.24	226.02	19.21	23.03	-0.21	354	-1,214.99
WTG15	189.72	230.86	41.14	27.87	0.74	358	4,269.80
WTG22	298.15	193.93	104.22	9.06	5.29	404	34,549.97
WTG26	187.14	202.78	15.64	0.22	0.86	432	5,987.89
WTG30	192.66	235.02	42.36	32.03	0.57	424	3,935.91

กังหันลม ต้นที่	มุมที่หยุด ก่อนหน้า (องศา)	มุมเริ่ม ทำงาน (องศา)	ส่วนต่าง มุมเดิม (องศา)	ส่วนต่าง มุมเฉลี่ย (องศา)	เวลาการ ผลิตไฟฟ้า ที่เพิ่มขึ้น 1 รอบ (นาท)	จำนวน รอบหยุด ทำงาน (ต่อเดือน)	พลังงานไฟฟ้า ที่เพิ่มขึ้น (กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อเดือน)
ทิศทางลมไม่แน่นอน เฉลี่ย 226.33 องศา ความเร็วลมเฉลี่ย 5.84 เมตรต่อวินาที มีกำลังผลิตไฟฟ้า 1,059.39 กิโลวัตต์							
WTG01	215.89	216.07	0.17	10.26	-0.56	327	-3,236.47
WTG03	191.38	228.13	36.75	-1.80	2.14	375	14,178.17
WTG04	242.60	228.15	14.45	-1.82	0.90	406	6,479.56
WTG05	236.70	191.83	44.87	34.50	0.58	368	3,743.33
WTG14	177.01	219.28	42.28	7.05	1.96	276	9,537.92
WTG17	187.10	213.93	26.84	12.40	0.80	409	5,793.25
WTG20	194.32	196.41	2.09	29.92	-1.55	387	-10,562.78
ทิศทางลมไม่แน่นอน เฉลี่ย 264.02 องศา ความเร็วลมเฉลี่ย 6.03 เมตรต่อวินาที มีกำลังผลิตไฟฟ้า 1,130.24 กิโลวัตต์							
WTG08	208.93	253.13	44.20	10.89	1.85	427	14,883.68
WTG10	265.64	216.65	48.99	47.37	0.09	334	565.20
WTG21	193.06	226.87	33.81	37.15	-0.19	397	-1,387.66
WTG28	186.47	220.10	33.63	43.93	-0.57	461	-4,966.77
รวมทั้งสิ้น					13.09	6,464	84,617.83

จากตารางที่ 1 การเพิ่มการผลิตไฟฟ้าของแต่ละกลุ่มกังหันลมจะไม่เท่ากัน เนื่องจากผลของมุมที่กังหันลมแต่ละต้นหยุดการทำงานก่อนหน้าอยู่คนละมุมกัน ระยะเวลาที่ใช้สำหรับปรับหน้าของกังหันลมแต่ละต้นจึงไม่เท่ากันไปด้วย เมื่อใช้วิธีการส่งข้อมูลผ่านระบบสกาตา โดยข้อมูลที่ส่งเป็นค่าเฉลี่ยทิศทางลมของกลุ่มกังหันลมพบว่า กังหันลมกลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนขณะผลิตไฟฟ้า จำนวน 15 ต้น มีรอบการทำงาน 5,444 รอบ สามารถเพิ่มระยะเวลาการผลิตไฟฟ้าได้ 18.98 นาที่ ต่อ 1 รอบการผลิต คิดเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 162,568.37 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 7 และกังหันลมกลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอนขณะผลิตไฟฟ้า จำนวน 17 ต้น มีรอบการทำงาน 6,464 รอบ สามารถเพิ่มระยะเวลาการผลิตไฟฟ้าได้ 13.09 นาที่ ต่อ 1 รอบการผลิต คิดเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 84,617.83 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 8 รวมทั้งโครงการ เท่ากับ 247,186.20 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน



รูปที่ 7 พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นช่วงลมมรสุมมีการเปลี่ยนแปลง กลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอน



รูปที่ 8 พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นช่วงลมมรสุมมีการเปลี่ยนแปลง กลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอน



อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารที่เหมาะสม จะสามารถแก้ปัญหาการสูญเสียเวลาของกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมได้ เนื่องจากกังหันลมไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทันทีแต่ต้องใช้เวลาสำหรับการเริ่มต้นการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ ระบบการส่งข้อมูลลมจากกังหันลมก่อนหน้าผ่านระบบสกาตาไปยังต้นตอไป เตรียมความพร้อมในการผลิตไฟฟ้าได้ทันที จึงเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการเพิ่มพลังงานการผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีการส่งข้อมูลผ่านระบบสกาตา โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยทิศทางลมของกลุ่มกังหันลม ที่สามารถเพิ่มพลังงานการผลิตไฟฟ้าได้จริงและวิธีการนี้มีความเหมาะสมเมื่อใช้กับกังหันลมในกลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนมากกว่ากังหันลมในกลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอน



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศและความเร็วลมของกังหันลมที่ติดตั้งที่ความสูง 553 เมตรจากระดับน้ำทะเล ขนาดกำลังการผลิต 2.5 เมกะวัตต์ จำนวน 32 ต้น ขนาดกำลังการผลิตรวม 80 เมกะวัตต์ จังหวัดชัยภูมิ ใช้ข้อมูลในเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การติดตั้งของกังหันลมมีทั้งบริเวณที่ราบและบริเวณใกล้กับเพือกเขา ทำให้ลมที่พัดผ่านกังหันลมแต่ละต้นมีความแน่นอนและความแปรปรวนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ติดตั้งที่มีภูเขาเป็นตัวบังคับความเร็วและทิศทางลม เมื่อทำการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมเพื่อเพิ่มการผลิตไฟฟ้าพบว่า สามารถแบ่งกังหันลมได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนและกลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอน ใช้วิธีการส่งข้อมูลค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มกังหันลมผ่านระบบสกาดาเพื่อลดระยะเวลาตรวจสอบลม วิธีการนี้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมได้ทั้งสองกลุ่ม โดยเมื่อใช้ในกลุ่มที่ลมมีทิศแน่นอนจะเพิ่มการผลิตไฟฟ้าได้มากกว่ากลุ่มที่ลมมีทิศไม่แน่นอน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไฟฟ้าที่สูญเสียไปจากการที่กังหันลมไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทันที เสียเวลากับการเปลี่ยนทิศจากมุมที่หยุดก่อนหน้านี้ไปยังมุมผลิตไฟฟ้ารอบต่อไป พบว่าเมื่อให้กังหันลมปรับทิศเองจะสูญเสียกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ควรจะได้ 502,343.33 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อเดือน แต่เมื่อใช้วิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ จะสูญเสียกำลังการผลิตไฟฟ้าเพียง 409,863.44 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น (ลดกำลังผลิตสูญเสีย) เท่ากับ 18.41%

อย่างไรก็ตามวิธีการประยุกต์ใช้ระบบสกาดาด้วยการปรับตั้งค่าทิศลมให้กลุ่มกังหันลมเพื่อส่งข้อมูลค่าเฉลี่ยเลขคณิตทิศทางลมของกลุ่มกังหันลมให้ปรับหน้ากังหันลมเพื่อเตรียมความพร้อมในการผลิตไฟฟ้าจากงานวิจัยนี้ ถือเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มการผลิตไฟฟ้าสำหรับโครงการกังหันลมได้ ซึ่งในปัจจุบันโครงการกังหันลมผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยมีเพิ่มมากขึ้น จากตัวเลขจริงของข้อมูลลมและวิธีการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าที่ผู้วิจัยนำเสนอ จะช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถใช้วิธีการนี้ได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงลมมรสุมที่พัดผ่านโครงการและสถานที่ติดตั้งในแต่ละโครงการของการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมในประเทศไทยได้



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). *สารานุกรมพลังงานทดแทน Alternative Energy Encyclopedia*. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.
- จำลอง มะละเขต และคนอื่นๆ. (2561). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานลมด้วยการประมวลสัญญาณจากสถานีพยากรณ์อากาศรอบกัณฑ์ลมเพื่อควบคุมการผลิตไฟฟ้า. ใน *การประชุมวิชาการและการประกวดนวัตกรรมบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นันทนา กันยานุวัฒน์ และ นุชนาท นาคำ. (2555). *แนวทางการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี*. กรุงเทพฯ: สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่.
- พรวิ เกิดเกตุ และคนอื่นๆ. (2561). การกำหนดทิศของกังหันลมด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อเพิ่มเวลาในการผลิตไฟฟ้า. ใน *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ศิริพร สุขกุล และ วิรัชย์ โรยนรินทร์. (2559). การศึกษาผลกระทบการขวางการไหลของอากาศต่อประสิทธิภาพการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กด้วยวิธีการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลด้วยคอมพิวเตอร์. ใน *การประชุมสัมมนาวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2559). *ข้อมูลผู้ผลิตไฟฟ้า SPP/VSP*. สืบค้น 5 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://www.erc.or.th/ERCSP/default.aspx?x=&muid=23&prid=41>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). *ฝนลมเย็น แปรเป็นพลังงานสะอาด – NSTDA*. สืบค้น 28 พฤษภาคม 2562, จาก <http://nstda.or.th/rural/public/100%20articles-stkc/99.pdf>
- อรรถพร คงจิต และคนอื่นๆ. (2561ก). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของฟาร์มกังหันลม จำนวน 32 ต้น กำลังการผลิต 80 MW โดยการใช้การสื่อสารระหว่างเครื่องกับเครื่องผ่านระบบ SCADA. ใน *งานประชุมวิชาการ และนวัตกรรม กฟผ. ปี 2561*, (น. 63–68). กรุงเทพฯ.
- _____. (2561ข). สภาวะภูมิประเทศส่งผลต่อทิศลมมรสุมที่ผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานลมขนาดกำลังการผลิต 80 MW. ใน *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- Goldwind Science and Technology. (2017). *GOLDWIND 2.5 MW Technical Description*. Beijing, China.
- iEnergyGuru. (2015). *พลังงานลม: มารู้จักประเภทของลม และปรากฏการณ์ต่างๆ ของลม กันเถอะ!!!*. สืบค้น 30 พฤษภาคม 2562,
จาก <https://ienergyguru.com/2015/07/ประเภทของลม/>
- Koetket, P., Khunkhet, S., Chiracharit, W., Waewsak, J., Chaichana, T., & Auttawaitkul, Y. (2018). Increasing Efficiency in Wind Energy Electricity Generating by Signal Processing from Wind Measuring Equipment on Wind Turbine for the Determination of Wind Direction. In *2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT)*. Bangkok: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Thai Meteorological Department Automatic Weather System. (2018). *Wind Rose*. Retrieved May 30, 2019,
from http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/aws/aws_windroses.asp

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท
จังหวัดเพชรบูรณ์

FACTORS ASSOCIATED WITH QUALITY OF LIFE OF ELDERLY
IN RURAL, PHETCHBUN PROVINCE

วันที่รับ: 28 พฤษภาคม 2563

วันที่แก้ไข: 23 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับ: 3 สิงหาคม 2563

เพชรธยา แป้นวงษา^{1*}, ไพฑูรย์ สอนทน¹ และ กมล อยู่สุข¹

Pettaya Panvongsa^{1*}, Paithoon Sonthon¹,

and Kamol Yusook¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University,
Phetchabun, 67000

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



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 968 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ใช้สถิติ Multiple linear regression เพื่อทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.54 อายุเฉลี่ย 71.00 ปี หนึ่งในสองเป็นสมาชิกกลุ่มชมรมและสามในสี่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง ส่วนใหญ่ไม่มีภาวะซึมเศร้า (ร้อยละ 94.73) และมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 62.53) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การมีสัมพันธภาพในครอบครัวระดับสูง (β coefficient = 13.47, 95%CI = 11.70 to 15.24) การมีสัมพันธภาพกับชุมชนระดับสูง (β coefficient = 14.25, 95%CI = 12.35 to 16.15) สถานภาพหม้ายหย่าแยก (β coefficient = -9.21, 95%CI = -11.75 to -6.67) การมีโรคประจำตัวเรื้อรัง (β coefficient = -1.69, 95%CI = -2.83 to -0.56) การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม (β coefficient = 2.49, 95%CI = 1.48 to 3.50) การปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้อย่างอิสระ (β coefficient = 7.39, 95%CI = 3.66 to 11.13) และการมีภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง (β coefficient = -16.09, 95%CI = -27.04 to -5.15) ผลการวิจัยนี้ควรนำไปเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานและชุมชนในการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสัมพันธ์ภายในครอบครัวและชุมชนเพื่อให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิต

ที่ดีขึ้น บุคลากรสาธารณสุขควรมีการประเมินภาวะซึมเศร้าและการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน เพื่อป้องกันและช่วยเหลือผู้สูงอายุได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: ปัจจัย, คุณภาพชีวิต, ผู้สูงอายุ



Abstract

The present study aimed to investigate factors associated with the quality of life of the elderly in rural. We employed a cross-sectional analytical study by interviewing from participants including 968 elderly. Multi-stage random sampling was used in this study. Multiple linear regression was used to investigate the association between factors with quality of life. The majority of participants were female (60.54%), and the mean age was 71.00 years. About half of participants were membership in club groups. About three of four of participants had chronic disease and had depression were normal level (94.73%). The participants had an overall quality of life were fair level (62.53%). Factors associated with quality of life were significantly such as having a relation within a family high level (β coefficient = 13.47, 95%CI = 11.70 to 15.24), having a relationships with community high level (β coefficient = 14.25, 95%CI = 12.35 to 16.15), widowed divorced status (β coefficient = -9.21, 95%CI = -11.75 to -6.67), having chronic disease (β coefficient = -1.69, 95%CI = -2.83 to -0.56), membership in club groups (β coefficient = 2.49, 95%CI = 1.48 to 3.50), ability in activities of daily living independently (β coefficient = 7.39, 95%CI = 3.66 to 11.13), and having severe in depression (β coefficient = -16.09, 95%CI = -27.04 to -5.15). The results of this study should be used as a guideline for agencies and communities to organizing activities to build relationships within a family and community to improve the quality of life. In addition, healthcare personals should be providing care for elderly who had poor quality of life, including assessment for depression and ability in daily activities for prevention the elderly.

Keywords: Factors, Quality of Life, Elderly

 บทนำ

การเข้าสู่สังคมสูงอายุของประชากรเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลก ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเกิดที่ลดลงและผู้คนมีอายุยืนยาวขึ้น ในรอบครึ่งศตวรรษที่ผ่านมา ประชากรโลกมีอายุสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2561 ทั่วโลกมีประชากรรวมทั้งหมด 7,633 ล้านคน และมีประชากรสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป 990 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 13 ของประชากรทั้งหมด เท่ากับว่าปัจจุบันโลกได้กลายเป็นสังคมสูงอายุแล้ว (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.), 2562) ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีประชากรทั้งหมด 66 ล้านคน ในจำนวนนี้เป็นผู้สูงอายุ 12 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 18 ของประชากรทั้งหมด แสดงว่าประเทศไทยเป็นสังคมสูงอายุเช่นกัน มีการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย คือ ประชากรไทยกำลังมีอายุสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยอีก 4 ปีข้างหน้า ประเทศไทยจะเป็นสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ เมื่อสัดส่วนผู้สูงอายुर้อยละ 20 และอีก 20 ปีข้างหน้า สัดส่วนประชากรสูงอายุจะสูงขึ้นถึงร้อยละ 30 ของประชากรทั้งหมด (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.), 2562) ผู้สูงอายุเป็นประชากรที่มีความเปราะบาง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื่องจากอายุที่เพิ่มขึ้นและสิ่งแวดล้อม ทำให้ต้องเผชิญปัญหาในชีวิตมากมาย ทั้งปัญหาสุขภาพและปัญหาสังคม งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 50 มีความทุกข์ทรมานจากโรคเรื้อรัง เช่น ความดันโลหิตสูง เบาหวาน ข้ออักเสบ ต้อกระจก หรือมีความพิการทั้งด้านร่างกายและจิตใจ มากกว่าร้อยละ 60 ของผู้สูงอายุขาดผู้ดูแลหรืออยู่อย่างโดดเดี่ยว (Lena, Ashok, Padma, Kamath, & Kamath, 2009) ปัญหาเหล่านี้นำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ลดลงของผู้สูงอายุ (Molton & Jensen, 2010)

ในประเทศไทย ผู้สูงอายุส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเขตชนบท ซึ่งมีบริบททางประชากร สังคม สิ่งแวดล้อมที่แตกต่างจากผู้สูงอายุในเขตเมือง หากมีการศึกษาเพื่อระบุปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จะทำให้การพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบทมีการวางแผนอย่างเป็นระบบจากหลักฐานเชิงประจักษ์ จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส การปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน (Eliasi, Rasi, & Tavakoli, 2017) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โรคประจำตัวเรื้อรัง (Hongthong, Somrongthong, & Ward, 2015) การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม (Fancourt & Steptoe, 2018) และภาวะซึมเศร้า (Chen & Chen, 2017) และตัวแปรที่แตกต่างจากการเคยศึกษาในประเทศไทย ได้แก่ ความสัมพันธ์ในครอบครัว และการมีเครือข่ายทางสังคมหรือสัมพันธ์ภาพกับชุมชน (Thomas, Liu, & Umberson, 2017) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงได้นำตัวแปรเหล่านี้มาเป็นตัวแปรต้นที่ใช้ในการศึกษาการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบทมีจำกัด ยังไม่พบ

การศึกษาในภาพรวมระดับจังหวัด การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้สูงอายุจากสถานที่เดียวและใช้กลุ่มตัวอย่างไม่มากพอ และจังหวัดเพชรบูรณ์ยังไม่เคยมีการศึกษาในภาพระดับจังหวัดมาก่อน จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวัดระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์
2. เพื่อทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์



ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตเนื้อหา คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุใช้เครื่องมือวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL_BREF_THAI) ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม โรคประจำตัวเรื้อรัง ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ภาวะซึมเศร้า ความสัมพันธ์ในครอบครัวและความสัมพันธ์กับชุมชน



วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบงานวิจัย เป็นวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study)

ประชากรเป้าหมาย (Target population) ประชากร คือ ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทหรือนอกเขตเทศบาล ทั้ง 11 อำเภอ ของจังหวัดเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2561 โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) คือ อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลจังหวัดเพชรบูรณ์ ไม่ต่ำกว่า 1 ปี และเป็นผู้ที่สามารถสื่อสารพูดคุยรู้เรื่อง และมีเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) คือ เป็นผู้ป่วยระยะสุดท้าย

การคำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้สูตรประมาณค่าสัดส่วน กรณีไม่ทราบจำนวนประชากร ดังนี้

$$n = \frac{Z^2 PQ}{d^2}$$

เมื่อกำหนดให้ Z = ค่าคะแนนมาตรฐานที่ $\alpha = 0.05 = 1.96$, p = ค่าสัดส่วนของคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ = 0.84 จากการทบทวนงานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดขอนแก่น ส่วนใหญ่มีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 84 (Yodmai, Somrongthong, & Kumar, 2018), d = ค่าความแม่นยำของการประมาณค่า = 0.03 ได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 573 คน แต่เนื่องจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เพื่อปรับอิทธิพลของความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มจึงคูณด้วยค่า Design Effect = 1.7 ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงเท่ากับ $573 \times 1.7 = 975$ คน แต่งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ได้รวม 968 คน

การสุ่มตัวอย่าง มีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling) ดังนี้ สุ่มอย่างง่าย 6 อำเภอ จาก 11 อำเภอ สุ่มตำบลอย่างง่าย อำเภอละ 1 ตำบล สุ่มหมู่บ้านอย่างง่าย ตำบลละ 2 หมู่บ้าน และสุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบ จากรายชื่อผู้สูงอายุของหมู่บ้านละ 44 คน รวม 968 คน

เครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองและปรับใช้จากแบบวัดมาตรฐานประกอบด้วย ลักษณะทางประชากร สัมพันธภาพในครอบครัว สัมพันธภาพกับชุมชน ภาวะซึมเศร้า ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันและคุณภาพชีวิต

แบบสัมภาษณ์สัมพันธภาพในครอบครัว เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ลักษณะคำถามจะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด กลุ่มตัวอย่างจะถูกถามว่า คนในครอบครัวมีความรับผิดชอบต่อกันมากน้อยเพียงใด สมาชิกในครอบครัวไว้วางใจกันมากน้อยเพียงใด มีความภูมิใจในครอบครัวของตนเองมากน้อยเพียงใด สมาชิกในครอบครัวมีความปรองดองกันมากน้อยเพียงใด ได้รับความอบอุ่นจากครอบครัวมากน้อยเพียงใด และสมาชิกในครอบครัวมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันมากน้อยเพียงใด จำนวน 6 ข้อ เต็ม 30 คะแนน

แบบสัมภาษณ์วัดสัมพันธภาพกับชุมชน เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ลักษณะคำถามจะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด กลุ่มตัวอย่างจะถูกถาม สามารถที่จะปรับตัวเข้ากับคนในชุมชนมากน้อยเพียงใด สามารถร่วมมือกิจกรรมกับคนในชุมชนได้มากน้อยเพียงใด สามารถร่วมบำเพ็ญประโยชน์ต่อคนในชุมชนได้มากน้อยเพียงใด มีความมั่นใจในการทำงานร่วมกับคนในชุมชนได้และสามารถพูดคุย แนะนำ ให้คำปรึกษากับคนในชุมชนได้มากน้อยเพียงใด จำนวน 5 ข้อ เต็ม 25 คะแนน

แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน เป็นความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรขั้นพื้นฐานของดัชนีบาร์เธล (Barthel ADL Index) ฉบับภาษาไทย จำนวน 6 ข้อ เต็ม 30 คะแนน

แบบสัมภาษณ์ภาวะซึมเศร้า เป็นแบบสัมภาษณ์ภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Depression Scale: TGDS) เป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นแบบให้เลือกตอบ มี 2 คำตอบ คือ ใช่และไม่ใช่ ซึ่งมีจำนวน 30 ข้อ เต็ม 30 คะแนน

แบบสัมภาษณ์คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ เป็นแบบวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL_BREF_THAI) ลักษณะคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง เล็กน้อย ไม่เลย จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสุขภาพกาย ด้านจิตใจ ด้านสัมพันธภาพทางสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม รวม 24 ข้อ 120 คะแนน

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ แบบสัมภาษณ์ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานผู้สูงอายุระดับจังหวัด จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับผู้สูงอายุในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลท่าพล จำนวน 30 คน โดยแบบสัมภาษณ์ที่มีลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า นำไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่า สัมพันธภาพในครอบครัว สัมพันธภาพกับชุมชน ความเครียด ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน และคุณภาพชีวิต มีค่าความเชื่อมั่น 0.71, 0.70, 0.77, 0.81 และ 0.76 ตามลำดับ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยการสัมภาษณ์โดยทีมผู้วิจัยและนักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ผ่านการฝึกอบรมเป็นอย่างดี มีขั้นตอนดังนี้ สุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุของแต่ละหมู่บ้านตามบัญชีรายชื่อ จากนั้นเดินทางไปยังบ้านผู้สูงอายุ หากไม่พบจะใช้ตัวอย่างผู้สูงอายุคนถัดไป หากเจอกลุ่มตัวอย่าง ทำการอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ประโยชน์ที่กลุ่มตัวอย่างจะได้รับและให้เวลา กลุ่มตัวอย่างในการตัดสินใจ 5-10 นาที จากนั้นได้สอบถามว่ายินดีจะเข้าร่วมโครงการวิจัยหรือไม่ ถ้ายินดีให้ลงนามในแบบฟอร์มยินยอมและทำการสัมภาษณ์จนครบตามจำนวนข้อคำถาม และรวบรวมแบบสัมภาษณ์ส่งให้กับผู้วิจัย ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์อีกครั้งและรวบรวมส่งเจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมการวิเคราะห์

เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม กำหนดเกณฑ์การแบ่งกลุ่ม สัมพันธภาพในครอบครัว สัมพันธภาพกับชุมชน และคุณภาพชีวิต โดยการอิงกลุ่ม ใช้พิสัยในการแบ่งระดับเป็น 3 ระดับ มาก ปานกลาง และต่ำ ส่วนภาวะซึมเศร้าและความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน แบ่งตามเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องมือ ดังนี้ ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน แบ่งเป็น 5 ระดับ ต้องพึ่งพาผู้อื่นทั้งหมด ต้องการพึ่งพาผู้อื่นอย่างมาก ต้องการพึ่งพาบางส่วน และไม่ต้องการพึ่งพา ภาวะซึมเศร้า แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ปกติ ซึมเศร้าเล็กน้อย ซึมเศร้าปานกลาง และซึมเศร้ารุนแรง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่และร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุดเพื่ออธิบายลักษณะทางประชากร ปัจจัยต่างๆ และคุณภาพชีวิต สถิติเชิงอนุมาน ใช้สถิติ Multiple linear regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับคุณภาพชีวิต นำเสนอค่า β coefficient พร้อมช่วงความเชื่อมั่น (95% Confidence Interval) และค่า p-value วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม R Version 3.2.4 และกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เครือข่ายมหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่รับรอง 29/2560



ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.54 อายุเฉลี่ย 71.00 ปี ประมาณ 3 ใน 4 จบระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษา มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 2,500 บาท โดยแหล่งของรายได้ส่วนใหญ่มาจากบัตรสวัสดิการของรัฐ ประมาณ 3 ใน 4 มีโรคประจำตัวเรื้อรัง ประมาณครึ่งหนึ่งเป็นสมาชิกกลุ่มหรือชมรม ส่วนใหญ่ไม่มีภาวะซึมเศร้า (ร้อยละ 94.73) และสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้เอง (ร้อยละ 98.04) มีสัมพันธภาพในครอบครัว และสัมพันธภาพกับชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 61.16 และร้อยละ 68.08 ตามลำดับ และมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 62.53 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์
(n = 968)

ลักษณะทางประชากร	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	382	39.46
หญิง	586	60.54
อายุ (ปี)		
60–69	510	52.69
70–79	291	30.06
≥ 80	167	17.25
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(71.00 (8.33): 60–105)	
สถานภาพสมรส		
โสด	44	4.55
คู่	609	62.91
หม้าย/หย่า/แยก	315	32.54
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียน	203	20.97
ประถมศึกษา/มัธยมศึกษา	742	76.65
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	23	2.38
รายได้ต่อเดือน (บาท)		
< 5,000	872	90.08
≥ 5,000	96	9.92
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(2,424.62 (5,429.07): 0–67,000)	
แหล่งของรายได้		
สวัสดิการจากภาครัฐ	885	91.43
คู่สมรส ญาติ พี่น้อง	354	36.57
การทำงานของตนเอง	281	29.03
โรคประจำตัวเรื้อรัง		
ไม่มี	258	26.65
มี	710	73.35

ลักษณะทางประชากร	จำนวน	ร้อยละ
การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม		
ไม่เป็น	480	49.59
เป็น	488	50.41
ภาวะซึมเศร้า		
ปกติ (0–12 คะแนน)	917	94.73
ซึมเศร้าเล็กน้อย (13–18 คะแนน)	34	3.51
ซึมเศร้าปานกลาง (19–24 คะแนน)	15	1.55
ซึมเศร้ารุนแรง (25–30 คะแนน)	2	0.21
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(3.60 (4.38): 0–29)	
ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน		
ต้องพึ่งผู้อื่นทั้งหมด (0–4 คะแนน)	7	0.72
ต้องพึ่งผู้อื่นอย่างมาก (5–8 คะแนน)	6	0.62
ต้องพึ่งผู้อื่นเป็นบางครั้ง (9–11 คะแนน)	6	0.62
ได้อย่างอิสระ (12 คะแนน)	949	98.04
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(20.19 (2.43): 0–21)	
สัมพันธภาพในครอบครัว		
ระดับต่ำ (6–20 คะแนน)	140	14.46
ระดับปานกลาง (21–28 คะแนน)	592	61.16
ระดับสูง (29–30 คะแนน)	236	24.38
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(24.79 (3.88): 6–30)	
สัมพันธภาพกับชุมชน		
ระดับต่ำ (5–13 คะแนน)	140	14.46
ระดับปานกลาง (14–23 คะแนน)	659	68.08
ระดับสูง (24–25 คะแนน)	169	17.46
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(18.48 (4.87): 5–25)	
คุณภาพชีวิตโดยรวม		
ระดับต่ำ (45–73 คะแนน)	220	22.77
ระดับปานกลาง (74–97 คะแนน)	604	62.53
ระดับสูง (98–177 คะแนน)	142	14.70
(ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน): ต่ำสุด–สูงสุด)	(85.55 (12.27): 45–177)	

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบพหุตัวแปร (multivariate analysis) โดยใช้สถิติ multiple linear regression พบว่ามี 7 ปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สัมพันธภาพในครอบครัว สัมพันธภาพกับชุมชน สถานภาพสมรส โรคประจำตัวเรื้อรัง การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน และภาวะซึมเศร้า ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต เมื่อวิเคราะห์แบบพหุตัวแปร (multivariate) (n = 968)

ปัจจัย	คุณภาพชีวิต	p-value
	β coefficient (95%CI)	
สัมพันธ์ภาพในครอบครัว		
ระดับต่ำ	กลุ่มอ้างอิง	
ระดับปานกลาง	7.89 (6.40 to 9.38)	< .001
ระดับสูง	13.47 (11.70 to 15.24)	< .001
สัมพันธ์ภาพกับชุมชน		
ระดับต่ำ	กลุ่มอ้างอิง	
ระดับปานกลาง	5.95 (4.42 to 7.48)	< .001
ระดับสูง	14.25 (12.35 to 16.15)	< .001
สถานภาพสมรส		
โสด	กลุ่มอ้างอิง	
สมรส	-8.44 (-10.89 to -5.98)	< .001
หม้าย/หย่า/แยก	-9.21 (-11.75 to -6.67)	< .001
โรคประจำตัวเรื้อรัง		
ไม่มี	กลุ่มอ้างอิง	
มี	-1.69 (-2.83 to -0.56)	.014
การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม		
ไม่เป็น	กลุ่มอ้างอิง	
เป็น	2.49 (1.48 to 3.50)	< .001

ปัจจัย	คุณภาพชีวิต	p-value
	β coefficient (95%CI)	
ภาวะซึมเศร้า		
ปกติ	กลุ่มอ้างอิง	
ซึมเศร้าเล็กน้อย	-7.67 (-10.43 to -4.91)	< .001
ซึมเศร้าปานกลาง	-5.44 (-9.51 to -1.37)	.028
ซึมเศร้ารุนแรง	-16.09 (-27.04 to -5.15)	.016
การปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน		
ต้องพึ่งบุคคลอื่นทั้งหมด	กลุ่มอ้างอิง	
ปฏิบัติได้อย่างอิสระ	7.39 (3.66 to 11.13)	.001



อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบพหุตัวแปร พบว่า สัมพันธภาพในครอบครัว สัมพันธภาพกับชุมชน สถานภาพสมรส การมีโรคประจำตัวเรื้อรัง การเป็นสมาชิกกลุ่มหรือชมรม ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน และภาวะซึมเศร้า มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อภิปรายผลได้ดังนี้

สัมพันธภาพในครอบครัว มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่มีสัมพันธภาพในครอบครัวระดับสูง จะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตดีกว่าผู้สูงอายุที่มีสัมพันธภาพในครอบครัวระดับต่ำ 13.47 คะแนน (β coefficient = 13.47, 95%CI = 11.70 to 15.24; p-value < .001) ทั้งนี้เนื่องจาก ครอบครัวเป็นสถาบันที่มีความสำคัญที่สุดของสมาชิกในครอบครัว โดยเฉพาะผู้สูงอายุ การที่ครอบครัวมีสัมพันธภาพที่ดี สมาชิกในครอบครัวจะมีปฏิสัมพันธ์กันที่ดี มีความรักความผูกพัน มีความเข้าใจ ช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกัน มีการดูแลซึ่งกันและกัน มีการรับฟังคำแนะนำสั่งสอนจากผู้สูงอายุ ทำให้เป็นครอบครัวที่มีความรักความอบอุ่น ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกว่าคุณค่าหรือมีความสำคัญต่อคนในครอบครัว จึงทำให้คะแนนคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุอยู่ในระดับที่ดี โดยเฉพาะด้านจิตใจ ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพชีวิตด้านอื่นๆ สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอินโดนีเซียเรื่อง การพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุผ่านบทบาทของครอบครัว เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางจากผู้สูงอายุ 54 คน พบว่าบทบาทของสมาชิกในครอบครัวของผู้สูงอายุที่ดีมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sincihu, Maramis, & Rezki, 2018) และสอดคล้องกับบทความทางวิชาการเรื่อง ความสัมพันธ์ในครอบครัวและความสุข สรุปได้ว่า

ความผูกพันและความสัมพันธ์ที่ดีของสมาชิกในครอบครัวมีผลต่อความสุขของสมาชิกในครอบครัว (Thomas, Liu, & Umberson, 2017)

สัมพันธภาพกับชุมชน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่มีสัมพันธภาพกับชุมชนระดับสูง จะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตดีกว่าผู้สูงอายุที่มีสัมพันธภาพกับชุมชนระดับต่ำ 14.25 คะแนน (β coefficient = 14.25, 95%CI = 12.35 to 16.15; p-value < .001) เนื่องจากผู้สูงอายุที่มีสัมพันธภาพที่ดีกับชุมชนนั้น สะท้อนให้เห็นว่าผู้สูงอายุนั้นได้รับการดูแลเอาใจใส่จากเพื่อนบ้านหรือคนในชุมชน ได้รับการยกย่องให้เกียรติหรือการยอมรับที่ดีจากชุมชน มีโอกาสพบปะพูดคุยหรือเข้าร่วมกิจกรรมกับชุมชนอยู่เสมอ ทำให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดี สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอิหร่านเรื่อง เครือข่ายทางสังคมของผู้สูงอายุ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางในผู้สูงอายุ 201 คน พบว่าเครือข่ายทางสังคมที่ดีของผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.468$, $p < .001$) (Bahramnezhad, Chalikh, Bastani, Taherpour, & Navab, 2017)

สถานภาพสมรส มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่มีสถานภาพหม้าย หย่า แยก จะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตต่ำกว่าผู้สูงอายุที่มีสถานภาพโสด 9.21 คะแนน (β coefficient = -9.21, 95%CI = -11.75 to -6.67; p-value < .001) และผู้สูงอายุที่มีสถานภาพคู่ จะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตต่ำกว่าผู้สูงอายุที่มีสถานภาพโสด 8.44 คะแนน (β coefficient = -8.44, 95%CI = -10.89 to -5.98; $p < .001$) เนื่องจากผู้สูงอายุที่มีสถานภาพหม้าย หย่า แยก เป็นผู้ที่เคยมีสถานภาพคู่มาก่อน ซึ่งเคยอยู่กันอย่างพร้อมเพรียงอย่างอบอุ่น เมื่อสถานภาพเปลี่ยนไปทำให้เกิดความยากลำบากในการดำเนินชีวิต เช่น ต้องรับผิดชอบด้านเศรษฐกิจของครอบครัวเพียงลำพัง เป็นต้น ส่วนผู้สูงอายุที่มีสถานภาพคู่นั้นอาจมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่สมรสของตนเอง เช่น ภาวะสุขภาพของคู่สมรส หรืออาจมีภาระที่ต้องดูแลคู่สมรสซึ่งอยู่ในวัยสูงอายุเช่นกัน หรือมีความกังวลหรือห่วงใยในเรื่องเศรษฐกิจหรือการดำเนินชีวิตของบุตรหลาน เมื่อเทียบกับผู้สูงอายุที่เป็นโสดจึงมีคุณภาพชีวิตที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม สถานภาพโสดอาจไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้มีคุณภาพชีวิตดีขึ้น แต่เนื่องจากผู้สูงอายุที่มีสถานภาพหม้าย หย่า แยก หรือคู่มิคุณภาพชีวิตที่ต่ำ จึงทำให้ผู้สูงอายุที่เป็นโสดมีคุณภาพชีวิตที่สูงกว่า สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอิหร่านเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางในผู้สูงอายุ 380 คน พบว่าสถานภาพสมรสมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .005$) (Elias, Rasi, & Tavakoli, 2017)

การเป็นโรคประจำตัวเรื้อรัง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง จะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตต่ำกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง 1.69 คะแนน (β coefficient = -1.69, 95%CI = -2.83 to -0.56; p-value = .014) เนื่องจากการเป็นโรคประจำตัวเรื้อรังในผู้สูงอายุ ทำให้ผู้สูงอายุมีความทุกข์ทรมานทั้งทางกายและจิตใจ ย่อมเป็นอุปสรรคในการดำรงชีวิตตามปกติหรือบางครั้งต้องพึ่งพาบุคคลอื่นในการดูแล รวมทั้งต้องสูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลโรคที่เจ็บป่วย ทำให้มีคุณภาพชีวิตลดลง สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศสวิตเซอร์แลนด์เรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่มารับบริการฟื้นฟูในโรงพยาบาล การวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางในผู้สูงอายุ 167 คน พบว่าโรคประจำตัวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -.226$) (Bornet, Rubli Truchard, Rochat, Pasquier, & Monod, 2017)

การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่เป็นสมาชิกกลุ่มชมรม มีโอกาสมีคุณภาพชีวิตดีกว่าผู้สูงอายุที่ไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มชมรม 2.49 คะแนน (β coefficient = 2.49, 95%CI = 1.48 to 3.50; p-value < .001) ทั้งนี้เนื่องจากการเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม ทำให้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์กับสมาชิกอื่นๆ ได้ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์แก่คนในชุมชน ทำให้รู้สึกว่าคุณค่า ทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอังกฤษเรื่อง การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรมในชุมชนกับความสุขของผู้สูงอายุ เป็นการศึกษาแบบติดตามไปข้างหน้าระยะยาวในผู้สูงอายุ 2,548 คน พบว่าการเป็นสมาชิกกลุ่มชมรมในชุมชนทำให้ระดับความสุขของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fancourt & Steptoe, 2018)

ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้อย่างอิสระจะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตดีกว่าผู้สูงอายุที่การปฏิบัติกิจวัตรประจำวันต้องอาศัยบุคคลอื่นทั้งหมด 7.39 คะแนน (β coefficient = 7.39, 95%CI = 3.66 to 11.13; p-value = .001) ทั้งนี้ผู้สูงอายุที่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้อย่างอิสระนั้น บ่งบอกถึงความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจ สามารถพึ่งตนเองหรือเป็นที่พึ่งให้กับสมาชิกในครอบครัวหรือชุมชนได้ ทำให้รู้สึกว่าคุณค่า จึงมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าผู้สูงอายุที่ต้องพึ่งพาอาศัยบุคคลอื่นเสมอ สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศไทยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบทของประเทศไทย จากผู้สูงอายุ 400 คน ในจังหวัดพะเยา พบว่าการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างอิสระเป็นปัจจัยที่ทำให้คุณภาพชีวิตสูงขึ้น ($p < .001$) (Hongthong, Somrongthong, & Ward, 2015)

ภาวะซึมเศร้า มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง จะมีโอกาสมีคุณภาพชีวิตต่ำกว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าอยู่ในระดับปกติ 16.09 คะแนน (β coefficient = -16.09, 95%CI = -27.04 to -5.15; p-value = .016) ทั้งนี้เนื่องจากภาวะซึมเศร้าแสดงถึงอารมณ์ที่ผิดปกติ เช่น เศร้า ไม่มีความสุข เบื่อหน่าย ท้อแท้และสิ้นหวัง ซึ่งเป็นปัญหาด้านสุขภาพจิตที่สำคัญของผู้สูงอายุ ทำให้ผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้ามีคุณภาพชีวิตต่ำกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะซึมเศร้า สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศไต้หวันเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรัง การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางในผู้สูงอายุ 115 คน พบว่าภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์เชิงลบกับคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -.270$, $p < .001$) (Chen & Chen, 2017)



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ สัมพันธภาพในครอบครัว สัมพันธภาพกับชุมชน สถานภาพสมรส การมีโรคประจำตัวเรื้อรัง การเป็นสมาชิกกลุ่มชมรม ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน และภาวะซึมเศร้า

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนั้น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควรส่งเสริมการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสัมพันธ์ภายในครอบครัวและชุมชนเพื่อให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดียิ่งขึ้น บุคลากรสาธารณสุขควรให้ความสำคัญกับผู้สูงอายุที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการมีคุณภาพชีวิตที่ไม่ดี รวมทั้งมีการประเมินความเสี่ยงต่อคุณภาพชีวิต เช่น ภาวะซึมเศร้า ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน เพื่อการป้องกันและการให้ความช่วยเหลือผู้สูงอายุได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในชนบท



เอกสารอ้างอิง

- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.). (2562). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2561*. สืบค้น 25 ธันวาคม 2562, จาก http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1573033396-261_0.pdf
- Bahramnezhad, F., Chalikh, R., Bastani, F., Taherpour, M., & Navab, E. (2017). The social network among the elderly and its relationship with quality of life. *Electronic Physician*, 9(5), 4306–4311. from <https://doi.org/10.19082/4306>
- Bornet, M.-A., Rubli Truchard, E., Pasquier, J., & Monod, S. (2017). Factors associated with quality of life in elderly hospitalized patients undergoing post-acute rehabilitation: A cross-sectional analytical study in Switzerland. *BMJ Open*, 7(10). from <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018600>
- Chen, H.-M., & Chen, C.-M. (2017). Factors associated with quality of life among older adults with chronic disease in Taiwan. *International Journal of Gerontology*, 11(1), 12–15. from <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2016.07.002>
- Eliasi, L. G., Rasi, H. A., & Tavakoli, A. (2017). Factors affecting quality of life among elderly population in Iran. *Humanities and Social Sciences*, 5(1), 26. from <https://doi.org/10.11648/j.hss.20170501.15>
- Fancourt, D., & Steptoe, A. (2018). Community group membership and multidimensional subjective well-being in older age. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 72(5), 376–382. from <https://doi.org/10.1136/jech-2017-210260>
- Hongthong, D., Somrongthong, R., & Ward, P. (2015). Factors influencing the quality of life (QoL) among Thai older people in a rural area of Thailand. *Iranian Journal of Public Health*, 44(4), 479–485.

- Lena, A., Ashok, K., Padma, M., Kamath, V., & Kamath, A. (2009). Health & social problems of the elderly: A cross-sectional study in Udupi Taluk, Karnataka. *Indian Journal of Community Medicine: Official Publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 34(2), 131–134.
from <https://doi.org/10.4103/0970-0218.51236>
- Molton, I., & Jensen, M. (2010). Aging and disability: biopsychosocial perspectives. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 21, 253–265.
from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159293>
- Sincihu, Y., Maramis, W., & Rezki, M. (2018). Improve the quality of life of elderly through family role. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 13, 374–381.
from <https://doi.org/10.15294/kemas.v13i3.12024>
- Thomas, P. A., Liu, H., & Umberson, D. (2017). Family relationships and well-being. *Innovation in aging*, 1(3).
from <https://doi.org/10.1093/geroni/igx025>
- Yodmai, K., Somrongthong, R., & Kumar, R. (2018). Determinants of quality of life among rural elderly population in Khon Kean province of Thailand. *J Liaquat Uni Med Health Sci*, 17(03), 180–184.
from <https://doi.org/10.22442/jlumhs.181730574>

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ
THE STUDY OF SUITABLE HYDRAULIC RETENTION TIME
FOR WASTEWATER TREATMENT USING ANAEROBIC FILTER TANK

วันที่รับ: 15 มิถุนายน 2563

วันที่แก้ไข: 13 กรกฎาคม 2563

วันตอบรับ: 10 สิงหาคม 2563

วรากรณ์ พูลจันทร์^{1*} และ กรองกาญจน์ มหาชนะวงศ์¹

Varagorn Puljan^{1*} and Krongkan Mahachanawong¹

¹กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

¹Academic Division, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

*Corresponding author e-mail: waragorn@rtaf.mi.th.



บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลองหาระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ ทำการทดลองโดยการสร้างถังบำบัดน้ำเสีย ซึ่งคำนวณจาก BOD loading ของตัวกลางกรอง และใช้น้ำเสียจากบ่อหมักไขมันของโรงประกอบอาหารโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ที่มีค่า BOD 400–500 มิลลิกรัมต่อลิตร กำหนดอัตราการไหลอยู่ที่ 150 ลิตรต่อวัน ใช้ตัวกลางกรองรูปทรงถังเบียร์ ขนาดพื้นที่ผิว 170 ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าอัตราการกำจัด BOD = 0.63 kg-BOD/m²/d ทดลองที่ระยะเวลาเก็บกัก 29, 30, 31 และ 32 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาการเก็บกัก 29 ชั่วโมง ค่า BOD-removal = 63%, ระยะเวลาการเก็บกัก 30 ชั่วโมง ค่า BOD-removal = 66%, ระยะเวลาการเก็บกัก 31 ชั่วโมง ค่า BOD-removal = 70% และ ระยะเวลาการเก็บกัก 32 ชั่วโมง ค่า BOD-removal = 72% โดยระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดของการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ คือ ระยะเวลาการเก็บกักที่ 31 ชั่วโมง เนื่องจากได้ค่า BOD-removal = 70% และค่า pH = 7.17 ถึงแม้จะเพิ่มระยะเวลาการเก็บกักเป็น 32 ชั่วโมง แต่ค่าเปอร์เซ็นต์ของ BOD-removal เพิ่มขึ้นเพียง 2% ซึ่งไม่คุ้มค่ากับงบประมาณและระยะเวลากักเก็บที่เพิ่มขึ้น โดยผลการวิจัยในครั้งนี้ เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบขนาดที่เหมาะสมของถังบำบัดแบบกรองไร้อากาศ ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียลดลง

คำสำคัญ: การบำบัดน้ำเสีย, ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ, ถังกรองไร้อากาศ



Abstract

This experimental research that aims to study and find the suitable hydraulic retention time for wastewater treatment using anaerobic filter tank. The experiment was constructing a wastewater treatment tank which calculated from BOD loading of filter media and used wastewater from the cookhouse of Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy with BOD 400–500 milliliters/liter, set the flow rate with 150 liters/day, used the beer tank shape intermediary filter that surface area of 170 square meters/cubic meter with the BOD loading removal rate = 0.63 kg-BOD/m²/d. The hydraulic retention times were 29, 30, 31, and 32 hours, respectively. The results showed that: the hydraulic retention time of 29 hours resulted in BOD-removal = 63%, the hydraulic retention time of 30 hours resulted in BOD-removal = 66%, the hydraulic retention time of 31 hours resulted in BOD-removal = 70%, and the hydraulic retention time of 32 hours resulted in BOD-removal = 72%. The most suitable hydraulic retention time for wastewater treatment using anaerobic filter tank was the retention time of 31 hours because BOD-removal = 70% and pH = 7.17, although the retention time was increased to 32 hours, the percentage of BOD-removal increases only 2%, so it not worth with the budget and increased hydraulic retention time. The results of this research was the data for the suitable size design of anaerobic filter tank which causes the cost of wastewater treatment to be reduced.

Keywords: Wastewater Treatment, Anaerobic Treatment System, Anaerobic Filter Tank



บทนำ

น้ำเสีย เป็นน้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ มากมายจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป โดยน้ำเสียในชุมชนเกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2557) รวมถึงน้ำเสียที่เกิดจากการทิ้งขยะจำพวกพลาสติกหรือโฟมที่ใช้บรรจุอาหาร ซึ่งต้องใช้เวลาในการย่อยสลายนานกว่า 450 ปี

เป็นต้น (อินย์ชนก สุขะวัลลิ, ชัยวุฒิ ตั้งสมชัย, และ ปิยพรรณ กลั่นกลิ่น, 2561) ทั้งนี้ น้ำเสียได้ส่งผลกระทบต่อชุมชนเป็นอย่างมากในแง่ของสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

การบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการออกแบบระบบการบำบัดน้ำเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก คือ การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องเติมออกซิเจน ระบบนี้เริ่มนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เพราะสามารถประหยัดพลังงานในการเติมอากาศ และยังสามารถได้พลังงานที่เกิดจากระบบไร้ออกซิเจน ได้แก่ ก๊าซมีเทน (Methane gas) ซึ่งเป็นก๊าซที่ใช้ในการหุงต้มทำอาหาร และใช้ในการหุงต้มน้ำในหม้อต้มน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมได้ ทั้งนี้ เดิมมีความเข้าใจกันว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจำเป็นต้องมีน้ำเสียที่สกปรกมากๆ หรือมีค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) ที่สูง แต่ปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนารูปแบบของถังปฏิกริยาจนสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD ต่ำ เช่น น้ำเสียจากชุมชน (สารานุกรมในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2552) โดยวิธีการบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นอีกวิธีหนึ่งของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่สามารถลดพื้นที่การบำบัดน้ำเสียและประหยัดค่าใช้จ่าย สอดคล้องตามแนวคิดเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ รัชกาลที่ 9 อย่างไรก็ตาม การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบกรองไร้อากาศนั้นยังพบว่ามีปัญหาในเรื่องการใช้ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ (hydraulic retention time) ที่ไม่เหมาะสม ทำให้การบำบัดน้ำเสียไม่มีประสิทธิภาพ หรือออกแบบระยะเวลาเก็บกักมากเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณในการก่อสร้าง (Over Design) เกินความจำเป็น (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ โดยทดลองใช้น้ำเสียจากบ่อดักไขมันโรงประกอบอาหารโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ซึ่งน้ำเสียดังกล่าวมีค่า BOD สูง เมื่อเข้าสู่ระบบบำบัดหลัก จะทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดใหญ่เกินไป ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย และควรมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment) ก่อน ซึ่งสามารถลดค่า BOD หรือลดภาระการกำจัดของเสียในน้ำลงได้ ทำให้การบำบัดน้ำเสียขั้นต่อไปลดขนาดลง มีผลทำให้ต้นทุนของการบำบัดน้ำเสียลดลงอีกด้วย จึงถือเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้หน่วยงาน ตลอดจนชุมชนสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียได้



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและทดลองหาระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ



ขอบเขตการวิจัย

1. การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ ใช้ถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 เซนติเมตร และสูง 86 เซนติเมตร
2. น้ำเสียจากถังดักไขมันโรงประกอบอาหารที่ผ่านการกำจัดไขมันแล้ว มีค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) ประมาณ 400–500 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. วัสดุตัวกลางกรอง ใช้แบบรูปทรงถังเบียร์ที่ทำจากวัสดุ Polyethylene โดยมีพื้นที่ผิว 170 ตารางเมตร/ลูกบาศก์เมตร มีค่าภาระบรรทุกการกำจัดค่าบีโอดี (BOD loading) = 0.63 kg-BOD/m²/d
4. กำหนดอัตราการไหลอยู่ที่ 150 ลิตรต่อวัน



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมของการบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศโดยใช้ถังปิดร่วมกับตัวกลาง แบ่งระยะเวลาการทดลองเป็น 4 ช่วง คือ 29, 30, 31 และ 32 ชั่วโมง ซึ่งการวิจัยนี้มีวัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ปั๊มน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump)
2. เครื่องเติมอากาศ
3. สายยาง
4. ท่อขนาด 1 นิ้ว 4 เมตร
5. ท่อขนาด ¾ นิ้ว 4 เมตร
6. ท่อขนาด ½ นิ้ว 4 เมตร
7. ข้องอ 4 ตัว
8. ข้อต่อ 4 ตัว
9. วาล์ว 1 ตัว
10. สารละลายบัฟเฟอร์
11. ตู้ปรับอุณหภูมิ
12. pH มิเตอร์

13. DO มิเตอร์
14. ตัวกลางกรองรูปทรงถังเบียร์ ขนาดพื้นที่ผิว 170 ตารางเมตร/ลูกบาศก์เมตร (แสดงดังรูปที่ 1)



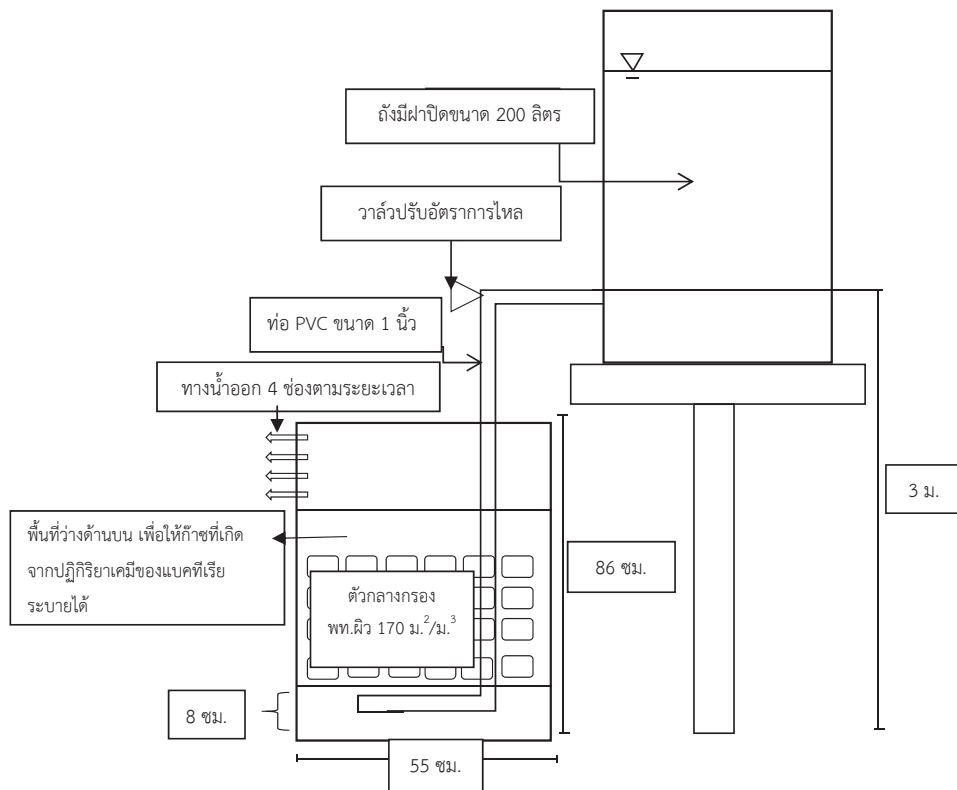
รูปที่ 1 ตัวกลางกรองรูปทรงถังเบียร์

15. ขวด BOD ขนาด 500 มิลลิลิตร
16. ถังเก็บน้ำเสีย ขนาด 200 ลิตร
17. ถังบำบัด ขนาด 200 ลิตร
18. ถังเพาะเชื้อ ขนาด 134 ลิตร
19. ของเสียที่ใช้ทำการวิจัย ประกอบด้วย
 - 19.1 น้ำเสียจากโรงประกอบอาหารของโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
 - 19.1 มูลไก่ ใช้ทำหัวเชื้อ
20. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย
 - 20.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
 - 20.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
 - 20.3 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2)
 - 20.4 สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟส เฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. สร้างถังบำบัดน้ำเสีย โดยคำนวณจาก BOD loading ของตัวกลางกรอง ซึ่งจะได้ความสูงของทางน้ำออกและสามารถนำมาคำนวณเป็นจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการบำบัดได้ โดยกำหนดที่อัตราการไหลของน้ำในถัง คือ 150 ลิตร/วัน เมื่อคำนวณได้แล้วจะได้ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บกัก คือ 29, 30, 31 และ 32 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นทำการสร้างระบบบำบัด

น้ำเสียตามที่ออกแบบไว้ โดยถังเก็บน้ำเสียต้องอยู่สูงจากพื้น 3 เมตร เพราะจะทำให้มีพลังงานในการไหลที่เหมาะสม และถังเก็บน้ำเสียด้านบนสามารถสูบน้ำจากด้านล่างขึ้นไปได้ ส่วนถังบำบัดต้องวางตัวกลางกรองสูงจากกันถังประมาณ 8 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการเก็บตะกอนที่ตกจากตัวกลางกรองลงกันถัง และเป็นช่องว่างของการวางท่อให้น้ำเสียไหลขึ้น ทั้งนี้ต้องมีพื้นที่ว่างด้านบนอยู่เพื่อให้ก๊าซที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของแบคทีเรียระบายได้ ซึ่งแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย

2. ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีระยะเวลาและขั้นตอน ดังนี้

2.1 สัปดาห์ที่ 1 ดำเนินการเพาะเชื้อ โดยใช้ น้ำเสียจากโรงประกอบอาหารผสมกับ น้ำหัวเชื้อ 1 ลิตร และมูลไก่ 1 ชัน ผสมให้เข้ากันในถังเพาะเลี้ยง จากนั้นนำตัวกลางใส่ลงไป ในถังแล้วปิดฝา

2.2 สัปดาห์ที่ 2-3 เปลี่ยนน้ำโดยตักน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารใส่ไปในถังหมัก อย่างเดียวโดยไม่ต้องผสมมูลไก่และน้ำหัวเชื้อ

2.3 สัปดาห์ที่ 4 เปลี่ยนน้ำโดยตักน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารใส่ไปในถังหมักอย่างเดียวยังไม่ต้องผสมมูลไก่และน้ำหัวเชื้อ เริ่มสังเกตว่าจุลินทรีย์ติดอยู่ที่ตัวกลางหรือไม่ โดยการสังเกตสีของตัวกลางและการสัมผัสจะพบว่าเมื่อกลิ่นๆ ที่ตัวกลาง

2.4 สัปดาห์ที่ 5 เปลี่ยนน้ำโดยตักน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารใส่ไปในถังหมักอย่างเดียวยังไม่ต้องผสมมูลไก่และน้ำหัวเชื้อ เพื่อให้แน่ใจว่าเชื้อจุลินทรีย์เกาะติดตัวกลางดีแล้ว

3. การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 นำตัวกลางที่มีเชื้อจุลินทรีย์ย้ายเข้าถังบำบัด

3.2 เติมน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารที่ผสมกับน้ำดีในอัตราส่วน 1 : 1 ลงในถังปล่อยน้ำเข้าระบบของระบบบำบัดด้วยอัตราไหล 150 ลิตรต่อวัน ดำเนินการระบบด้วยอัตราส่วนนี้ไปเป็นระยะเวลา 5 วัน

3.3 เติมน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารที่ผสมกับน้ำดีในอัตราส่วน 7 : 3 ลงในถังปล่อยน้ำเข้าระบบของระบบบำบัดด้วยอัตราไหล 150 ลิตรต่อวัน โดยดำเนินการที่ระบบด้วยอัตราส่วนนี้ไปเป็นระยะเวลา 5 วัน

3.4 เติมน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารที่ผสมกับน้ำดีในอัตราส่วน 9 : 1 ลงในถังปล่อยน้ำเข้าระบบของระบบบำบัดด้วยอัตราไหล 150 ลิตรต่อวัน ดำเนินการระบบด้วยอัตราส่วนนี้ไปเป็นระยะเวลา 5 วัน

3.5 เติมน้ำเสียจากโรงประกอบอาหารที่ 100% ลงในถัง ปล่อยน้ำเข้าระบบของระบบบำบัดที่ทำการติดตั้งไว้ และหลังจากนั้นคอยตรวจสอบค่าของปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ทั้งน้ำเข้าและน้ำออกจนกระทั่งพบว่าจุลินทรีย์ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพแล้ว ทั้งนี้พิจารณาจากค่า BOD ของน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดจะต้องมีค่าคงที่เมื่อระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ จากนั้นจึงดำเนินการขั้นตอนต่อไป

4. เริ่มบำบัดน้ำเสียตามระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ปล่อยให้ระบบเดิน ปล่อยน้ำที่ค้างไว้อยู่ 1 วัน หลังจากนั้นเริ่มจับเวลา โดยให้อัตราการไหลเป็น 150 ลิตรต่อวัน เมื่อต้องการเปลี่ยนระยะเวลาให้ใช้วิธีการปรับรู้น้ำออกเพื่อควบคุมปริมาตรน้ำแทน โดยที่ระยะเวลา 32 ชั่วโมง, 31 ชั่วโมง, 30 ชั่วโมง และ 29 ชั่วโมง ให้เก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าระบบและหลังออกจากระบบไปตรวจสอบค่า DO

5. หาค่า BOD ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 นำตัวอย่างน้ำที่เตรียมพร้อมสำหรับการวิเคราะห์มาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส

5.2 เติมอากาศให้มีออกซิเจนอิ่มตัว (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที)

5.3 รินตัวอย่างน้ำลงในขวด BOD จนเต็มอย่างน้อย 3 ขวด โดยจะต้องระวังไม่ให้มีฟองอากาศภายในขวด จากนั้นปิดจุกให้สนิทแล้วนำขวดหนึ่งมาหาปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) ก่อน ส่วนอีกสองขวดนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

5.4 หลังจาก 5 วันแล้ว นำตัวอย่างน้ำที่บ่มมาหาปริมาณออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่

5.5 คำนวณหาค่า BOD โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{BOD (mg/L)} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

ที่มา: American Public Health Association (2005)

โดยที่ DO_0 = ปริมาณออกซิเจนละลายที่วัดได้ในวันแรก (มิลลิกรัมต่อลิตร)

DO_5 = ปริมาณออกซิเจนละลายที่วัดได้ในวันที่ 5 (มิลลิกรัมต่อลิตร)

6. จากนั้นนำผลค่า BOD ที่ได้ของแต่ละระยะเวลามาเปรียบเทียบกับโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และพิจารณาว่าระยะเวลาใดเหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้ประหยัดงบประมาณมากที่สุดและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการทดลองการบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ

ผลการวิเคราะห์ค่า BOD-removal ของแต่ละระยะเวลาเก็บกักตามที่กำหนดที่เปอร์เซ็นต์การละลาย 1.2% แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่า BOD-removal ของแต่ละระยะเวลาเก็บกัก

ระยะเวลา กักเก็บ (ชม)	น้ำเสีย	pH	DO_1 (mg/L)	DO_5 (mg/L)	BOD	BOD- removal	% BOD- removal
32	inlet	6.80	6.10	1.60	375.00	0	0
	outlet	7.07	6.13	4.86	105.83	269.17	71.78
31	inlet	6.77	6.12	1.59	377.50	0	0
	outlet	7.17	6.09	4.74	112.50	265.00	70.20

ระยะเวลา กักเก็บ (ชม)	น้ำเสีย	pH	DO ₁ (mg/L)	DO ₅ (mg/L)	BOD	BOD- removal	% BOD- removal
30	inlet	6.73	6.08	1.67	367.50	0	0
	outlet	7.07	6.07	4.59	123.33	244.17	66.44
29	inlet	6.80	6.10	1.62	373.30	0	0
	outlet	6.97	6.08	4.41	139.17	234.13	62.72

จากตารางที่ 1 แสดงค่า BOD-removal ของน้ำที่ได้รับการเก็บกักแล้วในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งได้มาจากการนำค่า DO ของตารางบันทึกผลของแต่ละช่วงเวลา มาคำนวณหาค่า BOD แล้วนำมาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัด BOD ได้ผลการทดลองดังนี้

ระยะเวลาการเก็บกัก 32 ชั่วโมง BOD-removal = 72%

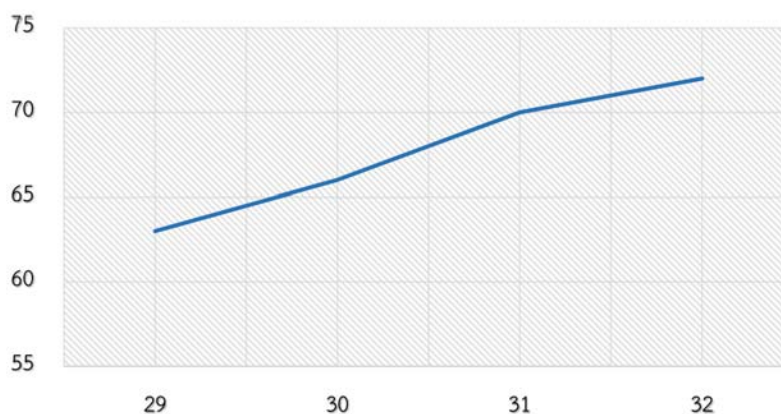
ระยะเวลาการเก็บกัก 31 ชั่วโมง BOD-removal = 70%

ระยะเวลาการเก็บกัก 30 ชั่วโมง BOD-removal = 66%

ระยะเวลาการเก็บกัก 29 ชั่วโมง BOD-removal = 63%

โดยค่า BOD ที่ได้นี้สามารถนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า %BOD-removal กับระยะเวลาการเก็บกัก เพื่อวิเคราะห์ว่าระยะเวลาใดสามารถกำจัด BOD ได้ดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3

BOD-removal (%)



ระยะเวลาการเก็บกัก (ชม.)

รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า %BOD-removal กับระยะเวลาการเก็บกัก

จะเห็นได้ว่า ยิ่งระยะเวลาการเก็บกักลดน้อยลง ค่าการกำจัด BOD ก็ยิ่งลดน้อยลง และขนาดของถังที่ใช้บำบัดน้ำเสียจะยิ่งลดลงตามระยะเวลาที่น้อยด้วย ในทางกลับกันยิ่งเพิ่มระยะเวลาเก็บกัก ค่าการกำจัด BOD ยิ่งเพิ่มขึ้น และขนาดของถังบำบัดก็ยิ่งเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บกักผ่านไป ค่า pH จะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 7.0 แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นค่อนข้างสมบูรณ์ตั้งแต่ระยะเวลาเก็บกัก 30 ชั่วโมงขึ้นไป โดยเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมของการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศมากที่สุด คือ ระยะเวลาที่ 31 ชั่วโมง เพราะได้ค่า BOD-removal เท่ากับ 70% และค่า pH ที่ได้มีค่า 7.17 ซึ่งแม้ว่าจะใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นจาก 31 ชั่วโมง เป็น 32 ชั่วโมง แต่ค่า %BOD-removal นั้นเพิ่มขึ้นเพียง 2% ซึ่งไม่คุ้มค่ากับงบประมาณและระยะเวลากักเก็บที่เพิ่มขึ้น



อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ยิ่งระยะเวลาการเก็บกักลดน้อยลง ค่าการกำจัด BOD ก็ยิ่งลดน้อยลง และขนาดของถังที่ใช้บำบัดน้ำเสียจะยิ่งลดลงตามระยะเวลาที่น้อยด้วย ในทางกลับกันยิ่งเพิ่มระยะเวลาเก็บกัก ค่าการกำจัด BOD ยิ่งเพิ่มขึ้น และขนาดของถังบำบัดก็ยิ่งเพิ่มขึ้น โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของภัทร วิวัฒน์สร (2555) ที่ได้ศึกษาผลของระยะเวลาเก็บกักน้ำและอัตราการเวียนกลับต่อประสิทธิภาพของถังกรองไร้ออกซิเจน และพบว่า ระยะเวลาเก็บกักน้ำที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสูงขึ้น เช่นเดียวกับผลการวิจัยของเพ็ญศรี ศรีกิตติชัยกุล (2552) ที่ได้ศึกษาหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดด้วยถังกรองไร้อากาศ โดยใช้เปลือกหอยนางรมเหลือทิ้งเป็นตัวกลางในถังกรองไร้อากาศ และมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย คือ 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดด้วยถังกรองไร้อากาศ คือ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 24 ชั่วโมง ซึ่งสามารถปรับค่า pH น้ำเสียจาก 3.3 เป็น 6.95 และมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD, BOD และของแข็งแขวนลอยสูงถึงร้อยละ 95, 95 และ 97 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ยิ่งเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ค่าการกำจัด BOD ยิ่งเพิ่มขึ้น



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ โดยใช้ น้ำเสียจากบ่อดักไขมันที่ผ่านการกำจัดไขมันเบื้องต้นจากโรงประกอบอาหารโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ที่มีค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) อยู่

400–500 มิลลิกรัมต่อลิตร กำหนดอัตราการไหลอยู่ที่ 150 ลิตรต่อวัน โดยการทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักที่ 29, 30, 31 และ 32 ชั่วโมง พบว่า ยิ่งมีระยะเวลาในการเก็บกักมาก ค่า BOD-removal จะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยระยะเวลาที่เหมาะสมของการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศมากที่สุด คือระยะเวลาที่ 31 ชั่วโมง ซึ่งได้ค่า BOD-removal เท่ากับ 70% และค่า pH เท่ากับ 7.17

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการดำเนินการทดลองควรให้ความสำคัญในการควบคุมตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการวิจัย และต้องเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มการทดลอง เพราะหากไม่ควบคุมตัวแปรให้ได้ตามข้อกำหนดและตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์แล้ว จะส่งผลต่อการทดลองโดยตรง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรเลือกใช้วาล์วน้ำที่มีความละเอียดสูงในการทดลอง เพื่อให้สามารถปรับและควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้ดียิ่งขึ้น



กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พลอากาศตรี พงศ์สันต์ ทองโต ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ในเรื่องขั้นตอน การทำเอกสารวิจัยฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ นาวาอากาศเอก สมพงษ์ บุตรงาม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านการติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงโรงประกอบอาหาร ของโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ที่อนุเคราะห์ในเรื่องน้ำเสียที่ใช้ในการ ทำการทดลอง ตลอดจนคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ให้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง กับการวิจัยจนทำให้เอกสารวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2557). *คุณภาพน้ำและ การจัดการ*. สืบค้น 26 พฤศจิกายน 2557, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html
- _____. (2559). *มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง*. สืบค้น 28 ธันวาคม 2559, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html
- _____. (2560). *กระบวนการบำบัดน้ำเสีย. คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2550). *วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: สยามสเตชันเนอรี่ ซัพพลายส์.
- ธัญชนก สุขะวัลลิ, ชัยวุฒิ ตั้งสมชัย, และ ปิยพรรณ กลั่นกลิ่น. (2561). ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้บรรจุภัณฑ์ ชนิดย่อยสลายทางชีวภาพของร้านอาหารในอำเภอเมืองเชียงใหม่. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์*, 13(2), 13–25.
- ปราโมทย์ เชี่ยวชาญ. (2551). ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ. *จุฬาสารสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เพ็ญศรี ศรีกิตติชัยกุล. (2552). ประสิทธิภาพของตัวกลางเปลือกหอยนางรมในการบำบัดน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดด้วยถังกรองไร้อากาศ. *วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทร วิวัฒน์สร. (2555). *การศึกษาผลของระยะเวลาเก็บกักน้ำและอัตราการเวียนกลับต่อประสิทธิภาพของถังกรองไร้ออกซิเจน*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์. (2559). *บีโอดี (BOD) กับคุณภาพน้ำและมาตรฐานน้ำทิ้ง*. สืบค้น 28 ธันวาคม 2559, จาก https://www3.rdi.ku.ac.th/knowledge/BOD_water_quality
- สารานุกรมในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2552). *การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดน้ำเสีย*. สืบค้น 26 พฤศจิกายน 2557, จาก <https://www.hii.or.th/wiki84/index.php/การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดน้ำเสีย>
- American Public Health Association. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (21st Edition). American Public Health Association.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTER ASSISTANT INSTRUCTION
(MMCAI) FOR FAMILY CAREGIVERS ENTITLED “DIABETIC OLDER PERSONS”

วันที่รับ: 8 มิถุนายน 2563

วันที่แก้ไข: 18 สิงหาคม 2563

วันตอบรับ: 9 กันยายน 2563

บุษราคัม ทองเพชร^{1*}, กรภัทร เฉลิมวงศ์¹,

อาลาวิย์ ฮะซานี¹ และ รัชชกร จันจำปา¹

Bussarakam Tongpet^{1*}, Korrapat Chaleamvong¹,

Alavee Hazanee¹ and Runchakorn Janjumpa¹

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

¹Faculty of Industrial Education and Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya

*Corresponding author e-mail: Bussarakam.t@rmutsv.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน และศึกษาความพึงพอใจของญาติผู้ป่วยที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ คือ ญาติของผู้ป่วยโรคเบาหวาน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นญาติของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสงขลา และเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย และแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับญาติผู้ป่วย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยภาพรวมมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.48) และมีคุณภาพด้านเทคนิคอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.66) ญาติผู้ป่วยมีความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.46)

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย, ญาติผู้ป่วย, การดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน



Abstract

The purposes of this research were to develop and evaluate Multimedia Computer Assistant Instruction (MMCAI) for the family caregivers entitled “Diabetic older persons” and study the satisfaction of family caregivers who used Multimedia Computer Assistant Instruction (MMCAI) entitled “Diabetic older persons”. The samples used were 30 family caregivers of Diabetes patients who were admitted to Songkhla Regional Hospital. The researchers selected the purposive sampling. The research tools used in this study were Multimedia Computer Assistant Instruction (MMCAI) for the family caregivers entitled “Diabetic older persons” the content quality and technique quality evaluation forms for Multimedia Computer Assistant Instruction (MMCAI) and the satisfaction surveys of family caregivers entitled “Diabetic older persons”. Data analysis was done by using average statistics and standard deviation.

The findings were concluded as follows 1) the specialist had an opinion on Multimedia Computer Assistant Instruction (MMCAI) for the family caregivers entitled “Diabetic older persons” that the overview of content quality was at high level ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.48) and the overview of technique quality was at good level ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.66) 2) Family caregivers’ satisfaction towards the usability of Multimedia Computer Assistant Instruction (MMCAI) entitled “Diabetic older persons” was at high level ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.46).

Keywords: Multimedia Computer Assistant Instruction, Family Caregiver, Diabetic Older Person



บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังของผู้สูงอายุ ที่เป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของโลก เป็นภัยคุกคามอย่างรวดเร็วไปทั่วโลก ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างมาก จากข้อมูลสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International Diabetes Federation: IDF) ได้รายงานสถานการณ์ผู้เป็นเบาหวานทั่วโลกแล้ว 285 ล้านคน และได้ประมาณการว่าจะมีจำนวนผู้เป็นเบาหวานทั่วโลกเพิ่มมากกว่า 435 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2573 (วรรณรา ชื่นวัฒนา และคนอื่นๆ, 2557) สำหรับประเทศไทยพบว่าประชากรไทยทุก 100 คน จะมีผู้เป็นเบาหวาน

ถึง 8 คน โดยคนที่มีอายุเกิน 35 ปี ป่วยเป็นโรคเบาหวานร้อยละ 9.6 คนที่อายุเกิน 65 ปี (ผู้สูงอายุ) ป่วยเป็นโรคเบาหวานร้อยละ 18 ทั้งนี้ประเทศไทยและประเทศทางเอเชียผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานร้อยละ 99 เป็นเบาหวานประเภทที่ 2 หรือเบาหวานที่พบในผู้ใหญ่ (เทพหิมะทองคำ และคนอื่นๆ, 2552) นอกจากนั้น จากที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์พยาบาลที่โรงพยาบาลสงขลา พบว่ามีประชาชนในจังหวัดสงขลาเข้ารับการรักษาโรคเบาหวานเป็นจำนวนมาก และมีจำนวนเพิ่มขึ้นในทุกปี และโรคเบาหวานถือได้ว่าเป็นปัญหาที่ค่อนข้างวิกฤตและควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ไม่เพียงแต่การให้บริการการรักษาเพียงอย่างเดียว หากยังรวมถึงการให้บริการการณรงค์การป้องกันโรคเบาหวานที่อาจจะเกิดได้กับทุกคน ด้านผู้ผลิตสื่อสุขภาพจึงมีส่วนอย่างมากในการสร้างสื่อประชาสัมพันธ์ และสื่อที่ให้ความรู้ เพื่อประชาสัมพันธ์รณรงค์เกี่ยวกับโรคเบาหวาน (ปณิธาน มหุวรรณ และคนอื่นๆ, 2559)

ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในด้านการศึกษามากขึ้น มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ มาใช้สร้างสื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ ซึ่งสื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ในที่นี้ หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (Multimedia Computer Assistant Instruction: MMCAI) ซึ่งปัจจุบันจัดได้ว่าการเรียนการสอน หรือการเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) นั้นจัดเป็นอีกหนึ่งรูปแบบที่เป็นที่นิยมในวงการศึกษาและเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย ซึ่งลักษณะเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย นั้นคือเป็นสื่อแบบประสมที่รวมลักษณะเด่น เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว การ์ตูน วิดิทัศน์ เสียง ออกแบบทดสอบเป็นเกม การตอบคำถามและส่งข้อมูลประเมินผลย้อนกลับอย่างทันที ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานในการเรียนรู้ เกิดความอยากรู้ อยากทดลองใช้ เป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียน และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ผู้เรียนเรียนได้ตามศักยภาพของตนเองตามความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีในการเรียนรู้ (คุณากร บัวโฮม, 2550; อารีรัตน์ ฉวีธรรมวัฒน์ และคนอื่นๆ, 2555)

จากที่ผู้วิจัยได้ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ศึกษาข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย มาสร้างเป็นสื่อให้ความรู้กับญาติผู้ป่วยของผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่เข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลสงขลา จังหวัดสงขลา เพื่อส่งเสริมให้ญาติผู้ป่วยได้เรียนรู้ถึงวิธีการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ปฏิบัติดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของญาติผู้ป่วย ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน



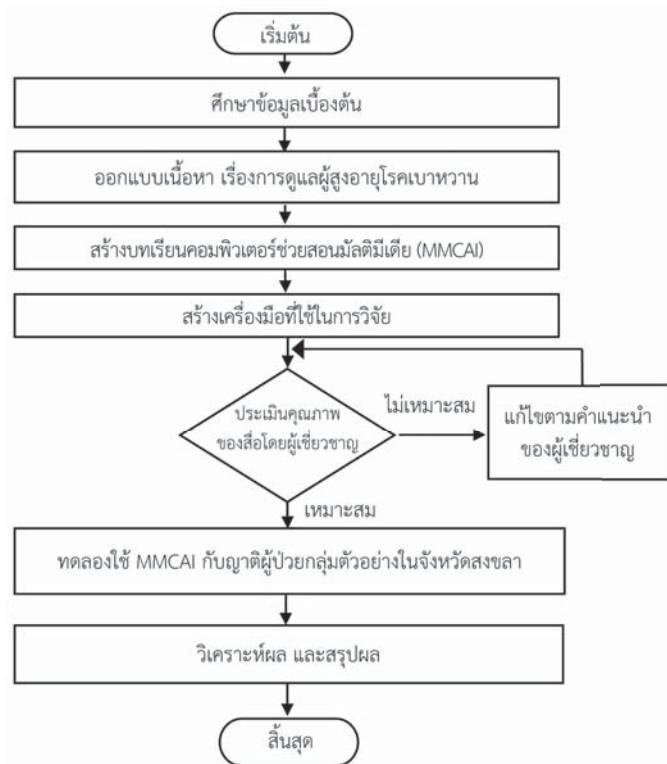
สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีคุณภาพไม่ต่ำกว่าระดับดี
2. ญาติผู้ป่วยโรคเบาหวาน มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ไม่ต่ำกว่าระดับดี



วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากรูปที่ 1 สามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ 1) วิธีการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน 2) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) 3) โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ออกแบบเนื้อหา เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนในภาควิชาการพยาบาลผู้ใหญ่ผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสงขลา จำนวน 3 คน ร่วมกับผู้วิจัยในการออกแบบเนื้อหา โดยเนื้อหาประกอบด้วย 3 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรคเบาหวาน 2) อาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และ 3) การดูแลรักษาเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

3.1 ออกแบบระบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เช่น ออกแบบระบบการลงทะเบียนผู้ใช้งาน ออกแบบการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมทั้งการสรุปผลคะแนน ออกแบบลำดับการเรียนรู้เนื้อหา โดยออกแบบลงในบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) รวมทั้งการออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database)

3.2 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) โดยใช้โปรแกรม Captivate เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เช่น การสร้างระบบลงทะเบียนผู้ใช้งาน ระบบแนะนำการใช้งานสำหรับญาติผู้ป่วย ระบบการทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน พร้อมทั้งระบบรายงานผลคะแนนให้ญาติผู้ป่วยทราบ ระบบการนำเสนอเนื้อหาเป็นสื่อมัลติมีเดียซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีโอ และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) กับญาติผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม สื่อที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ก็ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้งานบางส่วน นั่นคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) ยังไม่สามารถใช้งานแบบออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

3.2.2 สร้างเนื้อหาเป็นสื่อมัลติมีเดีย โดยเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) จะต้องเป็นสื่อมัลติมีเดียทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 3 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรคเบาหวาน 2) อาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และ 3) การดูแลรักษาเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งการนำเนื้อหาทั้ง 3 หัวข้อดังกล่าวมาสร้างเป็นสื่อแบบมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับญาติผู้ป่วยนั้น ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม

Premiere Pro สำหรับการตัดต่อวิดีโอ และโดยใช้โปรแกรม Flash สำหรับการสร้างเนื้อหาที่เป็นภาพเคลื่อนไหว เช่น สร้างตัวการ์ตูนประกอบเนื้อหา เป็นต้น

4. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 สร้างแบบทดสอบเพื่อใส่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เริ่มจากนำหัวข้อเรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ร่างเป็นวัตถุประสงค์การสอน ทั้งหมด 10 ข้อ จากนั้นร่างข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน และประเมินความเที่ยงตรง (IOC) ของข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่า มีข้อสอบผ่านเกณฑ์ IOC จำนวน 28 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์ IOC จำนวน 2 ข้อ และสุดท้ายนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาแยกเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 1 ฉบับ และแบบทดสอบหลังเรียน 1 ฉบับ ซึ่งข้อสอบแต่ละฉบับมี 10 ข้อ และเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน สุดท้ายนำข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งสองฉบับใส่ไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานสำหรับญาติผู้ป่วย

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับญาติผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็น Rating Scale 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (5) ดี (4) ปานกลาง (3) พอใช้ (2) ควรปรับปรุง (1) และแบบสอบถามความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของญาติผู้ป่วย ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของญาติผู้ป่วยที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วย รายการประเมินเกี่ยวกับด้านตัวอักษร ด้านมัลติมีเดีย ด้านแบบทดสอบ ด้านปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน รวมทั้งด้านการนำไปใช้ประโยชน์ และตอนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

5. หากคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

5.1 สร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อ MMCAI ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา 2) แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิค ซึ่งแบบประเมินมีลักษณะเป็น Rating Scale 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (5) ดี (4) ปานกลาง (3) พอใช้ (2) ควรปรับปรุง (1) (ปริญา มีสุข, 2559)

5.2 ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 6 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน ซึ่งประเมินโดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 5.1 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด 3 คน ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในภาควิชาการพยาบาลผู้ใหญ่ผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสงขลา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคทั้งหมด 3 คน ได้แก่ อาจารย์ผู้มีประสบการณ์การสอนเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้

5.3 วิเคราะห์และสรุปผลคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขสื่อดังกล่าวตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เช่น ปรับปรุงแก้ไขวิดีโอเรื่อง การบริหารทำให้มีความถูกต้องด้านเนื้อหา เป็นต้น

6. ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน กับญาติผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ให้ญาติของผู้ป่วยโรคเบาหวานทดลองใช้สื่อ MMCAI ดังกล่าว โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นญาติของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลสงขลา ที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ทั้งหมด 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง และใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest–Posttest Design โดยให้ญาติผู้ป่วยทดลองใช้สื่อ MMCAI เริ่มจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นเริ่มเรียนเนื้อหาเรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานและทำแบบทดสอบหลังเรียน และสุดท้ายเก็บรวบรวมความพึงพอใจของญาติผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ



รูปที่ 2 ตัวอย่างการใช้สื่อโดยญาติของผู้ป่วยโรคเบาหวาน
ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

7. วิเคราะห์และสรุปผล

นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้จากญาติผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน มาวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ความพึงพอใจ ดังนี้ ดีมาก (4.50–5.00) ดี (3.50–4.49) ปานกลาง (2.50–3.49) พอใช้ (1.50–2.49) ควรปรับปรุง (1.0–1.49) (ปริญญา มีสุข, 2559)



ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรคเบาหวาน 2) อาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และ 3) การดูแลรักษาเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญ เช่น 1) ระบบลงทะเบียนการใช้งานสำหรับญาติผู้ป่วย 2) คำแนะนำการใช้งานโปรแกรมซึ่งอยู่ในรูปแบบมัลติมีเดียซึ่งจะทำให้ญาติผู้ป่วยเรียนรู้วิธีการใช้งานสื่อ MMCAI ได้อย่างง่ายดาย 3) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมทั้งระบบการสรุปผลคะแนนให้ญาติผู้ป่วยทราบอย่างชัดเจน และ 4) ระบบการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยสาระการเรียนรู้ทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบระหว่างสื่อ MMCAI กับผู้ใช้โปรแกรมอย่างเหมาะสม



รูปที่ 3 ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสำหรับญาติผู้ป่วย
เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหาของ MMCAI

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	4.60	0.51	ดีมาก
2. ด้านภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว	4.58	0.51	ดีมาก
3. ด้านการออกแบบแอนิเมชัน	4.60	0.51	ดีมาก
4. ด้านความเหมาะสมของวิดีโอ	4.67	0.50	ดีมาก
5. ด้านความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.73	0.46	ดีมาก
6. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของ MMCAI	4.78	0.44	ดีมาก
เฉลี่ยทุกด้าน	4.65	0.48	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีคุณภาพด้านเนื้อหาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 ซึ่งมีความคิดเห็นค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกัน และพบว่าด้านที่มีคุณภาพสูงกว่าด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านคุณค่าและประโยชน์ของ MMCAI ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ด้านดังกล่าวจะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่นๆ แต่ก็ยังมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเทคนิคของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเทคนิคของ MMCAI

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านตัวอักษรและสีพื้นหลัง	4.00	0.65	ดี
2. ด้านภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว	4.17	0.58	ดี
3. ด้านการออกแบบแอนิเมชัน	4.33	0.71	ดี
4. ด้านความเหมาะสมของวิดีโอ	4.25	0.75	ดี
5. ด้านความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.25	0.62	ดี
6. ด้านปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน	4.27	0.70	ดี
เฉลี่ยทุกด้าน	4.26	0.66	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีคุณภาพด้านเทคนิคโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 และพบว่าด้านที่มีคุณภาพสูงกว่าด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านการออกแบบแอนิเมชัน ซึ่งมีความพออยู่ในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านตัวอักษร และสีพื้นหลัง แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ด้านดังกล่าวจะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่นๆ แต่ก็ยังมีความพออยู่ในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65

4. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของญาติผู้ป่วยต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของญาติผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีต่อการใช้ MMCAI

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านตัวอักษร	4.81	0.46	ดีมาก
2. ด้านมัลติมีเดีย	4.80	0.40	ดีมาก
3. ด้านแบบทดสอบ	4.68	0.48	ดีมาก
4. ด้านปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน	4.74	0.48	ดีมาก
5. ด้านการนำความรู้ไปใช้	4.72	0.47	ดีมาก
เฉลี่ยทุกด้าน	4.75	0.46	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่าญาติผู้ป่วยทั้งหมด 30 คน มีความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 ซึ่งมีความพึงพอใจค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกัน และพบว่าด้านที่มีความพึงพอใจสูงกว่าด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านตัวอักษร ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 รองลงมาได้แก่ ด้านมัลติมีเดีย ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40 ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านแบบทดสอบ แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ด้านดังกล่าวจะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่นๆ แต่ก็ยังมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48



อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก อาจจะเป็นเพราะว่าเนื้อหาเรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ถูกพัฒนาขึ้นตามหลักวิชาการและที่สำคัญ เนื้อหาถูกออกแบบในเบื้องต้นโดยผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในภาควิชาการพยาบาล ผู้ใหญ่ผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสงขลา อีกทั้งเนื้อหาถูกพัฒนาขึ้นให้อยู่ในรูปแบบมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วย ภาพ เสียง วิดีโอ และการปฏิสัมพันธ์ จึงทำให้เนื้อหาใน MMCAI มีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง

คุณภาพด้านเทคนิคของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี อาจจะเป็นเพราะว่าระบบ MMCAI ถูกออกแบบให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมอย่างเหมาะสม อีกทั้งการออกแบบแอนิเมชันใน MMCAI ก็มีความน่าสนใจและสื่อความหมายได้ดี

จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ทดลองใช้กับญาติผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่างแล้วนั้น ญาติผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก อาจจะเป็นเพราะว่า ญาติผู้ป่วยส่วนใหญ่เห็นว่าสื่อ MMCAI ดังกล่าวมีความสำคัญและมีคุณค่า สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง นั่นคือทำให้ญาติผู้ป่วยได้รับความรู้เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน และสามารถนำความรู้ที่ได้รับนำไปปฏิบัติดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานได้อย่างถูกต้องตามหลักทางการแพทย์และพยาบาล



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และคุณภาพด้านเทคนิคของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี นอกจากนั้นญาติผู้ป่วยมีความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และญาติผู้ป่วยได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีข้อดีคือ สื่อมีความน่าสนใจ ใช้งานง่าย และส่งเสริมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทำให้ญาติผู้ป่วยมีความเข้าใจเรื่องโรคเบาหวานและการดูแลผู้ป่วยเพิ่มขึ้นจากเดิม สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้สำหรับการดูแลผู้ป่วยได้อย่างถูกต้อง และมีความมั่นใจเพิ่มขึ้นในการดูแลผู้ป่วย

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย หากจะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน ไปใช้จริงกับญาติผู้ป่วยอีกครั้งให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้น ควรนำสื่อ MMCAI ดังกล่าวไปประชาสัมพันธ์เพื่อใช้ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้แพร่หลายขึ้น เช่น สถานีอนามัยของตำบล หรือหน่วยงานของโรงพยาบาล ที่มีหน้าที่ให้ความรู้กับญาติผู้ป่วยโดยตรง เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรต่อยอดงานวิจัยโดยการพัฒนาคู่มือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (MMCAI) สำหรับญาติผู้ป่วย เรื่องการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน เป็นสื่อแบบออนไลน์ที่ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสื่อได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น สื่อการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ หรือผ่านเว็บไซต์ เป็นต้น เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน



เอกสารอ้างอิง

- คุณากร บัวโสม. (2550). การพัฒนาคู่มือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษา และพลศึกษา ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลพรเจริญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เทพ หิมะทองคำ และคนอื่นๆ. (2552). ความรู้เรื่องเบาหวานฉบับสมบูรณ์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒน์.
- ปณิธาน มหุวรรณ และคนอื่นๆ. (2559). การพัฒนาสื่อแอนิเมชันเรื่องโรคเบาหวานสำหรับญาติผู้ป่วยโรคเบาหวานโรงพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “แพทย์แผนไทยภูมิปัญญาของแผ่นดิน”, (น. 946–954). วันที่ 29–30 สิงหาคม 2559. พิษณุโลก: วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร.
- ปริญญา มีสุข. (2559). การวิจัยทางการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ทริบเพิ้ล.
- วรรณรา ชื่นวัฒนา และคนอื่นๆ. (2557). พฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ตำบลบางแม่นาง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยปทุมธานี, 6(3), 163–170.
- อารีรัตน์ ฉวีธรรมวัฒน์ และคนอื่นๆ. (2555). การพัฒนาคู่มือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนความรู้เรื่องโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด สำหรับเด็กวัยเรียนที่เป็นโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด. วารสารเกื้อการุณย์, 19(2), 118–134.

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ในการส่งเสริม
การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105
EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER COMBINED
WITH *BACILLUS MEGATERIUM* INOCULANT ON PLANT GROWTH
AND YIELD COMPONENT OF KHAO DAWK MALI 105 RICE

วันที่รับ: 23 กรกฎาคม 2563

วันที่แก้ไข: 9 กันยายน 2563

วันที่ตอบรับ: 24 กันยายน 2563

ภัทรนาวรณณ์ ฉันทรัตนโยธิน^{1*}, พันธลพ สินธูยา¹,

เบญจมาศ สันต์สวัสดิ์¹ และ ทิตา Soonthornvipat¹

Phatthanawan Chanrattanayothin^{1*}, Panlop Sintuya¹,

Benjamas Sansawat¹ and Thita Soonthornvipat¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University

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



บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์ *บาซิลลัส เมกะทีเรียม* (*Bacillus megaterium*) ร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *บาซิลลัส เมกะทีเรียม* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ใช้ปุ๋ยเคมี กลุ่มที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และกลุ่มที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีคุณภาพตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กำหนดโดยกรมวิชาการเกษตร และเมื่อนำไปใช้ในการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ ร่วมกับการฉีดพ่นหัวเชื้อจุลินทรีย์ *บาซิลลัส เมกะทีเรียม* พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการฉีดพ่นด้วยจุลินทรีย์ มีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในด้านความสูง จำนวนต้นต่อกอ องค์ประกอบผลผลิต ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการวิจัยสามารถแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ *บาซิลลัส เมกะทีเรียม* มาใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในระบบการเกษตรแบบอินทรีย์

คำสำคัญ: บาซิลลัส เมกะทีเรียม, ปุ๋ยอินทรีย์, พีจีพีอาร์, ข้าวขาวดอกมะลิ 105



Abstract

The objective of this experimental research is to study a utilization of organic fertilizer produced by *Bacillus megaterium* inoculant combined with *Bacillus megaterium* inoculant on plant growth and yield component of Khao Dawk Mali 105. The research was carried out in Sansai District, Chiang Mai, Thailand. The plant growth and qualities of product in control, chemical fertilizer treated, organic fertilizer treated, and organic fertilizer combined with innoculum treated groups were studied. The results confirmed that qualities of the obtained fertilizer meet the organic fertilizer standard specified by the Department of Agriculture, Thailand. In addition, using organic fertilizer combined with *Bacillus megaterium* inoculant spraying could increase plant height, the numbers of tillers per plant, yield components, total phenolic content, and antioxidant activities as compared to control. The results confirmed that farmers could apply organic fertilizer combined with *Bacillus megaterium* to replace chemical fertilizer using in organic farming systems.

Keywords: *Bacillus megaterium*, Organic Fertilizer, PGPR, Khao Dawk Mali 105



บทนำ

การทำเกษตรในปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มไปสู่เกษตรอินทรีย์มากขึ้น เพื่อป้องกันปัญหาของปริมาณสารตกค้างยาฆ่าแมลงที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์เกษตรซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ปัญหาสารตกค้างยาฆ่าแมลงส่วนใหญ่เกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้อง (สุภาวดี แหยมคง และคนอื่นๆ, 2560) การทำเกษตรอินทรีย์เป็นหนึ่งในทางเลือกในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างยั่งยืน และเป็นการทำเกษตรกรรมที่มุ่งเน้นและส่งเสริมชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกร ชุมชน โดยมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตที่มาจากธรรมชาติ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการทำเกษตรกรรม เช่น การทำปุ๋ยหมักจากของเหลือจากการเกษตร การผลิตจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms: EM) ที่มีการผลิตกันอย่างแพร่หลายจากการหมักเศษผลไม้ เศษผัก เศษปลา เพื่อให้ได้ปุ๋ยน้ำที่มีประโยชน์ต่อพืช ดังนั้น หลักการของการทำเกษตรอินทรีย์ที่สำคัญ คือ ปัจจัยการผลิตหรือจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Chinvarasopak, 2015) การทำเกษตรอินทรีย์เป็นการทำการเกษตรตามแนวพระราชดำริของรัชกาลที่ 9 ถือเป็น

เกษตรทางเลือก เพื่อสร้างคุณค่าของผลิตภัณฑ์เกษตร ลดต้นทุนการผลิต เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระดับชุมชนหรือท้องถิ่น นอกจากจุลินทรีย์ EM ที่นิยมใช้ในการทำเกษตรอินทรีย์ ยังมีแบคทีเรียกลุ่มส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) เป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญในความสำเร็จของการทำเกษตรอินทรีย์ โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้มีกลไกในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายรูปแบบ เช่น การตรึงไนโตรเจน (Kuan, Othman, Abdul Rahim, & Shamsuddin, 2016) การละลายธาตุอาหาร (Yazdani, Bahmanyar, Pirdashti, & Esmaili, 2009) การสร้างซีเดอรอฟอร์ (Siderophore) (Gupta & Gopal, 2008) การสร้างสารปฏิชีวนะ (Ordookhani, Khavazi, Moezzi, & Rejali, 2010) การสร้างสารยับยั้งเชื้อรา การเหนี่ยวนำการสร้างระบบความต้านทาน (Porcel, Zamarreño, García-Mina, & Aroca, 2014) เป็นต้น ซึ่งแบคทีเรียกลุ่ม PGPR เป็นแบคทีเรียพบบริเวณรากพืช ณ พื้นที่เพาะปลูกนั้นๆ แบคทีเรีย *Bacillus megaterium* เป็นแบคทีเรียกลุ่ม PGPR ที่สำคัญ (Porcel, Zamarreño, García-Mina, & Aroca, 2014) หาได้ง่ายและมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Khan, Bano, & Zandi, 2018) ดังนั้น การนำแบคทีเรีย *Bacillus megaterium* มาประยุกต์ใช้ทางการเกษตรจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง หรืออาหารเสริมอื่นๆ ได้ (Bhattacharyya & Jha, 2012)

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีราคาสูง มีความต้องการบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เป็นพันธุ์ข้าวที่สร้างชื่อเสียงให้ข้าวไทยเป็นที่รู้จักทั่วโลก ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าที่มีลักษณะเฉพาะ โดยหลังการหุงต้มจะให้กลิ่นหอมคล้ายใบเตย มีสีขาวเหมือนดอกมะลิ เมล็ดข้าวคงรูป ปัจจุบันมีการส่งออกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปยัง 120 ประเทศทั่วโลก โดยมีปริมาณการส่งออกระหว่าง 2.2–2.5 ล้านตันต่อปี (บุญรักษ์ พันธุ์ไชยศรี, 2563) นำเงินตราต่างประเทศจำนวนหลายหมื่นล้านบาทสู่เกษตรกรไทย เนื่องจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 อินทรีย์ เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ทำให้ทำการเพาะปลูกได้เพียงปีละครั้งในฤดูข้าวนาปี ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อินทรีย์ เป็นข้าวที่ให้ผลผลิตต่ำ (เฉลี่ย 363 กิโลกรัม/ไร่) (กรมการข้าว, 2563) นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคและแมลงศัตรู เช่น โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคใบสีส้ม หนอนกอข้าว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นต้น (บุญรักษ์ พันธุ์ไชยศรี, 2563)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปรับเปลี่ยนการทำเกษตรเคมีเป็นเกษตรอินทรีย์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพร่วมกับการใช้เชื้อ *Bacillus megaterium* ชนิดที่เกษตรกรสามารถหาแหล่งผลิตได้ง่าย เช่น จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) มาใช้ในการเพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อลดต้นทุนของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

และส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และสนับสนุนการเจริญของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้ที่สูงขึ้นทำให้เกิดความยั่งยืนในอาชีพ และเพื่อส่งเสริมการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นอย่างยั่งยืน



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105



วิธีดำเนินการวิจัย

1. การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* เพื่อใช้เป็นจุลินทรีย์ PGPR ขยายเชื้อ *Bacillus megaterium* ที่ซื้อมาจากศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยเลี้ยงเชื้อเริ่มต้นในอาหาร NB ปริมาณ 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นขยายเชื้อโดยเลี้ยงในอาหารที่มีส่วนผสมของกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมคลอไรด์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดจากยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.1 เปอร์เซ็นต์ และผงถั่วเหลือง 2 เปอร์เซ็นต์ (ไวรจัน เดชมหิพกุล, จันทรจิรา อยู่คง, กนกวรรณ พุ่มพุดรา, แสงชัย เอกประทุมชัย, และ เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง, 2550) ให้อากาศตลอดเวลาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับปริมาณเชื้อด้วยเทคนิคฮีโมไซโตมิเตอร์ (Hemocytometer) ทุกๆ 4 ชั่วโมง เชื้อที่ผลิตได้ต้องมีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 10^8 CFU/ml

2. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์

ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้ในการทดลองจำนวน 100 กิโลกรัม โดยมีส่วนผสมดังนี้ มูลวัว 25 กิโลกรัม มูลค่างควา 25 กิโลกรัม กากเห็ดเหลือใช้ 40 กิโลกรัม รำละเอียด 10 กิโลกรัม และหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* 1 กิโลกรัม โดยผสมส่วนผสมให้เข้ากัน ตักกองปุ๋ยหมักเป็นสั้เหลี่ยมผืนผ้าสูงประมาณ 30 เซนติเมตร คลุมด้วยพลาสติกทิ้งไว้ 12 วัน วิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง ความชื้น ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม การนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การย่อยสลายที่สมบูรณ์ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

3. การวางแผนการทดลองและการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105

3.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

3 ข้ำ โดยมี 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์

ชุดการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราส่วน 50 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราส่วน 50 กิโลกรัมต่อไร่ และฉีดพ่นจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* โดยเจือจางหัวเชื้อจุลินทรีย์เข้มข้น จำนวน 60 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่น 5 ลิตรต่อ 16 ตารางเมตร

3.2 การเตรียมพื้นที่

โดยเตรียมแปลงทดลองขนาด 4 x 3 ตารางเมตร จำนวน 12 แปลง ไถพรวนดินที่ความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร และควบคุมระดับน้ำในแปลงนาทดลองให้สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ตลอดระยะเวลาการศึกษาจนถึงระยะข้าวออกรวงจึงปล่อยน้ำออก ใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีอัตราการงอกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

3.3 การเตรียมพันธุ์ข้าว

นำพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีอัตราการงอกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มาแช่น้ำนาน 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบ่มด้วยกระสอบป่านเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มงอก นำไปหว่านในแปลงถนอกลำ และปักดำเมื่อต้นกล้ามีอายุ 28 วันหลังปลูก

4. การวิเคราะห์คุณภาพดินก่อนและหลังการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองการปลูกข้าวภายในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่กำหนดขอบเขตไว้แล้วของแต่ละแปลงย่อย ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ทำ Composite sample รวมเป็น 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่างด้วย pH meter (Lertpaitoonpan, Ong, & Moorman, 2009), ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) (Walkley & Black, 1934), ปริมาณไนโตรเจน (Sáez-Plaza, Navas, Wybraniec, Michałowski, & Asuero, 2013), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray & Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)

5. การวัดการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และปริมาณผลผลิต

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว คือ ความสูงโดยวัดตั้งแต่ผิวดินที่โคนต้น จนถึงปลายรวง และการแตกกอที่อายุข้าว 30, 45, 60, 75, 90 และ 105 วันหลังปักดำ โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง แถวกลางตามเส้นทแยงมุมในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 10 กอต่อหน่วย ทดลอง เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตข้าวและผลผลิตข้าวในทุกหน่วยทดลองโดยสุ่มแบบ เส้นทแยงมุม จำนวน 10 กอ โดยเป็นกอเดียวกันกับที่ใช้เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเพื่อวัดหา องค์ประกอบผลผลิตข้าวเพื่อนับจำนวนรวงข้าวต่อกอ จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด

6. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและการต้านอนุมูลอิสระ

6.1 การวิเคราะห์ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธีดัดแปลง Folin-Ciocalteu method ใช้กรดแกลลิก ($C_7H_6O_5$) เป็นสารมาตรฐาน ที่ความเข้มข้น 0–300 มิลลิกรัมต่อลิตร สกัดตัวอย่างโดยใช้สารละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ นำสารสกัดที่ได้ 1 มิลลิลิตร เติม 95 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และสารละลาย 50 เปอร์เซ็นต์ Folin-Ciocalteu's reagent ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติม 5 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกัน นำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที เมื่อเกิดปฏิกิริยาสารละลาย จะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Thermo Electron Corporation, NICOLET evolution 300, USA) (Blainski, Lopes, & De Mello, 2013)

6.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity assay ใช้ Trolox เป็นสารมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1–10 มิลลิกรัมต่อลิตร สกัดตัวอย่างโดยใช้สารละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ นำสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร นำมาละลายด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล จำนวน 1.6 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 200 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Thermo Electron Corporation, NICOLET evolution 300, USA) (Thaipong, Boonprakob, Crosby, Cisneros-Zevallos, & Byrne, 2006)



ผลการวิจัย

1. การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium*

การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ในอาหารสำเร็จ NB เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง จำนวนเชื้อเพิ่มจากเชื้อเริ่มต้น เป็น 4×10^8 CFU/ml และเมื่อนำไปขยายในอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาณ 20 ลิตร โดยให้อากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.8×10^8 CFU/ml ซึ่งเป็นระยะเวลาที่มีปริมาณเชื้อสูงที่สุด

2. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์

หลังการหมักปุ๋ยอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* เป็นเวลา 12 วัน คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์หลังการหมักด้วยจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium*

รายการทดสอบ	ผลทดสอบ
ความเป็นกรดต่าง	8.2
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	18.2
ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	2.1
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	2.0
โพแทสเซียมทั้งหมด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	1.6
ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	0.5
การนำไฟฟ้า (dS/m)	5.0
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	19.1
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	32.9
การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	122.4
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	9/1
เศษพลาสติก แก้ว วัสดุไม้ หรือโลหะอื่นๆ	ไม่พบ
ปริมาณหินและกรวดขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร ขึ้นไป	ไม่พบ
ขนาดของปุ๋ย 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร (เปอร์เซ็นต์)	100

จากผลการตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ พบว่าเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ซึ่งมีคุณภาพเทียบเท่ากับปุ๋ยอินทรีย์ที่ขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ด้วยตัวเองเป็นการลดต้นทุนการเพาะปลูกสร้างรายได้ และผลักดันให้เกิดความเข้มแข็งในชุมชน เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

3. การวิเคราะห์คุณภาพดินก่อนและหลังการทดลอง

ตารางที่ 2 แสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังทำการทดลอง พบว่า ก่อนการทดลองดินมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เฉลี่ยเท่ากับ 6.51 มีอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) เฉลี่ยเท่ากับ 0.71 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) เฉลี่ยเท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) เฉลี่ยเท่ากับ 24.75 และปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble K) เฉลี่ยเท่ากับ 173.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลของปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการพ่นจุลินทรีย์ทางใบ ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการทดลองเพิ่มขึ้น 48 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และเพิ่มขึ้น 52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการพ่นจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจน จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์เพิ่มปริมาณไนโตรเจนเทียบกับกลุ่มควบคุม 43 เปอร์เซ็นต์ และ 71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การเติมปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเพียง 28 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำมีค่าลดลงเมื่อใช้ปุ๋ยเคมี แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และมีค่าสูงที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการพ่นจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น (Elkoca, Turan, & Donmez, 2010)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มการทดลอง	สมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	Organic matter (เปอร์เซ็นต์)	Total Nitrogen (เปอร์เซ็นต์)	Available P (mg/kg)	Extractable K (mg/kg)
ก่อนการทดลอง	6.51 ^a	0.71 ^b	0.07 ^c	24.75 ^b	173.00 ^c
กลุ่มควบคุม	6.83 ^a	0.65 ^b	0.06 ^c	24.09 ^b	158.10 ^c
ปุ๋ยเคมี	6.92 ^a	0.74 ^b	0.09 ^b	32.83 ^a	180.93 ^b
ปุ๋ยอินทรีย์	7.24 ^b	1.05 ^a	0.10 ^b	35.42 ^a	192.23 ^{ab}
ปุ๋ยอินทรีย์ + PGPR	7.31 ^b	1.08 ^a	0.12 ^a	36.16 ^a	205.60 ^a

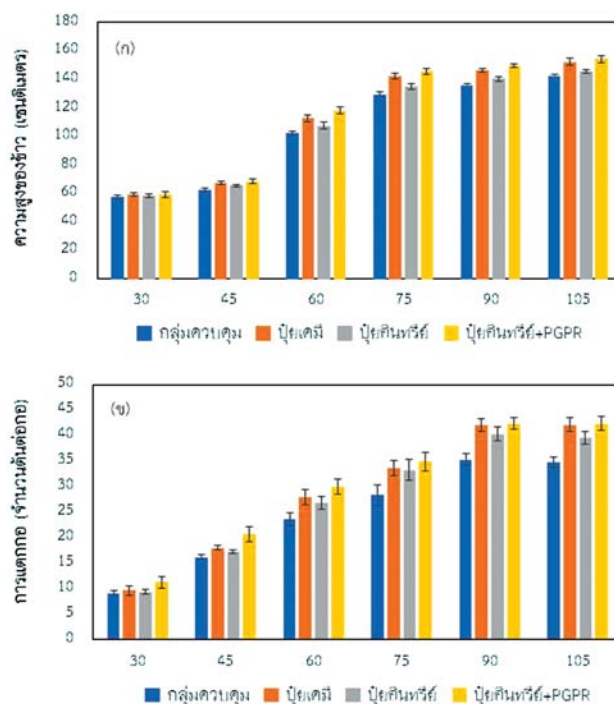
4. การวัดการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และปริมาณผลผลิต

จากการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ PGPR ต่อความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ต้นข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เพาะปลูก เมื่อเปรียบเทียบความสูงของ

ข้าวก่อนการเก็บเกี่ยว ที่อายุ 105 วัน พบว่าข้าวกลุ่มควบคุม ข้าวใช้ปุ๋ยเคมี ข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR มีความสูงเท่ากับ 142.47, 152.13, 145.33 และ 154.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 1 (ก)

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ PGPR ต่อจำนวนต้นตอกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า จำนวนกอข้าวเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เพาะปลูก เช่นเดียวกับความสูงของต้นข้าว เมื่อเปรียบเทียบการแตกกอก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่าข้าวกลุ่มควบคุม ข้าวใช้ปุ๋ยเคมี ข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR มีการแตกกอเท่ากับ 34.70, 42.10, 39.47 และ 42.33 จำนวนต้นตอก ตามลำดับ ดังรูปที่ 1 (ข)

ปริมาณองค์ประกอบของผลผลิตข้าวแสดงในตารางที่ 3 จำนวนรวงต่อกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้จุลินทรีย์ PGPR ให้ค่าจำนวนรวงต่อกอเท่ากับ 18.73 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 150.38 เมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวงเท่ากับ 131.20 เมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดของข้าวต่อ 1,000 เมล็ด เท่ากับ 27.92 กรัม ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทดลอง กลุ่มที่แสดงค่าน้อยที่สุดคือ กลุ่มควบคุม เนื่องจากไม่ได้ใส่ปัจจัยการผลิตใดในระหว่างการเพาะปลูก ส่วนกลุ่มของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว มีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 1 แสดงความสูงของต้นข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ก)

และจำนวนการแตกกอของต้นข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ข)

ผลการหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ พบว่า ข้าวกลุ่มควบคุม ข้าวใช้ปุ๋ยเคมี ข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ เท่ากับ 15.47, 12.71, 11.92 และ 11.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตต่อไร่ในทุกกลุ่มการทดลอง พบว่า ข้าวกลุ่มควบคุม ข้าวใช้ปุ๋ยเคมี ข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR มีผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 320.00, 485.33, 469.33 และ 496.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่ากลุ่มควบคุม การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR เป็นปัจจัยการผลิตส่งเสริมการเจริญของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งในด้านกายภาพ ความสูง จำนวนการแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตต่อไร่ เป็นเทียบเท่าการใช้ปุ๋ยเคมี อีกทั้งยังส่งผลดีในระยะยาวด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนอีกด้วย (Sapsirisopa, Chookietwattana, Maneewan, & Khaengkhan, 2009)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณผลผลิตข้าวในแต่ละการทดลอง

กลุ่มการทดลอง	องค์ประกอบผลผลิตข้าว					
	จำนวน รวงต่อกอ (รวงต่อกอ)	จำนวน เมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	จำนวน เมล็ดดี ต่อรวง (เมล็ด)	เปอร์เซ็นต์ เมล็ดลีบ (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ก่อนอบ (กรัม)	ผลผลิต ต่อไร่ (กิโลกรัม)
กลุ่มควบคุม	12.13 ^c	105.25 ^a	88.89 ^a	15.47	26.33 ^b	320.00 ^b
ปุ๋ยเคมี	14.90 ^b	146.05 ^b	127.17 ^b	12.71	27.16 ^{ab}	485.33 ^a
ปุ๋ยอินทรีย์	14.20 ^b	143.12 ^b	128.68 ^b	11.92	27.21 ^{ab}	469.33 ^a
ปุ๋ยอินทรีย์ + PGPR	18.73 ^a	150.38 ^b	131.20 ^b	11.21	27.92 ^a	496.00 ^a

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและการต้านอนุมูลอิสระ

เพื่อให้เกิดจุดแข็งด้านคุณภาพ การทดลองนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและการต้านอนุมูลอิสระเพื่อแสดงประโยชน์ในด้านสุขภาพของผลผลิตข้าวหลังการทดลอง พบว่ากลุ่มการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ ให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 20.73 มิลลิกรัม GAE/100 กรัม และ 0.25 มิลลิกรัม Trolox/กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณสารฟิโนลิกทั้งหมดและปริมาณการต้านอนุมูลอิสระในผลผลิตข้าว

กลุ่มการทดลอง	สารฟิโนลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม GAE/100 กรัม)	ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัม Trolox/กรัม)
กลุ่มควบคุม	13.01 ^b	0.12 ^c
ปุ๋ยเคมี	17.91 ^{ab}	0.15 ^{bc}
ปุ๋ยอินทรีย์	19.60 ^a	0.17 ^b
ปุ๋ยอินทรีย์ + PGPR	20.73 ^a	0.25 ^a



อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า การเจริญของจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* มีผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Santos, Neto, Machado, Soares, & Soares (2014) ซึ่งแสดงให้เห็นเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* เจริญมากที่สุดที่เวลา 20–24 ชั่วโมง โดยมีปริมาณเชื้อทั้งหมด เท่ากับ 4×10^8 CFU/ml และเมื่อนำไปผลิตปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้มีคุณภาพตามมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร ในด้านการเจริญเติบโตของต้นข้าว การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ความสูงของข้าวมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ในขณะที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ ส่งผลให้ความสูงของข้าวสูงกว่าข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมี ผลการแตกกอมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลของความสูง การใช้ปุ๋ยทั้งเคมีและอินทรีย์ส่งผลต่อการแตกกอดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่ปัจจัยใดๆ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ มีผลของการแตกกอเทียบเคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี และส่งผลต่อการแตกกอดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ส่งผลดีในเชิงของปริมาณผลผลิตในทุกๆ ด้าน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว จากผลการทดลองพบว่า ข้าวที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ PGPR ส่งผลดีต่อการเพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจาก *Bacillus megaterium* ไม่เพียงแต่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ยังป้องกันการเกิดโรคในพืชได้อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับเชื้อราในแปลงข้าวในภาคเหนือของประเทศไทย ที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium* sp., *Pyricularia oryzae* (Chaiharn, Chunchaleuchanon, & Lumyong, 2009; Kanjanamaneesathian, Chumthong, Pengnoo, & Wiwattanapatapee, 2009; Wiwattanapatapee, Chumthong, Pengnoo, & Kanjanamaneesathian, 2013) เพื่อให้เกิดการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน การใช้จุลินทรีย์ PGPR ในแปลงเพาะปลูก ส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพ

ของดินในระยะยาวทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด (Song et al., 2015)

สำหรับการศึกษาเชิงคุณภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ เพิ่มปริมาณสารฟิโนลิกทั้งหมด 59 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มปริมาณการต้านอนุมูลอิสระมากถึง 108 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่าจุลินทรีย์ PGPR ส่งผลกระทบต่อบริมาณสารฟิโนลิกทั้งหมดและปริมาณการต้านอนุมูลอิสระในเชิงบวก ทั้งนี้ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* มีความสามารถในการผลิตสาร กรดอินโดลอะซิติก (IAA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA3) (Lenin & Jayanthi, 2012) ซึ่งทำให้เกิดการสร้างสารฟิโนลิกทั้งหมดและปริมาณการต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aires, Carvalho, Matos, Carnide, Silva, & Gonçalves (2017) แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นปริมาณของสารฟิโนลิกและการต้านอนุมูลอิสระที่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของกรดอินโดลอะซิติก (IAA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA3) ในผลเบอร์รี่



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ *Bacillus megaterium* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า มีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูง จำนวนต้นตอกออก องค์ประกอบผลผลิต ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวต่อไร่มากขึ้น 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ *Bacillus megaterium* ต่อบริมาณสารสำคัญในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ PGPR เพิ่มปริมาณสารฟิโนลิกทั้งหมด 59 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มปริมาณการต้านอนุมูลอิสระมากถึง 108 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* ที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่พบได้บริเวณรากของพืชโดยทั่วไปสามารถนำมาใช้ในระบบการผลิตแบบอินทรีย์เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อลดการใช้สารเคมีและมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของเกษตรกร ซึ่งควรมีการทำวิจัยต่อไปถึงผลของการใช้ปุ๋ยเคมีหรือจุลินทรีย์ PGPR ในการลดปริมาณสารพิษตกค้างยาฆ่าแมลงที่มีอยู่ในดินที่ใช้ในการทำเพาะปลูกต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2563). *องค์ความรู้เรื่องข้าว*. สืบค้น 5 กันยายน 2563, จาก <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=005-2.htm#:~:text=ข้าวดอกมะลิเปอร์เซ็นต์20105เปอร์เซ็นต์20เปอร์เซ็นต์3Aเปอร์เซ็นต์20เป็น,พันธุ์เปอร์เซ็นต์20ข้าวดอกมะลิเปอร์เซ็นต์ 20105>
- กรมวิชาการเกษตร. (2548, 30 กันยายน). ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548.
- บุญรักษ์ พันธุ์ไชยศรี. (2563). *การพัฒนาข้าวขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์กลายโดยเทคโนโลยีลำไออน*. สืบค้น 10 กรกฎาคม 2563, จาก https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=8&fbclid=IwAR3D54QByhfWYgTf0cbFB6WBa8vKQzVQGT8gObjQWp3OhPX8tPkJ7kFgw2554
- สุภาวดี แหยมคง และคนอื่นๆ. (2560). ความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรตำบลชัยสมบูรณ์ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์*, 12(2), 15–25.
- ไวรุจน์ เดชมหิทธิกุล, จันทร์จิรา อยู่คง, กนกวรรณ พุ่มพุทรา, แสงชัย เอกประทุมชัย, และเพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง. (2550). การศึกษาสูตรอาหารและกระบวนการผลิตสปอร์ *Bacillus subtilis* เพื่อเป็นโปรไบโอติกในสัตว์. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 30(2), 251–259.
- Aires, A., Carvalho, R., Matos, M., Carnide, V., Silva, A. P., & Gonçalves, B. (2017). Variation of chemical constituents, antioxidant activity, and endogenous plant hormones throughout different ripening stages of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars produced in centre of Portugal. *Journal of Food Biochemistry*, 41(6), e12414.
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327–1350.
- Blainski, A., Lopes, G. C., & De Mello, J. C. P. (2013). Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules*, 18(6), 6852–6865.

- Bray, R. H., & Kurtz, L. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59(1), 39–46.
- Chaiharn, M., Chunhaleuchanon, S., & Lumyong, S. (2009). Screening siderophore producing bacteria as potential biological control agent for fungal rice pathogens in Thailand. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(11), 1919–1928.
- Chinvarasopak, P. (2015). Key Factors Affecting the Success of Organic Agriculture in Thai communities: Three case studies in Ubon Ratchathani and Srisaket provinces. *Thai Journal of Public Administration*, 13(2), 105–105.
- Elkoca, E., Turan, M., & Donmez, M. F. (2010). Effects of single, dual and triple inoculations with *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum* bv. Phaseoli on nodulation, nutrient uptake, yield and yield parameters of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. 'elkoca-05'). *Journal of Plant Nutrition*, 33(14), 2104–2119.
- Gupta, A., & Gopal, M. (2008). Siderophore production by plant growth promoting rhizobacteria. *Indian Journal of Agricultural Research*, 42(2), 153–156.
- Kanjanamaneesathian, M., Chumthong, A., Pengnoo, A., & Wiwattanapatapee, R. (2009). *Bacillus megaterium* suppresses major Thailand rice diseases. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, (Special Issue), 154–159.
- Khan, N., Bano, A., & Zandi, P. (2018). Effects of exogenously applied plant growth regulators in combination with PGPR on the physiology and root growth of chickpea (*Cicer arietinum*) and their role in drought tolerance. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 239–247.
- Kuan, K. B., Othman, R., Abdul Rahim, K., & Shamsuddin, Z. H. (2016). Plant growth-promoting rhizobacteria inoculation to enhance vegetative growth, nitrogen fixation and nitrogen remobilisation of maize under greenhouse conditions. *Plos one*, 11(3), e0152478.
- Lenin, G., & Jayanthi, M. (2012). Indole acetic acid, gibberellic acid and siderophore production by PGPR isolates from rhizospheric soils of *Catharanthus roseus*. *Int J Pharmacy Biol Arch*, 3, 933–8.

- Lertpaitoonpan, W., Ong, S. K., & Moorman, T. B. (2009). Effect of organic carbon and pH on soil sorption of sulfamethazine. *Chemosphere*, 76(4), 558–564.
- Ordookhani, K., Khavazi, K., Moezzi, A., & Rejali, F. (2010). Influence of PGPR and AMF on antioxidant activity, lycopene and potassium contents in tomato. *African Journal of Agricultural Research*, 5(10), 1108–1116.
- Porcel, R., Zamarreño, Á. M., García-Mina, J. M., & Aroca, R. (2014). Involvement of plant endogenous ABA in *Bacillus megaterium* PGPR activity in tomato plants. *BMC plant biology*, 14(1), 1–12.
- Sáez-Plaza, P., Navas, M. J., Wybraniec, S., Michałowski, T., & Asuero, A. G. (2013). An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part II. Sample preparation, working scale, instrumental finish, and quality control. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 43(4), 224–272.
- Santos, S., Neto, I. F., Machado, M. D., Soares, H. M., & Soares, E. V. (2014). Siderophore production by *Bacillus megaterium*: effect of growth phase and cultural conditions. *Applied biochemistry and biotechnology*, 172(1), 549–560.
- Sapsirisopa, S., Chookietwattana, K., Maneewan, K., & Khaengkhan, P. (2009). Effect of salt-tolerant *Bacillus* inoculum on rice KDML 105 cultivated in saline soil. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2, S69–S74.
- Song, X. et al. (2015). Interaction matters: Synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. *Applied Soil Ecology*, 89, 25–34.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6–7), 669–675.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29–38.

- Wiwattanapatapee, R., Chumthong, A., Pengnoo, A., & Kanjanamaneesathian, M. (2013). Preparation and evaluation of *Bacillus megaterium*-alginate microcapsules for control of rice sheath blight disease. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(8), 1487–1497.
- Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., & Esmaili, M. A. (2009). Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, 90–92.

ความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ
กลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก
HEALTH LITERACY AND HEALTH PROMOTION BEHAVIORS OF
THE ELDERLY PEOPLE AT RISK FOR HIGH BLOOD PRESSURE,
THUNGKRACHOR SUB-DISTRICT, BANTAK DISTRICT, TAK PROVINCE

วันที่รับ: 22 มิถุนายน 2563

วันที่แก้ไข: 29 กรกฎาคม 2563

วันที่ตอบรับ: 9 พฤศจิกายน 2563

วันวิสา ยะเกียงงำ^{1*}, นิชารีย์ ใจคำวัง¹,
และ พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย¹

Wanwisa Yakiangngam^{1*}, Nicharee Jaikhamwang¹,
and Pongsak Onmoy¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

¹Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

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



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความรู้ด้านสุขภาพและระดับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ใช้วิธีการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 284 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงมีความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพในระดับดีมาก ความรู้ด้านสุขภาพในด้านการตัดสินใจด้านสุขภาพ การจัดการตนเองด้านสุขภาพ การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ การสื่อสารด้านสุขภาพ การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นบุคลากรสาธารณสุขในพื้นที่ควรจัดกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อพัฒนาระดับให้ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงให้มีความรู้ด้านสุขภาพที่ดีและมีพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพที่เหมาะสมเพื่อการมีสุขภาพที่ดีต่อไป

คำสำคัญ: ความรู้ด้านสุขภาพ, พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ, ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง



Abstract

The objectives of this research were to study the health literacy level and health promotion behaviors level. The relation between health literacy and health promotion behaviors among the elderly people at risk for hypertension in Thungkrachor sub-district, Bantak district, Tak province. The research design was cross-sectional descriptive research design. The samples consisted of 284 elderly people with 60 years old and over, classified as elderly people at risk for high blood pressure. Data were collected by using a set of questionnaires, then, analyzed by using Percentage, Mean, Standard Deviation, and the Pearson product-moment correlation coefficient.

The results of this research shown that health literacy and health behaviors of elderly people at risk for high blood pressure were at excellent level. The relations between health literacy and healthy promotion behaviors of elderly people were at risk for high blood pressure. Those were decision-making selection for the most appropriate practices, self-management in health, including data and health service accessibility, health communications, and media literacy. The correlation between their health literacy was statistically significant with their health promotion behaviors.

Health professionals should integrated learning process and to intensively develop and enhance health literacy in order to appropriate health promotion behaviors elderly people at risk for high blood pressure.

Keywords: Health Literacy, Health Promotion Behaviors, Elderly People at Risk for High Blood Pressure



บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) โดยในปี 2559 ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มีจำนวน 9.9 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 15.1 โดยพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีปัญหาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอย่างน้อยหนึ่งโรค เช่น โรคหัวใจ โรคไต โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคข้อเข่าเสื่อม โดยเฉพาะโรคความดันโลหิตสูงที่มีสถานการณ์สูงในระดับประเทศไทย (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2560) องค์การอนามัยโลกได้ประมาณไว้ว่า จำนวนผู้ป่วยความดันโลหิตสูงทั่วโลกจาก 194 ประเทศ มีจำนวนถึง 970 ล้านคน โดย 330 ล้านคนอยู่ในประเทศพัฒนา และ 640 ล้านคน อยู่ในประเทศกำลังพัฒนา และในปี 2025 คาดว่า จะมีผู้ป่วยความดันโลหิตสูงเพิ่มขึ้นเป็น 1.56 พันล้านคน (สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ, 2561) อัตราการป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงต่อประชากรแสนคนในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเพิ่มจาก 12,971.3 ในปี พ.ศ. 2556 เป็น 14,926.5 ในปี พ.ศ. 2560 ตามลำดับ (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2559) สถิติประชากรผู้สูงอายุมีความชุกของโรคความดันโลหิตสูงมากเป็นอันดับหนึ่ง และสถิติความชุกของโรคนั้นเพิ่มสูงขึ้นในช่วง พ.ศ. 2558–2560 จากร้อยละ 55.92 เป็นร้อยละ 64.93 และนอกจากนี้ยังพบสถิติของอัตราการเสียชีวิตจากสาเหตุความดันโลหิตสูงมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากเดิมร้อยละ 5.7 ในปี พ.ศ. 2558 เป็นร้อยละ 12.1 ต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2560 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้สูงอายุมีความชุกของโรคความดันโลหิตสูงเป็นจำนวนมาก โดยจำนวนที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับอายุที่มากขึ้นเนื่องจากความเสื่อมสภาพของหลอดเลือดแดงตามอายุที่มากขึ้น (สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ, 2561) อัตราการป่วยรายใหม่ของโรคความดันโลหิตสูงต่อประชากรแสนคนในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเพิ่มจาก 916.9 ในปี พ.ศ. 2558 เป็น 1,353.1 ในปี พ.ศ. 2560 ตามลำดับ (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2561) ในเขตสุขภาพที่ 2 จังหวัดตาก มีอัตราการป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงสูงที่สุด ซึ่งอำเภอบ้านตากที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงสูงที่สุด โดยมีอัตราการป่วย 2,295.3 ต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2559 (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดตาก, 2559)

จากสถานการณ์พฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุต้องเผชิญกับภัยคุกคามจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีสาเหตุสำคัญจากการมีพฤติกรรมสุขภาพไม่พึงประสงค์ โดยเฉพาะพฤติกรรมเสี่ยงร่วม 3 อ. 2 ส. (ออกกำลังกาย อาหาร อารมณ์ สุขบุหรี และสุรา) ซึ่งเป็นพฤติกรรมสุขภาพในการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุที่เสี่ยงต่อสุขภาพ โดยมีปัจจัยหลักจากพื้นฐานทางวัฒนธรรม ความเชื่อ ค่านิยม และปัจจัยแวดล้อมทางสังคม และทางกายภาพ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ กระทรวง

สาธารณสุขได้จัดทำยุทธศาสตร์สุขภาพวิถีชีวิตไทยตามหลัก 3 อ. 2 ส. ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2554–2563) เพื่อปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตคนไทยให้ลดความเสี่ยงการเกิดโรค ลดปัญหาโรคแทรกซ้อน ลดความพิการ ลดการเสียชีวิต และลดค่าใช้จ่ายในการรักษา แต่พบว่าเมื่อมีการนำไปสู่การปฏิบัติยังได้ผลน้อย จึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้มีความรอบรู้ด้านสุขภาพ (กระทรวงสาธารณสุข กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กองสุศึกษา, 2561) ซึ่งความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy) เป็นความสามารถและทักษะในการเข้าถึงข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจ เพื่อวิเคราะห์ ประเมินการปฏิบัติ การสื่อสารข้อมูลสุขภาพ และการจัดการตนเอง รวมถึงสามารถชี้แนะเรื่องสุขภาพส่วนบุคคล ครอบครัว และชุมชนเพื่อสุขภาพที่ดี ตลอดจนประเมินและเลือกใช้ข้อมูลสุขภาพที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง ครอบครัว และชุมชน เพื่อการส่งเสริม อารมณ์รักษา และคุ้มครองภาวะสุขภาพในบริบทต่างๆ ตลอดช่วงวัยที่แตกต่างกันในชีวิตได้จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะบุคคลที่มีความรอบรู้ทางสุขภาพต่ำจะมีความลำบากในการทำเข้าใจ จัดจำข้อมูลทางสุขภาพ (กระทรวงสาธารณสุข กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กองสุศึกษา, 2561) รวมถึงการปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมสุขภาพ ทำให้มีทางเลือกทางสุขภาพที่จำกัดก่อให้เกิดพฤติกรรมเสี่ยงต่อภาวะสุขภาพ เกิดโรคได้ง่าย ไม่สามารถจัดการสุขภาพได้ด้วยตนเอง ทำให้ต้องเข้าโรงพยาบาลบ่อยครั้ง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านสุขภาพสูงขึ้น (McCarthy, Waite, Curtis, Engel, Baker, & Wolf, 2012) ผู้สูงอายุเป็นผู้ที่มีข้อจำกัดในการดูแลสุขภาพตนเอง อายุที่เพิ่มขึ้น ปัญหาในการฟังและอ่าน ล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการรับและใช้ข้อมูลข่าวสารความรู้ด้านสุขภาพ ทำให้มีการปฏิบัติหรือมีพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่ถูกต้องก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม (Nutbeam, 2009) ระดับความสามารถในการอ่าน การรับรู้ทางสายตา การได้ยินเสียง การประมวลผล การทำความเข้าใจข้อมูลข่าวสารความรู้ด้านสุขภาพที่ลดลง ส่งผลให้ความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะขาดการดูแลสุขภาพและมีภาวะสุขภาพที่ไม่ดี (Kim, 2009)

ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เป็นพื้นที่กึ่งเมืองกึ่งชนบท มีอัตราป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการคัดกรองกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงประจำปี พ.ศ. 2561 ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตตำบลทุ่งกระเซาะ พบว่าในประชากรช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 2,372 คน พบกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงจำนวน 1,071 คน (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุ่งกระเซาะ, 2561; โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่, 2561; โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านห้วยพลู, 2561) ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงรายใหม่ในปี พ.ศ. 2561 จำนวน 86 คน โดยเพิ่มจาก 27 คน ในปี พ.ศ. 2558 เป็น 69 คน ในปี พ.ศ. 2560 ตามลำดับ ซึ่งผู้สูงอายุในพื้นที่ส่วนมากสามารถทำงานหาเลี้ยงชีพและจะให้ความสำคัญกับการประกอบอาชีพ การหารายได้ มากกว่าการเข้าร่วมกิจกรรมด้าน

สุขภาพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย ประกอบกับการบริโภคอาหารที่นิยมอาหารรสจัดทั้งหวาน มัน เค็ม ซึ่งล้วนเป็นพฤติกรรมเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง รวมถึงการจัดบริการเชิงรุกยังไม่ทั่วถึง การพัฒนาสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพยังไม่หลากหลายและไม่เพียงพอต่อผู้สูงอายุ อีกทั้งยังไม่มีแผนพัฒนาการเสริมสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพไว้ในข้อบัญญัติของตำบล ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาระดับความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพพระระดับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เพื่อนำข้อมูลเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมและออกแบบพัฒนาการสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพและการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ให้ผู้สูงอายุมีภาวะสุขภาพที่ดีต่อไป

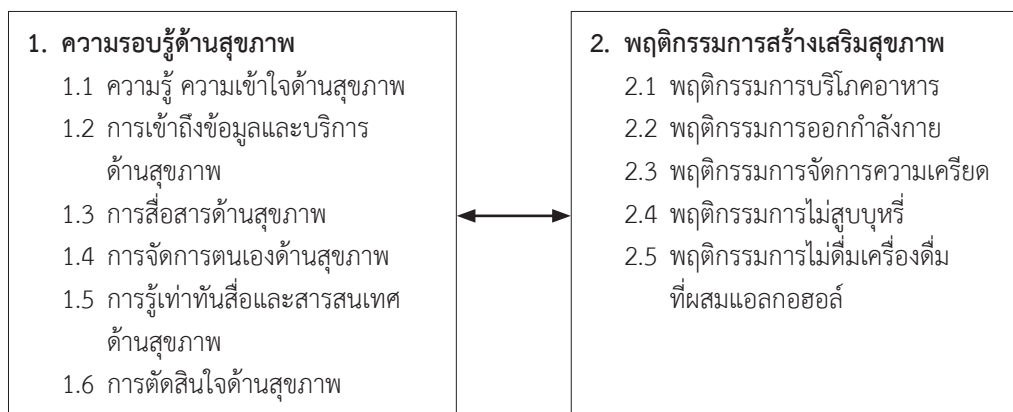


วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก
2. เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก



กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive research) มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงทั้งชายและหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่ผ่านการคัดกรองแบบคัดกรองมาตรฐานตามระบบของกระทรวงสาธารณสุข โดยมีภาวะก่อนความดันโลหิตสูง (Pre-hypertension) หมายถึง ผู้ที่มีค่าความดันโลหิตสูงที่สุดเมื่อหัวใจห้องล่างซ้ายบีบตัว (Systolic Blood Pressure: SBP) ระหว่าง 130–139 mmHg หรือผู้ที่มีค่าความดันโลหิตต่ำที่สุดเมื่อหัวใจห้องล่างซ้ายคลายตัว (Diastolic Blood Pressure: DBP) ระหว่าง 80–89 mmHg (ได้รับการตรวจวัดความดันโลหิตอย่างน้อย 2 ครั้ง ห่างกัน 15 นาที) มีชื่ออยู่ในทะเบียนกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงประจำปี พ.ศ. 2561 อาศัยอยู่ในตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีจำนวนกลุ่มเสี่ยงทั้งหมด 1,071 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ใช้การคำนวณจากสูตรเครซีและมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) ได้ 284 คน

2.2 แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของประชากร จำนวน 12 หมู่บ้าน โดยผู้วิจัยดำเนินการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ

2.3 จากนั้นใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับสลากจากประชากรตามสัดส่วนของแต่ละหมู่บ้าน มีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) ดังนี้ 1) การสื่อสาร อ่านออก เขียนได้ 2) อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก และ 3) สม่ครใจและยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) คือ 1) มีภาวะเจ็บป่วยกะทันหัน 2) ต้องการยกเลิกการเข้าร่วมวิจัยระหว่างดำเนินการ และ 3) ย้ายบ้านออกจากพื้นที่การวิจัยในระหว่างดำเนินการวิจัย

3. เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงใหม่ ตามหลัก 3 อ. 2 ส. จากกระทรวงสาธารณสุข กองสุกศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ (2561) ประกอบด้วย 3 ส่วน (จำนวน 52 ข้อ) ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง รอบเอว ดัชนีมวลกาย สถานภาพสมรส การนับถือศาสนา ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ โรคประจำตัว การมีญาติสายตรงเป็นโรคความดันโลหิตสูง และบทบาทหน้าที่ในชุมชน (จำนวน 14 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบ (Checklist) และเติมข้อความ (Fill in the blank)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้รอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส. แบ่งออกเป็น 6 ตอน (จำนวน 31 ข้อ) ได้แก่

ตอนที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพที่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 6 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบคำตอบเดียว (Multiple Choice Questions) มี 4 ตัวเลือก กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

การจัดระดับความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-2 คะแนน หรือ < 60% ของคะแนนเต็ม, ถูกต้อง 3-4 คะแนน หรือ ≥ 60 -< 80% ของคะแนนเต็ม, ดีมาก 5-6 คะแนน หรือ ≥ 80 % ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 2 การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 5 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดให้ผู้ตอบตอบได้ 5 ตัวเลือก คำถามเชิงบวก ทุกครั้ง (4) บ่อยครั้ง (3) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (1) และไม่ได้ปฏิบัติ (0) และคำถามเชิงลบ ทุกครั้ง (0) บ่อยครั้ง (1) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (3) และไม่ได้ปฏิบัติ (4)

การจัดระดับการเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-12 คะแนน หรือ < 60% ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 13-15 คะแนน หรือ ≥ 60 -< 80% ของคะแนนเต็ม, ดีมาก 16-20 คะแนน หรือ ≥ 80 % ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 3 การสื่อสารด้านสุขภาพเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญด้านสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 5 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดให้ผู้ตอบตอบได้ 5 ตัวเลือก คำถามเชิงบวก ทุกครั้ง (4) บ่อยครั้ง (3) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (1) และไม่ได้ปฏิบัติ (0) และคำถามเชิงลบ ทุกครั้ง (0) บ่อยครั้ง (1) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (3) และไม่ได้ปฏิบัติ (4)

การจัดระดับการสื่อสารด้านสุขภาพ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-12 คะแนน หรือ < 60% ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 13-15 คะแนน หรือ ≥ 60 -< 80% ของคะแนนเต็ม, ดีมาก 16-20 คะแนน หรือ ≥ 80 % ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 4 การจัดการตนเองด้านสุขภาพเพื่อสร้างเสริมสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 5 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดให้ผู้ตอบตอบได้ 5 ตัวเลือก คำถามเชิงบวก ทุกครั้ง (4) บ่อยครั้ง (3) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (1) และไม่ได้ปฏิบัติ (0) และคำถามเชิงลบ ทุกครั้ง (0) บ่อยครั้ง (1) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (3) และไม่ได้ปฏิบัติ (4)

การจัดระดับการจัดการตนเองด้านสุขภาพ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-12 คะแนน หรือ $< 60\%$ ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 13-15 คะแนน หรือ $\geq 60 - < 80\%$ ของคะแนนเต็ม, ดีมาก 16-20 คะแนน หรือ $\geq 80\%$ ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 5 การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพเพื่อสร้างเสริมสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 5 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดให้ผู้ตอบตอบได้ 5 ตัวเลือก คำถามเชิงบวก ทุกครั้ง (4) บ่อยครั้ง (3) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (1) และไม่ได้ปฏิบัติ (0) และคำถามเชิงลบ ทุกครั้ง (0) บ่อยครั้ง (1) บางครั้ง (2) นานๆ ครั้ง (3) และไม่ได้ปฏิบัติ (4)

การจัดระดับการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-12 คะแนน หรือ $< 60\%$ ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 13-15 คะแนน หรือ $\geq 60 - < 80\%$ ของคะแนนเต็ม, ดีมาก 16-20 คะแนน หรือ $\geq 80\%$ ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 6 การตัดสินใจด้านสุขภาพเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 5 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก ก ข ค ง ที่ตรงกับการปฏิบัติ/ คาดว่าจะปฏิบัติ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ 1-4 คะแนน ตามเกณฑ์ของกระทรวงสาธารณสุข กองสุกศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ (2561)

การจัดระดับการตัดสินใจด้านสุขภาพเลือกปฏิบัติที่ถูกต้อง แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-12 คะแนน หรือ $< 60\%$ ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 13-15 คะแนน หรือ $\geq 60 - < 80\%$ ของคะแนนเต็ม, ดีมาก 16-20 คะแนน หรือ $\geq 80\%$ ของคะแนนเต็ม

ระดับความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส. ในภาพรวม โดยใช้เกณฑ์การแปลผลของกระทรวงสาธารณสุข กองสุกศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ (2561) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0-35.33 คะแนน หรือ $< 60\%$ ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 35.34-70.67 คะแนน หรือ $\geq 60 - < 80\%$ ของคะแนนเต็ม, ดีมาก เท่ากับหรือมากกว่า 70.68 คะแนน หรือ $\geq 80\%$ ของคะแนนเต็ม

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส. (จำนวน 10 ข้อ) ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดให้ผู้ตอบตอบได้ 5 ตัวเลือก คำถามเชิงบวก 6-7 วัน/

สัปดาห์ (5), 4–5 วัน/สัปดาห์ (4), 3 วัน/สัปดาห์ (3), 1–2 วัน/สัปดาห์ (2) ไม่ได้ปฏิบัติ (1) และคำถามเชิงลบ 6–7 วัน/สัปดาห์ (1), 4–5 วัน/สัปดาห์ (2), 3 วัน/สัปดาห์ (3), 1–2 วัน/สัปดาห์ (4) และไม่ได้ปฏิบัติ (5)

ระดับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตามหลัก 3 อ. 2 ส. ในภาพรวม โดยใช้เกณฑ์การแปลผลของกระทรวงสาธารณสุข กองสุกศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ (2561) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ไม่ดี 0–16.66 คะแนน หรือ $< 60\%$ ของคะแนนเต็ม, พอใช้ 16.67–33.33 คะแนน หรือ ≥ 60 – $< 80\%$ ของคะแนนเต็ม, ดีมาก เท่ากับหรือมากกว่า 33.34 คะแนน หรือ $\geq 80\%$ ของคะแนนเต็ม

4. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงบ้านท้องฟ้า ตำบลท้องฟ้า อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือโดยค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความรู้โดยใช้ค่า KR-20 ได้ค่าเท่ากับ 0.73 ค่าความเชื่อมั่นของความรู้ความเข้าใจด้านสุขภาพ เท่ากับ 0.74 การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ เท่ากับ 0.87 การสื่อสารด้านสุขภาพ เท่ากับ 0.79 การจัดการตนเองด้านสุขภาพ เท่ากับ 0.89 การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพ เท่ากับ 0.72 การตัดสินใจด้านสุขภาพ เท่ากับ 0.82 และพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.84

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป โดยใช้สถิติการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ข้อมูลความรอบรู้ด้านสุขภาพพฤติกรรม การสร้างเสริมสุขภาพ วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน



ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 50.7 ผู้สูงอายุมีอายุระหว่าง 60–69 ปี ร้อยละ 61.3 สถานภาพสมรส ร้อยละ 55.3 นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 98.59 จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 86.9 ประกอบอาชีพทำไร่ ทำนา ทำสวน เลี้ยงวัว ร้อยละ 42.6 มีรายได้ 1,001–5,000 บาท ร้อยละ 59.2 ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว

ร้อยละ 86.3 ไม่มีญาติสายตรงเป็นโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 85.6 และไม่มีบทบาทหน้าที่ในชุมชน ร้อยละ 75.5

ตารางที่ 1 ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส. (n = 284)

ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ กลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพ	5.80	0.47	ดีมาก
การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ	13.05	2.00	พอใช้
การสื่อสารด้านสุขภาพ	11.04	1.32	ไม่ดี
การจัดการตนเองด้านสุขภาพ	14.73	2.73	พอใช้
การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพ	14.78	2.70	พอใช้
การตัดสินใจด้านสุขภาพ	14.00	3.61	พอใช้
ภาพรวมความรอบรู้ด้านสุขภาพ	73.27	9.70	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 73.27$, S.D. = 9.70) ด้านความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 5.80$, S.D. = 0.47) การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 13.05$, S.D. = 2.00) การสื่อสารด้านสุขภาพอยู่ในระดับไม่ดี ($\bar{X} = 11.04$, S.D. = 1.32) การจัดการตนเองด้านสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 14.73$, S.D. = 2.73) การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 14.78$, S.D. = 2.70) และการตัดสินใจด้านสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 14.00$, S.D. = 3.61)

ตารางที่ 2 พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส.

พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ กลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง	ค่าเฉลี่ย		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
ภาพรวมพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ	40.27	4.13	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่าพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 40.27$, S.D. = 4.13) พฤติกรรมที่ไม่ได้ปฏิบัติมากที่สุดคือ การสูบบุหรี่ ยาเส้น และสูดควันบุหรี่ ร้อยละ 84.51 ไม่ได้ดื่มเหล้าต้ม เหล้าขาว เหล้าแดง เบียร์ ไวน์ ร้อยละ 83.80 และไม่ได้อยู่กับผู้ที่มีดื่มเหล้า สูบบุหรี่ ร้อยละ 80.28

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตามหลัก 3 อ. 2 ส.

ความรู้ด้านสุขภาพ	พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ	
	r	p-value
ความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพ	0.05	0.36
การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ	0.52	< 0.01*
การสื่อสารด้านสุขภาพ	0.45	< 0.01*
การจัดการตนเองด้านสุขภาพ	0.55	< 0.01*
การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพ	0.26	< 0.01*
การตัดสินใจด้านสุขภาพ	0.59	< 0.01*
ภาพรวมของความรู้ด้านสุขภาพ	0.59	< 0.01*

* มีความสัมพันธ์กัน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส. พบว่า ความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ และความรู้ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง มี 5 ด้าน คือ การตัดสินใจด้านสุขภาพ ($r = 0.59$, $p < 0.01$) การจัดการตนเองด้านสุขภาพ ($r = 0.55$, $p < 0.01$) การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ ($r = 0.52$, $p < 0.01$) การสื่อสารด้านสุขภาพ ($r = 0.45$, $p < 0.01$) การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพ ($r = 0.26$, $p < 0.01$) และภาพรวมของความรู้ในการสร้างเสริมสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเป้าหมายที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.59$, $p < 0.01$)



อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาแยกอภิปรายตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส. ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก คือ ผู้สูงอายุมีระดับความรู้ด้านสุขภาพที่เพียงพอ และอาจจะมีการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. ได้ถูกต้อง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุ่งกระเซาะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท้องฟ้า มีการคัดกรองโรคกลุ่มเสี่ยงความดันโลหิตสูงและผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข และเมื่อพบผู้ป่วยที่เริ่มมีภาวะความดันโลหิตสูง เจ้าหน้าที่จะมีการให้ความรู้กับผู้ป่วยทันที และถ้ายังมีภาวะความดันโลหิตสูงอีกทางเจ้าหน้าที่จะมีการจัดกิจกรรมให้ความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงให้กับกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง และมีการนัดติดตามผลการวัดความดันในแต่ละครั้ง นัดให้กลุ่มเสี่ยงมารับฟังความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงซ้ำอีก มีการบอกให้ทราบวาระระดับความดันโลหิตของกลุ่มเสี่ยงอยู่ในระดับใด และควรปฏิบัติตัวอย่างไร นอกจากนี้โรงพยาบาลบ้านตาก ซึ่งเป็นโรงพยาบาลแม่ข่าย จะมีแพทย์ออกตรวจ ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทั้ง 3 แห่ง ทุกเดือน และมีพยาบาลเวชปฏิบัติออกให้บริการร่วมด้วยทุกครั้ง ซึ่งพยาบาลเวชปฏิบัติจะมีการจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้กลุ่มเสี่ยงมีความรู้เกี่ยวกับโรคและการปฏิบัติตัวที่ถูกต้อง จะเห็นได้ว่ากลุ่มเสี่ยงจะได้รับการสอนและคำแนะนำหลายครั้งจากเจ้าหน้าที่ ถือเป็นการเน้นย้ำความรู้และการปฏิบัติตัวให้กับกลุ่มเสี่ยง แต่เนื่องจากกลุ่มผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุซึ่งไม่สามารถจำสิ่งที่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขเข้าไปให้ความรู้ได้ทั้งหมด อาจมีการลืมความรู้บางเรื่องที่เจ้าหน้าที่ได้อบรมให้จึงทำให้ภาพรวมของความรู้อยู่ในระดับดีมาก

ด้านความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพที่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับดีมาก คือ ผู้สูงอายุรู้และเข้าใจในหลัก 3 อ. 2 ส. อย่างถูกต้องเพียงพอต่อการปฏิบัติเพื่อสุขภาพที่ดีอย่างยั่งยืน และส่วนใหญ่ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงมีความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพเกี่ยวกับอาหารที่เสี่ยงต่อการทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 99.65 การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ส่งผลกระทบต่อปัญหามากที่สุด ร้อยละ 99.30 และการออกกำลังกายลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 98.24 เนื่องจากผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคความดันโลหิตสูงและการปฏิบัติตัวหลายช่องทาง เช่น แพทย์พยาบาล บุคลากรสาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุข และบุคคลในครอบครัว หรืออาจเป็นสื่อที่มีใช้บุคคล เช่น โทรศัพท์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ วารสาร เสียงตามสายในหมู่บ้าน เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของอนุพันธ์ แสงศรี (2558) ได้ศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของประชาชน

ที่มีภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง พบว่า ความรู้ด้านอาหารมีระดับความรู้โดยรวมอยู่ในระดับสูง และสอดคล้องกับการศึกษาของกัลยารัตน์ แก้ววันดี, วราภรณ์ ศิริสว่าง, และ จิตมา กตัญญู (2558) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของประชาชนกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง พบว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงและภาวะแทรกซ้อน และการกระตุ้นเตือนจากบุคคลในครอบครัว จากแพทย์ พยาบาล หรือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของกลุ่มตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ด้านการเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับพอใช้ ผู้สูงอายุมักมีปัญหาในการแสวงหาข้อมูลบริการสุขภาพจากหลายแหล่งที่น่าเชื่อถือเพียงพอต่อการตัดสินใจ คือ การต้องการข้อมูลสุขภาพ สามารถค้นหาข้อมูลหรือสอบถามผู้รู้ จนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ทันสมัย สามารถเลือกแหล่งข้อมูลสุขภาพเกี่ยวกับการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. และมีปัญหากับการค้นหาข้อมูลสุขภาพจากแหล่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นขอคำปรึกษาจากผู้รู้จากสื่อสิ่งพิมพ์หรืออินเทอร์เน็ต สอดคล้องกับการศึกษาของกรรณธัช ปัญญาใส, พิศพลลัมภ์ อารังศรีวรกุล, และ สุภาภรณ์ ตันตินันทระกุล (2560) ได้ศึกษาความรู้ทางด้านสุขภาพและการจัดการความรู้สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง พบว่า การเข้าถึงข้อมูลและการบริการสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ได้ ร้อยละ 73.8 ทั้งนี้เนื่องจากผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงไม่ได้รับการกระตุ้นหรือความเอาใจใส่ด้านการดูแลตนเองเท่าที่ควร หากกลุ่มเสี่ยงมีการเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพที่ดีก็ส่งผลให้พฤติกรรมสุขภาพดีขึ้น หน่วยงานสาธารณสุขและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องสามารถเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพที่สะดวกและทั่วถึง

ด้านการสื่อสารด้านสุขภาพเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญด้านสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับไม่ดี ผู้สูงอายุมักมีปัญหาในด้านทักษะการฟัง การอ่าน การเขียน และการเล่าเรื่อง/โน้มน้าวผู้อื่นให้เข้าใจในการปฏิบัติตนเพื่อสุขภาพตนเองได้ คือ มีการฟังคำแนะนำเรื่อง การปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. การโน้มน้าวให้บุคคลอื่นยอมรับข้อมูล การแสดงออกในการพูด อ่าน เขียนข้อมูล เพื่อให้คนอื่นเข้าใจและเล่าเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติตนให้กับคนในครอบครัวจนเขาเข้าใจ สอดคล้องกับการศึกษาของกรรณธัช ปัญญาใส, พิศพลลัมภ์ อารังศรีวรกุล, และ สุภาภรณ์ ตันตินันทระกุล (2560) ได้ศึกษาความรู้ทางด้านสุขภาพและการจัดการความรู้สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง พบว่า การสื่อสารเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญทางสุขภาพอยู่ในระดับไม่ดี ร้อยละ 55.3 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงได้รับการสื่อสารข้อมูลสุขภาพอยู่ในระดับไม่ดี การสื่อสารข้อมูลสุขภาพที่ดี การพัฒนาระบบการสื่อสารสุขภาพที่ดี จะช่วยให้ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงรู้จักวิธีการรักษาสุขภาพของตนเองและคนใกล้ชิดมากขึ้น

ด้านการจัดการตนเองด้านสุขภาพเพื่อสร้างเสริมสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับพอใช้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้สูงอายุการจัดการเงื่อนไขต่างๆ ทั้งด้านอารมณ์ ความต้องการภายในตนเอง และจัดการตนเองที่เป็นอุปสรรคต่อสุขภาพตนเองไม่ค่อยได้ อาจเนื่องมาจากผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงมีการจัดการตนเองให้สามารถทำตามแผนหรือเป้าหมาย การมีพฤติกรรมที่ถูกต้องได้ไม่ดี จะส่งผลให้การปฏิบัติตนและพฤติกรรมสุขภาพของตนเองไม่ดีเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของกรฐณธัช ปัญญาใส, พิสสลลลัมภ์ อารังค์วรกุล, และ สุภาภรณ์ ตันตินันท์ตระกูล (2560) ได้ศึกษาความรู้ทางด้านการสุขภาพและการจัดการความรู้สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง พบว่า ด้านการจัดการตนเอง เพื่อเสริมสร้างสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 46.6

ด้านความรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศเพื่อสร้างเสริมสุขภาพตามหลัก 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับพอใช้ ผู้สูงอายุยอมรับและเชื่อถือข้อมูลที่เผยแพร่ผ่านสื่อ โดยแทบจะไม่คิดวิเคราะห์ หรือตรวจสอบก่อน คือ ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงได้แลกเปลี่ยนพูดคุย วิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับแนวทาง ปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. กับผู้อื่น ตัดสินใจเชื่อและปฏิบัติตามการเห็นโฆษณาสินค้าเกี่ยวกับ สุขภาพทางโทรทัศน์ เกิดความสนใจ ต้องหาข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนตัดสินใจซื้อ และการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสุขภาพ การที่กลุ่มเสี่ยงรู้เท่าทันสื่อด้านสุขภาพจะส่งผล ให้มีพฤติกรรมดูแลสุขภาพที่ดีขึ้นด้วย ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของกรฐณธัช ปัญญาใส, พิสสลลลัมภ์ อารังค์วรกุล, และ สุภาภรณ์ ตันตินันท์ตระกูล (2560) ได้ศึกษาความรู้ทางด้านการสุขภาพและการจัดการความรู้สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง พบว่า การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศเพื่อเสริมสร้างสุขภาพอยู่ในระดับไม่ต่ำ ร้อยละ 49.5 ดังนั้น หากต้องการให้ประชาชนมีการดูแลสุขภาพเพิ่มมากขึ้น หน่วยงานสาธารณสุขและ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นต้องส่งเสริมความสามารถของประชาชนในการรับรู้เท่าทันสื่อ และสารสนเทศเพื่อเสริมสร้างสุขภาพตามลำดับ เพราะสืบปัจจัยนี้รวมทั้งอิทธิพลทางตรง และทางอ้อมต่อการดูแลสุขภาพของประชาชน

ด้านการตัดสินใจด้านสุขภาพที่ถูกต้องตามหลัก 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับพอใช้ ผู้สูงอายุมีการตัดสินใจด้านสุขภาพที่ไม่ดีเป็นส่วนใหญ่ ไม่สนใจสุขภาพตนเอง ทำตัวตามสบาย โดยไม่คำนึงถึงผลดีผลเสียต่อสุขภาพตนเอง คือ ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงส่วนใหญ่ตอบถูกในข้อคำถาม จะตัดสินใจทำอะไรเมื่อท่านไปงานเลี้ยงสังสรรค์ที่บ้านของเพื่อนบ้าน แล้วได้รับการเชิญ ให้กินอาหารที่ไม่ค่อยดีต่อสุขภาพ เช่น หวานหรือมันจนเกินไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้สูงอายุ กลุ่มเสี่ยงมีการตัดสินใจด้านสุขภาพเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลัก 3 อ. 2 ส. นั้นเป็นเหตุผล สำคัญในการดูแลสุขภาพของตนเองเพื่อให้ห่างไกลโรคร้าย การตัดสินใจที่ดีนั้น มีผลทำให้พฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพตนเองดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

กรฐณรัช ปัญญาไส, พิสสลัณห์ อารังศวรกุล, และ สุภาภรณ์ ตันตินันทระกุล (2560) ได้ศึกษาความรู้ทางด้านสุขภาพและการจัดการความรู้สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง พบว่า การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องอยู่ในระดับพอใช้ได้ ร้อยละ 61.2 ดังนั้นการมีส่วนร่วมกิจกรรมสุขภาพที่เหมาะสมกับกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ กิจกรรมรู้ก่อนชนะก่อน กิจกรรมหมั่นออกกำลังกาย กิจกรรมขาด 3 ตัดสิทธิ กิจกรรมไม่เข้าใจให้ถาม และกิจกรรมเคาะประตูบ้าน

2. พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส.

ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงไม่ได้สูบบุหรี่ ยาเส้น และสูดควันบุหรี่ ต้มเหล้าต้ม เหล้าขาว เหล้าแดง เบียร์ ไวน์ และไม่ได้อยู่ใกล้ชิดกับผู้ที่ดื่มเหล้า สูบบุหรี่ เนื่องจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดตากได้นำนโยบายพระราชบัญญัติเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และยาสูบ ได้จัดทำหนังสือราชการขอให้หน่วยงานสาธารณสุขอำเภอบ้านตากให้บังคับใช้กับร้านค้าอย่างจริงจัง มีการดำเนินงานรณรงค์การลด ละ เลิกการดื่มสุรา การสูบบุหรี่ในวันสำคัญทุกเทศกาล งานวันอาสาสมัครสาธารณสุขของอำเภอบ้านตาก งานศพปลอดเหล้า การพนันของทุกหมู่บ้าน รวมทั้งมีหมู่บ้านศีลห้าด้วย จึงทำให้การเข้าถึงเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ได้ยากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงมีการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคภาวะแทรกซ้อนและการกระตุ้นเตือนจากบุคคลในครอบครัว เจ้าหน้าที่สาธารณสุข พยาบาล แพทย์ อสม. ได้ให้คำแนะนำกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้เป็นประจำ ได้แก่ หลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ นอนหลับให้เพียงพออย่างน้อยวันละ 6-8 ชั่วโมง หลีกเลี่ยงความเครียดทางอารมณ์ และควรตรวจสุขภาพสม่ำเสมอ ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของกัลยารัตน์ แก้ววันดี, วราภรณ์ ศิริสว่าง, และ จิตติมา กตัญญู (2558) ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของประชาชนกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า การงดสูบบุหรี่ การงดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้ยังไม่สอดคล้องกับการศึกษาของนุจรี อ่อนสิน้อย (2559) ได้ศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกันความดันโลหิตสูงในกลุ่มประชาชนที่มีภาวะก่อนเป็นโรคความดันโลหิตสูง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า พฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงที่อยู่ในระดับปานกลาง คือ ไม่สูบบุหรี่และหลีกเลี่ยงการเข้าใกล้คนสูบบุหรี่ และไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ จากการอภิปรายดังกล่าวทำให้ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงมีพฤติกรรมการปฏิบัติตนในการดูแลสุขภาพตนเอง

ตามหลัก 3 อ. 2 ส. เป็นเหตุผลสำคัญในการดูแลพฤติกรรมสุขภาพของตนเองที่ดีเพิ่มขึ้น จะส่งผลพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพนั้นดีขึ้นด้วย

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตามหลัก 3 อ. 2 ส.

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ด้านความรู้ ความเข้าใจด้านสุขภาพไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพและความรอบรู้กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง มีความสัมพันธ์กันอยู่ 5 ด้าน ได้แก่ การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ การสื่อสารด้านสุขภาพ การจัดการตนเองด้านสุขภาพ การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้อง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเองของกลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาครั้งนี้สนับสนุนแนวคิดของเบคเกอร์ที่กล่าวว่า การที่บุคคลจะแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อหลีกเลี่ยงจากการเป็นโรค บุคคลนั้นจะต้องมีความเชื่อว่าตนเองมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค เชื่อว่าโรคที่เกิดขึ้นนั้นมีความรุนแรงทำให้เกิดผลกระทบในการดำเนินชีวิตได้ เชื่อว่าการปฏิบัติพฤติกรรมจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหรือลดความรุนแรงของโรคถ้าหากป่วยเป็นโรคนั้นๆ และเชื่อว่าเป็นการกระทำที่ไม่มีอุปสรรคขัดขวางการปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง พบว่าการเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ การสื่อสารด้านสุขภาพ การจัดการตนเองด้านสุขภาพ การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้อง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การที่ผู้สูงอายุสามารถแสวงหาข้อมูลและบริการสุขภาพจากหลายแหล่งที่น่าเชื่อถือได้มากพอต่อการตัดสินใจที่ถูกต้องแม่นยำได้ ยอมรับและเชื่อถือข้อมูลที่เผยแพร่ผ่านสื่อเฉพาะที่ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลด้วยตนเองก่อนว่าถูกต้องจริงและเป็นแบบอย่างที่ดี มีความสามารถและเชี่ยวชาญพอในด้าน การฟัง พูด อ่าน เขียน เพื่อสื่อสารให้ตนเองและผู้อื่นเข้าใจและยอมรับการปฏิบัติตามหลัก 3 อ. 2 ส. ของตนเองอย่างถูกต้องและเป็นแบบอย่างที่ดี ได้มีการตัดสินใจที่ถูกต้องโดยให้ความสำคัญต่อการปฏิบัติตามหลัก 3 อ. 2 ส. ที่เกิดผลดีต่อสุขภาพตนเองและผู้อื่นอย่างเคร่งครัด รวมถึงการจัดการเงื่อนไขต่างๆ ทั้งด้านอารมณ์ ความต้องการภายในของตนเอง และสภาพแวดล้อมรอบตัวที่เป็นอุปสรรคหรือมีผลต่อสุขภาพตนเองได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของแสงเดือน กิ่งแก้ว และ นุสรา ประเสริฐศรี (2558) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดทางสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรังหลายโรค พบว่าพฤติกรรมสุขภาพโดยรวมมีความสัมพันธ์กับความฉลาดทางสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ

การศึกษาของอาเนซ โออิน (2559) ได้ศึกษาความฉลาดทางสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของคนไทยที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป พบว่าความฉลาดทางสุขภาพและปัจจัยการมีส่วนร่วมกิจกรรมสุขภาพทางสังคมมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพ โดยความฉลาดทางสุขภาพในส่วนของจัดการเงื่อนไขสุขภาพของตนเองมีอิทธิพลต่อการดูแลสุขภาพในเชิงเหตุผลมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของพิทยา ไพบูลย์ศิริ (2561) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของผู้บริหารภาครัฐ พบว่าการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความรอบรู้ด้านสุขภาพ และพบว่าความรอบรู้ด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงมีความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพในระดับดีมาก ความรอบรู้ด้านสุขภาพในด้านการตัดสินใจด้านสุขภาพ การจัดการตนเองด้านสุขภาพ การเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ การสื่อสารด้านสุขภาพ การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรมีการจัดบริการเชิงรุกเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงสามารถเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ รวมถึงการสื่อสารด้านสุขภาพที่สะดวกและทั่วถึง
2. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรมีการพัฒนาสื่อและสารสนเทศด้านสุขภาพที่หลากหลาย สามารถเรียนรู้ได้ง่าย มีช่องทางการเข้าถึงสื่อที่เชื่อถือได้ รวมทั้งสื่อที่เป็นบุคคลต้นแบบในชุมชน
3. ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงตำบลทุ่งกระเซาะควรได้รับการจัดโปรแกรมพัฒนาศักยภาพความรู้ด้านสุขภาพและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพอย่างต่อเนื่อง
4. องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรถูกกำหนดแผนพัฒนาการเสริมสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพไว้ในข้อบัญญัติและให้การสนับสนุนส่งเสริมอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษารูปแบบกิจกรรมที่เหมาะสมในการพัฒนาศักยภาพความรู้ด้านสุขภาพและการสร้างเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง

2. การศึกษาสื่อสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง
 3. การศึกษาการจัดการตนเองด้านสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง
- แบบบูรณาการ



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานผู้สูงอายุโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทั้ง 3 แห่ง และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในเขตพื้นที่ตำบลทุ่งกระเซาะทุกท่านที่ให้ความร่วมมือตลอดการวิจัย



เอกสารอ้างอิง

กรณฐธัช ปัญญาใส, พิเศษสัลลัม อารังศรีวรกุล, และ สุภาภรณ์ ตันตินันทตระกูล. (2560). ความรอบรู้ทางด้านสุขภาพและการจัดการความรู้สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง. ใน *การประชุมวิชาการ Thailand Health Literacy Forum 2017 “Health Literacy: A Challenge for Contemporary Health Education in Thailand”*, (น. 69–77). กรุงเทพฯ: กองสุกศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข.

กองสุกศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *การประเมินและการสร้างเสริมความรู้ด้านสุขภาพ*. สืบค้น 17 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.hed.go.th>

กัลยารัตน์ แก้ววันดี, วราภรณ์ ศิริสว่าง, และ จิตติมา กตัญญู. (2558). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของประชาชนกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองยวง อำเภอยะรังหนองล่อง จังหวัดลำพูน. สืบค้น 15 ธันวาคม 2561, จาก <http://gs.nsr.ac.th/files/5/B5.pdf>

กิตติวรรณ จันทร์ฤทธิ์ และคนอื่นๆ. (2562). รูปแบบการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุโดยมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายชุมชน ตำบลป่าเป้า อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)*, 14(1), 65.

ชาญยุทธ์ คำวรรณ และ ปานชีวัน แลบุญมา. (2557). การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของกลุ่มเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง ตำบลสมัย อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง. *วารสารการพยาบาล การสาธารณสุขและการศึกษา*, 22(2), 38–47.

- ัญชนก ขุมทอง, วิราภรณ์ โพธิศิริ, และ ขวัญเมือง แก้วดำเกิง. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ด้านสุขภาพของประชากรกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงในจังหวัดอุทัยธานีและอ่างทอง. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University*, 3(6), 67–85.
- นุจรี อ่อนสิน้อย. (2559). ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกันความดันโลหิตสูงในกลุ่มประชาชนที่มีภาวะก่อนเป็นโรคความดันโลหิตสูง. วิทยานิพนธ์: พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลเวชปฏิบัติชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิทยา ไพบูลย์ศิริ. (2561). ความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ 3 อ. 2 ส. ของผู้บริหารภาครัฐ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *สมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย*, 8(1), 97–107.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2560). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2559*. สืบค้น 10 ธันวาคม 2561, จาก <https://thaitgri.org/?p=38427>
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุ่งกระเซาะ. (2561). *ข้อมูลโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง*. ตาก: โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุ่งกระเซาะ.
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่. (2561). *ข้อมูลโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง*. ตาก: โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่.
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านห้วยพลู. (2561). *ข้อมูลโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง*. ตาก: โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านห้วยพลู.
- สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2559). *สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2559*. สืบค้น 17 ธันวาคม 2561, จาก http://203.157.157.4/GCC/section9/HealthPlan12_2560_2564.pdf
- _____. (2561). *แผนงานควบคุมโรคไม่ติดต่อ ปี 2560–2564*. สืบค้น 17 ธันวาคม 2561, จาก http://plan.ddc.moph.go.th/meeting30_1augsep/meeting30_1/Documents/7.%20NATI/1.แผนงานควบคุมโรคไม่ติดต่อ.pdf
- สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ. (2561). *ความดันโลหิตสูง...เพศเมีย*. สืบค้น 17 ธันวาคม 2561, จาก https://www.hiso.or.th/hiso/tonkit/tonkits_70.php
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดตาก. (2559). *ข้อมูลการคัดกรองกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง จังหวัดตาก*. ตาก: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดตาก.

- สำนักงานสาธารณสุขอำเภอบ้านตาก. (2561). *ข้อมูลการคัดกรองกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงอำเภอบ้านตาก*. ตาก: สำนักงานสาธารณสุขอำเภอบ้านตาก.
- แสงเดือน กิ่งแก้ว และ นุสรรา ประเสริฐศรี. (2558). ความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดทางสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรังหลายโรค. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข*, 25(3), 43–54.
- อนุพันธ์ แสงศรี. (2558). การศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของประชาชนที่มีภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ในเขตเทศบาลตำบลบางปรอก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี. *วารสารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 2(1), 59–79.
- อานะช โออิน. (2559). ความฉลาดทางสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของคนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง. *วารสารการวิจัยการพัฒนาการบริหาร*, 9(1), 113–123.
- Kim, S. H. (2009). Health literacy and functional health status in Korean older adults. *J Clin Nurs*, 18(2), 2337–43.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). *สูตรการหากลุ่มตัวอย่าง*. Retrieved September 9, 2018, from <http://www.fsh.mi.th/km/wp-content/uploads/2014/04/resch.pdf>
- McCarthy, D., Waite, K., Curtis, L., Engel, K., Baker, D., & Wolf, D. (2012). What did the Doctor Say? Health Literacy and Recall of Medical Instructions. *Medicare*, 50(4), 277–82.
- Nutbeam, D. (2009). Defining and measuring Health literacy: what can we learn from literacy studies? *Int. J. Public Health*, 54(4), 303–5.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติ
DESIGN AND DEVELOPMENT OF SEMI-AUTOMATIC THAI SWEET
CEREAL BAR CUTTING MACHINE

วันที่รับ: 7 สิงหาคม 2563

วันที่แก้ไข: 25 กันยายน 2563

วันที่ตอบรับ: 12 ตุลาคม 2563

รัฐพล ดุลยะลา^{1*}

Rattapon Dulyala^{1*}

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: rattapon.dul@live.ur.ac.th



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับการผลิตกระยาสารทของวิสาหกิจแม่บุญยิ่ง โดยศึกษาลักษณะการตัดกระยาสารทจากแรงงานคน และการตัดจากเครื่องตัดอาหารที่มีอยู่แล้ว จากนั้นนำรูปแบบวิธีมาออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติให้เหมาะสมกับวิสาหกิจแม่บุญยิ่ง ภายหลังจากการออกแบบและสร้างเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติได้นำไปทดลองหาประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบระหว่างแรงงานคนกับเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้กระยาสารทปริมาณ 7 กิโลกรัม เพื่อหาปริมาณของชิ้นกระยาสารทที่สามารถตัดได้ ขนาดของกระยาสารทที่ได้มาตรฐาน และเวลาในการตัดผลที่ได้พบว่า แรงงานคนและเครื่องตัดกระยาสารทสามารถตัดชิ้นกระยาสารทได้ปริมาณ 700 ชิ้นเท่ากัน แต่ขนาดของกระยาสารทที่ได้มาตรฐาน แรงงานคนสามารถทำได้เฉลี่ย 377.8 ชิ้น โดยใช้เวลารวมในการตัดกระยาสารทเฉลี่ย 36.38 นาที และเครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถตัดกระยาสารทที่มีขนาดมาตรฐานเฉลี่ย 553.2 ชิ้น โดยใช้เวลารวมในการตัดกระยาสารทเฉลี่ย 14.96 นาที จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เครื่องตัดกระยาสารทแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลาในการตัดกระยาสารทและได้ชิ้นกระยาสารทที่มีขนาดมาตรฐาน คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 68.29% เมื่อเทียบกับแรงงานคน

คำสำคัญ: เครื่องตัดกึ่งอัตโนมัติ, กระยาสารท



Abstract

This research presents the design and development of a semi-automatic Thai sweet cereal bar cutter machine for the production of a Thai sweet cereal bar by Mae Boon Ying Enterprise. Study the characteristics of cutting Thai sweet cereal bar from human labor and cutting from existing food cutting machines. Then the model was used to design and develop a semi-automatic Thai sweet cereal bar cutter machine to suit the Mae Boon Ying Enterprise. After design and construction, the semi-automatic Thai sweet cereal bar cutter was tested for efficiency. In a comparison between human labor and the semi-automatic Thai sweet cereal bar cutter. The experiment was performed five times, each time using 7 kg of Thai sweet cereal bar pieces to find the amount of Thai sweet cereal bar pieces that can be cut. The standard size of Thai sweet cereal bar and cutting time. The results were found that human labor and Thai sweet cereal bar cutting machines were able to cut 700 pieces of Thai sweet cereal bar equal in quantity, but the size of the Thai sweet cereal bar standard. Workers were able to do an average of 377.8 pieces, using the total time to cut an average of 36.38 minutes, and a semi-automatic Thai sweet cereal bar cutting machine, able to cut 553.2 pieces of standard size Thai sweet cereal bar by using the total time to cut an average of 14.96 minutes from the results of the experiment. Showed that semi-automatic Thai sweet cereal bar cutting machine can reduce the time of cutting a Thai sweet cereal bar and get a standard size Thai sweet cereal bar piece. Efficiency is 68.29% compared to human labor.

Keywords: Semi-Automatic Cutting Machine, Thai Sweet Cereal Bar



บทนำ

กระยาสารท เป็นขนมไทยที่มีการสืบทอดประเพณีวัฒนธรรมของไทย ลาว พวน มอญ ใช้เป็นขนมในงานมงคลต่างๆ และเป็นเอกลักษณ์ในการสืบทอดตามประเพณีวันสารทไทย ซึ่งเป็นวิถีของชุมชนเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อม (ศูนย์ส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนครบวงจร จังหวัดนครราชสีมา, 2555) ในปัจจุบันกระยาสารทมีการผลิตเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ในจังหวัดอุดรธานีได้มีการรวมกลุ่มจำหน่ายกระยาสารทโดยวิสาหกิจแม่บุญยั้ง ซึ่งกระบวนการ

ผลิตภัณฑ์กระดาษของกลุ่มเกิดขึ้นจากภูมิปัญญาที่นำเอาปรัชญาที่หลากหลายที่มีอยู่ในท้องถิ่นนำมาถวญเข้าด้วยกัน เมื่อสุกแล้วจึงนำมาตัดเป็นแผ่น อย่างไรก็ตามในกระบวนการตัดกระดาษของกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยั้งนั้นยังมีความล่าช้า เพราะเนื่องจากในการตัดกระดาษแต่ละชิ้นนั้นต้องใช้แรงงานคนในการตัด โดยใช้มีดทำครัวตัดทีละแถวตามแนวยาวและแนวขวาง โดยการตัดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 30–40 นาที เนื่องจากกระดาษที่มีความเหนียวจึงทำให้ตัดยาก และมีขนาดของชิ้นกระดาษที่ไม่เท่ากัน ไม่สวยงาม จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีนักวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่นำมาใช้ในการตัดผลิตภัณฑ์ โดยพิชัย นาเหมือง (2553) ได้ศึกษาและวิจัยการออกแบบเครื่องหั่นมะกรูด การหั่นมะกรูดโดยใช้เครื่องหั่น และนำผลมะกรูดที่ได้มาวัดขนาดของมะกรูดที่นำมาใช้ผลิตยา โดยมีขนาดผลมะกรูดอยู่ในช่วง 30–50 มิลลิเมตร แล้วนำมาซังให้ได้ 0.5 กิโลกรัม จากนั้นนำผลมะกรูดที่เตรียมไว้มาทำการหั่นที่ต้องผ่านท่อลำเลียงผลมะกรูดมี 2 ขนาด ผลมะกรูดจะผ่านเข้าสู่ชุดใบมีดโดยใช้แรงกด มะกรูดจะถูกหั่นออกมาเป็นแผ่นและจะตกลงสู่ถาดรองด้านล่างของใบมีด ต่อมา รุ่งเรือง ทารักษ์ (2553) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นต้นหอม เครื่องใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 186 วัตต์ และส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานไปขับเคลื่อนชุดใบมีดเพื่อหั่นต้นหอมที่ถูกป้อนด้วยชุดสายพานลำเลียงซึ่งทั้งสองส่วนจะมีความทำงานที่สัมพันธ์กัน โดยใช้วิธีหั่นเหียนต้นหอมที่ยังสดเพื่อนำไปแปรรูป ต่อมา ธนากร คำฟู, สุรพงษ์ กาญจนเลิศชัย, ณัฏสนันท์ ศักดิ์เสงี่ยม, และ ปานมนัส ศิริสมบุรณ์ (2558) ได้ศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ป่นปลาทุ ในการตัดข้าวยัดไส้ป่นปลาทุมีการทำงานโดยผู้ปฏิบัติการจะต้องเปิดวาล์วถังลมเพื่อให้ลมไหลเข้าระบบและเปิดสวิตช์วงจรไฟฟ้าทำให้จ่ายไฟไปยังโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลและชุดแปลงแรงดันเพื่อเปลี่ยนไฟ 220 โวลต์ เป็น 24 โวลต์ แล้วจ่ายให้โซลินอยด์ จากนั้นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลจะควบคุมให้เครื่องตัดข้าวยัดไส้ป่นปลาทุทำงานตามขั้นตอนโดยการทำงาน 1 รอบมีลำดับดังนี้ เมื่อถาดข้าวยัดไส้ป่นปลาทุรออยู่ใต้เครื่องตัด กระบอกสูบทำหน้าที่ดันชุดใบมีดตัดให้เคลื่อนที่ลงสุด 8 เซนติเมตร แล้วชักกลับ ขณะเดียวกันชุดกระทุ้งมีการเคลื่อนตัวลง 5 เซนติเมตรดันข้าวให้หลุดออกจากใบมีดใช้เวลา 3 วินาที แล้วชักกลับ ต่อมา อานนท์ วงษ์มณี, ศัทธยา ปัญญาอุด, และ นคร เมืองกระจำ (2560) ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อนโดยออกแบบโครงสร้างของเครื่องเป็นสเตนเลส และใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ หรือไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ มีระบบคอนเวอร์เตอร์สามารถเก็บประจุไฟไว้ในแบตเตอรี่ มีระบบใบมีดที่สามารถถอดเปลี่ยนทำความสะอาดได้สะดวกจำนวน 1 ใบ หั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อนได้ทีละ 1 ก้อน ต่อมา ฉัตรชัย เอี่ยมพรสิน (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องตัดหมีกรอบอัดแท่งโดยโครงสร้างของเครื่องทำด้วยวัสดุสเตนเลส ถาดเขียงบรรจุ

หมี่กรอบหนา 20 มิลลิเมตร ต้องใช้แรงตัด 1,226.3 นิวตัน จึงสามารถตัดให้หมี่ขาดได้ครั้งละ 12 ชิ้น กระบอกสูบน้ำเมติกส์ใช้ความดันลม 6 บาร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ 63 มิลลิเมตร ระยะชัก 125 มิลลิเมตร ใบมีดตัดทำด้วยสแตนเลสลับให้คม มีดตัดจะถูกบังคับให้กดเข้าไปในร่องของถาดเชิงพอดี้ ทำให้หมี่ขาดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมสวยงาม มีดตัดมีแผ่นกดยึดด้วยสปริง เมื่อมีดตัดกดลงบนถาดเชิงแล้วแรงของสปริงจะอัดให้หมี่แน่นติดกันเป็นชิ้น จากงานวิจัยที่กล่าวมาในข้างต้นพบว่า หลักการในการตัดผลิตภัณฑ์ทางด้านอาหารเป็นลักษณะชุดใบโยกกลอง การกลิ้งของใบมีด การเหวี่ยง การหัน และการตัด ทำให้เป็นแนวคิดในการออกแบบเครื่องตัดกระดาษแบบกึ่งอัตโนมัติ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำงานวิจัยข้างต้นมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องตัดกระดาษแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยออกแบบชุดใบมีดจำนวน 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นชุดตัดในแนวยาว มีใบมีดจำนวน 11 ใบ มีขนาดความกว้างของใบมีด 5 เซนติเมตร ส่วนชุดที่ 2 จะเป็นชุดตัดแนวขวาง มีใบมีดจำนวน 11 ใบ ขนาดความกว้างของใบมีด 2.5 เซนติเมตร ขับเคลื่อนด้วยบอลสกรูที่ติดอยู่กับมอเตอร์เพื่อเป็นตัวขับเคลื่อนให้ใบมีดตัดเดินหน้าถอยหลังซ้ายขวา โดยเครื่องสามารถตัดกระดาษได้พร้อมกันทีละ 10 แถว ในแนวยาว และ 10 แถว ในแนวขวาง ซึ่งจะสามารถไปแก้ปัญหาคัดที่ไม่ได้มาตรฐาน และลดเวลาในการตัดลงทำให้กลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยังสามารถเพิ่มการผลิตของกลุ่มได้



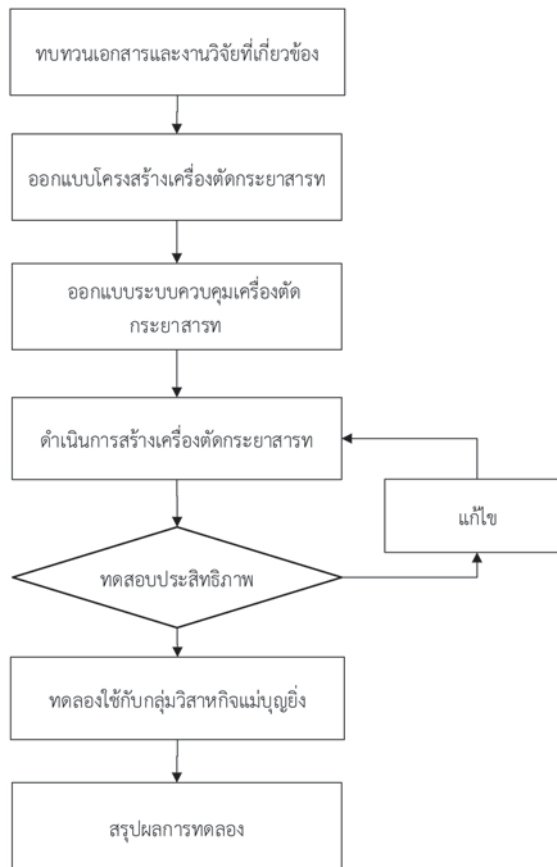
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระดาษแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับการผลิตกระดาษของวิสาหกิจแม่บุญยิ่ง
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณและเวลาการตัดระหว่างการตัดด้วยมือกับเครื่องตัดกระดาษแบบกึ่งอัตโนมัติ



วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องตัดกระดาษกึ่งอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระดาษกึ่งอัตโนมัติตามลำดับ ดังแสดงในรูปต่อไปนี้

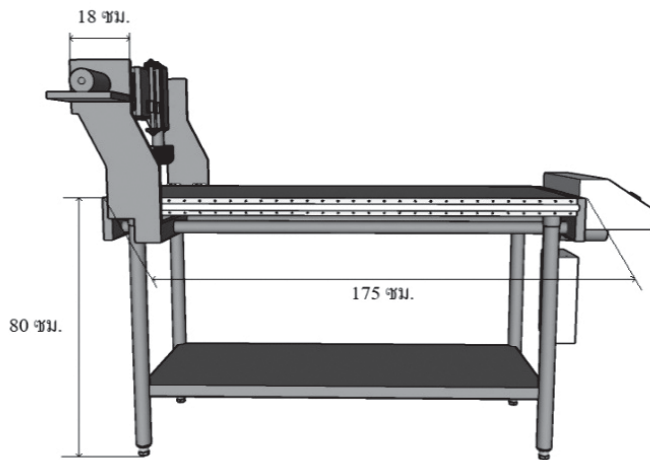


รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

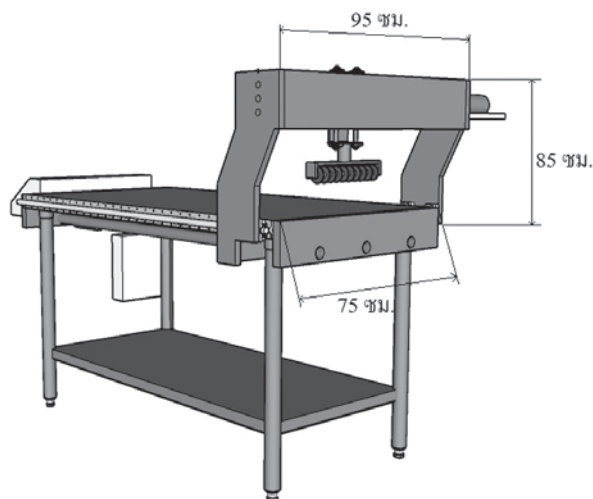
1. การออกแบบเครื่องตัดกระดาษโดยมีการจำลองแบบโครงสร้างภายนอก

การออกแบบเครื่องตัดกระดาษแบบกึ่งอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 โต๊ะและชุดขับเคลื่อนใบมีด โต๊ะที่ใช้ในการออกแบบเป็นโต๊ะที่ทำจากสแตนเลส 304 ซึ่งเป็นเกรดที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีความสูง 80 เซนติเมตร กว้าง 75 เซนติเมตร ยาว 175 เซนติเมตร และชุดขับเคลื่อนใบมีดออกแบบโดยใช้อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขึ้นรูปโครงสร้างในส่วน of ชุดขับเคลื่อนใบมีดในแนวขวางและในแนวยาว ใช้มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 90 วัตต์ 220 โวลต์ อัตราทด 1 : 75 ความเร็ว 20 รอบต่อนาที ชุดแกนเกียร์ต่อเข้าชุดแกน ball screw ขนาดลูกปืน 5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของแกน 16 มิลลิเมตร ซึ่งถูกติดตั้งไว้ที่ชุดขับเคลื่อนใบมีดแนวขวางและแนวยาว ขนาดมอเตอร์และ ball screw ให้มีรอบที่ช้าเพื่อต้องการแรงบิดที่สูงและสามารถเคลื่อนชุดขับเคลื่อนใบมีดให้สามารถตัดกระดาษได้ ดังรูปที่ 2 และ 3 โดยการออกแบบโครงสร้างเครื่องตัดกระดาษกึ่งอัตโนมัตินั้น ผู้วิจัยได้คำนึงถึงการใช้งาน

ของกลุ่มวิชาชีพให้มีความเหมาะสม โดยโครงสร้างของโต๊ะมีขนาดความสูงที่พอเหมาะกับผู้ใช้งาน



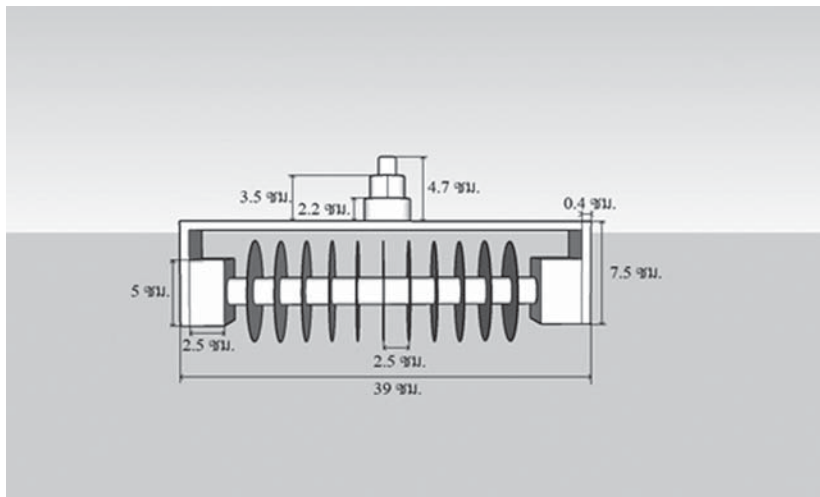
รูปที่ 2 แบบเครื่องตัดกระดาษโครงสร้างภายนอก (ด้านข้าง)



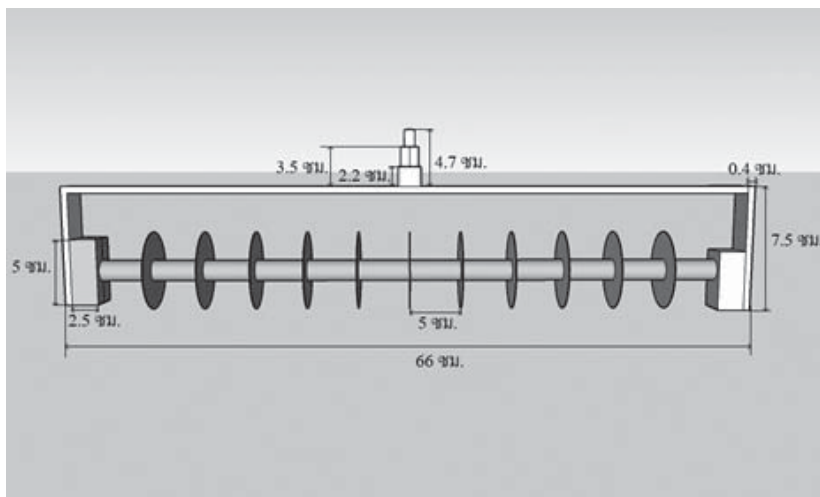
รูปที่ 3 แบบเครื่องตัดกระดาษโครงสร้างภายนอก (ด้านหน้า)

ส่วนที่ 2 ชุดใบมีดตัด แบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดใบมีดตัดแนวยาว ใบมีดมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร มีใบตัดจำนวน 11 ใบ และชุดใบมีดตัดแนวขวาง มีระยะห่างของใบมีด 2.5 เซนติเมตร โดยโครงสร้างของใบมีดมีแกนเพลาร้อยใบมีดและบังคับระยะห่างของ

ใบมีดด้วยบูซเตนเลสไว้เพื่อรักษาระยะห่างของใบมีด ปลายสองด้านของเพล่าประกอบด้วย
 แบริ่ง เพื่อให้แกนเพล่าสามารถหมุนในขณะชุดขับเคลื่อนใบมีดตัดเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 4 และ 5



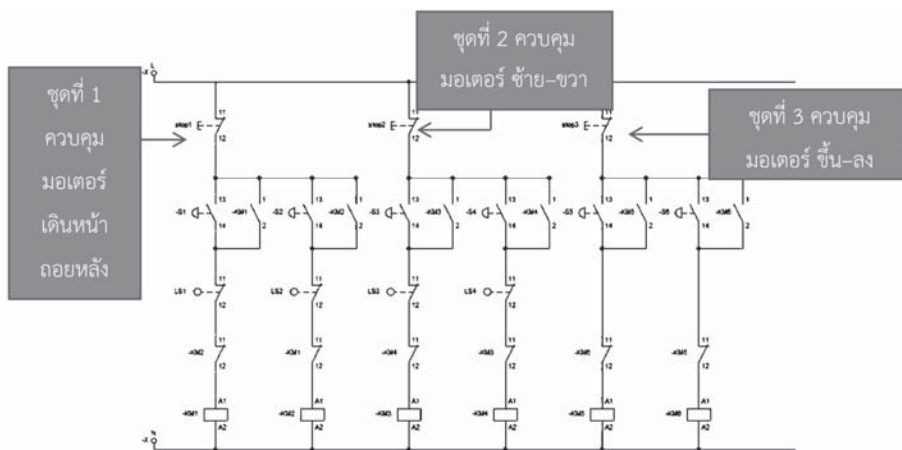
รูปที่ 4 ชุดใบมีดตัดในแนวแกนขวาง



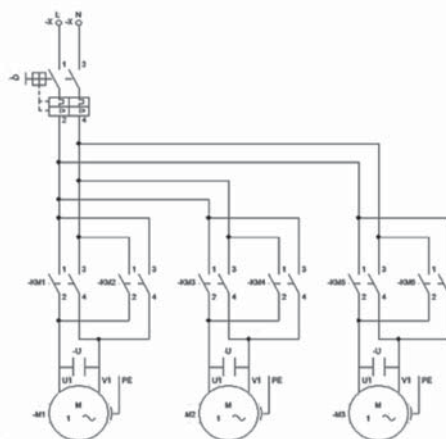
รูปที่ 5 ชุดใบมีดตัดในแนวแกนยาว

2. การออกแบบวงจรกำลังและวงจรควบคุมของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ

หลักการทำงานของวงจรเครื่องตัดกระยาสารทออุปกรณ์หลักที่ใช้คือแมกเนติกส์ คอนแทคเตอร์ โดยเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์กระแสไฟฟ้าจะไหลมายังสวิตช์ (S1) กระแสไฟฟ้าก็จะผ่านเข้าไปยังคอยล์แมกเนติกส์ (KM1) เกิดการครบวงจรมอเตอร์ทำงานจนไปถึงลิมิตสวิตช์ (LS1) ซึ่งลิมิตสวิตช์จะทำการตัดกระแสไฟของ (KM1) แล้วมอเตอร์จะหยุดทำงาน หน้าสัมผัสสวิตช์ (S1) จะอยู่ในสถานะเปิด จากนั้นกดสวิตช์ (S2) กระแสไฟฟ้าก็จะผ่านเข้าไปยังคอยล์แมกเนติกส์ (KM2) เกิดการครบวงจรมอเตอร์ทำงานโดยทำงานแบบกลับทางหมุนจนไปถึงลิมิตสวิตช์ (LS2) จะทำการตัดกระแสไฟของ (KM2) แล้วมอเตอร์จะหยุดทำงาน



รูปที่ 6 วงจรควบคุมของเครื่องตัดกระยาสาร



รูปที่ 7 วงจรกำลังเครื่องตัดกระยาสาร



ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องตัดกระยาสาร

เครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติที่ได้รับการออกแบบและสร้าง มีโครงสร้างเป็นไปตามมาตรฐาน อย. โดยวัสดุที่ใช้ในการสร้างใช้เป็นสแตนเลส เกรด 304 ที่ใช้กับอาหาร และโครงสร้างชุดขับเคลื่อนใบมีดทำจากอะลูมิเนียมโปรไฟล์ และใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 90 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ในการขับเคลื่อนชุดใบมีดตัดกระยาสาร สามารถเคลื่อนชุดใบมีดไปกลับใช้เวลา 2 นาที และขึ้นกระยาสารถูกตัดแยกออกจากกันทั้งหมดในแต่ละแนวการตัด โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โครงสร้างเครื่องแข็งแรง แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เครื่องตัดกระยาสารแบบสมบูรณ์

2. ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติร่วมกับวิสาหกิจแม่บุญยั้ง

2.1 การทดลองใช้แรงงานคนในการตัดกระยาสาร



รูปที่ 9 ชิ้นกระยาสารที่ตัดโดยใช้แรงงานคน

จากรูปที่ 9 การเก็บรวบรวมข้อมูลการตัดกระยาสารจากแรงงานคน โดยใช้วิธีการแบบดั้งเดิมคือใช้มีดทำครัวในการตัด โดยทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 7 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์หาค่าเวลาเฉลี่ยในการตัดกระยาสาร พบว่าแรงงานคนสามารถตัดกระยาสารได้เวลาเฉลี่ย 36.38 นาที ต่อกระยาสาร 7 กิโลกรัม ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพขนาดของชิ้นกระยาสารที่ได้มาตรฐานจากการตัดด้วยแรงงานคน พบว่าสามารถตัดกระยาสารที่มีขนาดมาตรฐานได้ปริมาณเฉลี่ย 377.8 ชิ้น ต่อกระยาสาร 7 กิโลกรัม คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 53.96 เปอร์เซ็นต์

2.2 การทดลองใช้เครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติในการตัดกระยาสาร



รูปที่ 10 ชิ้นกระยาสารที่ตัดโดยเครื่องตัดกระยาสารกึ่งอัตโนมัติ

จากรูปที่ 10 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการตัดกระยาสารจากเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 7 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์หาค่าเวลาเฉลี่ยในการตัดกระยาสาร พบว่าเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถตัดกระยาสารได้เวลาเฉลี่ย 14.96 นาที ต่อกระยาสาร 7 กิโลกรัม ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพขนาดของชิ้นกระยาสารที่ได้มาตรฐานจากการตัดด้วยเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ พบว่าสามารถตัดกระยาสารที่มีขนาดมาตรฐานได้ปริมาณเฉลี่ย 553.2 ชิ้น ต่อกระยาสาร 7 กิโลกรัม คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 79.02 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติกับการใช้แรงงานคนในการตัดกระยาสาร

ครั้งที่	ปริมาณ ขนมกระยาสาร (กิโลกรัม)	เวลาในการตัด (นาทีก)		ปริมาณกระยาสาร (ชิ้น)	
		เครื่องตัด	คนตัด	เครื่องตัด	คนตัด
1	7	14.39	35.30	570	335
2	7	15.05	36.44	542	360
3	7	14.49	37.38	549	425
4	7	16.36	32.24	545	400
5	7	14.55	40.55	560	369
ค่าเฉลี่ย		14.96	36.38	553.2	377.8

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการตัดกระยาสารที่ปริมาณ 7 กิโลกรัม ระหว่างเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติและแรงงานคน พบว่าเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติใช้เวลาตัดเฉลี่ยที่ 14.96 นาที น้อยกว่าแรงงาน ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 36.38 นาที คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 41.12 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณชิ้นกระยาสารที่ได้มาตรฐาน พบว่าเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถตัดชิ้นกระยาสารที่มีขนาดมาตรฐานเฉลี่ย 553.2 ชิ้น ซึ่งมากกว่าแรงงานคนที่สามารถตัดชิ้นกระยาสารที่ได้มาตรฐานเฉลี่ย 377.8 ชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 68.29 เปอร์เซ็นต์

3. ค่าใช้จ่ายในการตัดกระยาสารของเครื่องตัดกระยาสารต่อครั้ง

ในการดำเนินการตัดกระยาสารของกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยังในแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการทำงานต่อวันอยู่ที่ 4 ชั่วโมง แต่ทางกลุ่มต้องจ้างแรงงานในการตัดกระยาสารจำนวน 2 คน ซึ่งคิดเป็นค่าจ้างต่อครั้ง ครั้งละ 600 บาท เมื่อผู้วิจัยได้เข้าไปพัฒนากระบวนการและออกแบบสร้างเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถลดแรงงานลง โดยใช้แรงงานในการควบคุมเครื่องเพียง 1 คน คิดเป็นค่าจ้างแรงงานครั้งละ 300 บาท ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยได้แยกอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าออกมา โดยมีมอเตอร์เกียร์ ขนาด 90 วัตต์ จำนวน 3 ชุด และทำการหาค่าการใช้ไฟฟ้าดังสมการต่อไปนี้

((กำลังไฟฟ้า (วัตต์) × จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า) / 1,000) × ชั่วโมงทำงาน = ค่าไฟฟ้าที่ได้

เมื่อแทนค่า $90 \times 3 / 1,000 = 0.27$

$0.27 \times 4 = 1.08$ หน่วย/ครั้ง

เครื่องตัดกระยาสารทในการตัดแต่ละครั้งคิดค่าใช้จ่ายต่อครั้งได้ $1.08 \times 3.2 = 3.45$ บาทต่อครั้ง

เมื่อนำค่าจ้างแรงงานและอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติมารวมกัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่อครั้งพบว่า กลุ่มวิสาหกิจจะมีค่าใช้จ่ายเพียง 303.45 บาทต่อครั้ง ซึ่งเทียบกับการใช้แรงงานคนแบบเดิมกลุ่มต้องมีค่าใช้จ่าย 600 บาท

4. การเผยแพร่ต่อวิสาหกิจชุมชนแม่บุญยิ่ง อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี

ผู้วิจัยได้นำเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติไปให้วิสาหกิจชุมชนแม่บุญยิ่งได้ใช้งาน โดยได้ให้ความรู้ทางด้านการใช้งานของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติในวันที่ 9 เดือนเมษายน พ.ศ. 2563 พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของเครื่องตัดกระยาสาร และได้ทำการส่งมอบเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บุญยิ่งได้ใช้ประโยชน์ต่อไป และประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 11 การนำเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติไปใช้งานในกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยิ่ง



อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ นั้น ในเบื้องต้นสามารถทำงานอยู่ในระดับดี เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการตัดอาหารรวมถึงการตัดกระยาสารจากแบบเดิมที่กลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยังได้ใช้มาก่อน และทางกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยังได้ทดลองใช้และให้คำแนะนำในกระบวนการตัดกระยาสาร จากนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ เมื่อเครื่องเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำเครื่องไปให้กลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยังได้ทดลองใช้งานเพื่อหาข้อบกพร่องของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ พบว่าเครื่องสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและสามารถทำให้ชิ้นกระยาสารมีขนาดเท่ากัน ใช้งานง่าย สะดวกในการเตรียมแผ่นกระยาสารก่อนตัด เนื่องจากเป็นโต๊ะที่มีขนาดความสูงเหมาะสมกับผู้ใช้งาน

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถทำการตัดกระยาสารได้เร็วขึ้นกว่าแบบเดิมมาก ได้จำนวนชิ้นกระยาสารที่มากขึ้น เครื่องตัดกระยาสารที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมานั้น พบว่าสามารถตัดกระยาสารได้เวลาเฉลี่ย 14.96 นาที ต่อกะยาสาร 7 กิโลกรัม คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 41.12 เปอร์เซ็นต์ และได้จำนวนชิ้นมาตรฐานเฉลี่ย 553.2 ชิ้น จากจำนวนทั้งหมด 700 ชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 68.29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงคนตัดกระยาสาร



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยฉบับนี้แนะนำให้เสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับนำไปใช้ในกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยัง โดยได้ร่วมทดลองการใช้งานกับทางกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยัง แบ่งการทดลองการตัดกระยาสาร จำนวน 5 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้กระยาสารในการทดลองจำนวน 7 กิโลกรัม จากผลการทดลองพบว่า สามารถตัดกระยาสารให้มีขนาดชิ้นมาตรฐาน 1×2 นิ้ว ได้ตามที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี และความพึงพอใจของกลุ่มวิสาหกิจแม่บุญยังซึ่งเป็นผู้ใช้งานนั้นอยู่ในระดับดี สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงและยังสามารถลดเวลาในการตัด ลดแรงงานคนในกรรมวิธีในการตัดขนมกระยาสาร

การพัฒนาเครื่องตัดกระยาสารแบบกึ่งอัตโนมัติ ในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของ การปรับเปลี่ยนระยะการตัดของใบมีดทำให้ไม่สามารถเพิ่มขนาดของการตัดกระยาสารได้ในหลายรูปแบบ ควรมีการออกแบบให้ใบมีดสามารถปรับระยะของการตัดได้ เพื่อสามารถนำไปเพิ่มขนาดของชิ้นกระยาสารให้มีขนาดที่ต่างกันไป ซึ่งเป็นผลดีต่อกลุ่มวิสาหกิจในการนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ได้



เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย เอี่ยมพรสิน. (2560). เครื่องตัดหมึกกรอบอัดแท่ง. *วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 30(102), 29–36.
- ธนากร คำฟู, สุรพงษ์ กาญจนเลิศชัย, ณภัสนันท์ ศักดิ์เสงี่ยม, และ ปานมนัส ศิริสมบุรณ์. (2558). การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวอัดไส้ปนปลาทุ. ใน *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16 ประจำปี 2558 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8*, (น. 567). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พิชัย นาเหมือง, อนุชา เชื้อนสอง, และ อภิเชษฐ์ ยาวีเลิง. (2553). *การออกแบบเครื่องหั่นมะกูด*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย.
- ภรต กุญชร ณ อยุธยา. (2533). เครื่องบดและอัดอาหารกุ้ง. *วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 4(10), 139–167.
- ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย. (2563). การพัฒนาเครื่องสับต้นข้าวโพดสำหรับผลิตอาหารสัตว์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 15(1), 15–31.
- รุ่งเรือง ทารักษ์. (2553). *การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นต้นหอม*. ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ภาคพายัพ เชียงใหม่.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระยาสารท (มผช) ฉบับที่ 709/2547*.
- อานนท์ วงษ์มณี, คัทลียา ปัญญาอุด, และ นคร เมืองกระจ่าง. (2560). การพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อน. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7 “สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0”*, (น. 431). เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

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 และควรจบกล่าววัตถุประสงค์ ข้อค้นพบ และสรุปผลที่ได้จากงานวิจัยนั้นๆ โดยให้เขียนเป็นความเรียงไม่ควรมีคำย่อ มีความยาวไม่เกิน 300 คำ
6. **คำสำคัญ (Keywords) :** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษไม่เกิน 5 คำ
7. **บทนำ (Introduction) :** เป็นส่วนของความสำคัญที่นำไปสู่การวิจัย สรุปความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พร้อมวัตถุประสงค์การวิจัย และไม่ควรใส่ตารางหรือรูปภาพ

8. **วัตถุประสงค์การวิจัย (Objective) :** เป็นข้อความที่แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่นักวิจัยต้องการศึกษาที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง และเมื่อสิ้นสุดการวิจัยแล้วจะต้องได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกข้อ
9. **สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis) :** อาจจะมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการเขียนความคาดหมายผลการวิจัย หรือคาดคะเนคำตอบต่อปัญหาที่วิจัยไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุผล
10. **กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework) :** อาจมีหรือไม่ก็ได้ โดยให้เขียนกรอบแนวคิดของการวิจัยที่พัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรม
11. **วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology) :** อธิบายเครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัยให้กระชับและชัดเจน ให้บอกรายละเอียดสิ่งที่น่าสนใจ จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา คุณภาพของเครื่องมือ อธิบายรูปแบบการศึกษา การสุ่มตัวอย่าง วิธีหรือมาตรที่ใช้ในการวัด วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
12. **ผลการวิจัย (Results) :** บรรยายสรุปผลการวิจัยอย่างกระชับโดยให้ตอบวัตถุประสงค์การวิจัย ถ้าการวิจัยเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ต้องนำเสนอด้วยตาราง หรือแผนภูมิ ควรมีคำอธิบายอยู่ด้านล่าง การเรียงลำดับ ภาพ ตาราง หรือแผนภูมิ ควรเรียงลำดับเนื้อหาของงานวิจัย และต้องมีการแปลความหมายของผลที่ค้นพบหรือวิเคราะห์
13. **อภิปรายผลการวิจัย (Discussion) :** เขียนสอดคล้องกับลำดับของการเสนอผล และการสรุปผลการวิจัย เป็นการวิพากษ์วิจารณ์ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน พร้อมทั้งอ้างอิงข้อเท็จจริงทฤษฎีและผลการวิจัยอื่น อธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลถึงแนวความคิดของผู้วิจัยต่อผลการวิจัยที่ได้
14. **สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (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 รมณีฉัตร แก้วกิริยา, ม.ร.ว. และไมไ่ยศ หรือตำแหน่งทางวิชาการ เช่น พ.ต.อ., ศ., รศ. ตัวอย่างเช่น ไพฑูรย์ สินลารัตน์
4. ผู้แต่งไม่เกิน 6 คน ให้ลงชื่อผู้แต่งทุกคน โดยใช้คำว่า “, และ” (สำหรับภาษาไทย) และใช้คำว่า “, &” (สำหรับภาษาต่างประเทศ) ก่อนลงผู้แต่งคนสุดท้าย เช่น กาญจนา แก้วเทพ, กิตติ กันภัย, และ ปาริชาติ สถาปิตานนท์
5. ผู้แต่ง 6 คนขึ้นไป ลงเฉพาะชื่อผู้แต่งคนแรกตามด้วยคำว่า “et al.” (สำหรับภาษาต่างประเทศ) หรือ “และคนอื่นๆ” (สำหรับภาษาไทย) เช่น Kosslyn et al. หรือโสภา สงวนเกียรติ และคนอื่นๆ
6. ผู้แต่งที่เป็นสถาบัน ให้เขียนกลับคำนำหน้านาม เช่น โดยระบุนหน่วยงานใหญ่ก่อนได้ถึงระดับกรม คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) เช่น กรมศิลปากร, สำนักโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ หรือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะอักษรศาสตร์ หรือ University of Michigan, Department of Psychology

รูปแบบการเขียนอ้างอิง และบรรณานุกรมแยกตามประเภททรัพยากรสารสนเทศ

***หมายเหตุ : เครื่องหมาย / แต่ละเส้นหมายถึงการเว้นระยะ 1 ตัวอักษร

รูปแบบการอ้างอิงแทรกในเนื้อหา มี 2 รูปแบบ

1. (ผู้แต่ง,/ปีพิมพ์) ไว้ท้ายข้อความที่อ้างอิง
(สุนีย์ มัลลิกะมาส, 2549)
(McCartney & Phillips, 2006)
(Murphy, 1999)
2. ผู้แต่ง (ปีพิมพ์) กรณีการไม่ระบุชื่อผู้แต่งในเนื้อหาแล้ว ไม่ต้องระบุไว้ในวงเล็บท้ายข้อความที่อ้างอิงอีก ตัวอย่างเช่น
ลดาพร 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). *วิจัยฐานุสรณ์สาร*,
28(4), 29–39.

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

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

4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

บทคัดย่อ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

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

Abstract (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

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

บทนำ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

วัตถุประสงค์การวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

สมมติฐานการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

กรอบแนวคิดในการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

วิธีดำเนินการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

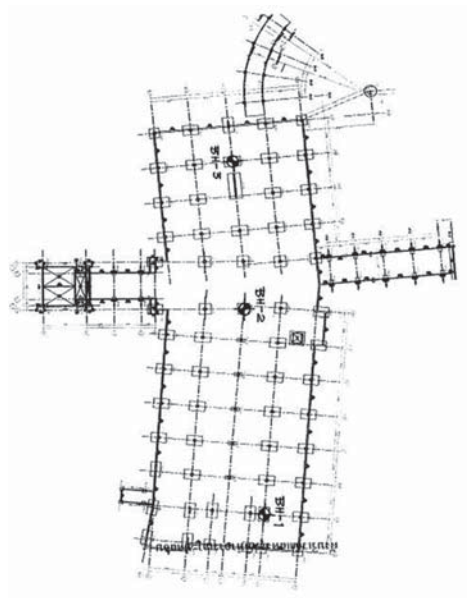
ผลการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....



รูปที่ 1 ผังตำแหน่งหลุมและการเจาะสำรวจชั้นใต้ดิน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระดับการรับรู้บทบาทหญิงชายของวัยรุ่นชายและหญิง

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

= 5.215 $p > 0.05$

อภิปรายผลการวิจัย (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

กิตติกรรมประกาศ (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....

เอกสารอ้างอิง (ขนาด 16 pt. ตัวหนา)

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

.....

.....

.....



Academic Journal UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
27 ก.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์ 53000

Tel: 0-5541-1096 ต่อ 1642

E-mail: journal@uru.ac.th

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