

วารสารวิทยาศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

JSET
LRU

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 (2022) : กรกฎาคม-ธันวาคม 2565

Journal of Science,
Engineering and Technology
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY

ISSN : 2773-9856 (Online)

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย มีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่บทความวิจัยคุณภาพสูงด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี และเป็นสื่อประสานและส่งข่าวระหว่างเครือข่ายนักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

คณะกรรมการอำนวยการ

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์สมเจตน์ ดวงพิทักษ์ | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิ พฤกษา | รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและประกันคุณภาพ |
| 3. ดร.สัญญา เกียรติทรงชัย | ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จารุวัลย์ รักษ์มณี | คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 5. รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชาย พวงจันทร์ | คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |

กองบรรณาธิการ

- | | |
|---|-------------------|
| 1. ดร.กิตติ ต้นเมืองปัก | บรรณาธิการ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ แสนประสิทธิ์ | รองบรรณาธิการ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพงษ์ ชุมศรี | ผู้ช่วยบรรณาธิการ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภัสร วงเปรี้ยว | ผู้ช่วยบรรณาธิการ |
| 5. นางสาวพรชนก บุญล้ำ | ผู้ช่วยบรรณาธิการ |

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำกองบรรณาธิการ

- | | |
|--|---|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปิ่นละอ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. ศาสตราจารย์ ดร.ธนากร วงศ์วัฒนาเสถียร | สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 5. ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส วนิชชีวะ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิ คงบรรทัด | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.จักรมาส เลหาวนิช | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติไทย แก้วทอง | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.ต้องจิตร์ ถิ่นชนนง | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเสถียร บุญสูง | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

- | | |
|---|--|
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เดช สารการ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 13. รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิธาน พิรพัฒนา | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 14. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์ | สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| 15. รองศาสตราจารย์ ดร.นนทพงษ์ พลพวก | สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 16. รองศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ พรหมที | สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี |

เจ้าหน้าที่ประจำวารสาร

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. นางสาวอัมภรณ์ ทารคำแพง | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |
| 2. นางสาวอัญชลีพร เนื่องมัจฉา | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |
| 3. นางทัศนีย์ บุตรเพ็ง | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |
| 4. นายชนาธิป สุธงชา | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |



วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
Journal of Science, Engineering and Technology
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY

ข้อมูลวารสาร

ชื่อวารสาร	(ภาษาไทย) วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย (ภาษาอังกฤษ) Journal of Science, Engineering and Technology Loei Rajabhat University
หน่วยงานเจ้าของวารสาร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
เลข ISSN	ISSN : 2773-9856 (Online)
บรรณาธิการ	ดร.กิตติ ตันเมืองปัก
สถานที่ติดต่อ	234 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตึก 28 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ถนนเลย-เชียงคาน อำเภอเมือง ตำบลเมือง จังหวัดเลย 42000 เบอร์โทรศัพท์ 042-835224 ต่อ 8 E-mail : Jsetlru@lru.ac.th
เว็บไซต์ของวารสาร	https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSET/

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 2 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review)

ประเภทของบทความ

- บทความวิจัย (research article)
- บทความวิชาการ (academic article)
- บทความปริทัศน์ (review article)

ภาษาที่รับตีพิมพ์

ภาษาไทย

กำหนดออกวารสารตีพิมพ์ 2 ฉบับต่อปี

- ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน
- ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม



บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย วารสารฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 2 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2565) ได้จัดทำขึ้นโดย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งบทความในวารสารเป็นบทความที่ได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย มีวัตถุประสงค์การจัดทำเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เป็นสื่อกลางรายงานความก้าวหน้าทางวิจัย และแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการวิจัย การตีพิมพ์ฉบับนี้ กองบรรณาธิการได้พิจารณาบทความวิจัยลงตีพิมพ์เผยแพร่ จำนวน 9 บทความ

ในการนี้ กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ขอเชิญชวนนักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา เครือข่าย หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่งบทความที่ดีมีประโยชน์เผยแพร่ต่อสาธารณชน ในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางวิชาการและพัฒนาต่อยอดต่อไปนี้ หากท่านใดประสงค์ที่จะเป็นสมาชิก สามารถสมัครได้ตามระเบียบการตีพิมพ์แนบท้ายวารสารนี้และเว็บไซต์ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSET/>

สารบัญ

บทความวิจัย

- | | |
|--|-------|
| การศึกษาอิทธิพลของมุมการบิดแม่เหล็กต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก
มูฮัมหมัดคอยรี ทะยียากา, คอลีดี เปาะแต, อิสมาแอล กาแม และ อิลีหย๊ะ สนิโซ* | 1-10 |
| การศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้าสำเร็จรูป
วาสนา บัวนาค, ปณิดา แจ้ดนาลาว, จารุกิตต์ ดิษสระ, วีรยุทธ ยวนใจ และ ชุตติมา กาบแก้ว* | 11-19 |
| พืชกาฝากและพืชอิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ
เทียมหทัย ชูพันธ์* | 20-27 |
| การจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
สุระเดช ไชยตอกเกีย* สุพรรณิ พุกษา และ จิตติมา พิรัมย์ | 28-35 |
| ผลของสารคลอรีนไดออกไซด์ต่อชิ้นส่วนที่มีการปนเปื้อนในหลอดทดลองและการอนุบาลกล้าด้วย
วัสดุปลูกที่ผสมแอมแดนของต้นว่านชักมดลูก
ปิยวัฒน์ นพศรี, ปิ่นชนก หวานสนิท, เพ็ญแข รุ่งเรือง, สุพัตร ฤทธิรัตน์, สกฤษรัตน์ สุวรรณโณ, และ สุนทรียา กาละวงศ์* | 36-46 |
| ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกาย
กับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
จุฑารัตน์ คำมี, วันวิสา ชัยสิทธิ์ และ ธนัมพร ทองลง* | 47-62 |
| อิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C
ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม
บุศยา สนใจยุทธ*, ขวัญชัย คำศรี, ชมพูนุท เขียวเมือง, และ ปรัชญา เพ็ญสุระ | 63-76 |
| การศึกษาแนวทางการออกแบบหนังสือการ์ตูนบนสื่อออนไลน์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกีฬากีฬา
ประเภทวิ่งผลัดสำหรับเยาวชน
ธิดิภมล ชุมแวงวาปี* และ พรชนก ปลัดกอง | 77-88 |

บทความวิจัย

ผลของความเครียดจากออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิก

89-98

ของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลรา

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ, ปิยะวดี ไกรกิจราษฎร์, รินทร์ลิตา รัตนานันพัฒนา, ทรงกลด ไบยา

อาภรณ์ บัวหลวง และ บงกช บุญบุรพงค์*

การศึกษาอิทธิพลของมุมการบิดแม่เหล็กต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

Study the Effect of Magnetic Twist Angle on the Performance of Generator for a Small Hydropower Plant

มุฮัมมัดคอยรี หะยิบากา¹ คอลิดี เปาะแต¹ อิสมาแอล กาแม² และ อีลีหัยยะ สนิโซ^{2*}

Muhammadkhair Hayibaka¹ Kholidi Potae¹ Ismaael Kamae² and Eleeyah Saniso²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

²สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

¹Renewable Energy Technology Program, Yala Rajabhat University, Yala, 95000, Thailand

²Industrial Physics Program, Yala Rajabhat University, Yala, 95000, Thailand

*Corresponding author; E-mail address: eleeyah.s@yru.ac.th

Received 3 May 2022, Accepted 6 October 2022, Published 25 October 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวร สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก และศึกษาอิทธิพลของมุมการบิดแม่เหล็กต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ใช้ขดลวดทองแดงเบอร์ #20 พันขดลวดจำนวน 320 รอบต่อ 1 ร่องสลิต ใช้ขดลวด 9 ชุด ทำการศึกษาชุดแม่เหล็กจำนวน 2 ชุด คือ แม่เหล็กชุดที่ 1 ไม่มีการบิดแม่เหล็ก และแม่เหล็กชุดที่ 2 ทำการบิดแม่เหล็ก 30° แต่ละชุดใช้แม่เหล็กขนาด $50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ จำนวน 12 อัน ซึ่งแต่ละอันมีความเข้มสนามแม่เหล็กเท่ากับ 0.65 T โดยติดตั้งชุดแม่เหล็กถาวรกับขดลวดที่ระยะห่างเท่ากับ 2.75 mm เมื่อทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ความเร็วรอบ $100\text{-}500 \text{ rpm}$ โดยใช้โหลดเป็นหลอดไฟฟ้าน้ำขนาด $24 \text{ V } 60 \text{ W}$ จำนวน 4 หลอด พบว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบมีค่ามากขึ้น และแม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงกว่าแม่เหล็กชุดที่ 2 โดยที่ความเร็วรอบ 500 rpm แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 103.70 V 2.55 A และ 264.43 W ตามลำดับ

คำสำคัญ: มุมการบิดแม่เหล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

ABSTRACT

The objectives of this research were to design and test a permanent magnet generator for community-scale hydropower facilities, as well as to investigate the influence of permanent magnet groove twist angle on generator performance. By creating a generator, #20 wire was used to wind the coil at 320 turns per slot. Nine sets of coil was used to study 2 magnetic sets. The first set of magnet was not twisted, and the second set of magnet was twisted at a 30° into a magnetic groove. Each set consisted of 24 pieces,

each with a dimension of 50 mm x 25 mm x 10 mm magnets and has a magnetic field strength of 0.65 T per piece. Permanent magnets were connected to the coil unit, with a spacing between the two locations of 2.75 mm. The generator was tested at 100-500 rpm, using four 24 V 60 W lamps as the load. The results showed that the voltage increased when the rpm was increased and it was found that the first set of magnet had higher voltage, current and power than the magnets of the second set. At the 500 rpm, the highest voltage, current and power were 103.70 V, 2.55 A and 264.43 W, respectively.

Keywords: Magnetic twist angle, Generator, Small-hydro power plant

บทนำ

พลังงานมีความสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์รวมถึงการประกอบกิจการและธุรกิจต่าง ๆ หลายประเทศทั่วโลกจึงให้ความสนใจในการคิดค้นพลังงานทางเลือกต่าง ๆ เพื่อนำมาทดแทนพลังงานที่ใช้ในปัจจุบัน รวมถึงประเทศไทยได้มีการส่งเสริมและพัฒนาในด้านของพลังงานมาอย่างต่อเนื่อง แต่ในปัจจุบันประเทศไทยส่วนใหญ่มีการนำเข้าพลังงานประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น เชื้อเพลิงเหล่านี้เมื่อใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าแล้วจะส่งผลกระทบต่อสภาวะบรรยากาศในรูปของมลพิษทางอากาศ ทั้งนี้กระทรวงพลังงานจึงมีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล โดยที่หนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงานคือพลังงานน้ำขนาดเล็ก

สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กที่ใช้ปัจจุบัน มีส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญหลายส่วน หนึ่งในส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพราะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีหลายชนิดที่นำมาใช้งาน โดยจะเลือกใช้งานตามความเหมาะสมของแหล่งน้ำ จึงมีหลายๆ งานวิจัยพยายามศึกษาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น ชัยนุสนธิ์ (ชัยนุสนธิ์ และคณะ, 2558) ได้พัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโรตัสความเร็วรอบต่ำชนิดโรเตอร์แม่เหล็กถาวร สำหรับใช้กับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก 200 kW - 30 MW ผลการวิจัยพบว่าสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 1,500 W ที่ความเร็วรอบ 500 rpm ความถี่ 50 Hz ประสิทธิภาพร้อยละ 77.84 ไพรวลีย์ (ไพรวลีย์ และคณะ, 2558) ได้สร้างเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบทวีคูณที่มีงานขดลวดจำนวน 3 ชุด และงานแม่เหล็กจำนวน 4 ชุด จากการทดลองพบว่าสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 1,500 W ที่ความเร็ว 300 rpm เป็นต้น

ทั้งนี้หลักการสำคัญในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือพลังงานจลน์ของน้ำที่จะมาปะทะกังหันน้ำ ส่วนใหญ่แล้วติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับส่วนของกังหันน้ำโดยตรง (อัศวิน, 2552) ดังนั้นความเร็วรอบของกังหันจะเท่ากับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้การผลิตกระแสไฟฟ้าที่ความเร็วต่ำ ได้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณน้อย ทั้งนี้หากสามารถออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงที่ความเร็วรอบต่ำจะมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่ต้องการศึกษาอิทธิพลของมุมการบิดแม่เหล็กต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก เพื่อหาแนวทางในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำ และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในปริมาณที่สูง รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในชุมชนให้ได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งจะช่วยก่อให้เกิดความยั่งยืนด้านพลังงานต่อไปในอนาคต

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังภาพที่ 1 ซึ่งแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นเป็นไปตามกฎของเฟลมมิ่ง ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณฟลักซ์แม่เหล็กที่เป็นไปตามกฎของฟาราเดย์ (ณัฐพงษ์ และพุทธิพร, 2559) ดังนี้

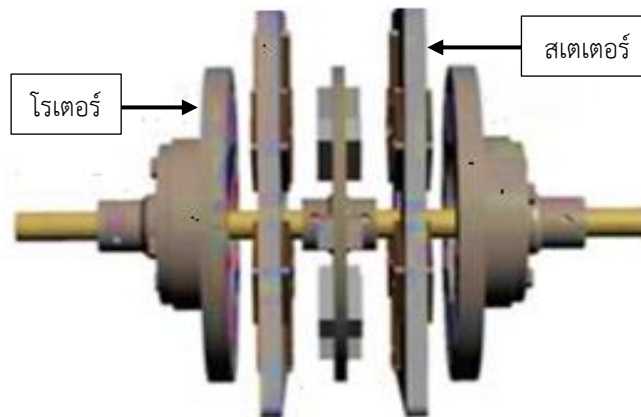
$$\mathcal{E} = N \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

สมมติขดลวดมี N รอบ และแต่ละรอบมีพื้นที่ A ให้ขดลวดหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมรอบแกนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก โดยที่ θ คือมุมระหว่างสนามแม่เหล็กและเวกเตอร์พื้นที่ของขดลวด ฟลักซ์แม่เหล็ก (ธนสาร, 2553) หาได้จากสมการ ดังนี้

$$\phi = BA \cos \theta \quad (2)$$

$$\phi = BA \cos \omega t \quad (3)$$

เมื่อ $\mathcal{E}$ คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) N คือ จำนวนรอบของขดลวด (round) ϕ คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก (Wb) t คือ เวลา (s) B คือ ขนาดความเข้มสนามแม่เหล็ก (T) A คือ พื้นที่หน้าตัด (m^2) และ ω คือ อัตราเร็วเชิงมุม (rad/s)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (อัสวเทพ และคณะ, 2560)

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเบื้องต้น

ทำการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาวิธีการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวร วิธีการทดลอง การตรวจวัดค่าต่างๆ ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง



(ก)



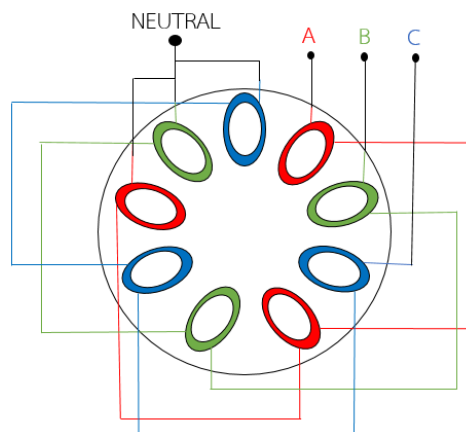
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 2 (ก) ขดลวดทองแดง #20 (ข) เครื่องพันขดลวด (ค) น้ำมันเรซินและตัวเร่ง และ (ง) แบบไม้ชุดขดลวด แบบการต่อขด
(จ) การต่อขดลวดทองแดงอนุกรมแบบ Series-Star connection (ไพรวลัย และคณะ, 2558)

2. ขั้นตอนการพันและสร้างชุดขดลวด

1) นำขดลวดทองแดง #20 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 mm มาประกอบตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังภาพที่ 2

2) ทำการพันขดลวดจำนวน 9 ขด ด้วยเครื่องพันขดลวด โดยแต่ละขดพันขดลวด 320 รอบ

3) ทำการต่อลวดทองแดงทั้ง 9 ขด และเหนี่ยาเรซินในแบบไม้ที่สร้างขึ้น

3. ขั้นตอนการต่อวงจรขดลวดทองแดง

ทำการต่อขดลวดทองแดงอนุกรมแบบ Series-Star connection ดังภาพที่ 2 (จ) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ทำการต่อลวดทองแดงวงในของขดลวดที่ 1, 2 และ 3

2) นำปลายลวดทองแดงรอบนอกของขดลวดที่ 1, 4 และ 7 มาต่อกัน แล้วทำการบัดกรีรวมกัน

3) นำปลายลวดทองแดงรอบนอกของขดลวดที่ 2, 5 และ 8 มาต่อกัน แล้วทำการบัดกรีรวมกัน

4) นำปลายลวดทองแดงรอบนอกของขดลวดที่ 3, 6 และ 9 มาต่อกัน แล้วทำการบัดกรีรวมกัน

5) นำปลายลวดทองแดงวงในของขดลวดที่ 7, 8 และ 9 มาต่อกับไดโอดบริดจ์ แล้วทำการบัดกรีรวมกัน จากนั้นนำสายไฟที่บัดกรีมาต่อกับไดโอดบริดจ์ แล้วต่อสายไฟออกเพื่อใช้งานต่อไป



(ก)



(ข)



(ค)

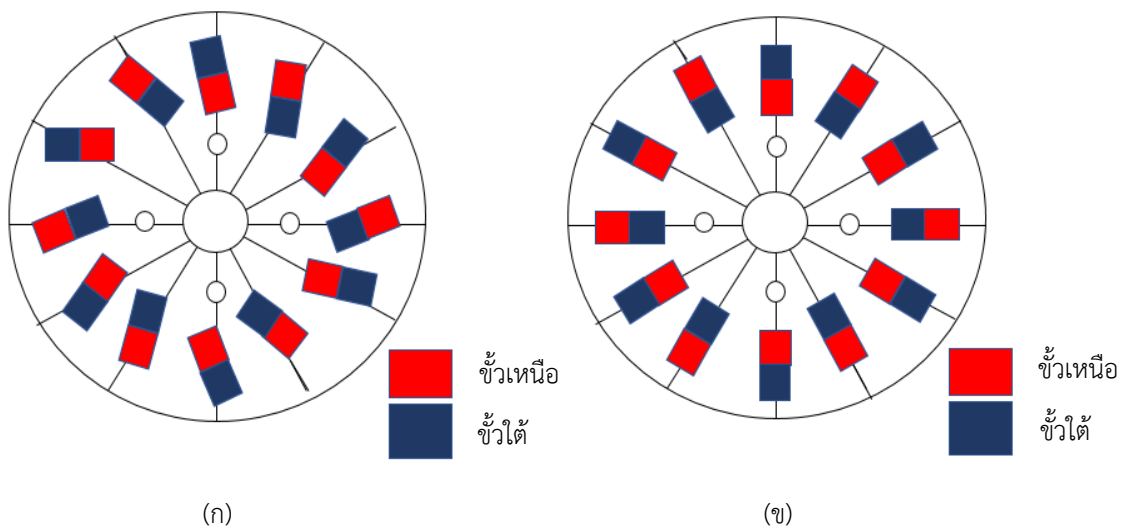


(ง)

ภาพที่ 3 (ก) แม่เหล็ก (ข) แผ่นเหล็ก (ค) การวางแม่เหล็กบนแผ่นเหล็ก (ง) ชุดแม่เหล็ก

4. ขั้นตอนการสร้างชุดแม่เหล็ก

- 1) นำแม่เหล็กถาวรแม่เหล็กแรงสูงนีโอไดเมียม ขนาดความยาว 50 mm ความกว้าง 25 mm และความหนา 10 mm จำนวน 12 อัน แต่ละอันมีความเข้มสนามแม่เหล็กเท่ากับ 0.65 T มาประกอบตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังภาพที่ 3
- 2) ทำการแบ่งมุมบนแผ่นเหล็กกลมซึ่งมีมุมเท่ากับ 360° จากแม่เหล็กจำนวน 12 อัน สามารถแบ่งมุมแต่ละช่องเท่ากับ 30°
- 3) ทำการวางแม่เหล็กบนแผ่นเหล็ก โดยวางแม่เหล็กแต่ละอันสลับขั้วระหว่างขั้วเหนือกับขั้วใต้และมีระยะห่างระหว่างแม่เหล็กแต่ละอัน 3 cm นับจากขอบล่าง และเท้าน้ำยาเรซินในแบบแผ่นเหล็กที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 4 รูปแบบการวางแม่เหล็ก (ก) ชุดที่ 1 ไม่มีการบิดแม่เหล็ก และ (ข) ชุดที่ 2 ทำการบิดแม่เหล็กเป็นมุม 30°

5. การออกแบบการวางและการบิดแม่เหล็ก

การออกแบบการวางและการบิดแม่เหล็ก แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ แม่เหล็กชุดที่ 1 ไม่มีการบิดแม่เหล็ก และแม่เหล็กชุดที่ 2 ทำการบิดแม่เหล็ก 30° ดังภาพที่ 4

6. ขั้นตอนการติดตั้งและการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทำการติดตั้งชุดแม่เหล็กถาวรกับชุดขดลวดที่ระยะห่างเท่ากับ 2.75 mm เข้ากับชุดทดสอบระบบที่ประกอบด้วยโครงเหล็กไว้ยึดแม่เหล็กถาวรกับชุดขดลวด แกนเหล็กขนาด 6 มม ใช้เป็นเพลาลูกหมุน มอเตอร์ MONICA 320V, 50Hz ความเร็วรอบ 1,440 rpm สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลขับเคลื่อนแกนหมุน และอินเวอร์เตอร์สำหรับปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ จากนั้นทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยศึกษาชุดแม่เหล็ก 2 ชุด คือ แม่เหล็กชุดที่ 1 ไม่มีการบิดแม่เหล็ก และแม่เหล็กชุดที่ 2 ทำการบิดแม่เหล็ก 30° ในการทดสอบใช้หลอดไฟฟ้า DC ขนาด 24 V 60 W จำนวน 4 ตัว เป็นโหลด และทำการทดลองตั้งแต่ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 100-500 rpm และปรับความเร็วรอบโดยใช้อินเวอร์เตอร์ครั้งละ 50 รอบ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) ต่อวงจรภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Series-Star connection และต่อไดโอดบริดจ์
- 2) ต่อวงจรการทดลองพร้อมทั้งต่อมอเตอร์เป็นตัวต้นกำลัง

3) ปรับความเร็วรอบครั้งละ 50 RPM แล้วเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์พร้อมจับเวลา 20 วินาที บันทึกแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าที่อ่านค่าได้จากมัลติมิเตอร์ ดังภาพที่ 5 และคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า (Elbatran et al, 2015) (Abhijit et al, 2012) จากสมการที่ (4) ดังนี้

$$P = IV \quad (4)$$

เมื่อ P คือกำลังไฟฟ้า (W) I คือกระแสไฟฟ้า (A) และ V คือความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 (ก) การติดตั้งชุดแม่เหล็กถาวรกับชุดขดลวดเข้ากับชุดทดสอบ (ข) การติดระบบทดสอบตั้งทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวร

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

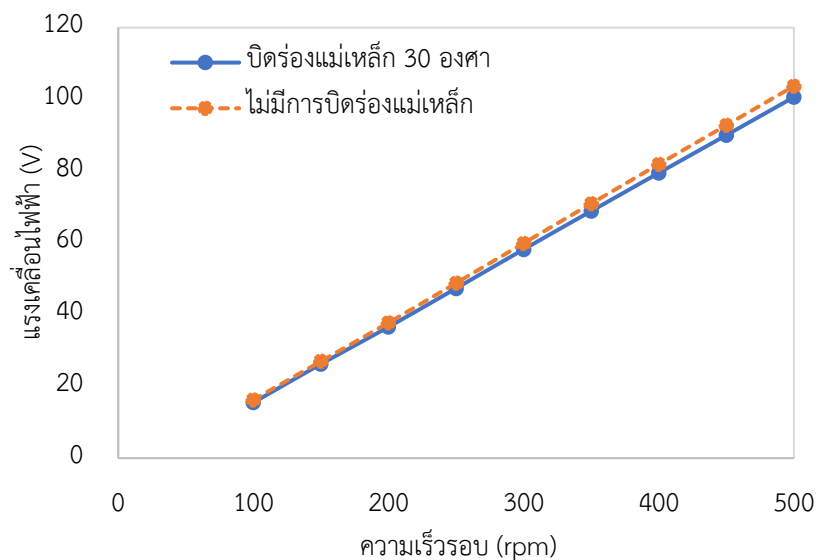
จากผลการศึกษาอิทธิพลของมุมการบิดแม่เหล็กต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก สามารถวิเคราะห์แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า

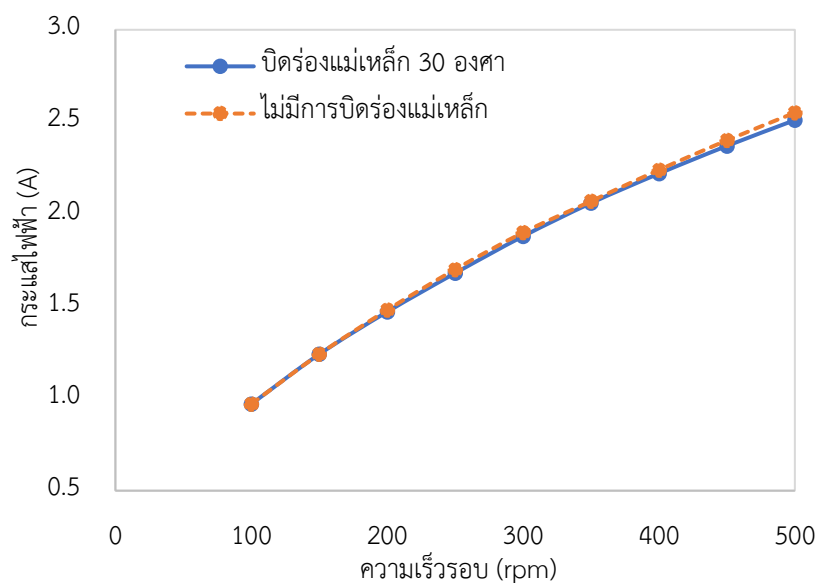
จากผลและวิเคราะห์ผลการทดลองของแรงเคลื่อนไฟฟ้า พบว่าแรงดันไฟฟ้าแปรผันตรงกับความเร็วนำ กล่าวคือแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อความเร็วนำมีค่ามากขึ้น และเมื่อเทียบค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแม่เหล็กชุดที่ 1 ไม่มีการบิดแม่เหล็ก และแม่เหล็กชุดที่ 2 ทำการบิดแม่เหล็ก 30° พบว่า แม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงกว่า ทั้งนี้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 103.70 V ที่ความเร็วนำ 500 rpm แม่เหล็กชุดที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วนำกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ดังภาพที่ 6

2. กระแสไฟฟ้า

จากผลและวิเคราะห์ผลการทดลองของกระแสไฟฟ้า พบว่ากระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความเร็วนรอบ กล่าวคือ กระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อความเร็วนรอบมีค่ามากขึ้น และเมื่อเทียบค่ากระแสไฟฟ้าของแม่เหล็กชุดที่ 1 ไม่มีการปิดแม่เหล็ก และแม่เหล็กชุดที่ 2 ทำการปิดแม่เหล็ก 30° พบว่าแม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่ากระแสไฟฟ้าที่สูงกว่า เนื่องจากด้วยเหตุผลเดียวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากล่าวคือ ในขณะที่โรเตอร์หมุนตัดกับสเตเตอร์แม่เหล็กชุดที่ 1 มีพื้นที่ครอสระหว่างขดลวดทองแดงกับแม่เหล็กที่มากกว่า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่า ทั้งนี้ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.55 A ที่ความเร็วนรอบ 500 rpm แม่เหล็กชุดที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วนรอบกับกระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 7



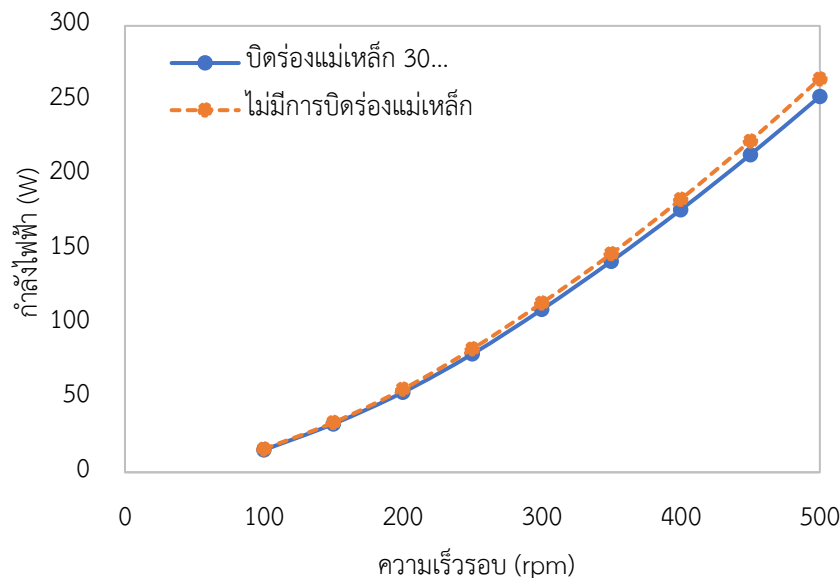
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วนรอบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วนรอบกับกระแสไฟฟ้า

3. กำลังไฟฟ้า

จากผลและวิเคราะห์ผลการคำนวณของกระแสไฟฟ้า พบว่ากำลังไฟฟ้าแปรผันตรงกับความเร็รรอบ กล่าวคือ กำลังไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อความเร็รรอบมีค่ามากขึ้น และเมื่อเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของแม่เหล็กชุดที่ 1 ไม่มีการปิดร่องแม่เหล็ก และแม่เหล็กชุดที่ 2 ทำการปิดร่องแม่เหล็ก 30° พบว่า แม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูงกว่า เนื่องจากค่ากำลังไฟฟ้าคือผลคูณระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 264.43 W ที่ความเร็รรอบ 500 rpm แม่เหล็กชุดที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็รรอบกับกำลังไฟฟ้า ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็รรอบกับกำลังไฟฟ้า

สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อความเร็รรอบมีค่ามากขึ้น
2. แม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงกว่าแม่เหล็กชุดที่ 2 โดยค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 103.70 V ที่ความเร็รรอบ 500 rpm
3. แม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่ากระแสไฟฟ้าที่สูงกว่าแม่เหล็กชุดที่ 2 โดยค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.55 A ที่ความเร็รรอบ 500 rpm
4. แม่เหล็กชุดที่ 1 มีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูงกว่าแม่เหล็กชุดที่ 2 โดยค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 264.43 W ที่ความเร็รรอบ 500 rpm

ทั้งนี้ หากต้องการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เริ่มหมุนเร็วแต่ให้กำลังไฟฟ้าต่ำก็ต้องเลือกแม่เหล็กชุดที่ 2 ที่มีการปิดร่องแม่เหล็ก ในขณะที่หากต้องการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เริ่มหมุนช้าแต่ให้กำลังไฟฟ้าสูงก็ต้องเลือกแม่เหล็กชุดที่ 1 ที่ไม่มีการปิดร่องแม่เหล็ก ซึ่งหลักการในการเลือกใช้งานแม่เหล็กทั้ง 2 ชุด ต้องมีการสำรวจแหล่งน้ำและวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา (บกศ.) ประจำปี พ.ศ.2564 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์การทดลอง/เครื่องมือสำหรับวัดผลการทดลองจากสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

- ชัยนุสนธิ์ เกษตรพงศ์ศาล, และมนตรี สุขเลื่อง. (2558). การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโครนัสความเร็วรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวรจากมอเตอร์เหลือทิ้ง. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 25(3), 361-370.
- ณัฐพงษ์ ประพฤติ, และพุทธพร เสวตสกุลานนท์. (2559). เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำพลังงานลมแบบเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้ากำลังขนาด 750 วัตต์. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 6(3), 120-126.
- ธนสาร ฐานะวุฒฑ์. (2553). การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งานของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ไพรวลัย พงษ์หวาน, ชัยนุสนธิ์ เกษตรพงศ์ศาล, และมนตรี สุขเลื่อง. (2558). การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบทวีคูณสำหรับกังหันลมขนาดเล็ก. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8* (หน้า 279-282). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อัศวิน ปศุศฤทธาการ. (2552). การประเมินสมรรถนะของกังหันน้ำขนาดเล็กแบบลูกตุ้มต่ำเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อัศวเทพ สารปิ่น, วรจักร เมืองใจ, และธีระศักดิ์ สมศักดิ์. (2560). การออกแบบและทดสอบสมรรถนะทางเทคนิคของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรแบบสองโรเตอร์สามสเตเตอร์สำหรับกังหันน้ำแบบไหลขวาง. *วารสารวิชาการปทุมวัน*, 7(19), 15-31.
- Elbatran, A. H., Mohamed, W. A-H., Yaakob, O. B., Ahmed, M., and Arif, M. (2015). Hydro Power and Turbine Systems Reviews. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 74(5), 83-90.
- Abhijit, D., Ashwin, D., and Aliakbar, A. (2012). Performance investigation of a simple reaction water turbine for power generation from low head micro hydro resources. *Smart Grid and Renewable Energy*, 3, 239-245.

การศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วยน้ำว่าพันธ์มะลิองค์ที่เหมาะสม ในการผลิตเส้นพาสต้าสำเร็จรูป

The study of optimal ratio of banana Namwa Mali-Ong flour in development of instant pasta

วาสนา บัวนาค¹ ปณิตา แจตนาลาว¹ จารุกิตต์ ดิษสระ¹ วีรยุทธ ยวนใจ² และ ชุตินา กาบแก้ว^{1*}

Wassana Buanak¹ Panita Chaetnalao¹ Jarukitt Ditsara¹ Weerayut Yuanjai² and Chutima Kapkaeo^{1*}

¹สาขาวิชาวนวัฒนกรรมจัดการเกษตรและซัพพลายเชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

²กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

¹Department of Agricultural Management Innovation and Supply Chain, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University.

²Department of Health and Physical Education, Faculty of The Demonstration School of Bansomdejchaopraya Rajabhat University.

*Corresponding author Email: chutee_AE@hotmail.com

Received 11 June 2022, Accepted 6 October 2022, Published 25 October 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนของแป้งกล้วยน้ำว่าพันธ์มะลิองค์ที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้าสำเร็จรูป โดยการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธ์มะลิองค์ในสูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์) ศึกษาระยะเวลาในการอบและทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การคืนตัวของเส้นพาสต้าด้วยวิธีการต้ม ค่าสีเส้นพาสต้าอบแห้ง และเส้นพาสต้าหลังการคืนตัว ด้วยเครื่องวัดสี รุ่น 3nh และทดสอบด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์พาสต้าจากผู้บริโภค โดยใช้วิธี Hedonic Scaling 9 Point เพื่อทดสอบคุณภาพการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 50 คน ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน

จากการศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธ์มะลิองค์ในแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 20, 40 และ 60 กรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการอบเส้นพาสต้าน้อยกว่าสูตรมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 33.34, 38.89 และ 50.00 ตามลำดับ ลักษณะทางกายภาพหลังการคืนตัว พบว่าสูตรทดแทน 40 และ 60 กรัม ใช้ระยะเวลาในการคืนตัวน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน เนื้อสัมผัสผิวเรียบ มีความยืดหยุ่น สีเหลืองแกมน้ำตาล และเส้นมีความจับตัวได้ดี ค่าสีของเส้นพาสต้าอบแห้ง และเส้นพาสต้าหลังคืนตัว พบว่าค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) จะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าพันธ์มะลิองค์มากขึ้น เมื่อคำนวณค่า Hue Angle (°) พบว่าเส้นพาสต้าอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 73.74-81.53 ซึ่งแสดงค่าสีส้มแดง-สีเหลือง และเส้นพาสต้าหลังคืนตัวมีค่าอยู่ระหว่าง 74.09-87.53 ซึ่งแสดงค่าสีส้มแดง-สีเหลืองน้ำตาล การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จากผู้ทดสอบ 50 คน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูตรมาตรฐานในทุกด้านมากที่สุด และเมื่อทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธ์มะลิองค์พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีสูตรทดแทน 20 กรัม มากที่สุด คือ 8.06 ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูตรทดแทน 20 กรัม มากที่สุด คือ 8.04 ให้คะแนนความชอบด้านรสชาติสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 7.80 ให้คะแนน

ความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 8.00 และให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 8.04

คำสำคัญ: แป้งกล้วย พาสต้า กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน พาสต้าสำเร็จรูป

ABSTRACT

The objective of this research was to development of Instant Pasta from Banana Namwa Mali-Ong Flour. By studying the amount of Mali-Ong banana flour, in standard formula (Wheat Flour), study temperature baking time and testing the physical properties, such as recovery of pasta by boiling method and measure the color of dried pasta and after recovery (boiled) with a colorimeter model 3nh and sensory testing of pasta products from untrained panelists by using Hedonic scaling 9-point method, to test the acceptance quality in terms of color, odor, taste, texture, and overall liking by 50 panelists.

From the study of substituting quantity of Banana Namwa Mali-Ong Flour in 100 percent wheat flour was 20, 40 and 60 g. The time spent baking pasta was less than the standard recipe (Wheat Flour), accounting for 33.34%, 38.89 and 50.00, respectively. Physical characteristics after recovery (boiled) showed that the 40 and 60 g. substitute formula took less time to recover than the standard formula. Smooth texture flexible brownish yellow and the lines have a good grip. Color measurement of dried pasta and pasta after recovery results showed that the brightness (L^*) and the yellow (b^*) value decreased when increasing Mali-Ong banana flour, Hue Angle ($^\circ$) of dried pasta value are between 73.74-81.53 with orange red - yellow colors, and pasta after recovery value are between 74.09-87.53 with orange red - yellow brown colors. The consumer acceptance test for pasta from Mali-Ong banana flour, in terms of color, odor, taste, texture and overall liking, from 50 testers, the test subjects gave 60 grams of overall liking the most, with average scores of 7.28, 7.26, 7.80, 8.00 and 8.04, respectively.

Keywords: Banana Flour, Pasta, Mali-Ong Banana, Instant Pasta

บทนำ

พาสต้า เป็นอาหารดั้งเดิมของชาวอิตาลีกำเนิดขึ้นเมื่อช่วงปลายศตวรรษที่ 13 ในปัจจุบันรูปแบบของเส้นพาสต้ามีหลายชนิดและสามารถนำมาประกอบอาหารได้มากถึง 600 ชนิด รูปแบบพาสต้าที่คนไทยนิยมคือสปาเก็ตตี้ มะกะโรนี เป็นต้น พาสต้ามีส่วนประกอบจากแป้งสาลี ไข่ไก่ และน้ำ โดยนำส่วนผสมมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำแป้งที่ได้มารีดเป็นแผ่นและตัดเป็นเส้น พาสต้าจะมีรูปร่างหลากหลาย (อรอนงค์, 2540) สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย โดยในประเทศไทยนั้นมีความนิยมอาหารประเภทนี้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และปัจจุบันมีการนำแป้งกล้วยน้ำว้ามาทดแทนแป้งสาลีเพื่อลดต้นทุนในการผลิต (วรรัชยา และคณะ, 2560)

ปัจจุบันกล้วยน้ำว้าดิบนิยมนำมาแปรรูปเป็นแป้งกล้วย เนื่องจากกล้วยดิบมีปริมาณแป้งสูง โดยแป้งกล้วยน้ำว้าจะให้พลังงานสูงเทียบเท่ากับแป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี และแป้งข้าวเจ้า เป็นต้น ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย

น้ำว่าดิบให้พลังงาน 147 กิโลแคลอรี โปรตีน 1.1 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 35.1 กรัม (สุจิตต์, 2558) นอกจากนี้ยังพบว่า คาร์โบไฮเดรตในกล้วยน้ำว่าดิบประกอบด้วยสตาร์ชที่เรียกว่า Resistant Starch ซึ่งเป็นสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยของเอนไซม์ ไม่ดูดซึมภายในลำไส้เล็กของมนุษย์ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายเส้นใยอาหาร (วรารณ, 2551)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สาคูทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อน เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าและประโยชน์จากการใช้กล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อน ให้เป็นทางเลือกแก่ให้ผู้บริโภค โดยใช้วัตถุดิบที่ผลิตภายในท้องถิ่น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนและท้องถิ่น

วิธีการวิจัย

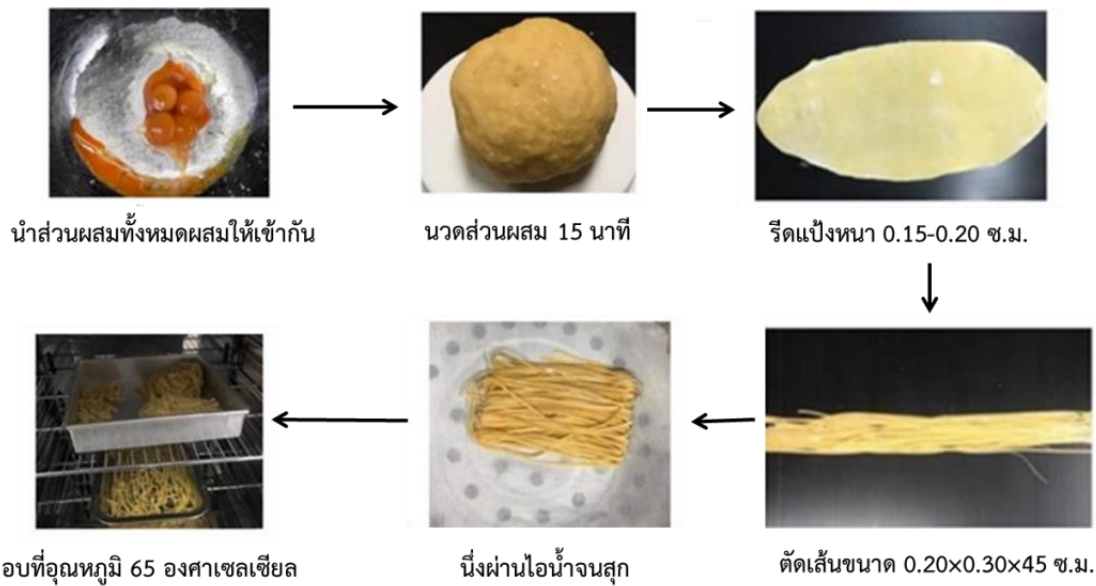
ในการดำเนินการวิจัยนั้น จะทำการผลิตเส้นพาสต้าสำเร็จรูปทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อน โดยการทดแทนแป้งสาลี ปริมาณการทดแทนคือ 20, 40 และ 60 กรัม โดยแต่ละอัตราส่วนจะใช้แป้งดัดแปร (Modified Starch) เป็นส่วนผสม 40 กรัม เพื่อช่วยให้เส้นพาสต้ามีความเรียบเนียน ยืดหยุ่น และคินตัวได้ดี (เสาวภาคย์, 2554)

1. ศึกษากระบวนการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อน

นำกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อนดิบปอกเปลือกล้างด้วยน้ำสะอาด แช่วด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 นาน 30 นาที หั่นเป็นแผ่นบางๆ ขนาด 1-3 มิลลิเมตร อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง จนมีความชื้นร้อยละ 13 (จิรนาถ และคณะ, 2558) แล้วนำมาบดให้ละเอียด และร่อนผ่านชั้นตะแกรง 80 mesh คำนวณร้อยละผลผลิต และเก็บรักษาภายในภาชนะปิดสนิท

2. ศึกษากระบวนการทำเส้นพาสต้าสำเร็จรูปโดยการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อนในแป้งสาลี และเวลาที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้าสำเร็จรูปทดแทนแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อน

ทดแทนปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อนในแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณการทดแทนคือ 20, 40 และ 60 กรัม และใช้ส่วนผสมดังนี้ แป้งสาลี ไข่ไก่สด เกลือ แป้งดัดแปร และน้ำสะอาดปริมาณ 160, 120, 5, 40 และ 20 กรัม ตามลำดับ โดยเริ่มจากการร่อนแป้งสาลีและแป้งกล้วยน้ำว่าพันธุ์มะลิอ่อนด้วยตะแกรง เติมเกลือ ไข่ไก่ และน้ำสะอาด ผสมส่วนผสม นวดมือ 15 นาที ควบคุมอุณหภูมิของก้อนโด (Dough) ไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปรีดเป็นแผ่นหนาประมาณ 0.15-0.20 เซนติเมตร ตัดเป็นเส้นความหนา 0.20 เซนติเมตร ความกว้าง 0.30 เซนติเมตร และความยาว 45 เซนติเมตร นำไปนึ่งให้สุกใช้เวลาเวลา 3 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (เสาวภาคย์, 2554) ภาพที่ 1 และศึกษาเวลาที่เหมาะสม



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเส้นพาสต้าสำเร็จรูปทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน

3. ศึกษาการคืนตัวของเส้นพาสต้าสำเร็จรูปทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน

นำเส้นพาสต้าที่ผ่านการอบแห้งมาศึกษาการคืนตัวโดยใช้อัตราส่วนของน้ำต่อเส้นอบแห้ง 10 ต่อ 1 ต้มเส้นพาสต้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนเส้นสุก พิจารณาโดยการตรวจพินิจ เส้นที่สุกต้องนิ่มไม่มีก้อนแข็งในเส้น เพื่อให้เกิดการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ที่ระยะเวลาที่เหมาะสม ทำการจับเวลาแล้วนำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพ และประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการตรวจพินิจ

4. ศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนอบแห้ง และหลังจากการคืนตัว

โดยนำเส้นพาสต้าอบแห้ง และหลังการคืนตัว (ต้มสุก) วัดค่าสี ระบบ L^* a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น 3nh จากนั้นคำนวณค่า Hue Angle โดยใช้สมการที่ (1)

$$\text{Hue} = \arctangent (b^*/a^*);$$

$$a^* > 0 \text{ and } b^* > 0 \quad (1)$$

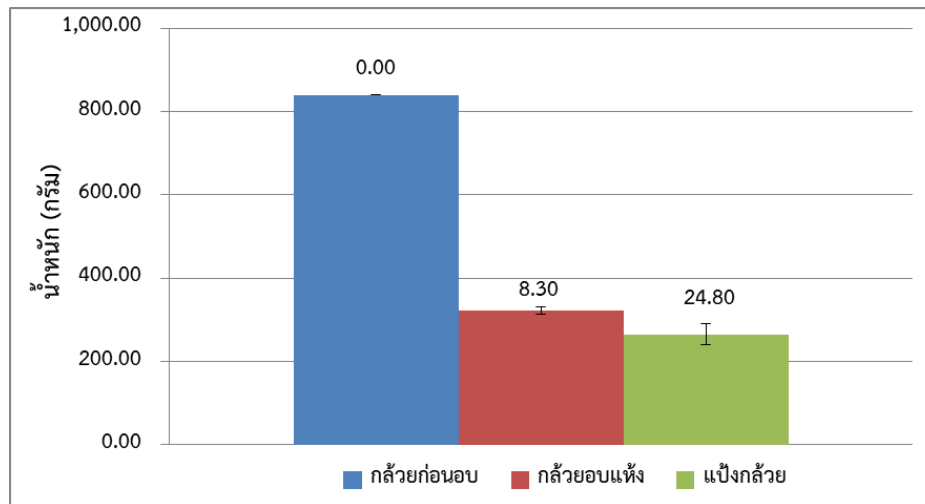
5. ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์พาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนจากผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน โดยวิธี Hedonic Scaling 9 Point เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ทำการทดสอบพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน สูตรทดแทน 20, 40 และ 60 กรัม โดยระดับคะแนนเริ่มจากน้อยสุดไปถึงมากที่สุด คือคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

1. กระบวนการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อง

โดยทำการอบกล้วยในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากันทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่าแป้งกล้วยที่ได้มีอัตราส่วน 1 ต่อ 3 ของน้ำหนักกล้วยดิบก่อนอบ ลักษณะปรากฏของแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่องเป็นผงละเอียด เนื้อเนียน สีเหลือง-น้ำตาลอ่อน ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงน้ำหนักแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่องที่ได้หลังจากการเตรียมแป้ง

2. กระบวนการทำพาสต้าโดยการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่องในแป้งสาลี และเวลาที่เหมาะสมในการผลิตพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อง

การศึกษากระบวนการทำพาสต้า และเวลาที่เหมาะสมในการผลิตพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่องจากสูตรทดแทนคือ 20, 40 และ 60 กรัม อบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (เสาวภาคย์, 2554) พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งลดลงร้อยละ 33.34, 38.89 และ 50.00 ตามลำดับ พบว่าสูตรทดแทน 60 กรัม ใช้เวลาอบแห้งลดลง 50.00 เปอร์เซ็นต์ เส้นพาสต้าที่ได้เส้นแข็งแรงไม่แตกหัก ผิวเรียบ สีเหลืองแกมน้ำตาล ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการอบแห้ง และลักษณะปรากฏของพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อง

สูตร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ลักษณะปรากฏ
มาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์)	65	180	เส้นแข็ง ไม่แตกหัก ผิวเรียบ สีเหลืองนวล
สูตรทดแทน 20 กรัม	65	120	เส้นแข็ง เปราะ และหักง่าย ผิวเรียบ สีเหลืองนวล
สูตรทดแทน 40 กรัม	65	110	เส้นแข็ง แตกหักเล็กน้อย ผิวเรียบ สีเหลืองแกมน้ำตาล
สูตรทดแทน 60 กรัม	65	90	เส้นแข็งไม่แตกหัก ผิวเรียบ สีเหลืองแกมน้ำตาล

3. ลักษณะการคินตัวของเส้นพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน

จากการศึกษาเวลาในการคินตัว และลักษณะทางกายภาพของเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน พบว่าเมื่อการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน ใช้ระยะเวลาในการคินตัวน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากเม็ดแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนดูดน้ำได้เร็วขึ้นเกิดจากการพองตัวทำให้ใช้เวลาสั้นลง (วารกรณ์, 2551)

ลักษณะทางกายภาพของเส้นพาสต้าสูตรทดแทน 40 และ 60 กรัม ใช้เวลาในการคินตัวน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน ลักษณะเส้นที่ได้มีเนื้อสัมผัสนุ่ม ผิวเรียบ และมีความยืดหยุ่น ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระยะเวลา และลักษณะทางกายภาพของเส้นพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนหลังการคินตัว

สูตร	เวลา (นาที)	ลักษณะทางกายภาพ
มาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์)	10	เส้นมีความนิ่ม มีความยืดหยุ่น ผิวเรียบ และมีสีเหลืองนวล
ทดแทน 20 กรัม	10	เส้นมีความแข็งเล็กน้อย มีความยืดหยุ่นต่ำ ผิวเรียบ และมีสีเหลืองนวล
ทดแทน 40 กรัม	8	เส้นมีความนิ่ม มีความยืดหยุ่นต่ำ ผิวเรียบ มีสีเหลืองแกมน้ำตาล
ทดแทน 60 กรัม	8	เส้นมีความนิ่ม มีความยืดหยุ่นต่ำ ผิวเรียบ มีสีน้ำตาลออกไปทางเข้ม และเส้นมีความจับตัวได้ดี

4. การวัดค่าสีเส้นพาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนอบแห้ง และหลังจากการคินตัว

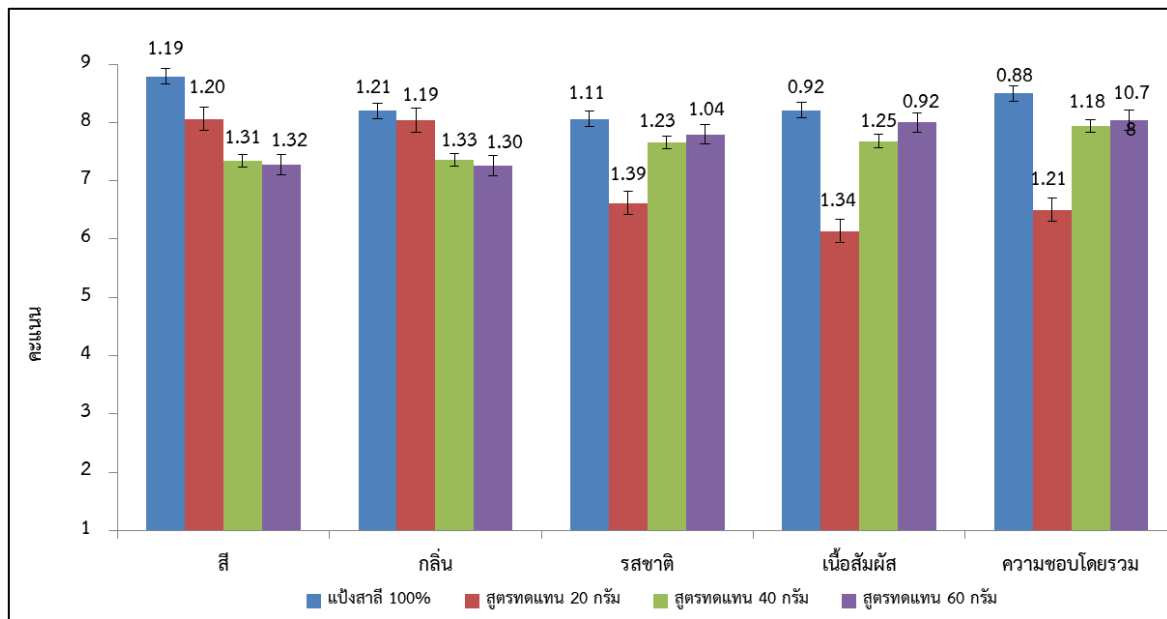
จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าอบแห้ง และเส้นพาสต้าหลังการคินตัว (ต้มสุก) พบว่าค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) จะลดลงเมื่อทดแทนปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนมากขึ้น (ตารางที่ 3) และเมื่อคำนวณค่า Hue Angle ($^\circ$) พบว่าเส้นพาสต้าอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 73.74-81.53 ซึ่งแสดงค่าสีส้มแดง-สีเหลือง และเส้นพาสต้าหลังคินตัวมีค่าอยู่ระหว่าง 74.09-87.53 ซึ่งแสดงค่าสีส้มแดง-สีเหลืองน้ำตาล แป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนที่นำมาผลิตเส้นพาสต้ามีสีเหลืองนวล-น้ำตาลอ่อน เมื่อมีการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนมากขึ้น สีของเส้นพาสต้าจะมีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองลดลง นอกจากนี้สีน้ำตาลอ่อนของแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการกระทำของเอนไซม์ (Enzymatic Browning) รวมถึงปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ในกระบวนการเตรียมแป้ง (Whister, 1998)

ตารางที่ 3 แสดงค่าสีในระบบ Hunter Lab (L^* , a^* , b^*) ของเส้นพาสต้าสูตรมาตรฐาน และสูตรทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนในระดับต่างๆ

สถานะ	ระดับ	ค่าสี			Hue ($^{\circ}$)
		L^*	a^*	b^*	
อบแห้ง	สูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์)	56.40 $\pm$ 1.00	4.92 $\pm$ 0.47	33.08 $\pm$ 3.42	81.53 $\pm$ 0.58
	ทดแทน (20 กรัม)	51.64 $\pm$ 5.62	3.00 $\pm$ 0.56	19.38 $\pm$ 2.36	81.20 $\pm$ 2.24
	ทดแทน (40 กรัม)	50.53 $\pm$ 0.94	5.40 $\pm$ 0.14	19.02 $\pm$ 0.39	74.14 $\pm$ 0.44
	ทดแทน (60 กรัม)	44.76 $\pm$ 0.49	4.87 $\pm$ 0.03	16.76 $\pm$ 0.04	73.74 $\pm$ 0.12
คินตัว (ต้มสุก)	สูตรมาตรฐานสูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์)	66.47 $\pm$ 3.62	0.54 $\pm$ 0.02	11.38 $\pm$ 1.49	87.28 $\pm$ 1.25
	ทดแทน (20 กรัม)	56.22 $\pm$ 1.09	2.10 $\pm$ 0.45	11.02 $\pm$ 1.23	79.19 $\pm$ 1.06
	ทดแทน (40 กรัม)	52.69 $\pm$ 2.41	1.83 $\pm$ 0.32	8.75 $\pm$ 1.20	78.18 $\pm$ 1.98
	ทดแทน (60 กรัม)	43.92 $\pm$ 0.57	2.60 $\pm$ 0.26	9.13 $\pm$ 0.48	74.09 $\pm$ 0.44

5. ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์พาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนจากผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์พาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทำการทดสอบเส้นพาสต้าสูตรมาตรฐาน (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์) และสูตรทดแทน 20, 40 และ 60 กรัมตามลำดับ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูตรมาตรฐานในทุกด้านมากที่สุด และเมื่อทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีสูตรทดแทน 20 กรัม มากที่สุด คือ 8.06 เนื่องจากสีที่ได้มีสีที่ใกล้เคียงกับเส้นพาสต้าสูตรมาตรฐานมากที่สุด ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูตรทดแทน 20 กรัม มากที่สุด คือ 8.04 ให้คะแนนความชอบด้านรสชาติสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 7.80 ให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 8.00 และให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 8.04 ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์พาสต้าแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน

สรุปผลการวิจัย

การผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน ลักษณะปรากฏของแป้งกล้วยเป็นผงละเอียด เนื้อเนียน สีเหลือง-น้ำตาลอ่อน ปริมาณการทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนในแป้งสาลีคือ 20, 40 และ 60 กรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการอบเส้นพาสต้า น้อยกว่าสูตรมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 33.34, 38.89 และ 50.00 ตามลำดับ ลักษณะทางกายภาพหลังการคั่ว (ต้มสุก) พบว่าสูตรทดแทน 40 และ 60 กรัม ใช้ระยะเวลาในการคั่ว น้อยกว่าสูตรมาตรฐาน เนื้อสัมผัสผิวเรียบ มีความยืดหยุ่น สีเหลืองแกมน้ำตาล และเส้นมีความจับตัวได้ดี ค่าสีของเส้นพาสต้าอบแห้ง และเส้นพาสต้าหลังคั่ว พบว่าค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) จะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนมากขึ้น และเมื่อคำนวณค่า Hue Angle ($^\circ$) พบว่าเส้นพาสต้าอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 73.74-81.53 ซึ่งแสดงค่าสีส้มแดง-สีเหลือง และเส้นพาสต้าหลังคั่วมีค่าอยู่ระหว่าง 74.09-87.53 ซึ่งแสดงค่าสีส้มแดง-สีเหลืองน้ำตาล การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์พาสต้าทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน ด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบ 50 คน ที่ไม่ได้รับการฝึกฝน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูตรมาตรฐานในทุกด้านมากที่สุด และเมื่อทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีสูตรทดแทน 20 กรัม มากที่สุด คือ 8.06 ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูตรทดแทน 20 กรัม มากที่สุด คือ 8.04 ให้คะแนนความชอบด้านรสชาติสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 7.80 ให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 8.00 และให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรทดแทน 60 กรัม มากที่สุด คือ 8.04

เอกสารอ้างอิง

- จิรนาถ บุญคง, ทิพวรรณ บุญมี, และพัชรารัตน เรือนแก้ว. (2558). การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, 10(1), 19-20.
- วรัชยา คุ่มมี, อภิญา อัครเอกมลิน, ชิณพงค์ ลือราช, และชนาธิป รุ่งเรือง. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลี. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 (หน้า 937-946) สถาบันวิจัย: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- วราภรณ์ สกลไชย. (2551). การเกิด Resistant Starch โดยการใช้กระบวนการความร้อน และการใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์คุกกี้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุจิตต์ สาสีพันธ์. (2558). เคล็ดลับกล้วย...กล้วย ช่วยสุขภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 1). ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด: สำนักสื่อสาร และโต้ตอบความเสี่ยง กรมอนามัย.
- เสาวภาคย์ วัฒนพาหุ. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสำเร็จรูป. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2540). ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Whister, R.L. (1998). Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility-a review. Carbohydrate Polymers, 59(4), 443-458.

พืชกาฝากและพืชอิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ Parasitic and Epiphytic Plants in Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province

เทียมหทัย ชูพันธ์*

Thiamhathai Choopan

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย 30000

Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon

Ratchasima Province, Thailand 30000

*Corresponding author E-mail: thiamhathai@yahoo.com

Received 14 May 2022, Accepted 2 November 2022, Published 7 November 2022

บทคัดย่อ

การสำรวจพืชกาฝากและพืชอิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ ตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติระหว่างเดือนมกราคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เพื่อให้ทราบชนิดและแหล่งอาศัย จากการสำรวจพบพืชจำนวน 11 วงศ์ 19 สกุล 29 ชนิด จำแนกเป็นพืชกลุ่มเฟิร์น 11 ชนิด พืชดอกกลุ่ม Magnoliids 1 ชนิด พืชดอกกลุ่ม Monocots 1 ชนิด และพืชดอกกลุ่ม Eudicots 16 ชนิด และสามารถจำแนกตามการดำรงชีวิตออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พืชที่ดำรงชีวิตแบบกาฝาก 13 ชนิด พืชที่ดำรงชีวิตแบบอิงอาศัย 15 ชนิด พืชที่ดำรงชีวิตแบบอาศัยซาก 1 ชนิด เป็นพืชหายากของโลกและพืชเฉพาะถิ่นของไทย 1 ชนิด ได้แก่ ว่านดอกสามสี (*Christisonia siamensis* Craib)

คำสำคัญ: พืชกาฝาก พืชอิงอาศัย อุทยานแห่งชาติภูแลนคา ชัยภูมิ

ABSTRACT

The survey of parasitic and epiphytic plants along natural trails in Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province was conducted between January and December 2018. Plant species and habitats were purposed for this study. There were 11 families, 19 genera and 29 species including 11 species of ferns, 1 species each of Magnoliids and Monocots, and 16 species of Eudicots. Life form of plants were classified into 3 groups; i.e., 13 species of parasites, 15 species of epiphytes, and 1 species of saprophytes. *Christisonia siamensis* Craib is a rare and endemic species to Thailand.

Keywords: Parasitic plant, Epiphytic plant, Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum

บทนำ

พรรณพืชที่พบในพื้นที่ป่ามีชนิดพืช ความหลากหลาย และจำนวนต้นที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทของป่าไม้ม เช่น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา เขตลุ่มน้ำ พื้นที่ราบสูง ลักษณะของดินและหิน รวมทั้งนิเวศวิทยาอื่น ๆ ซึ่งนอกจากพรรณไม้หลักที่พบได้ทั่วไปแล้ว พืชกาฝากหรือพืชเบียน (Parasitic plants) พืชอิงอาศัย (Epiphytic plants) และพืชที่เกาะอาศัย เป็นกลุ่มพืชที่สามารถพบเห็นได้เช่นกัน โดยเกาะอาศัยอยู่กับพืชอื่นที่ยังมีชีวิตอยู่ บนซาก หรือบนหิน แต่มีข้อแตกต่างกันคือ กาฝากได้อาหารจากพืชที่เกาะอยู่ด้วยการแทงรากเข้าไปในท่อลำเลียงของต้นไม้ต้นนั้นและต้องพึ่งพาต้นไม้อื่นในการดำรงชีวิต โดยเกาะอาศัยที่ลำต้น กิ่งก้าน หรือรากของพืชอื่น (ก่องกานดา, 2550) ซึ่งบ่อยครั้งที่ต้นไม้ที่มีกาฝากเกาะอาศัยมากเกินไปอาจชะงักการเจริญเติบโตและตายได้ ขณะที่พืชอิงอาศัยเพียงแค่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ต้นนั้น เช่น กล้วยไม้ วานโกแดง เฟิร์น หรือนมตำเลีย เป็นต้น ซึ่งบ่งบอกถึงความชุ่มชื้นและความอุดมสมบูรณ์ของป่าได้ดี อย่างไรก็ตาม กาฝากหลายชนิดมีผลในเชิงบวกต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืชอาศัย รวมถึงพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศนั้นด้วย (Těšitel et al., 2021)

อุทยานแห่งชาติภูแลนคาที่มีพื้นที่ประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร เป็นป่าอนุรักษ์ที่ครอบคลุมหลายอำเภอในจังหวัดชัยภูมิ ได้แก่ เมือง เกษตรสมบูรณ์ หนองบัวแดง แก้งคร้อ และบ้านเขว้า ส่งผลให้มีสภาพป่าแตกต่างกัน 4 ประเภท คือ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และทุ่งหญ้า (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2564) การศึกษาพรรณไม้ในพื้นที่ที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรพืชทั้งกลุ่มไม้ต้น ไม้พื้นล่าง กล้วยไม้ และพืชวงศ์ขิง (เทียมหทัย และคณะ, 2560; ลลิตา และคณะ, 2557; เทียมหทัย และคณะ, 2561; เทียมหทัย และคณะ, 2562) อย่างไรก็ตาม ยังมีพืชกาฝากและพืชอิงอาศัยบางกลุ่มที่ได้รับความสนใจน้อยและยังไม่มีรายงาน จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อสำรวจชนิดของพืชดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการเป็นแหล่งเรียนรู้ต่อไป

วิธีการวิจัย

สำรวจชนิดของพืชกาฝาก พืชอิงอาศัยและพืชที่เกาะอาศัย/เกาะเลื้อย (ยกเว้นกล้วยไม้) ตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือนมกราคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถ่ายภาพและบันทึกข้อมูลภาคสนาม จำแนกพรรณไม้ตามหนังสือพรรณพฤกษชาติประเทศไทย (Forest Herbarium, 2021) และเอกสารทางพฤกษศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้ (ก่องกานดา, 2550; ก่องกานดา, 2550) ตรวจสอบและระบุชื่อวิทยาศาสตร์จากหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (สำนักงานหอพรรณไม้, 2557) และตรวจสอบสถานภาพตามการกำหนดสถานภาพด้านการอนุรักษ์ของสหภาพระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature; IUCN) (Forest Herbarium, 2017)

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการสำรวจพืชกาฝากและพืชอิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ พบพืชกาฝากและพืชอิงอาศัย 11 วงศ์ 19 สกุล 29 ชนิด (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) วงศ์ที่พบมากที่สุด คือวงศ์ Loranthaceae จำนวน 5 ชนิด รองลงมาคือวงศ์ Apocynaceae วงศ์ Orobanchaceae วงศ์ Polypodiaceae และวงศ์ Pteridaceae จำนวนวงศ์ละ 4 ชนิด วงศ์ Viscaceae จำนวน 3 ชนิด จำแนกตามการดำรงชีวิตออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พืชที่ดำรงชีวิตแบบกาฝาก (Parasite) 13 ชนิด พืชที่ดำรงชีวิตแบบอิงอาศัย (Epiphyte) เกาะอาศัยหรือเกาะเลื้อย 15 ชนิด และพืชที่ดำรงชีวิตแบบอาศัยซาก (Saprophyte) 1 ชนิด จากการตรวจสอบสถานภาพด้านการอนุรักษ์ พบว่า ว่านดอกสามสี (*Christisonia siamensis* Craib) (ภาพที่ 1ข) จัดเป็นพืชหายากของโลกและพืชเฉพาะถิ่นของไทย

จำแนกตามลักษณะวิสัยเป็นกาฝากพุ่ม (Parasitic shrub) 8 ชนิด กาฝากล้มลุก (Parasitic herb) 4 ชนิด กาฝากเถาเลื้อย (Parasitic herbaceous climber) 1 ชนิด ไม้ล้มลุกที่ขึ้นอยู่ตามซากผุเปื่อย (Saprophytic herb) 1 ชนิด เฟิร์นที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ (Epiphytic fern) หรือขึ้นบนหิน (Lithophytic fern) 11 ชนิด ไม้ล้มลุกที่ลำต้นทอดคานบนหินหรือลำต้นพืชอื่น (Creeping herb) หรือไม้เถา (Climber) 4 ชนิด

จำแนกตามแหล่งอาศัยออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พืชที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้หรือขึ้นบนหิน 24 ชนิด พืชที่อาศัยกับรากต้นไม้อื่น 4 ชนิด และพืชที่อาศัยบนซากผุเปื่อย 1 ชนิด

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชกาฝากและพืชอิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ

ลำดับที่	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ลักษณะวิสัย
1	Apocynaceae***	<i>Dischidia major</i> (Vahl) Merr.	เถาพุงปลา จุกโรหินี	CrH
2		<i>Dischidia nummularia</i> R. Br.	เกี๋ยม้งกร	CrH
3		<i>Hoya kerrii</i> Craib	ห้วใจศกัณท์	C
4		<i>Hoya pachyclada</i> Kerr	ต้างใหญ่	C
5	Aspleniaceae#	<i>Asplenium confusum</i> Tardieu & Ching	กระปรอกหางแมว	EF
6	Burmanniaceae*	<i>Burmannia wallichii</i> (Miers) Hook. f.	ข้าวกำนอย	SapH
7	Davalliaceae#	<i>Davallia solida</i> (G. Forst.) Sw.	เฟินนาคราช	EF
8	Lauraceae**	<i>Cassytha filiformis</i> L.	สังวาลพระอินทร์	PaHC
9	Loranthaceae***	<i>Dendrophthoe lanosa</i> (Korth.) Danser	กาฝากไทย	PaS
10		<i>Dendrophthoe pentandra</i> (L.) Miq.	กาฝากมะม่วง	PaS
11		<i>Helixanthera parasitica</i> Lour.	กาฝากก่อ	PaS
12		<i>Scurrula atropurpurea</i> (Blume) Danser	กาฝากไม้ซาก	PaS
13		<i>Scurrula ferruginea</i> (Jack) Danser	กาฝากขน	PaS
14	Oleandraceae#	<i>Oleandra undulata</i> (Willd.) Ching	นาคราชใบคลื่น	EF/LF/TerF
15	Orobanchaceae***	<i>Aeginetia indica</i> L.	ดอกดินแดง	PaH
16		<i>Christisonia siamensis</i> Craib	ว่านดอกสามสี	PaH
17		<i>Striga asiatica</i> (L.) Kuntze	หญ้าแม่มด	PaH
18		<i>Striga masuria</i> (Buch.-Ham. ex Benth.) Benth.	หญ้าแม่มดใหญ่	PaH
19	Polypodiaceae#	<i>Drynaria bonii</i> Christ	กระแตไต่ไม้	EF
20		<i>Drynaria quercifolia</i> (L.) Sm.	กระแตไต่ไม้	EF
21		<i>Platyterium wallichii</i> Hook.	ชายผ้าสีดา	EF
22		<i>Pyrrosia lanceolata</i> (L.) Farw.	เฟินปีกไก่	EF
23	Pteridaceae#	<i>Adiantum caudatum</i> L.	เฟินชวา	EF/TerF
24		<i>Adiantum erylliae</i> C.Ch. & Tardieu	เฟินหูกระต่าย	EF/TerF
25		<i>Adiantum zollingeri</i> Mett. ex Kuhn	กูดใบเล็ก	LF/TerF
26		<i>Parahemionitis cordata</i> (Roxb. ex Hook. & Grev.) Fraser-Jenk.	เฟินใบบัว กูดลูกศร	EF/LF
27	Viscaceae***	<i>Viscum articulatum</i> Burm. f.	กาฝากตีนปู	PaS
28		<i>Viscum liquidambaricolum</i> Hayata	กาฝากต้นเต็ง	PaS
29		<i>Viscum ovalifolium</i> DC.	กาฝากไม้ตาตุ่ม	PaS

* Monocots

PaS : Parasitic shrub

PaHC : Parasitic herbaceous climber

** Magnoliid

PaH : Parasitic herb

EF : Epiphytic fern

TerF : Terrestrial fern

*** Eudicots

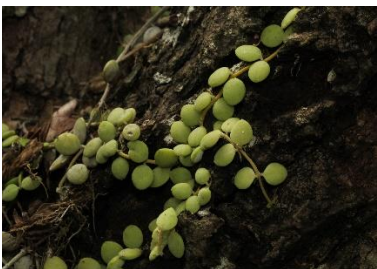
CrH : Creeping herb

C : Climber

LF : Lithophytic fern

Ferns

SapH : Saprophytic herb

(ก) *Striga masuria*(ข) *Christisonia siamensis*(ค) *Burmannia wallichii*(ง) *Scurrula ferruginea*(จ) *Dendrophthoe lanosa*(ฉ) *Parahemionitis cordata*(ช) *Dischidia major*(ซ) *Dischidia nummularia*(ณ) *Adiantum caudatum*

ภาพที่ 1 ตัวอย่างพืชกาฝากและพืชอิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ

สรุปผลการวิจัย

พืชกาฝากและพืชอิงอาศัยที่สำรวจพบในอุทยานแห่งชาติภูแลนคามีจำนวน 11 วงศ์ 19 สกุล 29 ชนิด จำแนกพืชออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ พืชกลุ่มเฟิร์น 11 ชนิด พืชดอกกลุ่ม Magnoliids 1 ชนิด พืชดอกกลุ่ม Monocots 1 ชนิด และพืชดอกกลุ่ม Eudicots 16 ชนิด (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) เป็นพืชหายากของโลก (Rare species) และพืชเฉพาะถิ่นของไทย (Endemic species) 1 ชนิด ได้แก่ ว่านดอกสามสี (*Christisonia siamensis* Craib) ตามการกำหนดสถานภาพด้านการอนุรักษ์ของสหภาพระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature; IUCN) (Forest Herbarium, 2017)

จากการสำรวจพบพืชกาฝาก 13 ชนิด เป็นกาฝากที่เบียนลำต้น/กิ่งก้าน จำนวน 9 ชนิด โดยกาฝากขน (*Scurrula ferruginea* (Jack) Danser) และกาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) เป็นชนิดที่พบเห็นได้มากในพื้นที่ กาฝากมีการเบียนไม้ต้นหลากหลายชนิดในพื้นที่ เช่น ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ปอแก้วเทา (*Grewia eriocarpa* Juss.) เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.) หว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) และไม้ต้นที่เป็นพรรณไม้อาศัยจำนวนหลายต้นที่มีกาฝากมากกว่า 1 กอ ซึ่งสอดคล้องกับ

การศึกษาของพรสุตา เรืองเสวียด (พรสุตา และคณะ, 2558) ที่พบการเกาะอาศัยของกาฝากมะม่วงบนไม้ต้น 8 ชนิด และมีความหนาแน่นเฉลี่ย 3.20 กอต่อต้น ซึ่งหากต้นไม้มีกาฝากเกาะอาศัยมากเกินไปจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงและตายได้ จึงควรให้ความสำคัญและควบคุมการกระจายพันธุ์ไม้ให้ส่งผลกระทบต่อพรรณไม้อาศัยที่มีอยู่ในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม พืชกาฝากบางชนิดมีสรรพคุณด้านสมุนไพร เช่น กาฝากมะม่วงช่วยลดความดันโลหิตสูง และในทางพฤกษศาสตร์พื้นบ้านพบว่าใช้รักษาโรคเรื้อรังและภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง กาฝากก่อ (*Helixanthera parasitica* Lour.) รักษาโรคตับ กาฝากไม้ฉาก (*Scurrula atropurpurea* (Blume) Danser) ช่วยบำรุงเลือด (Kwanda et al., 2013; Prasitpuriprecha et al., 2006) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาพบว่ากาฝากมีความสามารถในการเจริญเติบโตและส่งผลกระทบต่อพืชอาศัยที่เป็นพืชต่างถิ่นนำเข้า (Introduced host) ได้มากกว่าพืชท้องถิ่น (Native host) เช่น กาฝากในสกุล *Cassytha* L. (Prider et al., 2009) อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบริหารจัดการพืชกาฝากในพื้นที่ป่าอนุรักษ์และการควบคุมพืชต่างถิ่นรุกรานในอนาคต

กาฝากเบียนราก 4 ชนิด ส่วนใหญ่พบได้ในพื้นที่ที่มีกลุ่มพืชในวงศ์หญ้าขึ้นอยู่ ได้แก่ ว่านดอกสามสี่ พบในพื้นที่ป่าเบญจพรรณที่มีไม้ปกคลุมค่อนข้างมาก หญ้าแม่เมด (*Striga asiatica* (L.) Kuntze) และหญ้าแม่เมดใหญ่ (*Striga masurica* (Buch.-Ham. ex Benth.) Benth.) พบได้ในบริเวณทุ่งหญ้าและทุ่งเพ็ก (*Vietnamosasa pusilla* (A. Chev. & A. Camus) T. Q. Nguyen) ที่เปิดโล่ง ยกเว้น ดอกดินแดง (*Aeginetia indica* L.) ที่พบได้ในแนวป่าดิบแล้งแคบ ๆ ใกล้เส้นทางน้ำไหลที่ปกคลุมด้วยเรือนยอดของไม้ใหญ่และพื้นดินมีซากใบไม้ทับถมจำนวนมาก

นอกจากนี้ จากการสำรวจพืชอิงอาศัยและพืชที่เกาะอาศัยในการศึกษานี้ โดยเฉพาะชนิดของพืชกลุ่มเฟิร์นที่มีความคล้ายคลึงกับผลการศึกษาในอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน เช่น เฟิร์นในวงศ์ Polypodiaceae และวงศ์ Pteridaceae (สุมาลี และคณะ, 2554) รวมทั้งกลุ่มกล้วยไม้อิงอาศัย เช่น สกุลสิงโต (*Bulbophyllum* Thouars) สกุลหวาย (*Dendrobium* Sw.) สกุลเอื้องกุหลาบ (*Aerides* Lour.) สกุลก้างปลา (*Cleisostoma* Blume) และม้าวัง (*Phalaenopsis pulcherrima* (Lindl.) J. J. Sm.) (เทียมหทัย และคณะ, 2561) มักพบร่วมกับไลเคนทั้งที่อยู่บนหิน บนกิ่งก้าน/ลำต้นของพืชอื่น รวมถึงกลุ่มของพืชไม่มีท่อลำเลียง ได้แก่ มอสและลิเวอร์เวิร์ด และพืชใกล้เคียงเฟิร์น เช่น ตีนตุ๊กแก (*Selaginella*) ซึ่งแสดงถึงความซับซ้อนที่มีส่วนส่งเสริมให้พบพืชอิงอาศัยที่หลากหลายและกระจายพันธุ์ได้ดี อันแสดงให้เห็นว่าพืชทุกกลุ่มในพื้นที่ป่าล้วนมีความสำคัญและเกื้อกูลกัน รวมถึงการส่งเสริมให้มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ ด้วย (Těšitel et al., 2021) เช่น สัตว์หรือแมลง เห็ดรา และจุลินทรีย์ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการสนับสนุนการศึกษาพรรณพืชในพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ของจังหวัดนครราชสีมาและชัยภูมิ โครงการส่งเสริมและอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

เอกสารอ้างอิง

- ก่องกานดา ขยามฤต. (2550). **ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้**. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- ก่องกานดา ขยามฤต. (2550). **ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้ 2**. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- เทียมหทัย ชูพันธ์, เสาวลักษณ์ จำเริญธรรม, และอัญชลี ลำพึง. (2560). ความหลากหลายและนิเวศวิทยาของไม้พื้นล่างใน อุทยานแห่งชาติภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ. ใน **รวมบทความวิจัยการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย** (ครั้งที่ 11, หน้า 30-36). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เทียมหทัย ชูพันธ์, จิรประภา ทองสุขแก้ง, และธนา ดานะ. (2561). ความหลากหลายของชนิดและนิเวศวิทยาของกล้วยไม้ใน อุทยานแห่งชาติภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 37(5), 612-618.
- เทียมหทัย ชูพันธ์, สุภาวดี ศรีจิตติการ, และอภิญา ระเบียบ. (2562). ความหลากหลายของพรรณไม้ใหญ่ในอุทยานแห่งชาติ ภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ. ใน **รายงานการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย** (ครั้งที่ 13, หน้า 35-51). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรสุดา เรืองเสวียด, ฉันทพิชญา อ้ายชุม, สุชาดา กาทอง, ฟาซิมะ เจ๊ะแม, วาสิตา แสนบุญยัง, อนงค์นัฏ หัมพานนท์, รัฐพล ศรประเสริฐ, สยาม อรุณศรีมรกต, ทนงค์ศักดิ์ จงอนุรักษ์, และพระอธิการสำรวม สิริภทโท. (2558). ความ หลากหลายของพืชกาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) และพรรณไม้อาศัยในพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่า วัดโกล้งกวด (เขาสารพัดดีศรีเจริญธรรม) อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท. **วารสารวนศาสตร์**, 34(2), 73-83.
- ลลิตา คำแท่ง, สุรพล แสนสุข, ปิยะพร แสนสุข, และสุภารัตน์ ถนอมแก้ว. (2557). ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของพืช วงศ์ชิงในอุทยานแห่งชาติภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ. **KKU Research Journal**, 19(6), 794-803.
- สมาลี เหลืองสกุล, วสินี ไชว์พันธุ์, นเรศ ชมบุญ, ประยูร ชุ่มมาก, กฤติญา แสงภักดี, ศรินภา ศิริยงค์, กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์, และดวงรัตน์ แพงไทย. (2554). ความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัด ขอนแก่นและจังหวัดเลย. ใน **รายงานการวิจัย**, (หน้า 83). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานหอพรรณไม้. (2557). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557)**. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2564). **อุทยานแห่งชาติภูแล่นคา**. ค้นจาก http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=9135.
- Angiosperm Phylogenetic Group. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 181(1), 1-20.
- Forest Herbarium. (2021). **e-Flora of Thailand**. Retrieved from <https://www.dnp.go.th/botany/eflora/index.html>
- Forest Herbarium. (2017). **Threatened plants in Thailand**. Bangkok: Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.
- Kwanda, N., Noikotr, K., Sudmoon, R., Tanee, T., and Chaveerach, A. (2013). Medicinal paracitic plants on diverse hosts with their usages and barcodes. **Journal of Natural Medicine**, 67(3), 438-445.

- Prasitpuriprecha, C., Sripanidkulchai, B., Lulitanond, V., and Saguansermisri, J. (2006). Evaluation of Immunomodulating activity of selected Thai medicinal plants by lymphocytes proliferation assay. **Indian Journal Pharmaceutical Science**, 2, 53-62.
- Prider, J., Watling, J., and Facelli, J.M. (2009). Impacts of a native parasitic plant on an introduced and a native host species: implications for the control of an invasive weed. **Annals of Botany**, 103: 107-115.
- Těšitel, J., Li, A-R, Knotková, K., McLellan, R., Bandaranayake, P.C.G., and Watson, D.M. (2021). The bright side of parasitic plants: what are they good for? **Plant Physiology**, 185: 1309–1324.

การจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย Nutrition Self-management in Loei Rajabhat University Students

สุระเดช ไชยตอกเกี้ย^{1*} สุพรรณี พุกษา¹ และ จิตติมา พีรภมร¹

Suradech Chaitokkia¹ Supanee Pruksa¹ and Jittima Pheerakamol¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย 42000

¹Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, 42000, Thailand

*Corresponding author E-mail: suradet_chai@hotmail.com

Received 6 May 2022, Accepted 2 November 2022, Published 7 November 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาการจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการจัดการตนเองด้านโภชนาการ โดยรวม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,020 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล, อีต้าและเพียร์สัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 68.6) รองลงมาในระดับต่ำ (ร้อยละ 26.9) และระดับสูง (ร้อยละ 4.5) และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุ ($r=0.08$, $95\%CI=0.02-0.14$, $p=0.007$) คณะที่กำลังศึกษา ($r=0.32$, $95\%CI=0.26-0.36$, $p<0.001$) จากการศึกษาครั้งนี้ควรส่งเสริมและพัฒนาทักษะการจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษาให้ดีขึ้น

คำสำคัญ: การจัดการตนเอง โภชนาการ ความสัมพันธ์

ABSTRACT

This cross-sectional descriptive study aimed to 1) describe nutrition self-management in Loei Rajabhat University students, and 2) investigate the relationship between personal factors and nutrition self-management. A sample of 1,020 people collected data using questionnaires. Descriptive statistics and Point biserial correlation coefficient, Eta correlation coefficient, and Pearson correlation coefficient were used to analyze the data. Results revealed that the majority of the respondents had a moderate level of overall nutrition self-management at 68.6%, followed by a low and high level of 26.9% and 4.5%. Factors that were statistically significantly associated with overall nutrition self-management were: age ($r=0.08$, $95\%CI=0.02-0.14$, $p=0.007$), faculty which are studying ($r=0.32$, $95\%CI=0.26-0.36$, $p<0.001$). The results of this study should promote and develop nutrition self-management of students.

Keywords: Self-management, Nutrition, Correlation

บทนำ

อาหารและโภชนาการถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการมีสุขภาพดี การบริโภคอาหารที่ไม่สมดุล ไม่ปลอดภัย บริโภคอาหารน้อยเกินไปหรือมากเกินไป ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาสุขภาพโภชนาการ และโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ (สำนักโภชนาการ, 2555) นักศึกษาเป็นช่วงวัยที่เปลี่ยนผ่านระหว่างวัยรุ่นเข้าสู่ผู้ใหญ่ ซึ่งต้องมีความระมัดระวังในการบริโภคอาหารมากขึ้น เนื่องจากเมื่อเข้าสู่ผู้ใหญ่การทำงานของเซลล์ในร่างกายจะเริ่มเสื่อมถอยและมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง หัวใจและหลอดเลือดได้ง่ายกว่าวัยรุ่น จากการศึกษาที่ผ่านมาพบปัญหาโภชนาการในกลุ่มนักศึกษาในประเทศไทย เช่น ปัญหาภาวะโภชนาการต่ำ ร้อยละ 24.30 น้ำหนักเกินจนถึงอ้วน ร้อยละ 8.90 (ณัฐยาน, 2562) ความรู้ทางโภชนาการ ทักษะการเลือกอาหารโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง และพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยรวมไม่เหมาะสม (มณฑินา, 2557) พฤติกรรมการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ส่วนใหญ่จัดเป็นผู้มีพฤติกรรมเสี่ยงหรือพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม (พรภัทรา และคณะ, 2562) ระดับคุณภาพชีวิตด้านอาหารและโภชนาการอยู่ในระดับปานกลาง (ปิยะพร, 2562) และนอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร (มโนลี, 2559) จากปัญหาโภชนาการข้างต้นของนักศึกษา อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการตนเองด้านอาหารและโภชนาการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดความรู้ด้านสุขภาพ และด้านอาหารและโภชนาการ ที่มีเป้าหมายที่สำคัญเพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถของบุคคลในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับอาหารและโภชนาการเพื่อให้บุคคลมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารและผลลัพธ์เชิงบวกของสุขภาพ (วราภรณ์, 2564) ดังนั้นการศึกษาเรื่องการจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จะทำให้ได้ทราบเกี่ยวกับสถานการณ์การจัดการตนเองด้านโภชนาการ และนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพด้านโภชนาการให้เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
- 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวมของนักศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 2 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม 2564

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรคือนักศึกษาระดับปริญญาตรีภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ปีการศึกษา 2564 จำนวน 6,707 คน คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร ดังนี้ $n = \frac{Z^2 \alpha_2 PQN}{Z^2 \alpha_2 PQ + Nd^2}$ (พิพัฒน์, 2546) เมื่อแทนค่าในสูตรได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,020 คน โดยที่กำหนดให้

n = ขนาดตัวอย่าง

$Z_{\alpha/2}$ = เป็นค่าจากตาราง Z ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อทดสอบ 2 ทาง ค่า $Z = 1.96$

P = สัดส่วนตัวแปรที่สนใจศึกษาที่พบในประชากร ใช้เป็นจุดทศนิยม (จำนวนประชากรที่สนใจ/จำนวนประชากรทั้งหมดที่ศึกษา)

Q = $1-P$

D = ค่าความผิดพลาดสูงสุดระหว่างสัดส่วนของตัวแปรที่สนใจศึกษาในตัวอย่างและในประชากร กำหนดที่ 0.05

การสุ่มตัวอย่าง ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) เพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการ ตามเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

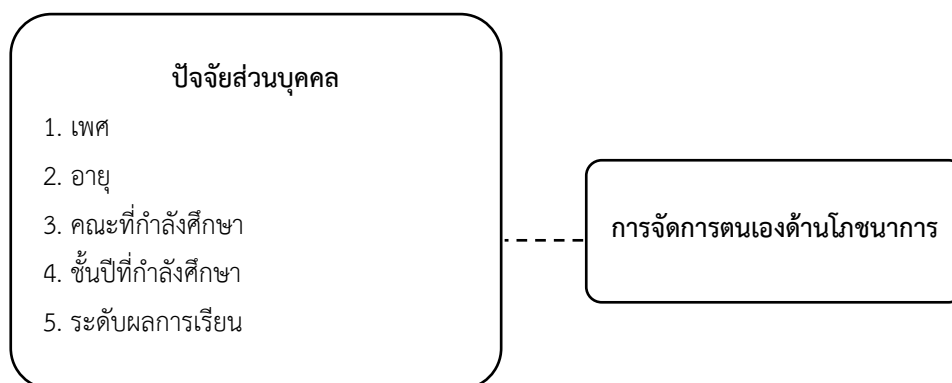
- 1) เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ศูนย์การศึกษาจังหวัดเลย
- 2) กำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1-4 ประจำปีการศึกษา 2564
- 3) สามารถสื่อสารด้วยการพูด ฟัง อ่านหรือเขียนภาษาไทยได้
- 4) ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถามการจัดการตนเองด้านโภชนาการ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า เป็นคำถามความถี่ในการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการตนเองด้านโภชนาการ มี 5 ตัวเลือก ประกอบด้วย ทุกครั้ง บ่อยครั้ง บางครั้ง นานๆ ครั้ง และไม่ได้ปฏิบัติ คะแนนสูงสุด 5 คะแนน และคะแนนต่ำสุด 1 คะแนน โดยมีการแบ่งระดับการแปลผลค่าคะแนนจากแบบสอบถามออกเป็น 3 ระดับ (Best, 1977) โดยใช้สูตรการหาอันตรายภาคขึ้น ดังนี้ $[(ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด) / จำนวนขั้นที่ต้องการ] + ค่าต่ำสุด$ เท่ากับ $[5-1]/3 = 1.33$ ซึ่งให้ความหมายแต่ละช่วงคะแนนดังนี้ ค่าคะแนน 3.67-5.00 หมายถึง ระดับสูง, ค่าคะแนน 2.34-3.66 หมายถึง ระดับปานกลาง, ค่าคะแนน 1.00-2.33 หมายถึง ระดับต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ตรวจสอบความถูกต้องตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหา Item-Objective Congruence (IOC) เท่ากับ 0.97 หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือด้วยวิธีของ Cronbach Alpha Coefficient ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ใช้สถิติทดสอบดังนี้ 1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศ กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม ใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation coefficient) 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคณะที่กำลังศึกษา ชั้นปีที่กำลังศึกษา กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม ใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อีต้า (Eta correlation coefficient) 3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอายุ ระดับผลการเรียน กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม ใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

ข้อพิจารณาทางจริยธรรม บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง ความรอบรู้ด้านโภชนาการและผลลัพธ์ทางสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย หมายเลขใบรับรอง H : 018/2564 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2564

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,020 คน ส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่คณะครุศาสตร์ รองลงมาคือคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพศชายส่วนใหญ่อยู่คณะครุศาสตร์ (ร้อยละ 35.9) เพศหญิงอยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ร้อยละ 31.1) กลุ่มอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี อยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ร้อยละ 26.3) อายุ 21 ปีขึ้นไป อยู่คณะครุศาสตร์ (ร้อยละ 30.4) ชั้นปีที่กำลังศึกษา ชั้นปีที่ 1 อยู่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ร้อยละ 32.1) ชั้นปีที่ 2 อยู่คณะครุศาสตร์ (ร้อยละ 33.9) ชั้นปีที่ 3 อยู่คณะวิทยาการจัดการ (ร้อยละ 28.9) ชั้นปีที่ 4 อยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และคณะวิทยาการจัดการ สัดส่วนเท่ากัน (ร้อยละ 27.2) ระดับผลการเรียน ระดับอ่อนมากมีเพียง 1 คน อยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ระดับอ่อน มี 8 คน ส่วนใหญ่อยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ร้อยละ 50) ระดับปานกลาง อยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ร้อยละ 36.1) ระดับดี อยู่คณะวิทยาการจัดการ (ร้อยละ 30.9) และระดับดีมาก อยู่คณะครุศาสตร์ (ร้อยละ 49.7) (ตารางที่ 1)

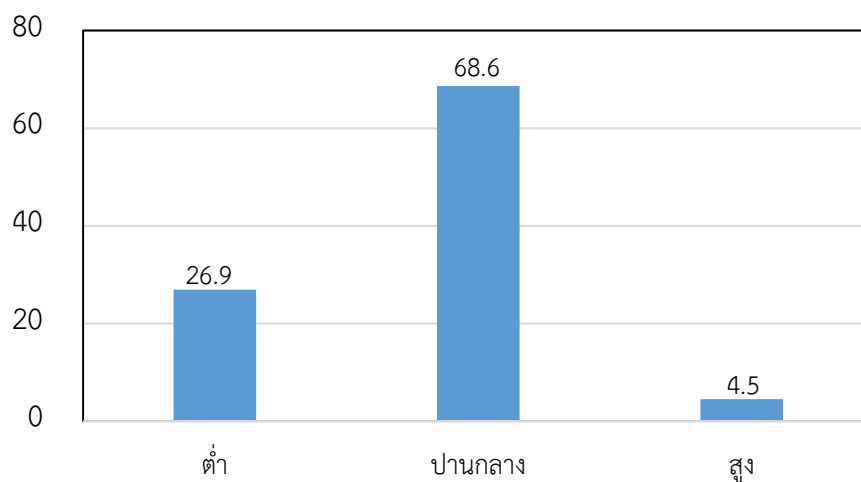
การจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม ค่าเฉลี่ย 2.70 (SD = 0.61) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 68.6) รองลงมาระดับต่ำ (ร้อยละ 26.9) และระดับสูง (ร้อยละ 4.5) (ภาพที่ 2)

ผลจากการประเมินการจัดการตนเองด้านโภชนาการรายข้อ พบว่าคำถามที่กลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติทุกครั้ง มากที่สุดคือ ข้อ [1] ท่านชั่งตวงหรือกะปริมาณอาหารที่รับประทานให้พอเหมาะสมกับตนเองในแต่ละมื้อ (ร้อยละ 14.3) ข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติบ่อยครั้ง มากที่สุดคือ ข้อ [2] ท่านควบคุมการรับประทานอาหาร เพื่อให้น้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์ปกติ (ร้อยละ 19.5) รองลงมาคือ ข้อ [3] เมื่อท่านมีเรียนหรือกิจกรรมในช่วงเช้า ทำให้รับประทานอาหารเช้าไม่ทันเวลา ท่านจะรับประทานอาหารเช้าทดแทน เช่น นม ขนมปัง หรืออาหารว่างอื่นๆ (ร้อยละ 17.8) (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวมของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม มี 2 ปัจจัย ได้แก่ อายุ ($r=0.08$, $p=0.007$) คณะที่กำลังศึกษา ($r=0.32$, $p<0.001$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลส่วนบุคคล	คณะที่ศึกษากำลังศึกษา n(%)				
	ครุศาสตร์ (n=261)	วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี (n=208)	มนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์ (n=260)	วิทยาการ จัดการ (n=235)	เทคโนโลยี อุตสาหกรรม (n=56)
เพศ					
ชาย	151(35.9)	78(18.6)	49(11.6)	105(24.9)	38(9.0)
หญิง	110(18.4)	130(21.6)	186(31.1)	155(25.9)	18(3.0)
อายุ					
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี	115(21.3)	126(23.4)	142(26.3)	133(24.7)	23(4.3)
21 ปีขึ้นไป	146(30.4)	82(17.0)	93(19.3)	127(26.4)	33(6.9)
ชั้นปีที่กำลังศึกษา					
ชั้นปีที่ 1	32(17.1)	60(32.1)	46(24.6)	38(20.3)	11(5.9)
ชั้นปีที่ 2	137(33.9)	62(15.3)	95(23.5)	100(24.8)	10(2.5)
ชั้นปีที่ 3	68(22.4)	62(20.4)	60(19.7)	88(28.9)	26(8.6)
ชั้นปีที่ 4	24(19.2)	24(19.2)	34(27.2)	34(27.2)	9(7.2)
ระดับผลการเรียน					
อ่อนมาก (GPA<2.00)	0(0.0)	0(0.0)	1(100.0)	0(0.0)	0(0.0)
อ่อน (GPA=2.00–2.49)	1(12.5)	2(25.0)	4(50.0)	1(12.5)	0(0.0)
ปานกลาง (GPA=2.50–2.99)	4(2.8)	32(22.2)	52(36.1)	37(25.7)	19(13.2)
ดี (GPA=3.00–3.49)	31(7.5)	102(24.6)	122(29.5)	128(30.9)	31(7.5)
ดีมาก (GPA=3.50–4.00)	225(49.7)	72(15.9)	56(12.4)	94(20.7)	6(1.3)



ภาพที่ 2 การจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม

ตารางที่ 2 การจัดการตนเองด้านโภชนาการรายข้อ

ข้อ	คำถาม	ความถี่ในการปฏิบัติ n(%)					ค่าเฉลี่ย (SD)	แปลผล
		ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นานๆครั้ง	ไม่ได้ปฏิบัติ		
1	ท่านชั่งตวงหรือกะปริมาณอาหารที่รับประทานให้พอเหมาะกับตนเองในแต่ละมื้อ	146 (14.3)	89 (8.7)	409 (40.1)	306 (30.0)	70 (6.9)	2.94 (1.11)	ปานกลาง
2	ท่านควบคุมการรับประทานอาหารเพื่อให้น้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์ปกติ	22 (2.1)	199 (19.5)	373 (36.6)	374 (36.7)	52 (5.1)	2.77 (0.89)	ปานกลาง
3	เมื่อท่านมีเรียนหรือกิจกรรมในช่วงเช้าทำให้รับประทานอาหารเช้าไม่ทันเวลา ท่านจะรับประทานอาหารอื่นทดแทน เช่น นม ขนมปัง หรืออาหารว่างอื่นๆ	55 (5.4)	182 (17.8)	409 (40.1)	322 (31.6)	52 (5.1)	2.87 (0.95)	ปานกลาง
4	ท่านประเมินผลเสียต่อสุขภาพจากพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาหารและโภชนาการที่ไม่เหมาะสมของตนเอง	16 (1.6)	100 (9.8)	378 (37.1)	444 (43.5)	82 (8.0)	2.53 (0.84)	ปานกลาง
5	ท่านรับประทานอาหารในปริมาณมากเมื่อมีกิจกรรมงานเลี้ยงสังสรรค์	18 (1.8)	132 (12.9)	408 (40.0)	355 (34.8)	107 (10.5)	2.61 (0.90)	ปานกลาง
6	ท่านตั้งเป้าหมายการรับประทานอาหารเช้าและสามารถปฏิบัติตามเป้าหมายที่วางไว้	48 (4.7)	99 (9.7)	428 (42.0)	383 (37.5)	62 (6.1)	2.69 (0.90)	ปานกลาง
7	ท่านวิเคราะห์ปัญหา เกี่ยวกับการรับประทานอาหารเช้าของตนเอง และนำมาสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหาร	34 (3.3)	135 (13.2)	390 (38.3)	310 (30.4)	151 (14.8)	2.60 (1.00)	ปานกลาง

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม

ตัวแปรต้น	r	95%CI		p-value
		lower	upper	
เพศ	-0.05 (r_{pb})	-0.11	0.01	0.091
อายุ	0.08 (r_{ps})	0.02	0.14	0.007*
คณะที่กำลังศึกษา	0.32 (Eta)	0.26	0.36	<.001*
ชั้นปีที่กำลังศึกษา	0.07 (Eta)	0.00	0.12	0.208
ระดับการเรียน	-0.01 (r_{ps})	-0.07	0.05	0.738

r_{pb} =Point Biserial correlation coefficient, r_{ps} =Pearson correlation coefficient, Eta=Eta correlation coefficient,

* $p < .01$

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างยังมีทักษะการจัดการตนเองด้านโภชนาการไม่เพียงพอ โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาอยู่ในระดับต่ำ และระดับสูง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กวินดา (กวินดา และคณะ, 2563) จากผลการศึกษานี้มีความเป็นไปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างอาจมีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพด้านโภชนาการ ปัญหาทุพโภชนาการ และเป็นสาเหตุของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาทักษะการจัดการตนเองด้านโภชนาการของกลุ่มตัวอย่าง เช่น การชั่งตวงหรือกะปริมาณอาหารให้เหมาะสม การควบคุมปริมาณที่บริโภค การรับประทานอาหารทดแทนสำหรับมือเข้ากรณีที่ไม่ได้รับประทานอาหารหลัก การประเมินผลกระทบจากการบริโภคอาหาร การบริโภคอาหารในงานเลี้ยงสังสรรค์ รวมทั้งการบรรลุเป้าหมายด้านอาหารและโภชนาการ และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ อายุ และคณะที่กำลังศึกษา ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าอายุที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีทักษะการจัดการตนเองด้านโภชนาการต่างกัน หรืออายุที่สูงกว่ามีความรู้ ประสบการณ์ด้านอาหารและโภชนาการมากกว่า รวมทั้งมีความสนใจเรื่องอาหารเพื่อสุขภาพ สอดคล้องกับการศึกษาของ กานต์ (กานต์ และคณะ, 2563) พบว่าอายุมีความเกี่ยวข้องกับรายวิชาและเนื้อหาที่เรียน การเรียนเนื้อหาที่น้อยกว่าทำให้มีการจัดสรรเวลาและวางแผนเลือกบริโภคอาหารได้เหมาะสมขึ้น และยังพบว่าคณะที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการ ซึ่งอาจเกิดจากบริบทของคณะที่ศึกษาจำนวนหน่วยกิต เนื้อหารายวิชา ธรรมชาติของรายวิชา มีความแตกต่างกัน สำหรับปัจจัยด้านเพศและระดับผลการเรียนไม่มีความสัมพันธ์การจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม (มัทนาวดี, 2560) และชั้นปีที่กำลังศึกษาไม่มีความสัมพันธ์การจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม (ศิริรักษ์, 2555) ไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิง ระดับผลการเรียนที่แตกต่างกัน และชั้นปีที่กำลังศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการตนเองด้านอาหารและโภชนาการ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากที่กลุ่มตัวอย่างอยู่ในสภาพแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน ส่งผลให้เพศ ระดับผลการเรียน และชั้นปีที่กำลังศึกษาไม่มีความสัมพันธ์การจัดการตนเองด้านโภชนาการ

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างมีทักษะการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาในระดับต่ำ และระดับสูง ตามลำดับ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการตนเองด้านโภชนาการโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุ คณะที่กำลังศึกษา

ข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลยควรส่งเสริมและพัฒนาทักษะการจัดการตนเองด้านโภชนาการของนักศึกษาให้ดีขึ้น เพื่อให้มีสุขภาพและโภชนาการที่เหมาะสม เช่น การอบรมให้ความรู้ การเพิ่มเนื้อหาในหลักสูตรการเรียนการสอน และการประชาสัมพันธ์ ณรงค์ผ่านสื่อต่างๆ เช่น ป้ายประชาสัมพันธ์ สื่อออนไลน์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากกองทุนสนับสนุนการวิจัยของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- กวินดา วิเศษแก้ว, และเบญจา มุกตพันธุ์. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านโภชนาการกับการบริโภคขนมและเครื่องดื่มรสหวานของนักศึกษาระดับปริญญาตรีกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. **ศรีนครินทร์เวชสาร**, 35(2), 183-192.
- กานต์ ลีมีศิริสวัสดิ์, กอบธัญ คงธนรัตน์, ณภัทร วงษ์มัตย์, อธิภัทร กุณฑลบุตร, เปรมอนันต์ สิ้นชัยพานิช และอภิวี ตั้งพรธีรภักษ์. (2563). พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 3-5 คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล. **เวชสารและวารสารเวชศาสตร์เขตเมือง**, 64(2), 133-144.
- ณัฐธยาน ชาบัวคำ. (2562). ความรู้ทางโภชนาการ ทักษะคิดต่ออาหาร พฤติกรรมการรับประทานอาหาร และภาวะโภชนาการของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สรรพสิทธิประสงค์. **ราชวดีสาร วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์**, 9(1), 18-29.
- ปิยะพร ศรีวิชา. (2562). คุณภาพการดำรงชีวิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย**, 1(3), 30-43.
- พรภัทรา แสนเหลา และอณัญญา ลาอุณ. (2562). การศึกษาพฤติกรรมสุขภาพในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ. **วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางสุขภาพ**, 2(2), 21-33.
- พิพัฒน์ ลักษณะจักรกุล. (2546). กระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เจริญดีการพิมพ์.
- มนัส ศรีเปารยะ เพ็ญพงษ์. (2559). พฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มนักเรียนและนักศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. **วารสารวิทยาการจัดการ**, 3(1), 109-126.
- มณฑิลา จำปา. (2557). ความรู้ทางโภชนาการ ทักษะคิดต่ออาหาร พฤติกรรมการรับประทานอาหาร และภาวะโภชนาการของนักเรียนพยาบาลทหารอากาศ. **วารสารพยาบาลตำรวจ**, 6(2), 144-157.
- มณฑนาวิ เมาพัฒนา. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษาพยาบาล. **วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา**, 25(3), 20-29.
- วรภรณ์ ยังเอี่ยม. (2564). ความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการ: นิยามและการประยุกต์ใช้. **วารสารสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 3(3), 1-15.
- ศิริรักษ์ กิจชนะไพบูลย์. (2555). พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. **พยาบาลสาร**, 39(ฉบับพิเศษ), 20-30.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (2555). คู่มือการดำเนินงานโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพด้านอาหารและโภชนาการ. นนทบุรี: สำนักโภชนาการ.
- Best, J.W. (1977). **Research in education**. 3rd ed. New Jersey. Prentice-Hall.

ผลของสารคลอรีนไดออกไซด์ต่อชิ้นส่วนที่มีการปนเปื้อนในหลอดทดลอง
และการอนุบาลกล้าด้วยวัสดุปลูกที่ผสมแหนแดงของต้นว่านชักมดลูก

Effect of Chlorine Dioxide on *In Vitro* Contaminated Plant and Plant
Nursery by Azolla-Mixed Plant Material of *Curcuma comosa*

ปิยวัฒน์ นพศรี¹ ปินชนก หวานสนิ¹ เพ็ญแข รุ่งเรือง¹ สุพัตร ฤทธิรัตน์² สุกุลรัตน์ สุวรรณโณ³ และ สุนทรียา กาละวงศ์^{1*}
Piyawawat Noppasee¹ Pinchanok Wansanit¹ Penkhae Rungrueng¹ Suphat Rittirat² Sakulrat Suwanno³
and Soontreeya Kalawong^{1*}

¹สาขาวิชาเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 10600

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

³สาขาการปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹Department of Agriculture and Agricultural technology, Faculty of Science and Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, 10600

²Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat 80280

³Program in Plant Breeding, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University,
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author E-mail: soontreeya596@gmail.com

Received 6 May 2022, Accepted 9 November 2022, Published 6 December 2022

บทคัดย่อ

ว่านชักมดลูก (*Curcuma comosa*) เป็นพืชสมุนไพรที่มีอายุหลายปี ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เหง้าของว่านชักมดลูกถูกนำมาใช้เป็นตำรายาในการต้านการอักเสบ โดยเหง้าของพืชชนิดนี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการแพทย์แผนไทย สำหรับต้านการอักเสบโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการรักษาอาการมดลูกอักเสบของสตรีหลังคลอด ปัจจุบันการขยายพันธุ์แบบเดิมได้ปริมาณน้อยจึงนำเอาเทคนิคการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อพืชมาใช้ เพราะสามารถผลิตต้นพันธุ์ได้จำนวนมากในระยะเวลานานขึ้นอย่างไรก็ตาม กระบวนการทำให้ปลอดเชื้อในชิ้นส่วนพืชมีความสำคัญมากการทำให้ปลอดเชื้อด้วยสารเคมีเป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้สารคลอรีนไดออกไซด์เป็นสารฆ่าเชื้อนั้นมีความเหมาะสมกับการลดการปนเปื้อนเชื้อในอาหารเพาะเลี้ยงและชิ้นส่วนพืช ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือศึกษาผลของการลดการปนเปื้อนในการอาหารเพาะเลี้ยงด้วยสารคลอรีนไดออกไซด์ รวมถึงการใช้แหนแดงเป็นวัสดุปลูกในการปรับสภาพปลูกของต้นว่านชักมดลูก โดยอาหารเพาะเลี้ยงที่ทำให้ปลอดเชื้อด้วยการเติมสารคลอรีนไดออกไซด์ สามารถช่วยส่งเสริมการสร้างยอดและการลดการปนเปื้อนเชื้อในการเพาะเลี้ยงต้นว่านชักมดลูกได้ พบว่าสารคลอรีนไดออกไซด์ เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร (10 มิลลิกรัมต่อลิตร, 3 ครั้ง) ให้ผลดีที่สุด คือ ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อและให้จำนวนยอดสูงสุด (6.86 ± 0.55 ยอด) โดยการทดลองการรอดชีวิตด้วยการใช้แหนแดงเป็นวัสดุปลูก ทราบ : ขุยมะพร้าว : แหนแดง ในสัดส่วน 2.0 : 1.0 : 0.1 ด้วยปริมาตรให้อัตราการรอดชีวิตถึง 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน จากผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์กับพืชชนิดอื่นในวงศ์ซึ่งต่อไปในอนาคตได้

คำสำคัญ: ว่านชักมดลูก สารคลอรีนไดออกไซด์ การปนเปื้อน แหนแดง

ABSTRACT

Curcuma comosa is a herbaceous perennial plant belonging to the Zingiberaceae family. Rhizomes of this plant have been used in Thai traditional medicine as an anti-inflammatory agent, particularly for the treatment of female postpartum endometritis. Currently, the conventional propagation of *C. comosa* has resulted in a low multiplication rate. Therefore, the tissue culture technique has become a suitable protocol for mass propagation in a short time. However, sterilization of explant is very important. Sterilization by chemical substances is a potent method and using chlorine dioxide as a disinfectant is suitable for reducing bacterial contamination of culture media and plant parts. Therefore, the purpose of this research was to study the effects of reducing microorganisms in the culture medium by Chlorine dioxide as well as using Azolla as planting material for the hardening of *C. comosa*. A culture medium sterilized with ClO_2 helped increase shoot formation and decrease contamination of *C. comosa* culture. The results showed that ClO_2 at 30 mg/L (10 mg/L, 3 times) resulted in the best results; it led to zero contamination in the culture medium and increased the number of shoots (6.86 ± 0.55 shoots). In the experiment on plant survival rate by using Azolla as planting material, the mixed planting material of sand, coconut coir, and Azolla at a ratio of 2.0: 1.0: 0.1 by volume resulted in the highest survival rate at 100.00 percent after 30 days of culture. The results of this study were expected to be useful for future studies of other Zingiberaceae.

Keywords: *Curcuma comosa*, Chlorine dioxide, Contamination, Azolla

บทนำ

พืชขิง (Zingiberaceae) เป็นพืชที่มีความหลากหลายและมีความสำคัญ โดยเฉพาะการใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เช่น วานชักมดลูก วานนางคำ ข่า ไพล เร่วหอม และดาหลา เป็นต้น สำหรับใช้เป็นเครื่องเทศ เช่น กระวาน ขมิ้น กระชาย ขิง ข่ากะลา กระเจียวขาว และกระเจียวแดง เป็นต้น (พวงเพ็ญ, 2551) วานชักมดลูกเป็นพืชสกุลขมิ้น (*Curcuma*) ในตำรายาไทยใช้แก้ทวารหนักอักเสบ แก้กิดสีดวงทวาร แก้ประจำเดือนมาไม่ปกติ แก้มดลูกอักเสบ และขับลม ปัจจุบันมีการใช้อย่างแพร่หลายในลักษณะของยาบำรุงสำหรับสตรี เช่น ทำให้ประจำเดือนมาปกติ ช่วยให้มดลูกเข้าอู่เร็วในหญิงหลังคลอด ในประเทศไทยพบว่ามีการใช้ขิงชื่อนี้ว่า วานชักมดลูกจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ วานชักมดลูกตัวเมีย (*Curcuma comosa*) วานชักมดลูกตัวผู้ 2 ชนิด (*C. elata* และ *C. latifolia*) เป็นต้น (ระวีวรรณ, 2560) หากเป็นการปลูกโดยใช้วิธีธรรมชาติทั่วไปมักพบปัญหาในการเพาะปลูก คือ โรคเน่าของเหง้าและแมลงรบกวน ความไม่สม่ำเสมอและคุณภาพต้นพันธุ์ไม่ดีพอ ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะพบในกรณีที่มีการเพาะปลูกในปริมาณมาก เนื่องมาจากการขยายพันธุ์ปกติของวานชักมดลูกจะใช้การขยายพันธุ์ด้วยการแยกเหง้าหรือหัวทำให้ควบคุมทั้งคุณภาพและการเกิดโรคได้ยาก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกโดยใช้ต้นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ผลผลิตสูง ปลอดโรคและมีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง วิธีการที่นิยมนำมาแก้ปัญหาดังกล่าวคือ การขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Singh et al., 2013) ซึ่งเป็น วิธีขยายพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถผลิตพืชได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ต้นพืชมีความสม่ำเสมอ สมบูรณ์แข็งแรง และปลอดโรค มีรายงานการวิจัยการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร เช่น ขิง (Mohamed et al., 2011) ขมิ้น (Shaqufta et al., 2009; Goyal et al., 2010; Auchalee, 2012; Shrama et al., 2013; ปริญญญา และคณะ, 2558) สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำเป็นต้องทำในสภาพ

ปลอดภัยซึ่งการปนเปื้อนเกิดได้ทั้งจากเชื้อรา หรือแบคทีเรียที่ปนมากับชิ้นส่วนพืชหรืออาหารเพาะเลี้ยง โดยแหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เช่น วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติการ บริเวณย้ายเลี้ยง ผู้ปฏิบัติการอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง และชิ้นส่วนพืชที่เพาะเลี้ยงเป็นต้น การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทำให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตและรอดชีวิตของเนื้อเยื่อพืช มีรายงานการใช้สารเคมี เช่น สารคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส เนื่องจากตัวสารมีความสามารถในการกำจัดเชื้อในช่วงที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่กว้าง (pH 3-9) (Huang et al., 1997) และไม่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ และไม่เกิดปฏิกิริยาที่เป็นพิษในเซลล์พืช มีรายงานการใช้สารคลอรีนไดออกไซด์ในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในกระบวนการผลิตไก่แช่เยือกแข็ง (สุภัทราพร, 2536) การกำจัดสาหร่ายที่ปนเปื้อนในน้ำประปา (ปฐมพร, 2551) การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารสังเคราะห์สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเยื่อปรีรา (Cardoso and Silva, 2012) และสับปะรด (วุฒิชัย และสมปอง, 2557) จากนั้นเมื่อได้ต้นกล้าจากในหลอดทดลองปริมาณมากแล้วจำเป็นต้องมีการเตรียมต้นกล้าที่ไถ่ลงดินปลูก ส่วนมากต้นกล้าของพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะอ่อนแอในระยะอนุบาล และตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีได้ โดยการใช้แทนแอมมอสลงไปในวัสดุปลูกตั้งแต่เริ่มปลูกกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เนื่องจากแทนแอมมอสสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนซึ่งเป็นอินทรีย์ที่ไม่มีพิษต่อกล้าพืช กล้าจะดูดซึมไนโตรเจนเข้าไปในรากพืชได้เลย มีรายงานการศึกษาการใช้แทนแอมมอสกับวัสดุปลูกกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 สามารถเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้ใส่แทนแอมมอส (เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์, 2561)

ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษากำหนดการใช้สารคลอรีนไดออกไซด์ต่อการลดการปนเปื้อน รวมถึงการใช้แทนแอมมาใช้ในการออกปลูกเพื่อศึกษาอัตราการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของวุ้นชั้กมดลูกในสภาพแวดล้อมภายนอกเพิ่มขึ้น

วิธีการวิจัย

วัสดุพืช

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ต้นวุ้นชั้กมดลูกในหลอดทดลองที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในอาหารแข็ง คืออาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.7 วางเลี้ยงที่ความเข้มแสง 1,300 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน นำต้นวุ้นชั้กมดลูกที่ได้มาใช้ในการศึกษาต่อไป

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของสาร ClO_2 ต่อการลดการปนเปื้อนในอาหารเหลวสภาพแช่เย็น

1.1 การศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของสาร ClO_2 ต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย

นำชิ้นส่วนของต้นวุ้นชั้กมดลูกในหลอดทดลองที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย ทำการตัดรากและใบออกให้มีขนาด 1.5 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสาร ClO_2 (ของบริษัท ไทยไบโอ อ็อกซิน จำกัด ประกอบด้วยหัวเชื้อ A และ B) เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร จากนั้นนำชิ้นส่วนมาวางเลี้ยงบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที ความเข้มแสง 1,300 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน ในการศึกษานี้มีทั้งหมด 5 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ขวด (ขวดละ 1 ต้น) บันทึกเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย (เทียบกับชุดควบคุม) อัตราการรอดชีวิต จำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนใบ ความยาวใบ จำนวนราก และความยาวราก วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

1.2 ผลของจำนวนครั้งในการเติมสาร ClO_2 ต่อประสิทธิภาพควบคุมเชื้อแบคทีเรีย

นำชิ้นส่วนของต้นวุ้นชั้กมดลูกในหลอดทดลองที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในอาหารเหลว (จากการทดลองที่ 1.1) มาตัดรากและใบออกให้มีขนาด 1.5 เซนติเมตร มาเลี้ยงบนอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสาร ClO_2 จำนวนครั้งที่แตกต่างกัน คือการเติมสาร ClO_2 จำนวน 1 2 และ 3 ครั้ง ครั้งละ 10

มิลลิกรัมต่อลิตร เติมสารครั้งละ 7 วัน (ชุดควบคุม คือไม่เติมสาร ClO_2) จากนั้นนำขึ้นส่วนมาเพาะเลี้ยงบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที ความเข้มแสง 1,300 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน ในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ขวด (ขวดละ 1 ต้น) บันทึกเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย (เทียบกับชุดควบคุม) อัตราการรอดชีวิต จำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนใบ ความยาวใบ จำนวนราก และความยาวราก แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่ผสมแวนแดงต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตในการอนุบาลกล้า

นำขวดเพาะเลี้ยงของต้นว่านขั้มดลูก (การทดลองที่ 1.2) วางในโรงเรือนก่อนย้ายปลูก 2-3 วัน โดยทำการคลายฝาขวดเล็กน้อย จากนั้นนำต้นมาล้างขึ้นออกจากรากให้สะอาด และแช่ยาป้องกันกำจัดเชื้อราก่อนปลูกพืชในภาชนะปลูกที่มีวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยทราย 2 ส่วน ขุยมะพร้าว 1 ส่วน ร่วมกับการผสมแวนแดงที่อัตราส่วนต่างๆ คือ 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 และ 2.0 ส่วน ทำการรดน้ำและให้ความชื้นแก่ต้นพืชในภาชนะปลูก โดยการใช้พลาสติกห่อหุ้มเพื่อรักษาความชื้นไว้ในระบบปิด แล้วพรางแสงในโรงเรือนเพาะชำ เพื่อลดความเข้มแสงในโรงเรือน เมื่อต้นพืชที่ย้ายปลูกเริ่มแข็งแรงจึงค่อยๆ ทำการปรับสภาพ จนกว่าจะเอาไว้ในสภาพปกติได้ หลังจากการย้ายปลูกเป็นเวลา 30 วัน บันทึกอัตราการรอดชีวิต ความสูงที่เพิ่มขึ้น และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 11 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ 5 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

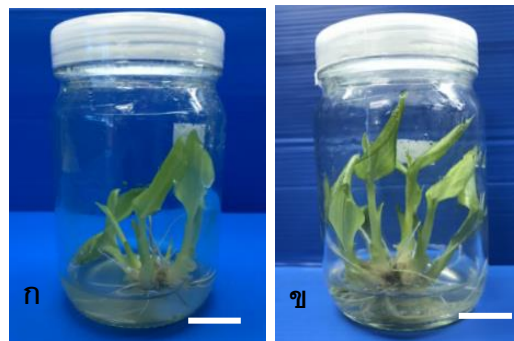
ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ผลของสาร ClO_2 ต่อการลดการปนเปื้อนในอาหารเหลวสภาพเขย่าเลี้ยง

1.1 ผลของระดับความเข้มข้นของสาร ClO_2 ต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย

จากการศึกษาผลสาร ClO_2 ต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียของต้นว่านขั้มดลูก ในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ ClO_2 เข้มข้น 0-40 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 30 วัน พบว่าอาหารเหลว MS เติม ClO_2 ทุกความเข้มข้น ให้เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนลดลง คือ 33.33 ± 7.22 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) โดยอาหารเหลว MS ที่ไม่เติมสาร ClO_2 (ชุดควบคุม) พบว่าเกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากชิ้นส่วนพืชที่นำมาใช้ในการศึกษามีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียอยู่ในอาหารเพาะเลี้ยงอยู่แล้ว โดยลักษณะการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในอาหารมีลักษณะมีสีขาวขุ่น (แสดงในภาพที่ 1ก) ซึ่งการเติมสาร ClO_2 สามารถลดการปนเปื้อนได้เนื่องจากมาจากสารนี้มีคุณสมบัติในการออกซิไดส์สูง จึงมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดีมาก โดยสามารถทำลายระบบเอนไซม์ และระบบการสังเคราะห์โปรตีน ทำให้ปริมาณเชื้อลดลงได้ เมื่อพิจารณาถึงอัตราการรอดชีวิตของว่านขั้มดลูกในอาหารเหลว MS การเติมและไม่เติมสาร ClO_2 ให้ผลอัตราการรอดชีวิตที่ไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 83.33 ± 19.24 แสดงว่าสาร ClO_2 ไม่มีผลต่อ อัตราการรอดชีวิต แต่อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เก็บผลในระยะเวลา 30 วัน แต่เมื่อติดตามดูผลการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน ปรากฏว่าต้นพืชในชุดควบคุมตายทั้งหมด และต้นที่เพาะเลี้ยงบนอาหารเติมสาร ClO_2 ความเข้มข้นที่ 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอาการเหี่ยวเฉาและตายในที่สุด แตกต่างกับรายงานของ วราภรณ์ หิดฉิม (วราภรณ์ และคณะ, 2561) ที่ศึกษาสาร ClO_2 ต่อการปลอดเชื้อของกล้วยหอมเขียวบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS เติมสาร ClO_2 เข้มข้น 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ลดการปนเปื้อนสูงสุดและสร้างยอดรวม 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 20 วัน เนื่องจากระยะเวลาของสาร ClO_2 ต่อการฆ่าเชื้อในอาหารอาจมีระยะเวลาที่จำกัด รวมไปถึงชิ้นส่วนพืชที่ใช้ในการทดลองแตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ชิ้นส่วนพืชเริ่มต้นที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียมาก่อนอยู่แล้วเมื่อนำมาทำการทดลองจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้มาก

สำหรับจำนวนยอด และความยาวยอดของต้นว่านชักมดลูกในอาหารเหลวสูตร MS เติมสาร ClO_2 เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดและความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด คือ 6.00 ± 1.56 และ 10.78 ± 2.20 ยอดต่อขวด ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) โดยลักษณะการเกิดยอดของว่านชักมดลูกจากการทดลองพบว่ามีลักษณะเป็นกลุ่มยอดสีเขียว กาบใบเรียวยาว (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าจำนวนใบ ความยาวใบ จำนวนและความยาวรากในอาหารเหลวสูตร MS เติมสาร ClO_2 เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดคือ คือ 11.58 ± 2.83 และ 6.31 ± 0.49 ใบต่อขวด 19.92 ± 3.07 และ 3.48 ± 0.22 ยอดต่อขวด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) ลักษณะของรากเป็นรากแขนงสีขาวอมเหลืองอ่อนออกมาในปริมาณมาก (ภาพที่ 1) จากการทดลองพบว่าการเติมสาร ClO_2 ไม่ปรากฏความผิดปกติของชิ้นส่วนพืชของว่านชักมดลูกทั้งจำนวนยอด ความยาวใบ และความยาวราก สอดคล้องกับรายงานของ วุฒิชัย ศรีช่วย และสมปอง เตชะโต (วุฒิชัย และสมปอง, 2557) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตในสับปะรดฤดูแล โดยการเติมสาร ClO_2 ต่อการทำให้ปลอดเชื้อในการเพาะเลี้ยงด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์ พบว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติมสาร ClO_2 เข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ได้จำนวนใบ 11 ใบต่อต้น ได้มากกว่าอาหารที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ คือให้จำนวนใบเฉลี่ย 9.7 ใบต่อต้น อาจเป็นเพราะในอาหารสังเคราะห์ที่ไม่ผ่านความร้อน/นึ่งฆ่าเชื้อ ทำให้ธาตุอาหารบางตัวที่เป็นองค์ประกอบในสูตรอาหาร MS ไม่เกิดการสูญเสียทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ การศึกษาครั้งนี้พบว่าสาร ClO_2 ทุกความเข้มข้น คือ 10 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดการปนเปื้อนได้ แต่ว่านชักมดลูกที่ใช้สาร ClO_2 เข้มข้น 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏการตายเกิดขึ้นหลังจากการย้ายเลี้ยงได้ 60 วัน ดังนั้นความเข้มข้นที่เหมาะสม คือการใช้สาร ClO_2 เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 1 ต้นว่านชักมดลูกที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS เติมที่ BA เข้มข้น 1 มก./ล. และไม่เติมสาร ClO_2 (ก) และต้นว่านชักมดลูกบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มก./ล. ร่วมกับสาร ClO_2 เข้มข้น 10 มก./ล. เป็นเวลา 30 วัน

(Scale bar = 1.16 เซนติเมตร)

ตารางที่ 1 แสดงผลของระดับความเข้มข้นของสาร ClO_2 ในอาหารสูตร MS ร่วมกับ BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อการเจริญเติบโตของวุ้นชั้กมดลูกหลังจากเพาะเลี้ยง เป็นเวลา 30 วัน

	การเติมสาร ClO_2					F-test	C.V. (%)
	0 มก./ล.	10 มก./ล.	20 มก./ล.	30 มก./ล.	40 มก./ล.		
การปนเปื้อน (%)	100.00±0.00 ^a	33.33±7.22 ^b	33.33±7.22 ^b	33.33±0.00 ^b	33.33±7.22 ^b	*	15.10
อัตราการรอดชีวิต (%)	83.33±19.24	91.67±16.66	91.67±16.66	91.67±16.66	91.67±16.66	ns	17.43
จำนวนยอด	5.67±1.15	5.25±1.10	5.17±1.00	6.00±1.56	4.92±1.50	ns	22.64
ความยาวยอด (ซม.)	8.89±1.82	8.38±2.79	7.98±3.71	10.78±2.20	8.80±2.43	ns	23.06
จำนวนใบ	9.75±2.92	10.67±2.54	9.08±2.91	11.58±2.83	9.17±4.02	ns	23.21
ความยาวใบ (ซม.)	4.52±0.81	4.99±1.87	3.93±1.90	19.92±3.07	4.69±1.30	ns	22.35
จำนวนราก	18.83±4.87	18.92±5.07	13.50±5.07	19.92±3.07	16.58±7.29	ns	26.98
ความยาวราก (ซม.)	3.05±0.68	2.43±0.61	2.67±1.27	3.48±0.22	2.70±0.93	ns	28.38

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($P>0.05$)

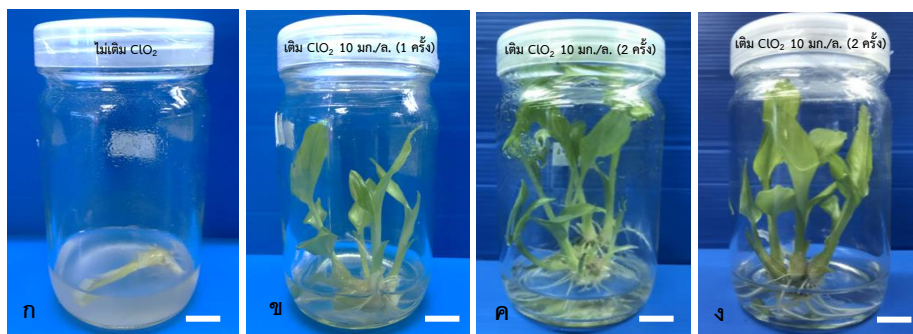
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P<0.05$)

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบด้วยวิธี DMRT

1.2 ผลของจำนวนครั้งในการเติมสาร ClO_2 ต่อประสิทธิภาพควบคุมเชื้อแบคทีเรีย

จากการศึกษาผลของจำนวนครั้งในการเติมสาร ClO_2 ต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในการเพาะเลี้ยงต้นวุ้นชั้กมดลูก (จากการทดลองที่ 1.1) เป็นเวลา 30 วัน พบว่าการเติมสาร ClO_2 ที่เติม 3 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมห่างกันครั้งละ 7 วัน ให้เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของแบคทีเรียเฉลี่ย คือ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าต้นกล้าที่เลี้ยงในอาหารที่เติมสาร ClO_2 ทุกความเข้มข้น ให้อัตราการรอดชีวิตเฉลี่ย คือ 100.00 ± 0.00 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และพบว่าอาหารที่เติมสาร ClO_2 จำนวน 3 ครั้ง ให้จำนวนยอด และความยาวยอดเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุม คือ 6.86 ± 0.55 และ 8.30 ± 0.78 ยอดต่อขวด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ลักษณะของยอด เป็นกลุ่มยอดสีเขียว กาบใบเรียวยาว (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ อรุณีม่วงแก้วงาม (อรุณี, 2559) รายงานว่าสามารถเพิ่มปริมาณยอดข้าวหอมกระดังงาได้ มากกว่า 2 เท่า เมื่อเลี้ยงในอาหารเติมสาร ClO_2 เข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับการเลี้ยงบนอาหารนึ่งฆ่าเชื้อ ในขณะที่ Cardoso และ da Silva (Cardoso and Silva, 2012) รายงานว่า เยอบีร่าที่เพาะเลี้ยงบนอาหารเติมสาร ClO_2 เจริญเติบโตได้ดีหรือดีกว่าเยอบีร่าที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ทั้งนี้เนื่องจากการนึ่งฆ่าเชื้อทำให้สารอาหารบางส่วนสูญเสียจากการใช้ ความร้อนสูง สำหรับจำนวนใบ และความยาวใบของต้นวุ้นชั้กมดลูกโดยสาร ClO_2 ที่เติม 3 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนใบ และความยาวใบเฉลี่ยสูงสุด คือ 8.30 ± 0.46 และ 6.09 ± 0.15 ใบต่อขวด ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยใบที่เกิดขึ้นมีลักษณะใบรูปไข่สีเขียวอ่อน (ภาพที่ 2) ส่วนจำนวนราก และความยาวราก ของต้นวุ้นชั้กมดลูกโดยสาร ClO_2 ที่เติม 3 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนราก และความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 9.55 ± 1.18 และ 4.91 ± 0.26 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ลักษณะรากเป็นรากแขนงมีสีขาวขุ่น สอดคล้องกับการศึกษาของ วุฒิชัย ศรีช่วย และสุพรรณ ศรีสวัสดิ์ (วุฒิชัย และสุพรรณ, 2560) ที่รายงานว่า สามารถชักนำรากม่วงเทพรัตน์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และมีการสร้างราก 12.33 ± 3.84 รากต่อชิ้นส่วน เมื่อเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ลดธาตุอาหารลงครึ่งหนึ่ง เติมน้ำ ClO_2 เข้มข้น 10

มิลลิกรัมต่อลิตร Lenntech (Lenntech, 2018) รายงานว่าสาร ClO_2 เป็นแก๊สที่สามารถละลายน้ำได้และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แม้ใช้ในปริมาณน้อย และไม่สร้างสารคลอรามิน (chloramine) ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์และต้นกล้าที่เลี้ยงบนอาหารที่หนึ่งฆ่าเชื้อกับอาหารเดิมสาร ClO_2 มีน้ำหนักสกดของต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าสาร ClO_2 ความเข้มข้นต่ำไม่เป็นพิษกับต้นพืชในสภาพปลอดเชื้อ และยังปลอดภัยต่อมนุษย์ การศึกษาในครั้งนี้พบว่าอาหารที่เติมสาร ClO_2 ทุกความเข้มข้นลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้ แต่อาหารที่เติมสาร ClO_2 เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร (3 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถลดการปนเปื้อนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ซึ่งผลการศึกษาที่น่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยทำให้ชิ้นส่วนพืชในหลอดทดลองกลับมาปลอดเชื้อแบคทีเรียและสามารถเจริญเติบโตได้ดี และยังอาจประยุกต์ใช้วิธีการนี้กับชิ้นส่วนพืชอื่นๆ ที่มีการปนเปื้อนเชื้อในหลอดทดลองต่อไปในอนาคต



ภาพที่ 2 ต้นวุ้นขั้วมดลูกที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS (เหลว) เดิมฮอร์โมน BA ร่วมกับสาร ClO_2 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 30 วัน (Scale bar = 0.7 เซนติเมตร)

ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาในการใส่สาร ClO_2 ต่อประสิทธิภาพควบคุมเชื้อแบคทีเรียของวุ้นขั้วมดลูกหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน

	จำนวนครั้งที่เติมสาร ClO_2 (ครั้งละ 10 มก./ล.)				F-test	C.V. (%)
	ไม่เติม	1 ครั้ง	2 ครั้ง	3 ครั้ง		
การปนเปื้อน (%)	100.00±0.00 ^a	8.00±4.47 ^b	12.00±2.23 ^b	0.00±0.00 ^c	**	20.52
อัตราการรอดชีวิต (%)	33.33±7.22 ^b	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	**	24.37
จำนวนยอด	1.02±0.22 ^{bc}	2.45±1.07 ^{bc}	3.22±1.17 ^b	6.86±0.55 ^a	**	24.98
ความยาวยอด (ซม.)	0.98±0.28 ^c	3.86±0.74 ^b	4.21±0.26 ^b	8.30±0.78 ^a	**	13.17
จำนวนใบ	0.49±0.39 ^d	1.86±0.45 ^c	3.54±0.59 ^b	6.09±0.15 ^a	**	19.75
ความยาวใบ (ซม.)	0.49±0.39 ^d	1.86±0.45 ^c	3.54±0.59 ^b	6.09±0.15 ^a	**	14.22
จำนวนราก	0.73±0.45 ^d	3.72±0.54 ^c	5.32±0.13 ^b	9.55±1.18 ^a	**	14.34
ความยาวราก (ซม.)	0.62±0.24 ^c	1.34±0.14 ^{bc}	2.50±1.02 ^b	4.91±0.26 ^a	**	35.47

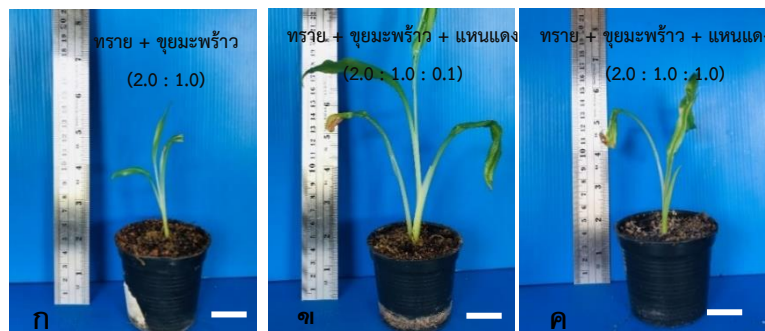
หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P<0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบด้วยวิธี DMRT

การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุปลูกที่ผสมแหนดต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตในการอนุบาลกล้า

จากการศึกษาอัตราส่วนผสมของแหนดที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตของวุ้นชำเมล็ดลูก โดยการใช่วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน คือ ทราย ขุยมะพร้าว และแหนด ในอัตราส่วนที่ต่างกัน หลังจากการย้ายปลูกเป็นเวลา 30 วัน พบว่าการเติมแหนดทุกความเข้มข้น ให้อัตราการรอดเฉลี่ย คือ 100.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 3) เมื่อพิจารณาถึงความสูง และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของต้นวุ้นชำเมล็ดลูก พบว่าวัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย ขุยมะพร้าว และแหนด (2.0 : 1.0 : 0.1 เท่า) ให้ความสูงและจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ 8.32 ± 0.90 เซนติเมตร และ 2.44 ± 0.20 ใบ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 3) นอกจากนี้พบว่าในวัสดุปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์แหนดมาก คือ 0.2-1.0 มีผลทำให้ความสูง และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นลดลง และพบว่าใบมีอาการปลายใบไหม้เนื่องจากแหนดสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนซึ่งเป็นอินทรีย์ที่เป็นธาตุอาหารไนโตรเจนเข้าไปในรากทำให้สามารถเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้ใส่แหนด (เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์, 2561) แต่อย่างไรก็ตามต้นที่ใช้ในการศึกษาการออกปลูกครั้งนี้เป็นต้นที่มาจากเพาะเลี้ยงบนอาหารเหลว (การทดลองที่ 2.1) ต้นมีลักษณะที่ฉ่ำน้ำมากกว่าต้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง รวมทั้งในวัสดุปลูกที่มีแหนดในสัดส่วนปริมาณมากก็การที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนปริมาณมาก อาจทำให้พืชมีการแบ่งเซลล์ที่มากขึ้น เจริญเติบโตได้อย่างเร็ว แต่ลักษณะต้นและใบบางลง เมื่อทำการเพาะเลี้ยงในสภาพที่มีความชื้นแสงสูงทำให้เกิดอาการใบไหม้ หรือต้นหักได้ง่าย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชิตชนก โชติกปวิพัทธ์ (ชิตชนก, 2557) ที่ใช้แหนดเป็นวัสดุปลูกดาวเรือง เมื่อวัสดุปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์แหนดมากมีผลทำให้ความสูง และจำนวนใบลดลง อาจเนื่องจากแหนดสามารถผลิต Indole-3-acetic acid (IAA) ได้ (Forni et al., 1992) ซึ่งฮอร์โมนชนิดนี้อยู่ในกลุ่ม auxin ซึ่ง auxin มีคุณสมบัติในการแบ่งเซลล์ และเกิดราก เมื่อปริมาณแหนดมากทำให้สัดส่วนของฮอร์โมนไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้ จึงทำให้วัสดุปลูกที่มีแหนดอัตราส่วนที่ต่างกันมีการเจริญเติบโตที่ต่างกัน (สมเพียร, 2525) โดยลักษณะของต้นวุ้นชำเมล็ดลูกที่สมบูรณ์จะมีลักษณะก้านใบเรียงซ้อนเป็นลำต้นเทียม ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้ม ผิวใบด้านล่างเขียวอ่อน ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าวัสดุปลูกที่ต่างกัน คือ ทราย ขุยมะพร้าว และแหนด ทุกความเข้มข้นสามารถทำให้มีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ โดยวัสดุปลูก คือ ทราย ขุยมะพร้าว และแหนด (2.0 : 1.0 : 0.1 เท่า) ให้อัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และ จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด



ภาพที่ 3 ต้นวุ้นชำเมล็ดลูกที่เลี้ยงในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย ขุยมะพร้าว และแหนดที่ระดับต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน
(Scale bar = 2.5 เซนติเมตร)

ตารางที่ 3 ผลของอัตราส่วนผสมแห้งในวัสดุปลูกต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของวุ้นชั่งมดลูกภายหลังการย้ายออกปลูก เป็นเวลา 30 วัน

สัดส่วนของวัสดุปลูก			อัตราการรอดชีวิต	ความสูงที่เพิ่มขึ้น	จำนวนใบที่เพิ่มขึ้น
ทราย	ขุยมะพร้าว	แหนแดง	(%)	(ซม.)	(ใบ)
2.0	1.0	-	91.67±16.66 ^b	2.46±0.00 ^c	1.22±0.20 ^{bc}
2.0	1.0	0.1	100.00±0.00 ^a	8.32±0.90 ^a	2.44±0.20 ^a
2.0	1.0	0.2	100.00±0.00 ^a	5.64±0.24 ^b	1.22±0.19 ^{bc}
2.0	1.0	0.3	100.00±0.00 ^a	5.58±0.64 ^b	1.22±0.19 ^{bc}
2.0	1.0	0.4	100.00±0.00 ^a	5.49±0.80 ^b	1.56±0.20 ^b
2.0	1.0	0.5	100.00±0.00 ^a	5.45±0.00 ^b	1.44±0.23 ^b
2.0	1.0	0.6	100.00±0.00 ^a	5.33±0.00 ^b	1.33±0.10 ^{bc}
2.0	1.0	0.7	100.00±0.00 ^a	5.21±0.00 ^b	1.22±0.20 ^{bc}
2.0	1.0	0.8	100.00±0.00 ^a	5.36±0.33 ^b	1.22±0.23 ^{bc}
2.0	1.0	0.9	100.00±0.00 ^a	5.22±0.00 ^b	1.00±0.10 ^c
2.0	1.0	1.0	100.00±0.00 ^a	5.21±0.18 ^b	1.00±0.12 ^c
F-test			**	**	**
C.V. (%)			5.29	10.82	16.22

หมายเหตุ : ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P<0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสารคลอรีนไดออกไซด์ต่อการลดการปนเปื้อนในชิ้นส่วนพืชในสภาพเขย่าเลี้ยง พบว่าอาหารเหลวสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ClO_2 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของแบคทีเรียเป็น 0.00 ± 0.00 และได้อัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังให้จำนวนยอด จำนวนใบ และจำนวนราก 6.86 ± 0.55 ยอดต่อขวด 8.30 ± 0.46 ใบต่อขวด และ 9.55 ± 1.18 รากต่อขวด สูงที่สุด ตามลำดับ หลังจากการย้ายเลี้ยง 30 วัน และจากการศึกษาการอนุบาลต้นวุ้นชั่งมดลูกที่ได้จากหลอดทดลองด้วยวัสดุปลูก คือ ทราย ขุยมะพร้าว และแหนแดง (2.0 : 1.0 : 0.1 เท่า) ได้อัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความสูงต้น และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นสูงสุด 8.32 ± 0.90 เซนติเมตร และ 2.44 ± 0.20 ภายหลังการย้ายปลูก 30 วัน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาต่อไปอาจทำการลดปริมาณของอัตราส่วนผสมแห้งลดลง หรือการเพิ่มปริมาณแหนแดงแต่อาจทำการหมักแหนแดงก่อนนำมาผสมเป็นวัสดุปลูกเพื่อช่วยในการตั้งธาตุอาหารที่สำคัญในแหนแดงออกมาหรือลดความร้อนจากกระบวนการหมักได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และสถานที่ทำวิจัยห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สาขาวิชาเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา วัสดุพืชและสารเคมีบางส่วนได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และสาขาการปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารอ้างอิง

- ชิดชนก โชติภักดิ์. (2557). การใช้แผนผังเป็นวัสดุเพาะเมล็ดและวัสดุปลูกดาวเรือง. ใน รายงานผลการวิจัย (76 หน้า). นครปฐม: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์. (2561). แหนแดง พืชน้ำมหัศจรรย์ ใช้ผลิตปุ๋ย ปลูกข้าว เลี้ยงสัตว์ ทำเกษตรอินทรีย์ลดต้นทุน. ค้นจาก <https://www.technologychaoban.com>
- ปฐมพร พูลสวัสดิ์. (2551). การใช้คลอรีนไดออกไซด์และคลอรีนเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย ในอ่างเก็บน้ำของโรงไฟฟ้าวังน้อย. วารสารวิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 21(64), 69-78.
- ปริญญา สุคนธ์รัตน์, ทศนี ขาวเนียม, และสมปอง เตชะโต. (2558). การทำให้ชิ้นส่วนปลอดเชื้อและการชักเคลือบจากชิ้นส่วนกาบใบของขมิ้นชันในหลอดทดลอง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 2(2), 36-40.
- พวงเพ็ญ ศิริรักษ์. (2551). การศึกษาพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์, 5(2), 119-128.
- ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์. (2560). สารทุติยภูมิและฤทธิ์ทางชีวภาพของว่านชักมดลูกที่จำหน่ายในท้องตลาดของไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 19(1), 1-21.
- วรารณ หิดฉิม, สุริรัตน์ เย็นซ้อน, และสมปอง เตชะโต. (2561). ผลของคลอรีนไดออกไซด์ต่อการปลอดเชื้อและการเพิ่มปริมาณยอตรวมของกล้วยหอมเขียวในหลอดทดลอง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 5(2), 1-7.
- วุฒิชัย ศรีช่วย, และสมปอง เตชะโต. (2557). ผลของคลอรีนไดออกไซด์ต่อการทำให้ปลอดเชื้อในการเพาะเลี้ยงสับปะรดภูแลด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์. วารสารแก่นเกษตร, 42(พิเศษ 3), 75-80.
- วุฒิชัย ศรีช่วย, และสุพัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2560). การใช้คลอรีนไดออกไซด์ (ClO₂) เพื่อทำให้ปลอดเชื้อในอาหารสังเคราะห์และการขยายพันธุ์ม่วงเทพรัตน์ (*Exacum affine* Balf.f. ex Regel) ในหลอดทดลอง (หน้า 43). นราธิวาส: มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- สมเพียร เกษมทรัพย์. (2525). การปลูกไม้ดอก. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภัทราพร มหาแก้ว. (2536). ประสิทธิภาพของคลอรีนไดออกไซด์ในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในกระบวนการผลิตไก่แช่เยือกแข็ง. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรุณี ม่วงแก้วงาม. (2559). การขยายพันธุ์ดาหลาขาวด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3(2), 8-11.
- Anchalee, J. 2012. Effects of NAA and sucrose on shoot induction and rapid micropropagation by trimming shoot of *Curcuma longa* L. *Thammasat International Journal of Science and Technology*, 4, 54-60.
- Cardoso, J. C. and Silva, J. A. T. (2012). Micropropagation of gerbera using chlorine dioxide (ClO₂) to sterilize the culture medium. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 48(3), 362-368.

- Forni, C., J. Riov, Grilli Caiola M. and Tel-OR, E. 1992. Indole-3-acetic acid (IAA) production by *Arthobacter* species isolated from Azolla. **Journal of General Microbiology**, 138, 377-381.
- Goyal, A. K., Ganguly, K., Mishra, T. and Sen, A. (2010). In vitro multiplication of *Curcuma longa* Linn. an important medicinal zingiber. **NBU Journal of Plant Sciences**, 4, 21-24.
- Huang, J., Wang, L., Ren, L., Ma, N. Q. and Juli, F. (1997). Disinfection effect of chlorine dioxide on bacteria in water. **Water Research**, 31, 607-613.
- Lenntech. (2018). **Disinfectants: Chlorine dioxide**. Retrieved from <https://www.lenntech.com/processes/disinfection/chemical/disinfectantschlorinedioxide.htm>
- Mohamed, S. A., Hussein, S. T., Usama, I. A., Hattem, M. and El-Sayed, I. G. (2011). In vitro propagation of ginger (*Zingiber officinale* Rosco). **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, 9, 165-172.
- Shaqufta, N., Saiga, I., Sumera, J. and Aamir, A. (2009). In vitro clonal multiplication and acclimatization of different varieties of Turmeric (*Curcuma longa* L.). **Pakistan Journal of Botany**, 4, 2807-2816.
- Shrama, S. K., Shrama, M. and Raina, V. 2013. In vitro protocol standardization for turmeric in Jammu division. **Journal of Biotechnology Research Center**, 8, 55-57.
- Singh, D., Singh, H., Nongalleima, K., Moirangthem, S. and Devi, S. (2013). Analysis of growth, yield potential and horticultural performance of conventional vs. micropropagated plants of *Curcuma longa* var. Lakadong. **African Journal of Biotechnology**, 12, 1604-1608.

ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรค
ของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ตำบลสามพร้าว
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

The Relationship between Perceived Benefits of Exercise and
Perceived Barriers to Exercise with Exercise Behavior of among Aging
Sam Phrao Subdistrict, Mueang District, Udon Thani Province

จุฑารัตน์ คำมี¹ วันวิสา ชัยสิทธิ์¹ และ ธนัมพร ทองลง^{1*}

Jutharat Khammee¹ Wanwisa Chaiyasit¹ and Thanumporn Thonglong^{1*}

¹ สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 41000

¹Department of Sports Science, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University 41000

*Corresponding author E-mail: e_pi_@hotmail.com

Received 2 May 2022, Accepted 11 November 2022, Published 6 December 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างคือผู้สูงอายุ ตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 410 คน เครื่องมือที่ใช้ เป็นแบบสอบถาม (ความตรงเชิงเนื้อหา เท่ากับ 0.94 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัย พบว่า ผู้สูงอายุมีการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.05$, $SD = 0.26$) การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X} = 2.47$, $SD = 0.43$) และพฤติกรรมการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.44$, $SD = 0.38$) และผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ พบว่า การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในระดับปานกลาง ($r=0.581$, $p\text{-value} = <0.001$) และการรับรู้อุปสรรคการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมการออกกำลังกายในระดับต่ำ ($r=-0.322$, $p\text{-value} = <0.001$)

คำสำคัญ: การรับรู้ประโยชน์ การรับรู้อุปสรรค การออกกำลังกาย ผู้สูงอายุ

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the relationship between the perceptions of aging people on the benefits of exercise and the barriers to exercise and their exercise behavior. The sample consisted of 410 people aged 60 years and over in Sam Phrao Sub-district, Mueang District, Udon Thani Province. The

tool used for data collection was a questionnaire that had an Item Content Validity value of 0.94 and a level of reliability of 0.87. The data were analyzed by frequency, percentage, mean, standard deviation, and Pearson's correlation coefficient. The results showed that, overall, aging people had a good perception of the benefits of exercise ($\bar{X} = 3.05$, $SD = 0.26$) while their overall perception of the barriers to exercise was at a low level ($\bar{X} = 2.47$, $SD = 0.43$), and their exercise behavior was generally at a good level ($\bar{X} = 3.44$, $SD = 0.38$). The perception of the barriers to exercise of the aging people was positively correlated with their exercise behavior at a moderate level ($r=0.581$, $p\text{-value} < 0.001$). The perception of the barriers to exercise was negatively correlated with the exercise behaviors, generally at a low level ($r=-0.322$, $p\text{-value} < 0.001$).

Keywords: perceived benefits, perceived barriers, exercise, elderly

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่การเป็นสังคมสูงอายุ โดยอายุเฉลี่ยของคนไทยยืนยาวขึ้น เมื่อพิจารณาในแง่คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ แม้คนไทยจะมีอายุยืนยาวขึ้น แต่พบว่ามีเพียงร้อยละ 5 เท่านั้นที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวในอนาคตจะพบเห็นผู้สูงอายุนั่งรถเข็นและใช้เปลนอนในโรงพยาบาลมากขึ้นเรื่อยๆ ที่น่าสนใจคือ ผู้สูงอายุมักประสบอุบัติเหตุภายในบ้านและสถานที่ที่ผู้สูงอายุไปทำกิจกรรมบ่อย ๆ จากงานวิจัยของธนาคารแห่งประเทศไทยพบว่าในชีวิตของคนไทย โดยเฉลี่ยอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ มักอยู่ในภาวะพึ่งพา ไม่สามารถดำเนินกิจวัตรได้ตามปกติ สิ่งที่เราควรทำคือ ขยายเวลาในช่วงที่มีสุขภาพดียาวออกไปมากที่สุด ลดช่วงภาวะพึ่งพาซึ่งผู้สูงอายุจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือในการใช้ชีวิตประจำวันจากผู้อื่น และช่วงเวลาป่วยหนักก่อนเสียชีวิตให้สั้นที่สุด ที่ผ่านมารัฐบาลและหน่วยงานสุขภาพได้รณรงค์ให้คนไทยออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง ถึงเวลาแล้วที่ประเทศไทยต้องสร้างระบบสุขภาพให้คนไทยมีสุขภาพดี ทั้งยังต้องปรับสภาพแวดล้อมที่อยู่ให้ปลอดภัย สอดคล้องกับสังคมสูงวัย อีกทั้งชุมชนก็ต้องช่วยสร้างระบบรองรับสังคมสูงวัย สังคมไทยต้องหันมามองผู้สูงอายุว่าไม่ใช่ภาระ แต่คือ ผู้เชี่ยวชาญชีวิต เป็นคลังปัญญา คลังประสบการณ์ และเป็นพลังในการขับเคลื่อนเพื่อดูแลสังคมและผู้อื่น (เจิมศักดิ์, 2562)

จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุได้เพิ่ม ความรุนแรงมากขึ้น เพราะเป็นปัจจัยส่งเสริมเพิ่มความรุนแรงเพิ่มขึ้น และพึ่งพาให้ผู้อื่นมาดูแลมากขึ้น ซึ่งหากปัญหาเหล่านี้ไม่ได้มีมาตรการ การส่งเสริมสุขภาพโดยการ ป้องกันโรคไม่ให้เกิดและลด ความรุนแรงของโรค จะเห็นได้ว่าในอนาคตผู้สูงอายุจะต้องมีการเจ็บป่วยเป็นโรคเรื้อรัง เพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อระบบ เศรษฐกิจและสังคมของ ประเทศโดยตรง เนื่องจากการนำเงินไปใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น เพื่อดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ ดังนั้น บุคลากรสาธารณสุขจึง ควรคิดค้นหาวิธีการในการส่งเสริมสุขภาพ โดยเฉพาะพฤติกรรมออกกำลังกายซึ่งเป็นการสนับสนุน ให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพดีได้โดยไม่ต้องมีการลงทุน (พิทักษ์พงศ์ และดาวเรืองคำ, 2554)

การออกกำลังกาย เป็นการทำกิจกรรมที่ได้ออกแรงหรือเคลื่อนไหวร่างกายซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพ ช่วยจัดระเบียบร่างกายและควบคุมอารมณ์ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งเสริมสร้าง สมรรถภาพร่างกายยังทำให้เกิดการพัฒนาของอวัยวะต่างๆ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ (สนธยา, 2557) การออกกำลังกายในวัยผู้สูงอายุ เป็นการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค เนื่องจากมีผลต่อร่างกายทำให้ร่างกายเสื่อมช้าลง ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในเลือดสูง โรคกระดูก โรคเบาหวาน ช่วยควบคุมน้ำหนักและลด สัดส่วนไขมันในร่างกาย เสริมสร้างความแข็งแรงของระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ ลดภาวะซึมเศร้า และวิตกกังวล ป้องกัน

หรือชะลอการเกิดภาวะกระดูกบาง กระดูกพรุน ข้อเข่าเสื่อม และปวดหลัง พฤติกรรมการออกกำลังกายในผู้สูงอายุเป็นการปฏิบัติกิจกรรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับวัยสูงอายุ ไม่หักโหม โดยเน้นเพื่อความสนุกสนานมากกว่าการแข่งขัน ส่งเสริมการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายให้เป็นปกติ เกิดความทนทานของระบบหายใจ ระบบไหลเวียนโลหิต ความทนทานของกล้ามเนื้อหัวใจและปอด การออกกำลังกายในผู้สูงอายุมีหลายวิธีควรเลือกวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับสุขภาพและไม่เป็นอันตราย ก็จะทำให้การออกกำลังกายเป็นไปด้วยดีและต่อเนื่อง ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายในปัจจุบันมีวิธีการออกกำลังกายที่ผู้สูงอายุ นิยมปฏิบัติ ได้แก่ การเดินหรือวิ่งช้าๆ ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ กายบริหาร รำมวยจีน โยคะ เป็นต้น (บรรลุ, 2551)

จากเหตุและผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมและวางแผนการออกกำลังกาย สำหรับผู้สูงอายุต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
2. เพื่อศึกษาการรับรู้อุปสรรคในการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

วิธีการวิจัย

การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 3,262 คน แบ่งออกเป็นเพศชาย จำนวน 1,538 คน และเพศหญิง จำนวน 1,724 คน (องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว, 2564)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่อยู่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางของยามานะ (Toro, 1973) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} = \frac{3262}{1 + 3262(0.05^2)}$$

$$= 357 \text{ คน}$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

จากการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้จำนวน 357 คน แต่เพื่อป้องกันแบบสอบถามที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ได้รับตอบกลับของแบบสอบถามจึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเป็น 410 คน

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. ทำการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ดังนี้

- 1.1 ผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป
- 1.2 คัดเลือกเฉพาะผู้ที่อยู่ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
- 1.3 เป็นผู้ที่สามารถตอบแบบสอบถาม มีความสามารถในการอ่านภาษาไทย เขียนได้ และสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ เช่น ลุก เดิน นั่งได้

2. ทำการสุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี และสุ่มจากสถานที่ที่พบผู้สูงอายุอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น วัด ตลาด และสถานที่ออกกำลังกาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว โดยใช้แบบสอบถามประกอบด้วย 5 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา มีลักษณะ เป็นคำถามแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ครอบคลุมถึงประโยชน์ของการออกกำลังกาย ประกอบด้วย กาย จิต สังคม และอารมณ์ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามเกณฑ์การให้คะแนน (Likert Scale) 4 ระดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว ลักษณะของข้อคำถามเป็นไปทางด้านบวก จำนวน 12 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 และ 15 และลักษณะของข้อคำถามเป็นไปทางด้านลบ จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 3, 6 และ 9

			เชิงบวก	เชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หมายถึง	ท่านมีความคิดเห็นตรงกับข้อความนั้นมากที่สุด	4	1
เห็นด้วย	หมายถึง	ท่านมีความคิดเห็นตรงกับข้อความนั้นมาก	3	2
ไม่เห็นด้วย	หมายถึง	ท่านมีความคิดเห็นไม่ตรงกับข้อความนั้นมาก	2	3
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หมายถึง	ท่านมีความคิดเห็นไม่ตรงกับข้อความนั้นมากที่สุด	1	4

สามารถพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของอันตรภาคชั้น โดยกำหนดค่าคะแนนออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 3.26 – 4.00 หมายถึง การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.25 หมายถึง การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 1.76 – 2.50 หมายถึง การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.75 หมายถึง การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำมาก

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกาย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามเกณฑ์การให้คะแนน (Likert Scale) 4 ระดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว ลักษณะของข้อคำถามเป็นไปทางด้านบวก

เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นตรงกับข้อความนั้นมากที่สุด ให้ 4 คะแนน

เห็นด้วย หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นตรงกับข้อความนั้นมาก ให้ 3 คะแนน

ไม่เห็นด้วย หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นไม่ตรงกับข้อความนั้นมาก ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นไม่ตรงกับข้อความนั้นมากที่สุด ให้ 1 คะแนน
สามารถพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของอันตรภาคชั้น โดยกำหนดค่าคะแนนออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้
คะแนนเฉลี่ย 3.26 – 4.00 หมายถึง การรับรู้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายอยู่ในระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.25 หมายถึง การรับรู้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายอยู่ในระดับดี
คะแนนเฉลี่ย 1.76 – 2.50 หมายถึง การรับรู้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำ
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.75 หมายถึง การรับรู้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำมาก

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามพฤติกรรมการออกกำลังกาย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามเกณฑ์การให้คะแนน (Likert Scale) 5 ระดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว ลักษณะของข้อคำถามเป็นไปทางด้านบวก จำนวน 11 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13 และ 14 และลักษณะของข้อคำถามเป็นไปทางด้านลบ จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ข้อ 4, 7, 11 และ 15

ข้อความเชิงบวก ข้อความเชิงลบ

มากที่สุด หมายถึง ท่านปฏิบัติสิ่งนั้นทุกวัน	5	1
มาก หมายถึง ท่านปฏิบัติ 5-6 วันต่อสัปดาห์	4	2
ปานกลาง หมายถึง ท่านปฏิบัติ 3-4 วันต่อสัปดาห์	3	3
น้อย หมายถึง ท่านปฏิบัติ 1-2 วันต่อสัปดาห์	2	4
น้อยที่สุด หมายถึง ท่านไม่เคยทำสิ่งนั้นเลย	1	5
สามารถพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของอันตรภาคชั้น โดยกำหนดค่าคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้		
คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง พฤติกรรมการออกกำลังกายอยู่ในระดับดีมาก		
คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง พฤติกรรมการออกกำลังกายอยู่ในระดับดี		
คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง พฤติกรรมการออกกำลังกายอยู่ในระดับพอใช้		
คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง พฤติกรรมการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำ		
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง พฤติกรรมการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำมาก		

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าวเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

2. นำข้อมูลมาสร้างแบบสอบถาม โดยสร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมเรื่องที่จะศึกษา แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นและแก้ไข

3. นำร่างแบบสอบถามเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาและประเมินคุณภาพเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยบันทึกผลพิจารณาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (Trochim, 1999) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เท่ากับ 0.94

4. นำร่างแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจการแก้ไข ทดลองใช้แบบสอบถาม (Try Out) กับกลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง กับผู้สูงอายุ บ้านหนองไส ตำบลหนองนาคำ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 30 คน เพื่อหาความเที่ยง โดย

การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach, 1984) โดยการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย เท่ากับ 0.93 การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกาย เท่ากับ 0.76 และพฤติกรรมการออกกำลังกาย เท่ากับ 0.77

5. นำแบบสอบถามเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าวที่สมบูรณ์แล้ว ไปใช้ในการดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการประสานงานทางองค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว เพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยขอหนังสือจากคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ไปยังนายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ อธิบายที่มาและความสำคัญของการทำวิจัยในครั้งนี้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ความร่วมมือ
4. นำแบบสอบถามความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยผ่านการทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลเอง
5. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับมาตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้อง แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนาโดยแจกแจงค่าความถี่ ค่าร้อยละ จำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา
2. พฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. การรับรู้ประโยชน์ การรับรู้อุปสรรคในการออกกำลังกายโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) โดยมีเกณฑ์ (Hinkle et al., 1998) ดังนี้

ค่า (r)	ระดับความสัมพันธ์
0.90 – 1.00	มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
0.70 – 0.89	มีความสัมพันธ์ระดับสูง
0.50 – 0.69	มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
0.30 – 0.49	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
0.00 – 0.29	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำมาก

เครื่องหมาย (+,-) หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะบอกทิศทางความสัมพันธ์ โดยหาก

r มีเครื่องหมาย + หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง และตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะมีค่าสูง)

r มีเครื่องหมาย - หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง และตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะมีค่าต่ำ)

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 410 คน เป็นเพศหญิงและเพศชายเท่ากัน ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 60 – 69 ปี คิดเป็นร้อยละ 86.59 ผู้สูงอายุส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 87.32 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้สูงอายุ

ข้อมูลทั่วไป	รายการ	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	205	50.00
	หญิง	205	50.00
อายุ	60 – 69	355	86.59
	70 – 79	54	13.17
	80 ขึ้นไป	1	0.24
ระดับการศึกษา	ไม่ได้เรียนหนังสือ	27	6.59
	ประถมศึกษา	358	87.31
	มัธยมศึกษา	23	5.61
	ปริญญาตรี	2	0.49
รวม		410	100.00

การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ผู้สูงอายุมีการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.05$, $SD = 0.26$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อคำถามเชิงบวก พบว่า ผู้สูงอายุมีการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ การออกกำลังกายสามารถลดความอ้วนได้ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.42$, $SD = 0.61$) การออกกำลังกายทำให้ร่างกายแข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรค อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.36$, $SD = 0.60$) การออกกำลังกายสามารถป้องกันและบำบัดโรคเบาหวานได้ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.32$, $SD = 0.54$) และข้อคำถามเชิงลบ พบว่า ผู้สูงอายุมีการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย ได้แก่ การออกกำลังกายทำให้กล้ามเนื้อฉีกขาดได้ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.68$, $SD = 0.74$) การออกกำลังกายทำให้ท่านเหนื่อยและจุก อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.58$, $SD = 0.73$) และการออกกำลังกายทำให้เสียเหงื่อมาก อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.34$, $SD = 0.75$) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ จำแนกตามรายข้อ

ข้อ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
1	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายสามารถป้องกันและบำบัดโรคความดันโลหิตสูงได้	3.24	0.54	ดี
2	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายสามารถป้องกันและบำบัดโรคเบาหวานได้	3.32	0.61	ดีมาก
3	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายทำให้กล้ามเนื้อฉีกขาด***	2.68	0.74	ดี
4	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายช่วยลดไขมันในเลือดได้	2.90	0.58	ดี
5	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายทำให้ร่างกายแข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรค	3.36	0.60	ดีมาก
6	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายทำให้ท่านเหนื่อยและจุก***	2.58	0.73	ดี
7	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายช่วยให้ชะลอการเสื่อมของกระดูก	3.08	0.61	ดี
8	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายช่วยลดความเครียดได้	3.15	0.59	ดี
9	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายทำให้เสียเหงื่อมาก***	2.34	0.75	ดี
10	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายสามารถลดความอ้วนได้	3.42	0.61	ดีมาก
11	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายช่วยป้องกันโรคซึมเศร้าได้	3.10	0.57	ดี
12	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายช่วยให้หัวใจแข็งแรง	3.12	0.55	ดี
13	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายทำให้รู้สึกผ่อนคลาย	3.23	0.57	ดี
14	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายทำให้ท่านได้พบปะกับสังคมกลุ่มใหม่	3.05	0.64	ดี
15	ท่านเห็นว่าการออกกำลังกายช่วยให้ข้อต่อต่างๆและกล้ามเนื้อมีการยืดหยุ่นมากขึ้น	3.22	0.64	ดี
รวม		3.05	0.26	ดี

*** ข้อคำถามเชิงลบ

การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ผู้สูงอายุ มีการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X} = 2.47$, $SD = 0.43$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้สูงอายุมีการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ท่านไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย อยู่ใน ระดับดี ($\bar{X} = 2.91$, $SD = 0.66$) ท่านไม่มีสถานที่สำหรับออกกำลังกาย อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.83$, $SD = 0.66$) ท่านไม่ทราบ หลักการในการออกกำลังกาย อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.82$, $SD = 0.76$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ

ข้อ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
1	ท่านไม่มีสถานที่สำหรับออกกำลังกาย	2.83	0.66	ดี
2	ท่านไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย	2.91	0.66	ดี
3	ท่านไม่มีเพื่อนในการออกกำลังกาย	2.70	0.66	ดี
4	ท่านมีปัญหาทางด้านสุขภาพ	2.35	0.76	ต่ำ
5	ท่านออกกำลังกายแล้วทำให้ได้รับบาดเจ็บ	2.12	0.68	ต่ำ
6	ท่านไม่มีอุปกรณ์ในการออกกำลังกาย	2.58	0.72	ดี
7	การออกกำลังกายทำให้เสียเวลาในการพักผ่อน	2.08	0.60	ต่ำ
8	ออกกำลังกายแล้วทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิต	1.95	0.63	ต่ำ
9	ท่านไม่มีชุดแต่งกายที่เหมาะสมต่อการออกกำลังกาย	2.57	0.68	ดี
10	ท่านไม่มีผู้นำในการออกกำลังกาย	2.67	0.74	ดี
11	ท่านมีปัญหาการได้ยินที่มีผลต่อการสื่อสาร	2.11	0.65	ต่ำ
12	การออกกำลังกายเป็นเรื่องยุ่งยากเพราะมีขั้นตอนมาก	2.37	0.82	ต่ำ
13	การออกกำลังกายทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น	2.28	0.80	ต่ำ
14	ท่านไม่ทราบหลักการในการออกกำลังกาย	2.82	0.76	ดี
15	ท่านไม่มีความมั่นใจในการออกกำลังกาย	2.70	0.72	ดี
รวม		2.47	0.43	ต่ำ

พฤติกรรมของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมของการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.44$, $SD = 0.38$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อคำถามเชิงบวก พบว่า ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมการออกกำลังกายเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ท่านออกกำลังกายโดยเริ่มจากท่าที่เบาไปหาท่าที่หนัก อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.75$, $SD = 0.91$) ท่านเลือกวิธีการออกกำลังกายตามความถนัด อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.69$, $SD = 0.79$) ท่านออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การวิ่งเหยาะๆ เต้นแอโรบิก เป็นต้น อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.65$, $SD = 0.87$) และข้อคำถามเชิงลบ พบว่า ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมการออกกำลังกาย ได้แก่ ท่านออกกำลังกายต่อไปแม้ว่าจะพบความผิดปกติของร่างกายเพราะกำลังสนุกอยู่ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.78$, $SD = 1.02$) ท่านออกกำลังกายหลังรับประทานอาหารเสร็จทันที อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.82$, $SD = 0.96$) ท่านดื่มเครื่องดื่มชูกำลังหลังการออกกำลังกาย อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.94$, $SD = 0.95$) และท่านไม่ออกกำลังกายถ้าต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้อุปกรณ์ อยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 3.14$, $SD = 0.84$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับพฤติกรรมของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในตำบลสามพร้าว

ข้อ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
1	ท่านออกกำลังกายเมื่อเพื่อนชักชวน	3.01	0.92	พอใช้
2	ท่านเลือกวิธีการออกกำลังกายตามความถนัด	3.69	0.79	ดี
3	ท่านออกกำลังกายโดยเริ่มจากท่าที่เบาไปหาท่าที่หนัก	3.75	0.91	ดี
4	ท่านไม่ออกกำลังกายถ้าต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้อุปกรณ์ ***	3.14	0.84	พอใช้
5	ท่านออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์	3.35	0.90	พอใช้
6	ท่านออกกำลังกายแต่ละครั้งใช้เวลา 20 นาทีขึ้นไป	3.37	0.87	พอใช้
7	ท่านออกกำลังกายหลังรับประทานอาหารเสร็จทันที***	3.82	0.96	ดี
8	ท่านออกกำลังกายหลังรับประทานอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมง	3.06	0.89	พอใช้
9	ท่านอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการออกกำลังกาย 5 – 10 นาที	3.33	0.75	พอใช้
10	ท่านแต่งกายเหมาะสมกับการออกกำลังกาย	3.35	0.81	พอใช้
11	ท่านออกกำลังกายต่อไปแม้ว่าจะพบความผิดปกติของร่างกายเพราะกำลังสนุกอยู่ ***	3.78	1.02	ดี
12	ท่านออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การวิ่งเหยาะๆ เต้นแอโรบิก เป็นต้น	3.65	0.87	ดี
13	ท่านตรวจสอบอัตราการเต้นของชีพจรก่อนและหลังการออกกำลังกาย	2.82	0.79	พอใช้
14	หากท่านมีอาการผิดปกติระหว่างการออกกำลังกายท่านจะหยุดการออกกำลังกายทันที	3.57	0.99	ดี
15	ท่านดื่มเครื่องดื่มชูกำลังหลังการออกกำลังกาย ***	3.94	0.95	ดี
รวม		3.44	0.38	ดี

*** ข้อคำถามเชิงลบ

ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการรับรู้ประโยชน์การออกกำลังกายการรับรู้อุปสรรคการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกาย สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามเกนซ์ (HinkleD. E. 1998) พบว่า การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในระดับปานกลาง และการรับรู้อุปสรรคการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการออกกำลังกายในเชิงลบกับพฤติกรรมการออกกำลังกายในระดับต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกาย

รายการ	พฤติกรรมการออกกำลังกาย	
	r	P - value
การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย	0.581**	< 0.001
การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกาย	- 0.322**	< 0.001

**p < 0.01

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ อภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ

จากการศึกษาทางวิจัย พบว่า การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายโดยรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ การออกกำลังกายสามารถลดความอ้วนได้ อยู่ในระดับดีมาก การออกกำลังกายทำให้ร่างกายแข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรค อยู่ในระดับดีมาก และการออกกำลังกายสามารถป้องกันและบำบัดโรคเบาหวานได้ อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายสามารถป้องกันโรคและผู้สูงอายุรับรู้ประโยชน์มากกว่าโทษที่เกิดขึ้นกับร่างกาย จึงทำให้ผู้สูงอายุสนใจหันมาออกกำลังกายเพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับงานทฤษฎีของเพนเดอร์ (Pender et al, 2006) การวางแผนปฏิบัติพฤติกรรมใดๆ บุคคลมักคาดการณ์ถึงประโยชน์ที่จะได้รับหรือผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น การคาดการณ์เป็นการวาดมโนภาพของผลด้านบวกหรือผลที่เสริมแรง โดยอาศัยประสบการณ์ตรงของบุคคลนั้นหรือจากการสังเกตประสบการณ์ของผู้อื่น บุคคลมีแนวโน้มที่จะพยายามปฏิบัติพฤติกรรมที่จะเกิดประโยชน์ทั้งประโยชน์ภายใน เช่น ความรู้สึกตื่นตัว ความอ่อนล้าที่ลดลง เป็นต้น และประโยชน์ภายนอก เช่น การได้รับรางวัล การเข้าร่วมกลุ่มในสังคม เป็นต้น สอดคล้องกับ (Pender et al., 2011) ได้กล่าวว่า ประชาชนที่หันมาออกกำลังกายในสวนสาธารณะกรุงเทพมหานคร เป็นกลุ่มที่ปฏิบัติได้เหมาะสมเพราะมีการรับรู้ประโยชน์ของสมรรถนะตนเองจึงได้มีการส่งเสริมสุขภาพของตนเองโดยมาออกกำลังกายที่สวนสาธารณะโดยไม่มีใครบังคับ เพราะ (Pender et al., 2011) กล่าวว่า การตั้งใจจะปฏิบัติเรื่องใด ต้องมีองค์ประกอบการรับรู้เรื่องนั้นดีด้วย สอดคล้องกับ บรรจง พลไชย (บรรจง, 2554) ได้ศึกษาการรับรู้ประโยชน์ ปัญหา และพฤติกรรมออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลเมืองนครพนม พบว่า ผู้สูงอายุรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้สูงอายุรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย อยู่ในระดับมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ การออกกำลังกายทำให้ลดความเครียดได้ การออกกำลังกายทำให้ร่างกายแข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรค และการออกกำลังกายทำให้หัวใจแข็งแรง สอดคล้องกับการวิจัยของธิดิมา บุญเจริญ สุพจน์ พันธนิยะและจารุพร สาธินัย (ธิดิมา และคณะ, 2551) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ปัจจัยสนับสนุน และคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในจังหวัดนครสวรรค์ ผลการศึกษา พบว่า การรับรู้ประโยชน์ในการส่งเสริมสุขภาพด้านออกกำลังกายเพื่อให้สุขภาพดี อยู่ในระดับมาก

2. การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายโดยรวมอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ท่านไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย อยู่ในระดับดี ท่านไม่มีสถานที่สำหรับออกกำลังกาย อยู่ในระดับดี ท่านไม่ทราบหลักการในการออกกำลังกาย อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่า การรับรู้อุปสรรคที่ทำให้ขัดขวางการออกกำลังกาย เช่น ไม่มีเวลา ไม่มีสถานที่ ไม่รู้หลักการในการออกกำลังกาย ส่งผลต่อพฤติกรรมที่เป็นอุปสรรคสูงจึงทำให้ผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะไม่ออกกำลังกายสอดคล้องกับเพนเดอร์ (Pender et al., 2006) กล่าวว่า การคาดการณ์ถึงอุปสรรคต่างๆ ของการปฏิบัติพฤติกรรมทั้งต่อความตั้งใจและการลงมือปฏิบัติของบุคคล อุปสรรคนั้นอาจเป็นสิ่งที่บุคคลควบคุมได้หรือไม่อยู่จริง เช่น ความไม่เหมาะสม ความไม่สะดวก ความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ความยากลำบาก การสูญเสียเวลา เป็นต้น อุปสรรคมักถูกมองว่าเป็นสิ่งสกัดกั้นการปฏิบัติพฤติกรรม รวมทั้งทำให้บุคคลเกิดการสูญเสีย การรับรู้อุปสรรคจะกระตุ้นให้คนหลีกเลี่ยงการปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพโดยเฉพาะเมื่อขาดความพร้อมและรับรู้อุปสรรคสูง แต่ถ้ามีความพร้อมและรับรู้อุปสรรคต่ำก็จะมีโอกาสปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศเกี่ยวกับการออกกำลังกายของสตรีพบว่าท่านไม่มีเวลาจากภาระงานในครอบครัวและนอกจากการทำงานทำให้ขาดการออกกำลังกาย ซึ่งการไม่มีเวลา นั้นเป็นเรื่องปกติที่พบในสตรี (Heesch et al., 2000; Speck and Harrell, 2003) แม้เวลาจะเป็นอุปสรรคในการออกกำลังกายบ้างแต่ในกลุ่มตัวอย่างนี้ยังมีเวลาในการออกกำลังกาย และสอดคล้องกับการวิจัยของ ปาณบดี เอกะจัมปะกะ และนิธิศ วัฒนมน (ปาณบดี และนิธิศ, 2552) ได้ศึกษาสถานการณ์สภาวะสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุไทย พบว่า เหตุผลการไม่ออกกำลังกายของผู้สูงอายุ คือ ไม่สนใจ ทำงานที่ต้องใช้แรงกายมากอยู่แล้ว และไม่มีเวลา

3. พฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมของการออกกำลังกายโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ท่านออกกำลังกายโดยเริ่มจากทำที่เบาไปหาทำที่หนัก อยู่ในระดับดี ท่านเลือกวิธีการออกกำลังกายตามความถนัด อยู่ในระดับดี ท่านออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การวิ่งเหยาะๆ เดินแอโรบิก เป็นต้น อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่า ผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกายไปในทางที่เสื่อมลง จึงทำให้ผู้สูงอายุหันมาดูแลสุขภาพเพิ่มมากขึ้น โดยเน้นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีระดับเบา เป็นกิจกรรมที่มีความต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้ร่างกายมีความแข็งแรงสมบูรณ์สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐจาพร พิษณธรรม (ณัฐจาพร, 2554) ได้ศึกษาพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ จังหวัดมหาสารคาม พบว่า พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพที่มีการปฏิบัติ คือ พฤติกรรมการออกกำลังกายเบาๆ เช่น เดินเล่น กายบริหาร รำมวยจีน มีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอครั้งละประมาณ 20 – 30 นาที ความถี่ในการออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์ประมาณ 3 ครั้ง สอดคล้องกับชาติรี ประชาพิพัฒน์ (ชาติรี, 2545) ได้ศึกษา แนวทางการส่งเสริมการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ พบว่า หลักในการออกกำลังกายต้องมีเป้าหมายรูปแบบการออกกำลังกายต้องเหมาะสมกับเพศ วัย และสภาพร่างกาย ควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นหลัก มีความเหนื่อยปานกลาง ระยะเวลาอยู่ในช่วง 3-5 วันต่อสัปดาห์ และสอดคล้องกับการวิจัยของ วิภาวรรณ ลีลาสำราญ (วิภาวรรณ และคณะ, 2547) ได้ศึกษาการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและโรคต่างๆ พบว่า การออกกำลังกายมีหลักสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ ระดับความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) ระยะเวลาที่ออกกำลังกาย (Duration) ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) อัตราเพิ่มความหนัก (Progression) และชนิดของการออกกำลังกาย โดยคำนึงถึงเป้าหมายที่ต้องการ

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกาย

การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในระดับปานกลาง อาจเป็นเพราะผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีความเสื่อมถอยของร่างกายลงและมีโรคประจำตัวทำให้บุคคลเหล่านี้รับรู้ถึงประโยชน์ของการออกกำลังกาย จึงเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความรู้สึกเชิงบวกต่อการปฏิบัติพฤติกรรมการออกกำลังกายที่เป็น

ประโยชน์ต่อสุขภาพผู้สูงอายุ สอดคล้องกับวรรณิภา อัครชัยสุวิกรม (วรรณิภา, 2547) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในเขตตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี พบว่า การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์และสามารถร่วมทำนายพฤติกรรมการออกกำลังกายได้ สอดคล้องกับพิทักษ์พงศ์ ปันตะ (พิทักษ์พงศ์, 2547) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและพฤติกรรมการออกกำลังกายของชาวม้ง ในจังหวัดพะเยา พบว่าการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์และสามารถร่วมทำนายพฤติกรรมการออกกำลังกายได้ ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกายจะส่งผลดีต่อร่างกายมากกว่าผลเสีย จึงส่งผลให้บุคคลเหล่านี้มีการออกกำลังกายมากขึ้น สอดคล้องกับพรทิพย์ จันทรทิพย์ (พรทิพย์, 2549) ได้ศึกษาการรับรู้ประโยชน์และอุปสรรคของการออกกำลังกายและพฤติกรรมการออกกำลังกายของสตรีวัยทำงานในชนบท พบว่า การรับรู้ประโยชน์การออกกำลังกายมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=.25, p<.01$) และสอดคล้องกับสมบัติ กาวิลเครือ (สมบัติ, 2560) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ อำเภอเสริมงาม จังหวัดลำปาง พบว่าการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.001$) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันระดับปานกลาง ($r = 0.481$) กล่าวคือ ถ้าผู้สูงอายุมีการรับรู้ประโยชน์ในการออกกำลังกายต่อตนมากขึ้น จะมีพฤติกรรมการออกกำลังกายมากขึ้นตามไปด้วย

การรับรู้อุปสรรคการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในระดับต่ำ อาจเป็นเพราะผู้สูงอายุรับรู้ถึงอุปสรรคที่เข้ามขัดขวางการออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นไม่มีเวลา ไม่มีสถานที่ในการออกกำลังกายจึงเป็นสาเหตุให้ผู้สูงอายุไม่ปฏิบัติพฤติกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของพิทักษ์พงศ์ ปันตะ และดาวเรืองคำ (พิทักษ์พงศ์ และดาวเรืองคำ, 2547) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในจังหวัดพะเยา พบว่าการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในจังหวัดพะเยา มีความสัมพันธ์และสามารถร่วมทำนายพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ การรับรู้ถึงสิ่งที่ขัดขวางหรือทำให้ พฤติกรรมนั้นเกิดขึ้นไม่ได้ เช่น ความยุ่งยากในการกระทำ ค่าใช้จ่าย เวลา ความไม่สะดวกสบาย ความไม่พร้อม ขาดโอกาสในการปฏิบัติสอดคล้องกับวรรณิภา อัครชัยสุวิกรม (วรรณิภา, 2547) ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในเขตตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่รับรู้ว่าเป็นอุปสรรคไม่สามารถออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ได้แก่ การออกกำลังกายทำให้เมื่อยล้า ทำให้รู้สึกหมดแรงรวมทั้งครอบครัวไม่สนับสนุนให้มีการออกกำลังกาย ก็ส่งผลทำให้ผู้สูงอายุมีการออกกำลังกายน้อยลง และสอดคล้องกับพรทิพย์ จันทรทิพย์ (พรทิพย์, 2549) ได้ศึกษา การรับรู้ประโยชน์และอุปสรรคของการออกกำลังกายและพฤติกรรมการออกกำลังกายของสตรีวัยทำงานในชนบท พบว่า การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายโดยรวมและรายด้านทุกด้านมีความสัมพันธ์ทางลบในระดับต่ำกับพฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $r = -.26, p<.01, r_1 = -.27, r_2 = -.23, r_3 = -.17, r_4 = -.18, p<.01$

สรุปผลการวิจัย

ผู้สูงอายุมีการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายอยู่ในระดับดี และมีการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้น การรับรู้ประโยชน์และการรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกายเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมการออกกำลังกายที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. เจ้าหน้าที่สาธารณสุขหรือเจ้าหน้าที่พลศึกษาประจำหมู่บ้าน ควรให้ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ
2. หน่วยงานทางภาครัฐและเอกชน และส่วนที่เกี่ยวข้องในชุมชน ควรส่งเสริม และจัดกิจกรรมการออกกำลังกายตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ลานกิจกรรม สนามกีฬา เป็นต้น
3. ควรส่งเสริมการเข้าถึงแหล่งบริการด้านการออกกำลังกายและสร้างความมั่นใจถึงความปลอดภัยของสถานที่สำหรับผู้สูงอายุมาออกกำลังกาย
4. ควรมีการกระตุ้นหรือตอกย้ำถึงความสำคัญและประโยชน์ของการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง ให้เข้าถึงบุคลากรในทุกกลุ่มโดยผ่านสื่อหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำโปสเตอร์ แผ่นพับ ประกาศเสียงตามสาย อินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อให้บุคคลทุกกลุ่มมีพฤติกรรมออกกำลังกายอย่างถูกต้อง สม่าเสมอ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการดูแลสุขภาพของแต่ละบุคคล

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรจะมีการศึกษาวิจัยในการสร้างเครื่องมือ ในการประเมินพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ประกอบด้วยด้านการทำงานบ้าน การออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา และการทำงานอดิเรก เพื่อที่จะให้ผู้สูงอายุได้มีการวางแผนการออกกำลังกายที่ถูกต้องและเหมาะสม
2. การวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มแนวคิดการส่งเสริมสุขภาพที่มีผลต่อเนื่องในทางที่เสริมผลที่จะเกิดขึ้นกับสุขภาพของผู้สูงอายุร่วมกับพฤติกรรมออกกำลังกาย เช่น การส่งเสริมการออกกำลังกายควบคู่ไปกับการปฏิบัติทางจิตใจและการบริโภคอาหาร
3. ศึกษาวิจัยเชิงพัฒนาความสามารถของตนเองในการออกกำลังกายของผู้สูงอายุร่วมกับการสนับสนุนทางสังคม เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมออกกำลังกายในผู้สูงอายุให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน
4. ศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ สำหรับผู้สูงอายุเพื่อประเมินผลสมรรถภาพทางกาย คุณภาพชีวิตและภาวะการหกล้มในผู้สูงอายุ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพยาบาล และนักวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เจิมศักดิ์ ปิ่นทอง. (2562). **ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาผู้สูงอายุ**. ค้นจาก <https://www.hfocus.org/content/2019/08/17454?>
- ชาติรี ประชาพิพัฒน์. (2545). **แนวทางการส่งเสริมการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ**. มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การกีฬา.

- ณัฐจารพร พิชัยณรงค์. (2554). พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ จังหวัดมหาสารคาม. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 30(1), 84-92
- อติมา บุญเจริญ สุพจน์ พันธนิยะและจารุพร สาธินัย. (2551). พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ปัจจัยสนับสนุน และคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ ในจังหวัดนครสวรรค์. **วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร**, 3(2), 33.
- บรรลุ ศิริพานิช. (2551). ความหมายของผู้สูงอายุ. ค้นจาก <https://www.lib.ru.ac.th/journal/apr/apr13>
- บรรจง พลไชย. (2554). การรับรู้ประโยชน์ ปัญหา และพฤติกรรมออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในเขตเทศบาลเมืองนครพนม. **วารสารพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม**, 62-72.
- ปานบติ เอกะจัมปะกะ, และนิธิศ วัฒนมนโน. (2552). รายงานสถานการณ์สภาวะสุขภาพ และพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุไทย. สถานการณ์สุขภาพไทย.
- พรทิพย์ จันทร์ทิพย์. (2549). การรับรู้ประโยชน์และอุปสรรค ของการออกกำลังกายและพฤติกรรมออกกำลังกายของสตรีวัยทำงานในชนบท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิทักษ์พงศ์ ปันดี. (2547). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายและพฤติกรรมออกกำลังกายของชาวม้งในจังหวัดพะเยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พิทักษ์พงศ์ ปันดี, และดาวเรืองคำ. (2547). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล การรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกาย และการรับรู้อุปสรรค ของการออกกำลังกายกับพฤติกรรมออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในจังหวัดพะเยา. **วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ**, 5(1), 7-16.
- วิภาวรรณ ลีลาสำราญ, และคณะ. (2547). การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและในโรคต่างๆ. สงขลา: การเมืองการพิมพ์.
- วรรณภา อัครชัยสุภิกรม. (2547). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ในเขตตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี. คณะพยาบาลศาสตร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมบัติ กาวิลเครือ. (2560). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ อำเภอเสริมงาม จังหวัดลำปาง. **วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์**, 7(3), 161-173.
- สนธยา สีละมัต. (2557). กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว. (2564). ข้อมูลประชากรผู้สูงอายุองค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว. สืบค้น 16 กรกฎาคม 2564 จาก <http://sampraw.org/>
- Cronbach, L. J. (1984). **Essential of psychology testing**. New York: Harper.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., and Jurs, S. G. (1998). **Applied Statistics for Behavioral Sciences (4th ed.)**. Chicago, IL: Rand McNally College Publishing.
- Heesch, K. C., Brown, D. R., and Blanton, C J. (2000). Perceived barriers to exercise and stage of exercise adoption in older women of different racial/ethnic groups. **Journal of women & Health**, 26, 61-76.
- Pender, N. J., Murdaugh, C. L. and Parsons, M. A. (2006). **Health Promotion in Nursing Practice**. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Pender, N. J., Murdaugh, C. L., and Parsons, A. M. (2011). **Health Promotion in Nursing Practice 6th (ed.)**. Boston: Julie Levin Alexander.
- Taro, Y. (1973). **Statistics: An Introductory Analysis**. New York. Harper and Row Publication.
- Trochim, M. K. (1999). **Research Methods Knowledge Base**. Retrieved from <http://trochim.human.cornell.edu/kb/>.

Speck, B. J., and Harrell, J. S. (2003). Maintaining regular physical activity in women: evidence to date.
Journal Cardiovasc Nurs, 18, 282–291.

อิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม The Influence of Post-Weld Heat Treatment on High-Pressure Vessel Steel ASTM A285 Grade C with Gas Metal Arc Welding Process

บุศยา สนใจยุทธ์^{1*} ขวัญชัย คำศรี¹ ชมพูนุท เขียวเมือง¹ และ ปรัชญา เพียสุระ¹

Busaya Sonjaiyut^{1*} Kwanchai Kamsri¹ Chompoonooth Khiewmuang¹ and Prachya Peasura¹

¹ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

¹Department of Production Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King
Mongkut's University of Technology Thonburi

126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140, Thailand

*Corresponding author E-mail: busaya.son@gmail.com

Received 29 April 2022, Accepted 28 November 2022, Published 6 December 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งและโครงสร้างจุลภาคของโครงสร้างในบริเวณรอยเชื่อม และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน โดยการเชื่อมจะใช้เหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ที่ความหนา 4 มิลลิเมตร รอยต่อชน เชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมด้วยหุ่นยนต์เชื่อมอุตสาหกรรม เมื่อทำการเชื่อมเสร็จแล้วนำไปทำกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อม (อบคลายความเค้นตกค้าง) ที่อุณหภูมิ 520, 570 และ 670 องศาเซลเซียส แต่ละอุณหภูมิใช้เวลาในการอบ 30 นาที และ 60 นาที เปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) จากนั้นนำไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค และทดสอบค่าความแข็งโดยวิธีการวิกเกอร์ ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิและเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง มีผลกระทบร่วมต่อค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อม และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 โครงสร้างจุลภาคที่บริเวณรอยเชื่อม และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนของชิ้นงานเชื่อมที่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง พบว่าเป็นโครงสร้างเพิร์ลไลท์ โครงสร้างอะซิคลูลาเฟอร์ไรท์ และโครงสร้างวิตแมนสแตทเทนเฟอร์ไรท์ ที่มีเกรนหยาบกว่าชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง

คำสำคัญ: การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม กรรมวิธีความร้อนหลังการเชื่อม โครงสร้างจุลภาค ค่าความแข็ง

ABSTRACT

The objective of this research was to study the influence of the post-weld heat treatment of a high-pressure vessel steel ASTM A285 Grade C with a gas metal arc welding process on its hardness and

microstructure of the Weld Metal (WM) and Heat-Affected Zone (HAZ). In a welding process, the 4 mm high-pressure vessel steel ASTM A285 Grade C was welded by a gas metal arc welding robot arcing. Then, the post-weld heat treatment (stress relieving process) was continued at 520, 570, and 670 degrees Celsius for 30 and 60 minutes at each temperature level, compared with the as-weld specimens. After that, optical microscopy was tested. The hardness was also tested by using the Vickers hardness test. The result showed that temperature and time in the stress relieving process significantly affected the hardness in WM and HAZ ($p < 0.05$). The WM and HAZ microstructures of stress-relieved specimens were Pearlite, Acicular ferrite, and Widmanstatten ferrite which showed coarser grain than as-weld specimens.

Keywords: Gas Metal Arc Welding, Post Weld Heat Treatment, Microstructure, Hardness Test

บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิต ภาชนะรับแรงดัน (Pressure Vessels) ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในกระบวนการผลิตและติดตั้งอยู่เกือบทุกประเภท ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการทำภาชนะรับแรงดัน หม้อไอน้ำ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และภาชนะอื่น ๆ ที่เก็บของเหลวหรือแก๊สที่มีแรงดันสูง เช่น ถังเก็บน้ำมันดิบ ถังเก็บแก๊สธรรมชาติ ถังเก็บสารเคมีและของเหลว ถังดับเพลิง ถังแก๊สสำหรับงานเชื่อม เป็นต้น ซึ่งเครื่องมืออุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตต้องทำการประกอบโดยกระบวนการเชื่อม โดยกระบวนการเชื่อมที่นิยมใช้คือกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding; GMAW) ซึ่งกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding; GMAW) เป็นกระบวนการที่ต้องการทักษะช่างเชื่อมทำให้คุณภาพการเชื่อมที่ดี สามารถเชื่อมได้ทั้งระบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติเพื่อให้ได้อัตราการผลิตที่สูงขึ้น โดยสามารถควบคุมพารามิเตอร์ในการเชื่อมได้ เช่น กระแสเชื่อม แรงดันวงจรเปิด และความเร็วในการเชื่อม (Chetan and Lalwani, 2018) ด้วยเหตุนี้การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมจึงมีความนิยมนำมาใช้งาน ทั้งนี้เหล็กที่นำมาใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมในอุตสาหกรรมภาชนะรับแรงดันส่วนใหญ่ใช้เหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ซึ่งจะมีความต้านทานแรงดึงสูง มีประสิทธิภาพในสภาวะต่ำ แต่ยังสามารถใช้งานได้หลายสภาวะ และมีปริมาณคาร์บอนสูงจึงทำให้ความแข็งแรงสูงกว่าเกรด A และเกรด B ของเหล็กกล้าทนแรงดันสูง A285 (ASTM International, 2017) อย่างไรก็ตามยังคงพบปัญหาการใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เช่น การกระจายความร้อนที่ไม่สม่ำเสมอส่งผลให้เกิดความเค้นตกค้างในรอยต่อได้ ซึ่งความเค้นตกค้างที่มีค่าสูงหากถูกนำไปใช้งานที่สัมผัสกับไฮโดรเจนหรือความชื้นมักทำให้เกิดการกัดกร่อนและแตกร้าวเพิ่มขึ้นได้ (Hassan et al., 2017)

ในงานวิจัยที่ได้ศึกษาเพิ่มเติม พบงานวิจัยเรื่องการศึกษاثิพลของการอบอ่อนและการอบปกติที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกลและองค์ประกอบทางเคมีของเหล็กกล้าคาร์บอน ASTM A285 Gr.C พบว่ากรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมทั้งสองประเภทมีความคล้ายคลึงกัน ค่าความแข็งแรงลดลงจากเปราะเป็นเหนียว โดยกระบวนการหลอมที่ดีที่สุดสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน ASTM 285 เกรด C ที่ 860 °C โดยใช้เวลาแช่ในเตา 30 นาที โครงสร้างจุลภาคพบเกรนที่หยาบขึ้นแต่ยังไม่สูญเสียองค์ประกอบ (Yassin Mustafa Ahmed, 2020) เช่นเดียวกับงานวิจัยเรื่องผลของการอบคลายเค้นตกค้าง ต่อคุณสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของพื้นที่เชื่อมต่างๆ ของเหล็กกล้าคาร์บอน A517 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหนียวที่เพิ่มขึ้น ความแข็งแรง ความต้านทานการกัดกร่อนและความเค้นตกค้างลดลง พบว่าโครงสร้างจุลภาคไม่มีการเปลี่ยนแปลงในบริเวณแนวเชื่อม (Hassan et al., 2017) จากงานวิจัยเรื่องการศึกษากการสรางแบบจำลองการแตกหักแบบเหนียวโดยการทดสอบแรงดึง พบว่าการแตกหักแบบเหนียวทำให้เกิดข้อบกพร่องเชิงระนาบ (Carlos and Diego, 2020) และงานวิจัยเรื่อง

การศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์ในการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุมบริเวณรอยเชื่อมและบริเวณเขตอิทธิพลกระทบร้อนที่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ พบว่าพารามิเตอร์อัตราการป้อนและแรงดันไฟฟ้ามีผลอย่างมากต่อโครงสร้างจุลภาคของ HAZ และ WM ในขณะที่ความเร็วในการเชื่อมมีผลน้อยต่อโครงสร้างจุลภาคเมื่อเทียบกับอัตราการป้อนและแรงดันไฟ (Tarik, 2017)

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นเกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุมในเหล็กกล้าทนแรงดันสูง A285 เกรด C ที่มีการสร้างแบบจำลองการแตกหักแบบเหนียว การทดสอบแรงดึง รวมทั้งผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมด้วยวิธีการอบอ่อนและการอบปกติของเหล็กกล้าคาร์บอน ASTM 285 เกรด C และการอบคลายเค้นตกค้างของเหล็กกล้าคาร์บอน A517 แต่ยังไม่ได้มีการวิจัยที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องการทำการกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมด้วยการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) ของเหล็กกล้าคาร์บอน ASTM 285 เกรด C ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้กระบวนการอบคลายความเค้นตกค้างยังมีไม่มากนัก โดยส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตหม้อน้ำ และภาชนะรับแรงดัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุมที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งและโครงสร้างจุลภาค โดยงานวิจัยนี้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นหม้อน้ำทางอุตสาหกรรม ถึงแก๊สสำหรับงานเชื่อม ถึงเก็บสารเคมีและของเหลว สามารถนำข้อมูลวิจัยดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกใช้เวลา อุณหภูมิที่เหมาะสมกับกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง A285 เกรด C

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุมที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็ง
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุมที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างจุลภาค

วิธีการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุม คือ เหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C มีส่วนประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C

Chemical Requirements	C	Mn	P	S
% [wt]	0.28	0.90	0.035	0.040

จากตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C มีส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์บอน (C) 0.28%, แมงกานีส (Mn) 0.90%, ฟอสฟอรัส (P) 0.035% และกำมะถันหรือซัลเฟอร์ (S) 0.040% (Kearns, 1982)

การเตรียมชิ้นงานเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุม ชิ้นงานเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C มีความหนาขนาด 4 มิลลิเมตร กว้าง 115 มิลลิเมตร ยาว 130 มิลลิเมตร จำนวน 42 แผ่น (21 ชิ้นงาน) รอยต่อแบบต่อชน (Butt joint) ในตำแหน่งท่าราบ (Flat Position) โดยใช้หุ่นยนต์เชื่อมอุตสาหกรรม Almaga AX-V6 กระแสไฟชนิด

DCEP ที่แรงดันไฟฟ้า 25 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 95 แอมแปร์ ลวดเชื่อม ER70S-6 เส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม 1.2 มิลลิเมตร ระยะยื่นของลวดเชื่อม 6 มิลลิเมตร (Tarik, 2017) แก๊สปกคลุมที่ใช้ในการเชื่อมคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการไหล 7 ลิตร/นาที่ (Lostado-Lorza et al., 2018; Croft, 1996)

วิธีการเชื่อม

ทำการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม (Gas Metal Arc Welding; GMAW) ด้วยระบบป้อนลวดเชื่อม (Wire Feeder System) ส่วนหัวเชื่อมจะทำหน้าที่ให้ลวดเชื่อมและแก๊สปกคลุมไหลผ่านออกมาสู่พื้นที่อาร์ก แก๊สจากท่อบรรจุจะไหลเข้าท่อจ่ายสู่หัวฉีด พุ่งออกมาปกคลุมบ่อหลอมเหลวและบริเวณรอบเปลวอาร์ก เพื่อทำหน้าที่เป็นม่านป้องกันไม่ให้ O_2 หรือแก๊สอื่นในบรรยากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับเปลวอาร์กและโลหะที่กำลังหลอมเหลว (Granjon, 1991)

การอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve)

การอบเพื่อคลายความเค้นตกค้างเป็นการให้ความร้อนกับเหล็กกล้าที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตต่ำ และอบแช่ไว้ที่อุณหภูมินี้ให้นานพอที่จะลดความเค้นตกค้าง (Residual Stress) สาเหตุของความเค้นตกค้างที่เกิดขึ้นกับเหล็กกล้ามีได้หลายสาเหตุ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการรีด การหล่อ การตีขึ้นรูป การตัดเฉือน การตัด หรือการเชื่อม เวลาในการอบแช่จะอยู่ที่ 1 hr/in และอัตราการเย็นตัวจะอยู่ระหว่าง $55\text{ }^{\circ}\text{C/hr}$ ถึง $100\text{ }^{\circ}\text{C/hr}$ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) โดยทั่ว ๆ ไปจะอยู่ระหว่าง $500 - 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความร้อนที่ให้กับชิ้นงานจะเป็นตัวช่วยลดตึงเครียดและกลุ่มอะตอมที่บิดเบี้ยวมาจากการขึ้นรูปให้หมดไป และในกรณีของชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปเย็นมาจะทำให้ผลึกเกิดการคืนรูปด้วย (Kearns, 1982) เหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ที่ผ่านการรีดขึ้นรูปหรือผ่านการเชื่อมจะต้องผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) เนื่องจากเป็นข้อกำหนดตามมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) (ASTM International, 2017) เมื่อคำนวณปริมาณคาร์บอนเทียบเท่า (CE) ของเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C จะพบว่ามีความเสี่ยงต่อการแตกร้าว สามารถคำนวณปริมาณคาร์บอนเทียบเท่า (CE) จากสูตร (Valery et al., 2002) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{CE} &= \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{(\%Cr + \%Mo + \%V)}{5} + \frac{(\%Ni + \%Cu)}{15} \\ &= 0.28\% + \frac{0.90}{6}\% \\ &= 0.28\% + 0.15\% \\ &= 0.43\% \end{aligned}$$

สรุปได้ว่า เหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C มีปริมาณคาร์บอนเทียบเท่า (CE) สูงกว่า 0.40% ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวในบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (Heat-Affected Zone : HAZ) จึงจำเป็นต้องอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve)

การออกแบบการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบเต็มรูปแบบ โดยกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้าง และเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) มีผลกระทบร่วมต่อปัจจัยตอบสนอง ได้แก่ ค่าความแข็งและโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อม

(Weld Metal Zone: WM) และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (Heat-Affected Zone : HAZ) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จำนวนชิ้นงานทดลองรวม 18 ชิ้น และชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้างจำนวน 3 ชิ้น โดยจัดลำดับการทดลองแบบสุ่มด้วยการจับฉลาก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางการออกแบบการทดลองการอบคลายความเค้นตกค้าง และผลการทดสอบค่าความแข็ง

Std Order	Run Order	Time (min.)	Temperature (C°)	ค่าความแข็ง (HV)			
				บริเวณรอยเชื่อม	ค่าเฉลี่ย	บริเวณเขตอิทธิพล ความร้อน	ค่าเฉลี่ย
1	9	30	520	172.4		184.1	
2	3	30	520	170.8	171.0	186.5	187.1
3	4	30	520	169.7		185.1	
4	1	60	520	159.3		176.6	
5	16	60	520	165.3	162.0	173.3	177.3
6	10	60	520	161.5		177.3	
7	2	30	570	164.3		185.9	
8	5	30	570	167.4	165.8	181.5	185.0
9	6	30	570	165.6		185.2	
10	15	60	570	166.7		177.2	
11	8	60	570	164.1	166.4	174.7	173.9
12	17	60	570	168.4		176.5	
13	7	30	620	159.5		181.0	
14	11	30	620	162.0	160.1	184.7	183.9
15	12	30	620	158.9		185.9	
16	18	60	620	169.5		181.5	
17	13	60	620	167.1	168.5	183.9	183.0
18	14	60	620	169.0		179.8	

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการทดลองค่าความแข็ง

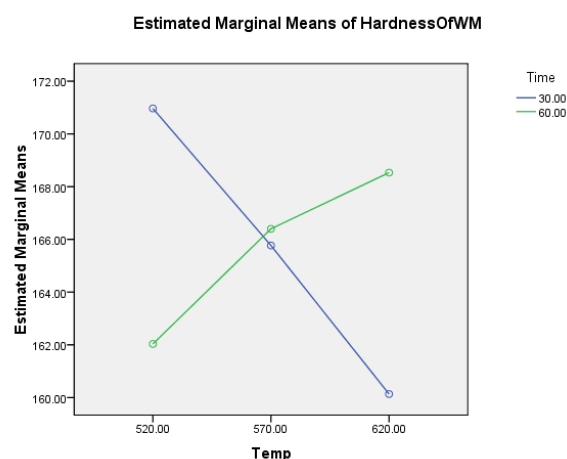
ผลการทดลองค่าความแข็งงานวิจัยได้นำผลการทดสอบค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อม และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน มาทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาอิทธิพลของเวลา และอุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้างที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็ง ผลการทดลองค่าความแข็งในแต่ละการทดลอง แสดงในตารางที่ 2 มีผลวิเคราะห์ปัจจัยในการอบคลายความเค้นตกค้าง แสดงในตารางที่ 3 และ 4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	242.009 ^a	5	48.402	12.921	.000
Intercept	493852.347	1	493852.347	1.318E5	.000
temp	.005	1	.005	.001	.971
time	15.861	2	7.931	2.117	.163
temp * time	226.143	2	113.072	30.184	.000
Error	44.953	12	3.746		
Total	494139.310	18			
Corrected Total	286.963	17			

a. R Squared = .843 (Adjusted R Squared = .778)

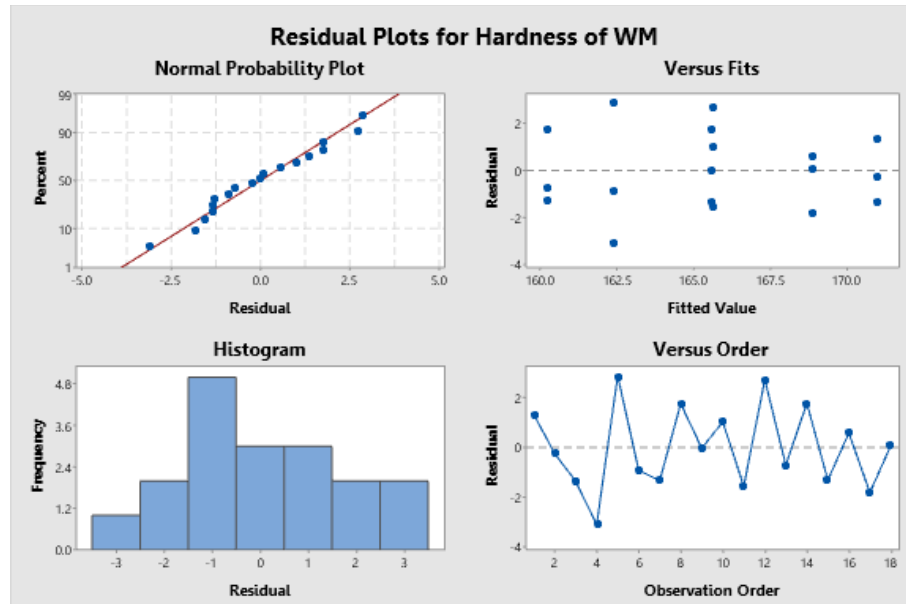
จากตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2 (adj) = 0.778 มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ หรือมีอิทธิพลถึง 77.80% และเมื่อพิจารณาค่าความแข็งของระดับอุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้างที่มีความสัมพันธ์กับเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้างที่บริเวณรอยเชื่อม มีค่า P - Value = 0.000 < α (0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยทั้งสองมีผลกระทบร่วมต่อค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมของชิ้นงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือกล่าวได้ว่าอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อม



ภาพที่ 1 ผลกระทบร่วมของปัจจัยในการอบคลายความเค้นตกค้าง สำหรับค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อม

จากภาพที่ 1 แสดงเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) พบว่า เวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C และเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 620 °C มีค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งของชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้างที่มีค่าความแข็งเท่ากับ 177.2 HV เวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 570 °C และ 620 °C ค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมลดลงเล็กน้อย และเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง 30 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C และ 570 °C ค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมลดลงเล็กน้อย ดังนั้นที่เวลา

60 นาที อุณหภูมิ 620 °C และที่เวลา 30 นาที อุณหภูมิ 520 °C ไม่เหมาะที่จะนำมาทำการอบคลายความเค้นตกค้าง เนื่องจากอุณหภูมิเป็นอุณหภูมิที่ใกล้จะถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (Austenite Temperature) จึงอาจมีการส่งผลต่อค่าความแข็งได้



ภาพที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลองบริเวณรอยเชื่อม

จากภาพที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลองเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลหลังจากการทดลอง พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot of the Residuals) ตามแนวเส้นตรง มีการกระจายเทียบกับค่าประมาณ (Residuals Versus the Fitted Values) รูปแบบเป็นอิสระและมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตำแหน่ง และไม่ได้มีลักษณะแบบกรวยปลายเปิดหรือรูปแบบลำโพง พิจารณาจากฮิสโตแกรม (Histogram of the Residuals) โดยพบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวเป็นรูปทรงแบบเบ้ซ้าย และจากแผนภูมิการกระจาย (Residuals Versus the Order of the Data) เป็นการตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) ของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนมีรูปแบบที่เป็นอิสระไม่มีรูปแบบที่แน่นอนแสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent) ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความเสถียรของความแปรปรวน มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือได้ สามารถเขียนสมการถดถอยหรือโมเดลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีเทอมปฏิสัมพันธ์ (Multiple regression analysis model with interaction term) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร กรณีที่มีอิทธิพลทั้งอิทธิพลหลักและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม ได้ดังสมการนี้

$$\text{Hardness of WM} = 326.1 - 3.292 \text{ Time} - 0.2817 \text{ Temp} + 0.005778 \text{ Time*Temp} \quad (1)$$

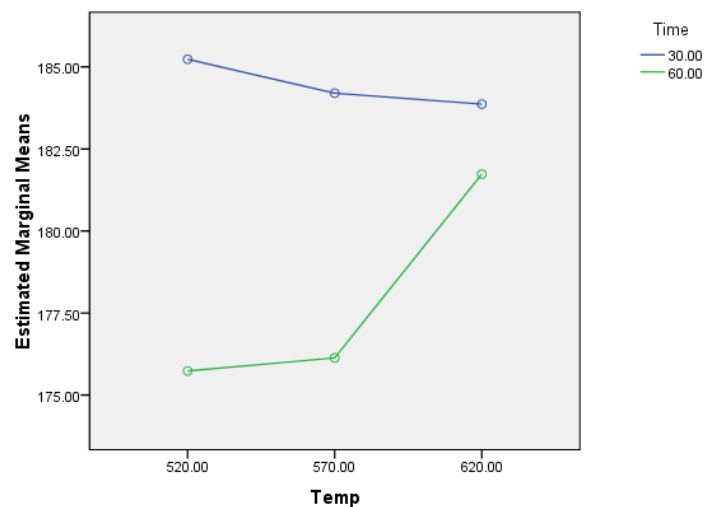
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	264.612 ^a	5	52.922	13.210	.000
Intercept	590675.805	1	590675.805	1.474E5	.000
temp	194.045	1	194.045	48.437	.000
time	24.803	2	12.402	3.096	.082
temp * time	45.763	2	22.882	5.712	.018
Error	48.073	12	4.006		
Total	590988.490	18			
Corrected Total	312.685	17			

a. R Squared = .846 (Adjusted R Squared = .782)

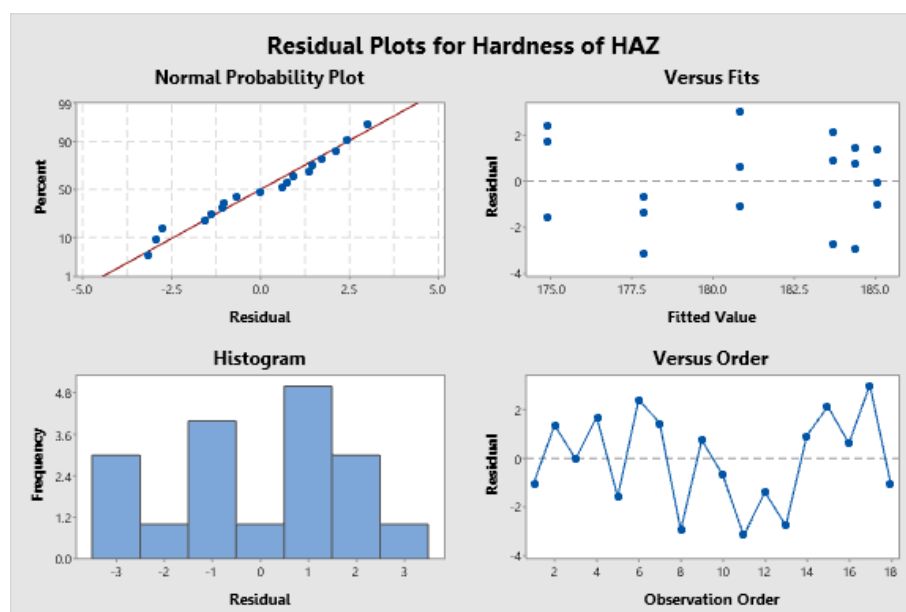
จากตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2 (adj) = 0.782 มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ หรือมีอิทธิพลถึง 78.20% และเมื่อพิจารณาค่าความแข็งของระดับอุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้างที่มีความสัมพันธ์กับเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้างที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน มีค่า P - Value = 0.018 < α (0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยทั้งสองมีผลกระทบร่วมต่อค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนของชิ้นงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้งยังพบว่าระดับอุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้าง มีค่า P - Value = 0.000 < α (0.05) สรุปได้ว่าระดับอุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้างมีผลกระทบต่อค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนของชิ้นงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือกล่าวได้ว่าอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน

Estimated Marginal Means of HardnessOfHAZ



ภาพที่ 3 ผลกระทบร่วมของปัจจัยในการอบคลายความเค้นตกค้าง สำหรับค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน

จากภาพที่ 3 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยอุณหภูมิในการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) และเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้างที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน แสดงให้เห็นถึงเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C และอุณหภูมิ 570 °C มีค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความแข็งของชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้างที่มีค่าความแข็งเท่ากับ 210.3 HV และเวลาในการอบคลายความเค้นตกค้าง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 620 °C และเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C, 570 °C และ 620 °C ค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนลดลงน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 520 °C และอุณหภูมิ 570 °C ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำการอบคลายความเค้นตกค้างเนื่องจากอุณหภูมิ 620 °C เป็นอุณหภูมิที่ใกล้จะถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (Austenite Temperature) จึงอาจมีการส่งผลต่อค่าความแข็งได้



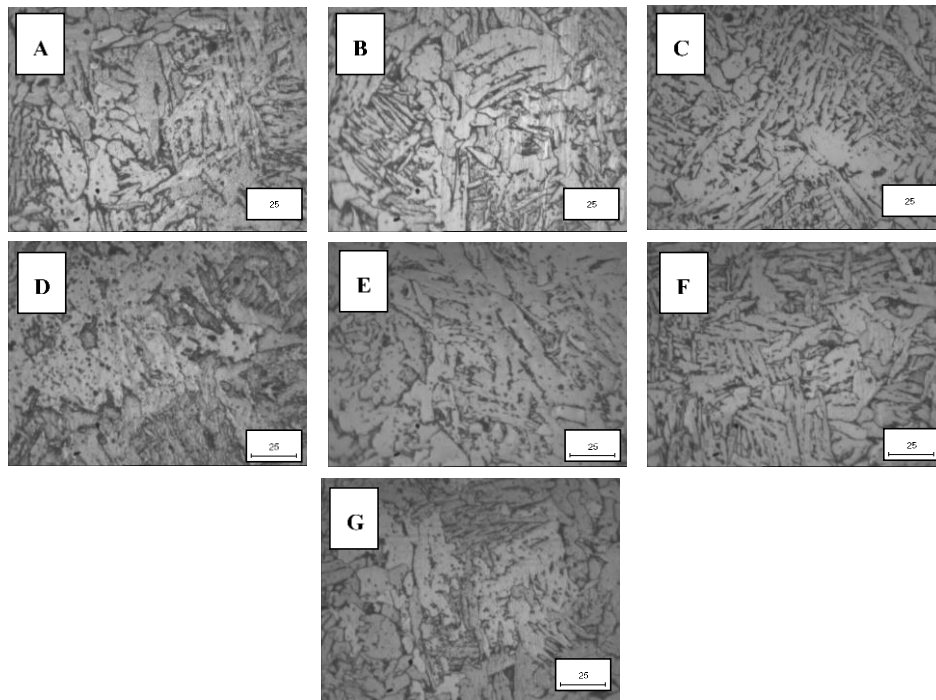
ภาพที่ 4 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลองบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน

จากรูปที่ 4 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลองเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลหลังการทดลอง พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot of the Residuals) ตามแนวเส้นตรง มีการกระจายเทียบกับค่าประมาณ (Residuals Versus the Fitted Values) รูปแบบเป็นอิสระและมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตำแหน่ง และไม่ได้มีลักษณะแบบกรวยปลายเปิดหรือรูปแบบลำโพง พิจารณาจากฮิสโตแกรม (Histogram of the Residuals) โดยพบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวเป็นรูปทรงแบบเบ้ขวา และจากแผนภูมิการกระจาย (Residuals Versus the Order of the Data) เป็นการตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) ของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนมีรูปแบบที่เป็นอิสระไม่มีรูปแบบที่แน่นอนแสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent) ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความเสถียรของความแปรปรวน มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือได้ สามารถเขียนสมการถดถอยหรือโมเดลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีเทอมปฏิสัมพันธ์ (Multiple regression analysis model with interaction term) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร กรณีที่มีอิทธิพลทั้งอิทธิพลหลักและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม ได้ดังสมการนี้

$$\text{Hardness of HAZ} = 240.8 - 1.619 \text{ Time} - 0.0873 \text{ Temp} + 0.002456 \text{ Time*Temp} \quad (2)$$

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

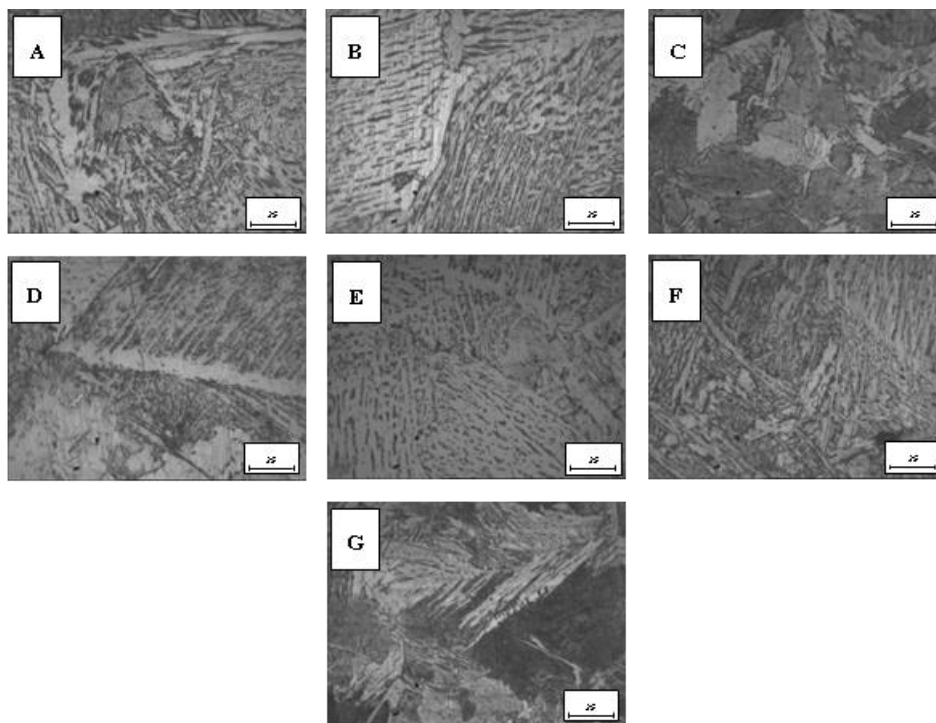
ผลการทดลองโครงสร้างจุลภาคงานวิจัยได้นำผลการโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อม และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน มาทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาอิทธิพลของเวลา และอุณหภูมิในการอบละลายความเค้นตกค้างที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างจุลภาค ผลการทดลองโครงสร้างจุลภาคในแต่ละการทดลอง แสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6 สามารถวิเคราะห์ปัจจัยในการอบละลายความเค้นตกค้าง ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5 โครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อมของชิ้นงานที่อบละลายความเค้นตกค้าง (A) อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 30 นาที (B) อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 60 นาที (C) อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 30 นาที (D) อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 60 นาที (E) อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 30 นาที (F) อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 60 นาที (G) ไม่ผ่านการอบละลายความเค้นตกค้าง

จากภาพที่ 5 และผลการทดสอบค่าความแข็งในตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบที่แต่ละระดับปัจจัยพบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบละลายความเค้นตกค้างเพิ่มมากขึ้น ที่เวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C และ 570 °C มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้ค่าความแข็งเฉลี่ยที่บริเวณรอยเชื่อมลดลง โครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และโครงสร้างอะซิคลูลาเฟอร์ไรท์ (Acicular ferrite) มีลักษณะเป็นผลึกเข็มสั้นสานกันซึ่งมีเม็ดเกรนหยาบขึ้นตามลำดับอุณหภูมิที่เพิ่มมากขึ้นทั่วทั้งบริเวณรอยเชื่อม (Leonardo et al., 2020; Almgidat et al., 2020) และที่เวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C และ 570 °C มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้ค่าความแข็งเฉลี่ยที่บริเวณรอยเชื่อมลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นผลจากการกระจายความร้อนจากบริเวณรอยเชื่อมสู่บริเวณอิทธิพลกระทันร้อน (Zangeneha, 2020) แต่เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าที่อุณหภูมิ 620 °C มีค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลเนื่องจากที่อุณหภูมิ 620 °C เป็นอุณหภูมิที่ใกล้จะถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (Austenite Temperature) ที่มีความสามารถในการดูดซับพลังงาน (Helio Pires Junior et al., 2019; Croft, 1996) จึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำการอบละลายความเค้นตกค้าง โดยมีโครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และโครงสร้างอะซิคลูลาเฟอร์ไรท์ มีลักษณะเป็นผลึกเข็มสั้นสานกันซึ่งมีเม็ดเกรนหยาบขึ้น ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบชิ้นงานเชื่อมที่ผ่านการอบละลายความเค้นตกค้าง และชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบละลายความเค้นตกค้าง พบว่าชิ้นงานเชื่อมที่ผ่านการอบละลายความเค้นตกค้าง มีค่าความแข็งเฉลี่ยที่บริเวณรอย

เชื่อมลดลง โครงสร้างจุลภาคที่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง เป็นโครงสร้างเฟิร์ลไลต์ และโครงสร้างอะซิคลูลาที่มีเม็ดเกรนหยาบกว่าชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง จึงกล่าวได้ว่ากรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมมีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งและโครงสร้างจุลภาค สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hassan Sharifi et al. ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบของกรรมวิธีการอบคลายความเค้นตกค้างที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของพื้นที่เชื่อมต่าง ๆ ของเหล็กกล้า A517 ซึ่งพบว่ากรรมวิธีการอบคลายความเค้นตกค้างหลังการเชื่อมช่วยลดความแข็งบริเวณรอยเชื่อมและบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (Hassan et al., 2017)



ภาพที่ 6 โครงสร้างจุลภาคบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนของชิ้นงานที่อบคลายความเค้นตกค้าง (A) อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 30 นาที (B) อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 60 นาที (C) อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 30 นาที (D) อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 60 นาที (E) อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 30 นาที (F) อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 60 นาที (G) ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง

จากภาพที่ 6 และผลการทดสอบค่าความแข็งในตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบที่แต่ละระดับปัจจัยพบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) เพิ่มมากขึ้น ที่เวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C, 570 °C และ 620 °C มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้ค่าความแข็งเฉลี่ยที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อนลดลง โครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเฟิร์ลไลต์ และโครงสร้างวิตแมนสแตทเทินเฟอร์ไรต์ (Widmanstatten Ferrite) มีลักษณะเป็นผลึกเข็มค่อนข้างยาวเรียงตัวในแนวเดียวกัน โครงสร้างนี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากมีอัตราการเย็นตัวที่เร็วกว่าบริเวณรอยเชื่อม (Leonardo et al., 2020) มีเม็ดเกรนหยาบขึ้นตามลำดับอุณหภูมิที่เพิ่มมากขึ้น และที่เวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 520 °C และ 570 °C มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้ค่าความแข็งเฉลี่ยที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อนลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นผลจากการกระจายความร้อนจากบริเวณรอยเชื่อมสู่บริเวณอิทธิพลความร้อน (Zangeneha et al., 2020) และที่อุณหภูมิ 620 °C มีค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลเนื่องจากที่อุณหภูมิ 620 °C เป็นอุณหภูมิที่ใกล้จะถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (Austenite Temperature) ที่มีความสามารถในการดูดซับพลังงาน (Helio Pires Junior et al., 2019; Croft, 1996) ไม่เหมาะที่จะนำมาทำการอบคลายความเค้นตกค้าง โดยมี

โครงสร้างจุลภาคเป็นโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และโครงสร้างวิตแมนสแตทเทนเฟอร์ไรท์ ที่มีเม็ดเกรนหยาบขึ้นตามลำดับอุณหภูมิที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบชิ้นงานเชื่อมที่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง และชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง พบว่าชิ้นงานเชื่อมที่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง มีค่าความแข็งเฉลี่ยที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อนลดลง โครงสร้างจุลภาคที่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง เป็นโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และโครงสร้างวิตแมนสแตทเทนเฟอร์ไรท์ ที่มีเม็ดเกรนหยาบกว่าชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง จึงกล่าวได้ว่ากรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมมีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งและโครงสร้างจุลภาค สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hassan Sharifi et al. ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบของกรรมวิธีการอบคลายความเค้นตกค้างที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของพื้นที่เชื่อมต่าง ๆ ของเหล็กกล้า A517 ซึ่งพบว่ากรรมวิธีการอบคลายความเค้นตกค้างหลังการเชื่อมช่วยลดความแข็งบริเวณรอยเชื่อมและบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (Hassan et al., 2017)

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบค่าความแข็งและทดสอบโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานเชื่อมที่ทำการอบคลายความเค้นตกค้าง ที่อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 30 นาที, อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 60 นาที, อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 30 นาที, อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 60 นาที, อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 30 นาที, อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 60 นาที และชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง สามารถสรุปได้ว่าค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนมีค่าความแข็งเฉลี่ยมากกว่าค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมเป็นผลมาจากส่วนประกอบทางเคมีของลวดเชื่อม และเป็นผลมาจากบริเวณรอยเชื่อมมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุมทำให้บริเวณรอยเชื่อม มีอัตราการเย็นตัวที่ช้ากว่าบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน โดยชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง พบโครงสร้างเพิร์ลไลท์ (Pearlite) และโครงสร้างเฟอร์ไรท์ (Ferrite) เป็นโครงสร้างพื้นที่บริเวณรอยเชื่อม และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน โดยบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน มีค่าความแข็งเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 210.3 HV บริเวณรอยเชื่อม มีค่าความแข็งเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 177.2 HV และชิ้นงานเชื่อมที่ทำการอบคลายความเค้นตกค้าง บริเวณรอยเชื่อมที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 154.8 HV ที่อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 60 นาที พบโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และพบโครงสร้างเฟอร์ไรท์ที่มีเม็ดเกรนหยาบขึ้น เป็นโครงสร้างพื้นที่ บริเวณรอยเชื่อม ที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 175.0 HV ที่อุณหภูมิ 520 °C เป็นเวลา 30 นาที พบโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และพบโครงสร้างเฟอร์ไรท์ที่มีเม็ดเกรนหยาบขึ้นเป็นโครงสร้างพื้นที่ และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อนที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 154.8 HV ที่อุณหภูมิ 570 °C เป็นเวลา 60 นาที พบโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และโครงสร้างเฟอร์ไรท์ที่มีเม็ดเกรนหยาบขึ้นเป็นโครงสร้างพื้นที่ บริเวณเขตอิทธิพลความร้อนที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 185.9 HV ที่อุณหภูมิ 620 °C เป็นเวลา 30 นาที พบโครงสร้างเพิร์ลไลท์ และโครงสร้างเฟอร์ไรท์ที่มีเม็ดเกรนหยาบขึ้นเป็นโครงสร้างพื้นที่ จากค่าความแข็งที่ลดลงและโครงสร้างจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยของชิ้นงานเชื่อมที่ทำการอบคลายความเค้นตกค้าง และชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ผ่านการอบคลายความเค้นตกค้าง (Stress Relieve) จะเห็นได้ว่า การอบคลายความเค้นตกค้าง หลังการเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ASTM A285 เกรด C ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมมีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งและโครงสร้างจุลภาค

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่การดำเนินการศึกษาทดลอง รวมไปถึงเครื่องมืออุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกตลอดจนการทดลองสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ASTM International. (2017). Standard Specification For Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, Low- And Intermediate-Tensile Strength. **ASTM A285/A285M-17**.
- Almigidad, B., Fadi, A., Al-Badour, Akeem, Y. A., and Nesar M. (2020). Effect of Process Parameters on Microstructural and Mechanical Properties of Friction Stir Diffusion Cladded ASTM A516-70 Steel using 5052 Al Alloy. **Journal of Manufacturing Procedd**, 34, 451-462.
- Carlos, A. C., and Diego, F. B. S. (2020). Modeling ductile fracture using critical strain locus and softening law for a typical pressure vessel steel. **International Journal of Pressure Vessels and Piping**, 196, 1-17.
- Chetan, A. S., and Lalwani, D. I. (2018). Experimental Investigation of Gas Metal Arc Welding (GMAW) Process Using Developed Articulator. **Materials Science and Engineering**, 455(2).
- Croft, D. N. (1996). Heat Treatment of Welded Steel Structures. **Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies**, 21-47.
- Granjon, H. (1991). **Fundamentals of Welding Metallurgy**. Abington Publishing. Cambridge, UK.
- Helio, P. J., Fernanda, S. L., Wagner, A. P., Sergio, N. M., Verônica, S. C., and Alisson, C. R. S. (2019). Mechanical properties and microstructural characterization of a novel 316L austenitic stainless steel coating on A516 Grade 70 carbon steel weld. **Journal of Materials Research and Technology**, 1-15.
- Hassan, S., Solayman, R., and Morteza, T. (2017). The effect of stress relieving treatment on mechanical properties and microstructure of different welding areas of A517 steel. **Materials Research Express**, 4(12), 1-27.
- Kearns, W. H. (1982). **Welding Handbook Metals and Their Weldability**. American Welding Society. Miami, Florida, USA, 7th edition.
- Lostado-Lorza, R., Escribano-Garcia, R., Roberto, F., María A., and Martínez, C. (2018). Using genetic algorithms with multi - objective optimization to adjust finite element models of welded joints. **Metals** 2018, 230(8), 1-23.
- Leonardo, B. G., Luiz, C. C., Claudinei, R. G., and Sidney, C. A. (2020). Failure analysis of a steel slide ring of a tubular ball mill used in an iron ore mining plant. **Engineering Failure Analysis**, 110, 1-15.
- Teena, C., and Kailash, C. (2017). A Study on effect of various process variables in gas metal arc welding. **International Journal on Future Revolution in Computer Science & Communication Engineering**, 7(12), 147 – 154.

- Tarik, T. (2017). Study the influence of gas metal arc welding parameters on the weld metal and heat affected zone microstructures of low carbon steel. **International Journal of Engineering and Technology**, 9(3), page 2013-2019.
- Valery, R., Don, L., Raymond, L., Cook, and Micah, B. (2002). **Handbook of Induction Heating**. Engineering & Technology. Boca Raton, Florida, USA, 1th edition.
- Yassin, M. A. (2020). The influence of annealing and normalizing processes on the mechanical properties and chemical composition of carbon steel ASTM A285 Gr.C. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, 8(5), 4928-4933.
- Zangeneha, Sh., Bakhtiaria, R., Veysib, F., and Jowzib, M. (2020). Thermal/stress analysis of a failed fire-tube heater treater. **Engineering Failure Analysis**, 116, 1-12.

การศึกษาแนวทางการออกแบบหนังสือการ์ตูนบนสื่อออนไลน์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับ กีฬากรีฑา ประเภทวิ่งผลัดสำหรับเยาวชน

The Project of a Cartoon Media Online Design to Educate Relay Race Athletics for Youth

ธิติกมล ชุมแวงวาปี^{1*} และ พรชนก ปลัดทอง¹

Thitikamol Chumwangwapee^{1*} and Pondchanok Paladkong¹

สาขาการออกแบบสื่อออนไลน์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น 40000

Department of Online Communication Design, School of Communication Art, Sripratum University

Khonkaen, 40000, Thailand

*Corresponding author E-mail: thitikamol.chu@spumail.net

Received 30 April 2022, Accepted 29 November 2022, Published 9 December 2022

บทคัดย่อ

บทความวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการศึกษาแนวทางการออกแบบหนังสือการ์ตูนบนสื่อออนไลน์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกรีฑา ประเภทวิ่งผลัด สำหรับเยาวชน และส่งเสริมกีฬากรีฑาในประเทศให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบสอบถามของเยาวชนกลุ่มเป้าหมาย

ผลจากการศึกษาพบกลุ่มประชากรเป้าหมายอายุระหว่าง 15-18 ปี จำนวน 113 คน โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลแบบสอบถามออนไลน์ตั้งแต่วันที่ 9 – 16 มิถุนายน 2565 เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่ามีความสนใจในกรีฑาประเภทวิ่งผลัด โดยการสำรวจแบบสอบถามในกลุ่มเยาวชนให้ความสนใจเรื่องการออกแบบหนังสือการ์ตูนบนแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกรีฑา ประเภทวิ่งผลัด สำหรับเยาวชน ได้ผลสรุปผลจากมากไปน้อย ดังต่อไปนี้ อายุ (1.16-20 ปี 61%) (2.13-15 ปี 27%) (3.20-25 ปี 12%) เพศ (1.เพศหญิง 58%) (2.เพศชาย 43%) อาชีพ (1.นักเรียน 69%) (2.นักศึกษา 31%) ด้านพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย แพลตฟอร์มที่เลือกใช้ (1.Line webtoon 60.17%) (2.Kakao webtoon 19.46%) (3.Manga Pluse 12.38%) (4.อื่นๆ 7.96%) ความถี่ในการอ่าน (1.2-3 วัน 54%) (2.5-7 วัน 30%) (3.ทุกวัน 16%) ประเภทการ์ตูนที่สนใจของกลุ่มเป้าหมาย (1.แอคชั่น 38%) (2.โรแมนติก 33%) (3.คอมเมดี้ 18%) (4.ดราม่า 12%) การ์ตูนกีฬาที่กลุ่มเป้าหมายรู้จัก (1.Haikyu! 39%) (2.Kuroko 25%) (3.Free 19%) (4.Run with the wind 16%) ความต้องการอ่านการ์ตูนจำนวนหน้าต่อหนึ่งตอน (1.25-30 หน้า 48%) (2.20-25 หน้า 36%) (3.35-40 หน้า 16%) โทนสี (1.ภาพสี 77.90%) (2.ขาวดำ 22.1%) การออกแบบคาแรคเตอร์ (กึ่งเหมือนจริง 63.7%) (เหมือนจริง 23.9%) (จิ๋ว 12.4%) สไตล์ของการออกแบบ (มังงะ 69%) (มังฮวา 31%) ความสนใจด้านกีฬากรีฑา ประเภทวิ่งผลัด (กติกากีฬา 45%) (ความเป็นมา 35%) (เครื่องแต่งกาย 19%) (อื่นๆ 1%) ความสนใจของกลุ่มเป้าหมายหากมีหนังสือการ์ตูนเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกรีฑา ประเภทวิ่งผลัด (สนใจ 78%) (ไม่สนใจ 21.2%)

คำสำคัญ: กีฬาประเภทวิ่งผลัด การออกแบบหนังสือการ์ตูน การ์ตูนออนไลน์ เยาวชน

ABSTRACT

The research aimed to study the guidelines for designing comic books on online media. The guidelines were expected to be used to create online books to provide youth with knowledge about a relay race and to promote athletics in Thailand. The data were collected from youth by using the questionnaire.

The results showed that the respondents were interested in a relay race. According to the demographic data of the respondents, their age varies: 61% of them were 1.16-20 years old, 27% were 2.13-15 years old, and 12% were 3.20-25 years old. More than half of them (58%) were female and the rest (43%) were male. Most of them (69%) were pupils and the rest (31%) were college students. Considering their behaviors, their most preferred platform for comic books was Line webtoon (60.17%), followed by Kakao webtoon (19.46%), Manga Pluse (12.38%), and others (7.96%). For their reading frequency, 54% of them read 2-3 days a week, 30% read 5-7 days a week, and only 16% read every day. As for the types of genres, the highest number of the respondents were interested in action (38%), followed by romance (33%), comedy (18%), and drama (12%) respectively. Of the sports comics, Haikyu was more widely known (39%) by the respondents, followed by Kuroko (25%), Free (19%), and Run with the wind (16%) respectively. Concerning the length of the story per chapter of comic books, most of the respondents preferred it to be 1.25 to 30 pages long (48%), followed by 20-25 pages long (36%), and 35-40 pages long (16%). Most of the respondents preferred color image books (77.90%) while not many preferred them in monochrome (22.10%). Concerning the character design, 63.7% of them preferred the semi-realistic design, 23.9% preferred a realistic design, and 12.4% preferred a Chibi design. According to the forms of graphic novels, 69% of the respondents preferred the manga style (Japanese style) and 31% preferred the manhwa style (Korean style). In terms of the respondent's interest in the relay race, 45% of them are interested in the sport's rules, 35% are interested in the relay race background, 19% are interested in the relay race outfits, and 1% are interested in other things related to the sport. The data also reported that 78% of the respondents would be interested in the relay race more if there was a comic book to educate them about this sport while 21.2% of them responded that they would not be interested in learning about the relay race even though there was a comic book about it.

Keywords: Relay race, Comic book design, An online comic book, Youth

บทนำ

ในปัจจุบันเยาวชน คือกลุ่มคนที่มีอายุ 14-18 ปี จัดเป็นทรัพยากรมนุษย์และเป็นกำลังหลักสำคัญในการพัฒนาประเทศ เยาวชนจึงควรได้รับการศึกษาอบรม และฝึกฝนให้เจริญงอกงาม แข็งแรงทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และจิตใจ โดยการได้รับการฝึกอบรม ชี้นำแนะแนวทาง การทำกิจกรรมต่างๆ ในประเทศญี่ปุ่น ได้มีการส่งเสริมกีฬาให้แก่เยาวชน ถือเป็นแรงขับเคลื่อนในการพัฒนาศักยภาพของเยาวชนได้เป็นอย่างดี ด้วยการใช้หนังสือการ์ตูน หรือที่เรียกว่า มังงะ

(Manga) โดยเฉพาะมังงะกีฬา ที่จัดอยู่ในประเภท โชเน็น (Shonen Manga) โดยเน้นการสร้างแรงบันดาลใจให้กับเด็กวัยรุ่น ช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อ โดยพื้นฐานของเรื่อง ตัวเอกส่วนใหญ่จะไม่ได้เก่งมาก่อนเสมอ แต่ต้องพยายามและฝึกซ้อมอย่างหนัก เพื่อให้ไปสู่เป้าหมายของความสำเร็จ

สื่อสังคมออนไลน์ได้เข้ามามีอิทธิพลต่อการดำรง ชีวิตประจำวันอย่างมาก พบว่าวัยรุ่นเป็นวัยที่มีการใช้ สื่อสังคมออนไลน์มากที่สุด (Department of Child and Youth, 2014) โดยเฉพาะกับกลุ่มเยาวชน ที่ปัจจุบันเป็นกลุ่มที่ใช้โซเชียลมากที่สุด เพราะสามารถเข้าถึงได้ง่าย อีกทั้งในปัจจุบันการใช้สื่อออนไลน์ก็มีบทบาทเพิ่มมากขึ้นกับเยาวชน เช่น การเรียนการสอนออนไลน์ เป็นต้น นอกจากการเรียนออนไลน์แล้วยังมีการใช้โซเชียลเพื่อความบันเทิงอีกด้วย โดยเฉพาะการอ่านหนังสือ การดูบนแพลตฟอร์มออนไลน์ต่างๆ การอ่านหนังสือออนไลน์ ฯลฯ ด้วยเหตุนี้โซเชียลจึงมีบทบาทกับเยาวชนมากที่สุด

นอกจากหนังสือการ์ตูนแบบเล่มแล้ว ในปัจจุบัน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) และแพลตฟอร์มการอ่านออนไลน์ ก็ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อลดปัญหาการพกหนังสือที่มีน้ำหนักมาก ให้สะดวกสบายในการพกพาและสามารถอ่านได้ทุกที่ ทุกเวลา ผ่านสมาร์ตโฟนเพียงเครื่องเดียว และในปัจจุบันประชากรสามารถเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตได้อย่างทั่วถึงรวมถึงด้านพฤติกรรมกรรมการอ่านจากสื่อประเภทเดิมๆ เป็นสื่อดิจิทัล สื่อดิจิทัลจึงเป็นการท้าทายที่จะต้องให้ความสำคัญแก่ทัศนคติของของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยี (พัชรินทร์, 2556)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการศึกษาการออกแบบหนังสือการ์ตูนบนแพลตฟอร์มออนไลน์ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการวิวัฒนาการ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจแก่เยาวชน และให้ความรู้ด้านกริฑาจะยะสั้นอย่างถูกต้อง อีกทั้งยังส่งเสริมกีฬากริฑาในประเทศให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น จึงเป็นที่มาของโครงการ ออกแบบการ์ตูนออนไลน์ เพื่อให้ความรู้ด้านกีฬากริฑาสำหรับเยาวชน

วิธีการวิจัย

ในการทำบทความการศึกษาแนวทางการออกแบบหนังสือการ์ตูนบนสื่อออนไลน์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกีฬากริฑา ประเภทวิฑลิต สำหรับเยาวชน มีรายละเอียดการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามเป็นหลัก เพื่อสอบถามกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม และใช้การเผยแพร่แบบสอบถามผ่านระบบออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชัน Facebook และได้ผู้ที่สนใจทำแบบสอบถามอยู่กลุ่มเป้าหมายอายุ 15-18 ปี ทั้งหมด จำนวน 113 คน โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9-13 มิถุนายน 2565 ใช้วิธีคำนวณด้วยการหาจำนวนร้อยละ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

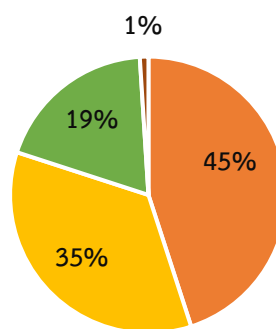
โดยแบบสอบถาม จะแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ อาชีพ ส่วนที่ 2 ด้านพฤติกรรม เช่น แพลตฟอร์มที่เลือกใช้บริการ ความถี่ในการอ่านแนวการ์ตูนที่สนใจ ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการอ่านหนังสือการ์ตูนต่อหนึ่งตอน ส่วนที่ 3 ด้านการออกแบบ ถามเกี่ยวกับความชอบด้านการออกแบบ เช่น ความต้องการอ่านการ์ตูนสีหรือขาวดำ แนวการออกแบบคาแรคเตอร์ สไตลของหนังสือการ์ตูน และส่วนที่ 4 ด้านความสนใจด้านกีฬากริฑา ประเภทวิฑลิต เช่น ความต้องการที่จะทราบจากการออกแบบ ด้านกติกา เครื่องแต่งกาย ความเป็นมา และ ความสนใจหากมีการ์ตูนกีฬากริฑาประเภทวิฑลิต

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ความสนใจด้านกีฬากีฬา ประเภทวิ่งผลัด

ในประเด็นคำถามแรก ความสนใจด้านกีฬากีฬาของกลุ่มเป้าหมายเพื่อเป็นการกำหนดแนวทางการออกแบบในลักษณะสไตล์ต่างๆ ของการออกแบบสื่อได้ตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

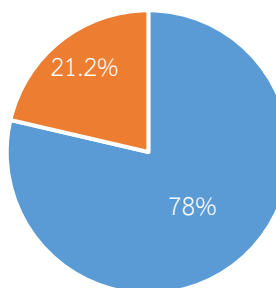
คำถามที่ 1 อยากทราบเรื่องใดจากกีฬากีฬา ประเภทวิ่งผลัด



ภาพที่ 1

■ กติกากีฬา ■ ความเป็นมา ■ เครื่องแต่งกาย ■ อื่นๆ

คำถามที่ 2 หากมีหนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับกีฬากีฬา ประเภทวิ่งผลัด บนแพลตฟอร์มออนไลน์

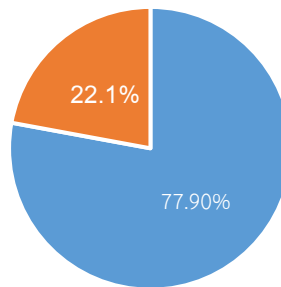


ภาพที่ 2

■ สนใจ ■ ไม่สนใจ

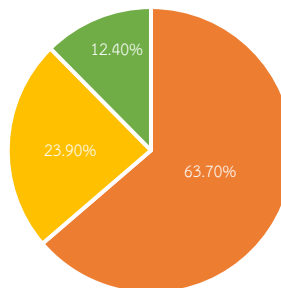
ส่วนที่ 2 ด้านการออกแบบ

คำถามที่ 3 โทนีส์ที่ต้องการในการอ่านหนังสือการ์ตูน



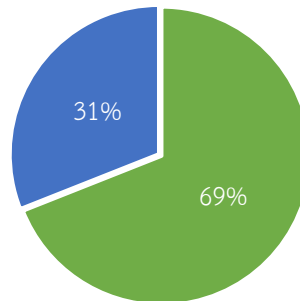
ภาพที่ 3 ■ ภาพสี ■ ขาว-ดำ

คำถามที่ 4 แนวการออกแบบคาแรคเตอร์



ภาพที่ 4 ■ กึ่งเหมือนจริง ■ สมจริง ■ จิ๋บิ

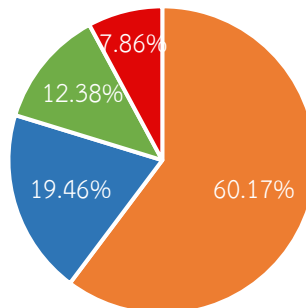
คำถามที่ 5 สไตล์ของการออกแบบที่กลุ่มเป้าหมายต้องการ



ภาพที่ 5 มังงะ มังงะฮา

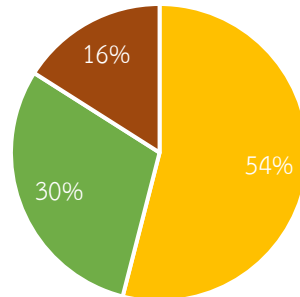
ส่วนที่ 3 ด้านพฤติกรรม

คำถามที่ 6 แพลตฟอร์มที่เลือกใช้บริการ



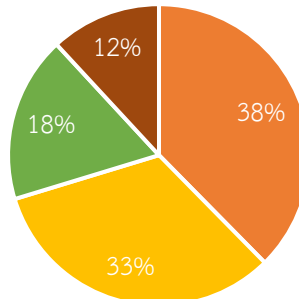
ภาพที่ 6 Line Webtoon Kakao Webtoon Manga Pluse other

คำถามที่ 7 ความถี่ในการอ่าน



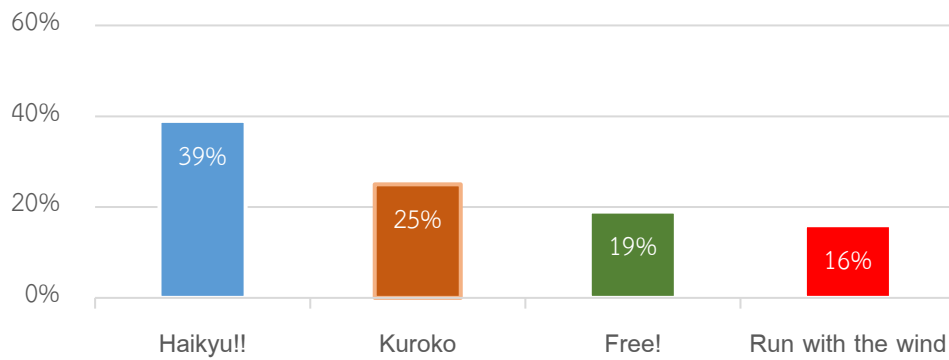
ภาพที่ 7 2-3 วัน 5-7 วัน ทุกวัน

คำถามที่ 8 ประเภทการ์ตูนที่สนใจ



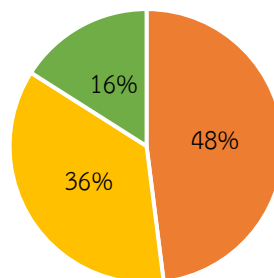
ภาพที่ 8 แอคชั่น โรแมนติก คอมเมดี้ ดราม่า

คำถามที่ 9 การ์ตูนกีฬาที่ท่านรู้จัก



ภาพที่ 9 ■ Haikyu!! ■ Kuroko ■ Free! ■ Run with the wind

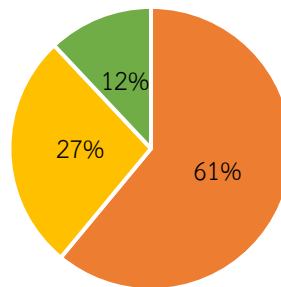
คำถามที่ 10 ความต้องการอ่านการ์ตูนจำนวนหน้าต่อหนึ่งตอน



ภาพที่ 10 ■ 25-30 ■ 20-25 ■ 35-40

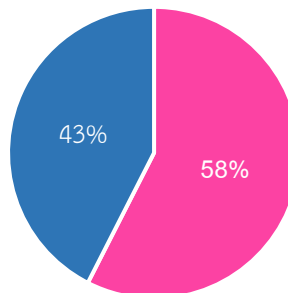
ส่วนที่ 4 ข้อมูลทั่วไป

คำถามที่ 11 อายุ

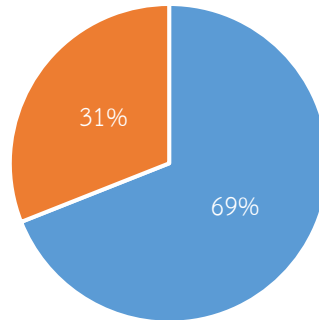


ภาพที่ 11 16-20 ปี 13-15 ปี 20-25 ปี

คำถามที่ 12 เพศ



ภาพที่ 12 เพศหญิง เพศชาย



ภาพที่ 13 ■ นักเรียน ■ นักศึกษา

สรุปผลการวิจัย

1.ผลจากการศึกษาและเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง พบว่าจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านกรีฑาตามประเด็นคำถาม ผลสรุปจากแบบสัมภาษณ์พบว่า กรีฑาเป็นกีฬาที่เหมาะสมกับเยาวชนเป็นอย่างยิ่ง เพราะกรีฑาจะทำให้ร่างกายแข็งแรงฝึกหน้าที่ความรับผิดชอบ ฝึกการทำงานเป็นทีม และช่วยในการเรียนรู้เรื่องความสามัคคี การมีน้ำใจนักกีฬา การพัฒนาด้านการเข้าสังคม และนอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้น ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมนอกจากการฝึกฝนในด้านกรีฑาแล้ว ยังมีการนำวิทยาศาสตร์การกีฬามาช่วยนักกีฬา และด้านโภชนาการของนักกีฬา อาหารเสริมสำหรับนักกีฬาที่เป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่ง

2.ผลจากการศึกษาและเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม จากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 113 คน ด้านข้อมูลพบว่า ผู้สนใจการอ่านการ์ตูน ส่วนใหญ่พบว่า อายุ ช่วงอายุ 16-20 ปี มีจำนวนทั้งหมด 69 คน คิดเป็น 61% รองลงมา ช่วงอายุ 13-15 ปี มีจำนวนทั้งหมด 31 คน คิดเป็น 27% และช่วงอายุ 20-25 ปี มีจำนวนทั้งหมด 13 คน คิดเป็น 12% เป็นเพศหญิงจำนวนเพศหญิงจำนวน 65 คน คิดเป็น 54% และรองลงมาเป็นเพศชาย จำนวน 48 คน หรือ 42.5%

3.จากการสืบค้นข้อมูลด้านแรงจูงใจในการเลือกเล่นกรีฑา (เสาวลี, 2561) พบว่ากรีฑาเป็นกีฬาประเภทหนึ่งที่ได้รับคามนิยมกันมาก และเป็นกีฬาที่มีการแข่งขันกันแพร่หลายทั่วโลกจะเห็นได้จากการแข่งขันกรีฑาในระดับต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ด้านการแข่งขันกรีฑาสมัครเล่นในประเทศไทย ได้แก่ การแข่งขันระดับโรงเรียนหรือที่เรียกกันว่ากรีฑาภายในและระดับชาติเมื่อเริ่มเล่นกรีฑาใหม่ๆ แรงจูงใจในการเล่นกรีฑามักเกิดจากผลงาน ความสนุกความเพลิดเพลินหรือการเป็นที่ยอมรับของเพื่อนๆ และเมื่อพัฒนามากขึ้นจนได้เป็นนักกีฬาก็จะมีแรงจูงใจที่เกิดจากผลงานจากการแข่งขันรางวัล ฯลฯ และสิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงกระตุ้นในทางบวก ถึงแม้ว่าจะทราบว่าการฝึกฝนและฝึกซ้อมจะเหน็ดเหนื่อยแต่ก็ยังสนุก และเลือกที่จะเล่นกรีฑาต่อไป

ด้านพฤติกรรม พบว่าแพลตฟอร์มที่เลือกใช้บริการ พบว่าแพลตฟอร์มที่กลุ่มเป้าหมายเลือกใช้มากที่สุดคือ Line Webtoon จากจำนวน 68 คน คิดเป็น 60.17% รองลงมาเป็น Kakao Webtoon จากจำนวน 22 คน คิดเป็น 19.46% Manga Pluse จำนวน 14 คน คิดเป็น 12.38% และอื่นๆ จำนวน 9 คน คิดเป็น 7.96% ในด้านความถี่ในการอ่านการ์ตูนบนแพลตฟอร์มออนไลน์ จากการทำแบบสอบถามพบว่าจาก 113 คน พบว่า ความถี่ในการอ่านมากที่สุดคือ 2-3 วัน ต่อสัปดาห์ จำนวน 61 คน คิดเป็น 54% ความถี่ 5-7 วัน ต่อสัปดาห์ จำนวน 34 คน คิดเป็น 30% และ ความถี่ทุกวันมีจำนวน 18 คน

คิดเป็น 16% โดยประเภทของหนังสือการ์ตูนที่กลุ่มเป้าหมายสนใจมากที่สุด คือ ประเภทแอคชั่น (Action) จำนวน 43 คน คิดเป็น 38% ประเภทโรแมนติก (Romantic) จำนวน 37 คน คิดเป็น 33% ประเภทคอมเมดี้ (Comedy) จำนวน 20 คน คิดเป็น 18% ประเภทดราม่า (Drama) จำนวน 13 คน คิดเป็น 12% ความต้องการจำนวนหน้าที่มากที่สุดคือ 25-30 หน้าต่อตอน คิดเป็น 48% จากจำนวน 54 คน รองลงมาเป็น 20-25 หน้าต่อตอน คิดเป็น 36% จากจำนวน 41 คน และความต้องการ 35-40 หน้าต่อตอน คิดเป็น 16% จากจำนวน 18 คน

ด้านการออกแบบ พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความต้องการอ่านหนังสือการ์ตูนแบบสีทั้งตอนเป็นจำนวน 88 คน คิดเป็น 77.9% และโทนขาว-ดำ มีจำนวนทั้งหมด 25 คน คิดเป็น 22.1% แนวทางการออกแบบคาแรคเตอร์ที่กลุ่มเป้าหมายสนใจคือ กึ่งเหมือนจริง จำนวน 72 คน คิดเป็น 63.7% รองลงมา คือแนวสมจริง 27 คน คิดเป็น 23.9% และ แนวจิ๋ว จำนวน 14 คน คิดเป็น 12.4% สไตล์หนังสือการ์ตูนที่กลุ่มเป้าหมายต้องการอ่าน คือการ์ตูนมังงะ (สไตล์การออกแบบหนังสือการ์ตูนญี่ปุ่น) คิดเป็น 69% จากจำนวน 78 คน และ การ์ตูนมังฮวา (สไตล์การออกแบบหนังสือการ์ตูนเกาหลีใต้) คิดเป็น 31% จากจำนวน 35 คน

ความสนใจด้านกีฬากีฬา ประเภทวิ่งผลัด พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความต้องการอยากจะทำในเรื่อง กติกามากที่สุด คิดเป็น 45% รองลงมาเป็นเรื่องความเป็นมา คิดเป็นจำนวน 35% ด้านเครื่องแต่งกาย 19% และอื่นๆ 1% และ หากมีหนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับกีฬากีฬาประเภทวิ่งผลัด บนแพลตฟอร์มออนไลน์ กลุ่มเป้าหมายจาก 113 คน มีความสนใจมากถึง 89% จากจำนวน 78 คน และไม่สนใจ จำนวน 21.2%

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา

บทความวิจัยขาดการตรวจสอบคำพิมพ์ การเขียนบทความวิชาการควรใช้ภาษาเขียนเพื่อให้มีความเป็นทางการมากยิ่งขึ้น และยังขาดการเรียบเรียงเนื้อหาของบทความ

2. ข้อเสนอแนะจากกรรมการภายนอก

บทความวิจัยควรนำอ้างอิงจากแหล่งอื่นๆ มาใส่ในงานวิจัยเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ การใช้ศัพท์เฉพาะ การใช้คำศัพท์ที่เป็นทางการในการเขียนวิจัยให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาแนวทางการออกแบบสื่อหนังสือการ์ตูนบนแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกีฬากีฬา ประเภทวิ่งผลัด สำหรับเยาวชน บทความนี้ได้รับการสนับสนุนเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จากมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ นายโชคชัย ชุมแสงวาปี ผู้อำนวยการ โรงเรียนสวະถิพิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ขอขอบคุณ อาจารย์พรชนก ปลัดทอง ที่ปรึกษาโครงการที่คอยชี้แนะ และแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณ อาจารย์ฮารูจิ พุฒดาเตะ ที่เป็นแรงแรงบันดาลใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- พัชรินทร์ พุ่มลำเจียก. (2556). อิทธิพลเชิงสาเหตุที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) ใน กรุงเทพมหานคร. ค้นจาก <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/2045/2/139317.pdf>
- เสาวลี แก้วช่วย. (2561). แรงจูงใจของเยาวชนในการเลือกเล่นกรีฑา (Motivation of Youth for Choosing the Athletics) วิจัยจากคณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ค้นจาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JIRGS/article/view/228548>
- Department of Child and Youth. (2014). Media literacy of children and youth. Retrieved from [http://www.dcy.go.th/webnew/upload/news/news_the Electronic \(in Thai\)](http://www.dcy.go.th/webnew/upload/news/news_the Electronic (in Thai))

ผลของความเครียดจากออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิก ของสาหร่ายสีเขียวคลาโดฟลอร่า

Effect of Oxidation Stresses on Chlorophyll and Phenolic Compound Contents of Green Algae *Cladophora* sp.

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ¹ ปิยะวดี ไกรกิจราษฎร์¹ รินทร์ลิตา รัตนธานีพัฒน์¹ ทรงกลด ไบยา²

อาภรณ์ บัวหลวง³ และ บงกช บุญบุรพงค์^{1*}

Surasak Laloknam¹ Piyawadee graikitrag¹ Rinlita Rattanathaniphat¹ Songklod Baiya²

Aporn Bualuang³ and Bongkoj Boonburapong^{1*}

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110

²ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110

³วิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

¹Department of General Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, 10110

²Department of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, 10110

³Department 3Chulabhorn International College of Medicine, Thammasat University, Pathumthani, 12120

*Corresponding author E-mail: bongkoj@g.swu.ac.th

Received 10 May 2022, Accepted 23 December 2022, Published 27 December 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเครียดจากออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และ สารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายสีเขียวคลาโดฟลอร่า โดยนำสาหร่ายสีเขียวคลาโดฟลอร่าบ่มในภาวะที่มีความเครียดจากออกซิเดชันในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เข้มข้น 0, 1, 10, 25, 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิกที่เวลา 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 100 มิลลิโมลาร์ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง และให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 255.63 mg/ml จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าภายใต้ภาวะที่มีความเครียดจากออกซิเดชันสาหร่ายสีเขียวคลาโดฟลอร่าสามารถเจริญได้เนื่องจากการผลิตสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ความเครียดจากออกซิเดชัน คลอโรฟิลล์ สารประกอบฟีนอลิก คลาโดฟลอร่า

ABSTRACT

This objective of this research was to study the effect of oxidative stresses using hydrogen peroxide on chlorophyll and phenolic compound contents of green algae *Cladophora* sp.. The green algae were incubated in medium various hydrogen peroxide concentration ranged of 0, 1, 10, 25, 50 and 100 mM,

respectively, at room temperature under continuing white light. Chlorophyll and phenolic compound contents were determined at interval times, 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 24 hours, respectively. The results showed that the *Cladophora* sp. had reduced half chlorophyll contents at 100 mM hydrogen peroxide (12 hours) with phenolic compound content was 255.63 mg/ml. This finding conclude that green algae *Cladophora* sp. could grow under oxidative stress by using enhance phenolic compounds.

Keywords: Oxidative stress, Chlorophyll, Phenolic compound, *Cladophora* sp.

บทนำ

สาหร่าย (algae) จัดเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประเภท เช่น บังชี้คุณภาพแหล่งน้ำ บำบัดน้ำเสีย อาหารคนและสัตว์ ปุ๋ยชีวภาพ ยารักษาโรค จึงมีการพัฒนานำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมต่างๆ (ยุวดี, 2558; อารณ, สมบัติ และสุรศักดิ์, 2556; ยุวดี และคณะ, 2552) สาหร่ายสามารถพบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำ เช่น ทางภาคเหนือและภาคอีสาน มีการนำสาหร่ายมาบริโภค เรียกว่า สาหร่ายเตา (*Spirogyra* sp.) และ สาหร่ายไก่อ (*Cladophora* sp.) และ มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภทเนื่องจากสาหร่ายมีคุณค่าทางโภชนาการอุดมไปด้วยสารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันจำเป็น วิตามิน และ แร่ธาตุ และ มีสารต้านอนุมูลอิสระ (วสันต์ และคณะ, 2556; จันทนา และอนงค์, 2555; ปริญญา และอมรรัตน์, 2556) ปัจจุบันมนุษย์ดำรงอยู่ภายใต้ภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (oxidative stress) มากมาย เช่น แสงอัลตราไวโอเล็ต มลพิษสิ่งแวดล้อมจากควันเสีย และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radicle) ในร่างกายทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของแต่ละคนที่แตกต่างกันไปรวมถึงการที่ร่างกายปรับตัวให้ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ได้ต่างกันด้วย (อนงนาฏ, 2560; Noori, 2012; Jebur, Mokhamer and Eldemerdash, 2016) ดังนั้นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคคือต้องหาแหล่งอาหารเสริมเพื่อเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระให้ร่างกาย ทำให้สาหร่ายเป็นแหล่งทางเลือกหนึ่งในการผลิตสารต้านอนุมูลอิสระโดยเฉพาะสารประกอบพวกฟีนอลิก เนื่องจากมีรายงานที่สาหร่ายมีสารต้านอนุมูลอิสระ และ ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ โดยสาหร่ายจะผลิตสารต่างๆ ภายใต้ภาวะที่มีความเครียดแตกต่างกัน ได้แก่ สารอาหาร อากาศ แสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และ ความเค็ม ส่งผลให้สาหร่ายเจริญเติบโตลดลง บางชนิดมีการปรับตัวสามารถทนต่อสภาวะเหล่านั้นได้ด้วยการผลิตหรือสะสมสารที่จำเป็นที่ลดความเครียด เช่น ภายใต้สภาวะทนเค็มมีการสะสมสารพวกออสโมโพรเทคแทนต์ (osmoprotectant) ได้แก่ โปรตีน และ อนุพันธ์ของกรดอะมิโน ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพื่อลดความเครียดจากแรงดันออสโมติกและความเป็นพิษจากเกลือ นอกจากนี้ยังมีผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้มากขึ้น (Idaira et al., 2017; Haq et al., 2019; Laloknam et al., 2014; Sitthiwong, 2019; ยุวดี, จิติกานต์ และดวงพร, 2555; รัตนภรณ์ และคณะ, 2555)

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวชนิดคลาโดพอรามีลักษณะเป็นเส้นสายสีเขียวและสามารถนำมาบริโภคได้เนื่องจากมีสารอาหารประเภทโปรตีน วิตามิน และ เกลือแร่ รวมถึงมีกากใยที่สูง (Michalak and Messyas, 2021; Nutautaitė et al., 2021) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเพิ่มคุณค่าของสาหร่ายชนิดนี้ด้วยการกระตุ้นเพื่อให้มีการผลิตสารอนุมูลอิสระมากขึ้น เช่น สารกลุ่มฟีนอลิก โดยทำการบ่มสาหร่ายชนิดนี้ภายใต้สภาวะเครียดจากสารที่ให้อนุมูลอิสระโดยใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ซึ่งจะให้อนุมูลอิสระออกมา แล้วทำการติดตามการเจริญเติบโตในระยะสั้นด้วยการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และ ติดตามการสร้างสารประกอบฟีนอลิก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเครียดจากออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิกในสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอร่า เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับเป็นแหล่งอาหารเสริมต้านอนุมูลอิสระต่อไป

วิธีการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวคลาโดฟอรา (*Cladophora* sp.)

นำสาหร่ายสีเขียวชนิดเส้นสายคลาโดฟอรา จากห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพาะเลี้ยงในอาหารชนิดบรีสตอล (Bristol medium) พีเอช 6.5 ในบ่อเลี้ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร โดยมีอาหารเลี้ยงสูงประมาณ 20 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงตามสภาพธรรมชาติ อุณหภูมิห้อง ได้รับแสงเฉลี่ยต่อวัน 12 ชั่วโมง เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน ก่อนทำการทดลอง

การศึกษาผลของความเครียดออกซิเดชันกับสาหร่ายสีเขียวคลาโดฟอรา (*Cladophora* sp.)

เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงชนิดบรีสตอล ที่แปรผันความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0, 1, 10, 25, 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ จากนั้นชั่งสาหร่ายสด จำนวน 3 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แตกต่างกัน ปริมาตร 150 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง ให้ได้รับแสงธรรมชาติตลอดเวลา จากนั้นทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิกที่เวลา 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์

การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ ดัดแปลงจากวิธีของ Phetprom (Phetprom et al., 2021) โดยชั่งสาหร่ายสดปริมาณ 0.1 กรัม นำไปสกัดคลอโรฟิลล์โดยใช้เอทานอลเข้มข้น จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟกำลัง 400 วัตต์ ระยะเวลา 15 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสเก็บไว้สังเกตสีที่ได้ ทำการวัดและคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Wellburn (Wellburn, 1994)

การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ดัดแปลงจากวิธีของ ปริญญา มูลสิน และคณะ (สุทธวรรณ และคณะ, 2564) ซึ่งสาหร่ายคลาโดฟอราสดปริมาณ 0.1 กรัม นำไปสกัดหยาบโดยใช้เอทานอลเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำส่วนใสปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย Folin – Ciocalteu Reagent ปริมาตร 250 ไมโครลิตร และเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectrophotometer นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกและคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วย mg GAE/g ผงสาหร่าย

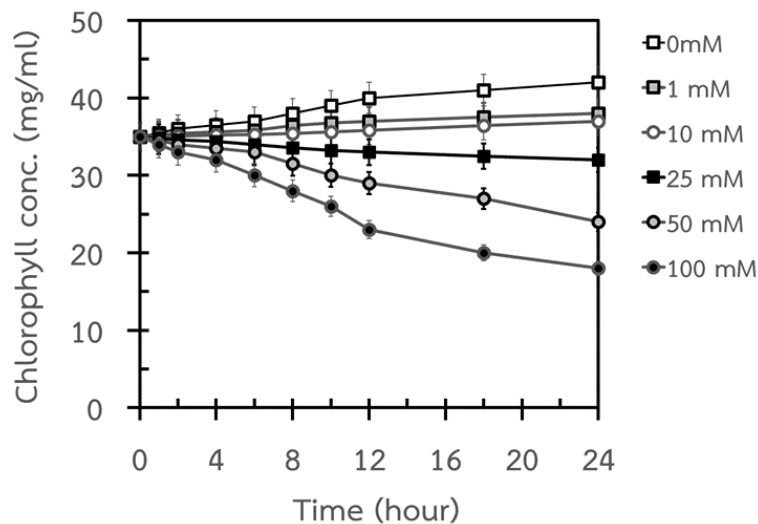
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

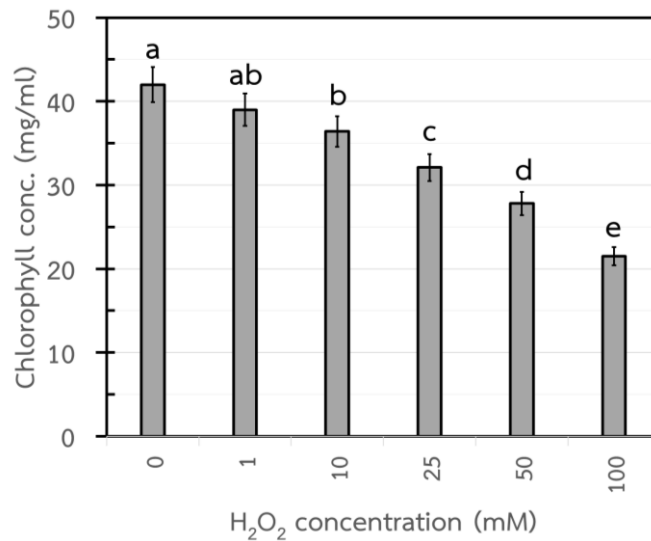
ผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลรา

เมื่อนำสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราทดลองภายใต้ภาวะเครียดออกซิเดชันจากการเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในอาหารเหลวชนิดบิสต์ลที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 10, 25, 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสาหร่ายคลาโดพอลราทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ แสดงผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลรา (n = 3)

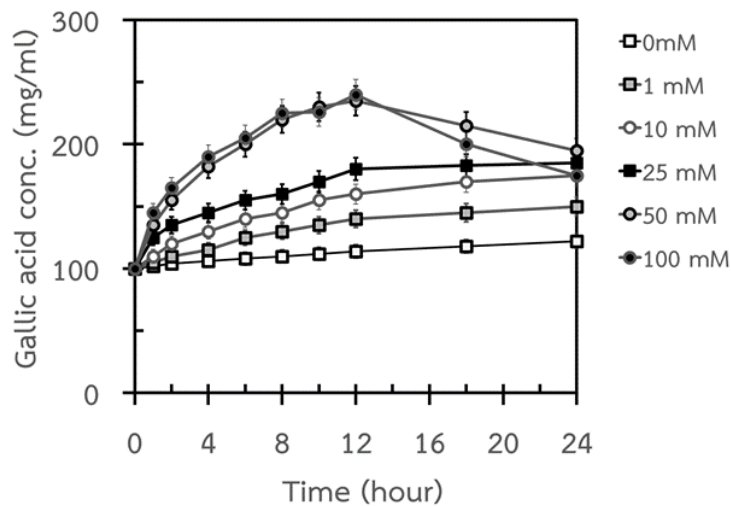
จากภาพที่ 1 พบว่า สาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราที่ทำการศึกษาภายใต้ภาวะเครียดออกซิเดชันเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นแนวโน้มปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง แนวโน้มของปริมาณคลอโรฟิลล์คงที่ และระยะเวลาสูงมากขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง โดยคลาโดพอลราที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงครึ่งหนึ่งจากภาวะปกติ ณ เวลา 12 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณคลอโรฟิลล์ในชั่วโมงที่ 12 พบว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 100 มิลลิโมลาร์ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงมากที่สุด รองลงมา คือ 50 และ 25 มิลลิโมลาร์ ในขณะที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 0, 1 และ 10 มิลลิโมลาร์ มีแนวโน้มปริมาณไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษานี้ภาวะเครียดจากออกซิเดชันที่ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงครึ่งจากภาวะปกติ คือ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (n = 3)

ผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลรา

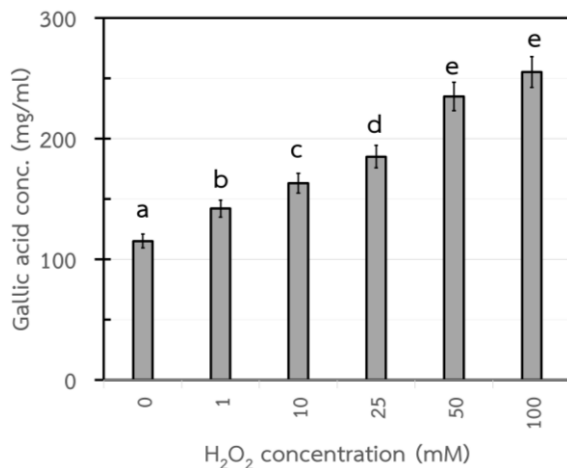
เมื่อนำสารสกัดหยาบจากสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราที่ทดลองภายใต้ภาวะเครียดออกซิเดชันจากสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 0, 1, 10, 25, 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ ระยะเวลา 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 24 ชั่วโมง วัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน แสดงผลดังภาพที่ 3



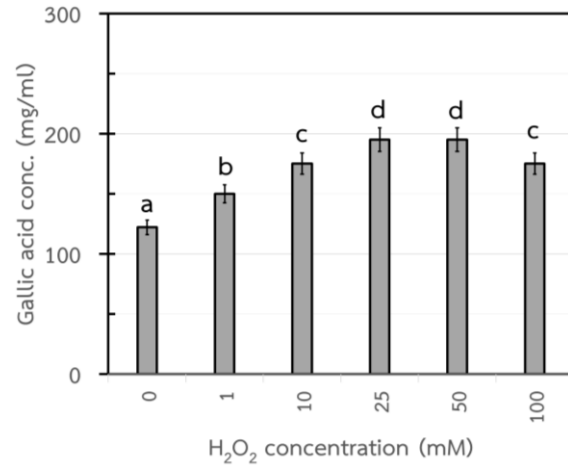
ภาพที่ 3 ผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลรา (n = 3)

จากภาพที่ 3 พบว่า สารสกัดหยาบสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราที่ทำการศึกษาภายใต้ภาวะเครียดออกซิเดชันที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความสัมพันธ์กันระหว่างระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์สูงขึ้นไป ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง แนวโน้มของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ที่ระดับความเข้มข้น 0 – 25 มิลลิโมลาร์ ในขณะที่ความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิโมลาร์มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณฟีนอลิกรวมชั่วโมงที่ 12 พบว่า ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 100 มิลลิโมลาร์ ทำให้มีการผลิต

สารประกอบรวมสูงสุด รองลงมา คือ 50, 25, 10, 1 และ 0 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ โดยให้ปริมาณฟีนอลิกรวม เท่ากับ 255.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4ก) เมื่อพิจารณาปริมาณฟีนอลิกที่เวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมลดลง (ภาพที่ 4ข)



(ก) สารสกัดหยาบที่เวลา 12 ชั่วโมง

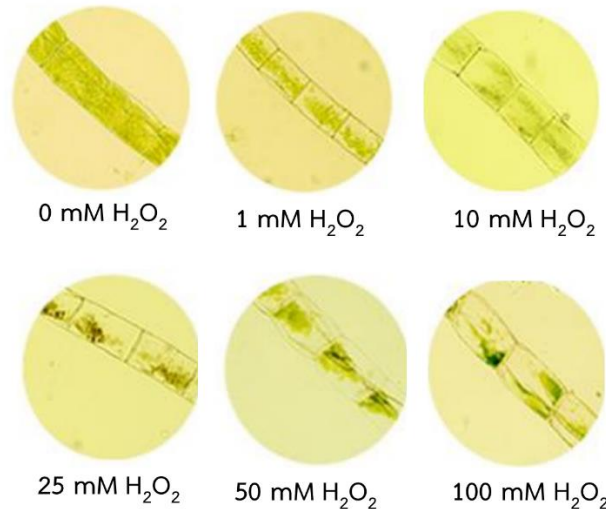


(ข) สารสกัดหยาบที่เวลา 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 4 ผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราที่แตกต่างกัน (n = 3)

(ก) สารสกัดหยาบที่เวลา 12 ชั่วโมง และ (ข) สารสกัดหยาบที่เวลา 24 ชั่วโมง

จากการศึกษาผลของความเครียดออกซิเดชันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิกรวม จากภาพที่ 1 และ 2 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้นในภาวะปกติและระดับความเข้มข้นน้อยๆ มีแนวโน้มที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นน้อยแต่มีความต่อเนื่องในระยะเวลาที่ทำการศึกษา 24 ชั่วโมง และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อถึงระดับความเข้มข้นหนึ่ง และที่ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ลดลงจากภาวะปกติ เรียกว่า ภาวะเครียดจากออกซิเดชันที่สนใจ ทั้งนี้การเจริญเติบโตของเซลล์จะมากขึ้นหรือลดลงต้องอยู่กับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตด้วยกลไกที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 3 และ 4 ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง เซลล์น่าจะมีกลไกในการรักษาสมดุลไว้ด้วยการสร้างสารประกอบฟีนอลิกรวมเนื่องจากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์สูงขึ้นภายในระยะเวลา 12 ชั่วโมง ด้วยระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไป ที่ระดับ 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ เซลล์อาจจะทนสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ไม่ได้ซึ่งอาจเกิดจากความผิดปกติเกิดกับเซลล์ ผู้วิจัยทำการศึกษายาใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า เซลล์สาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราเกิดความผิดปกติและผนังเซลล์ถูกทำลายจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่สาหร่ายไม่สามารถทนภาวะความเครียดออกซิเดชันที่สูงได้ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความสามารถในการทนต่อความเครียดจากออกซิเดชันของสายราส์เชื้อคลาโดฟลอร่า
ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า

รายงานของ Hanaa (Hanaa et al., 2009) ศึกษาการเพิ่มการผลิตสารต้านอนุมูลอิสระในสายราส์เชื้อคลาโดฟลอร่า ภายใต้ความเครียดออกซิเดชัน พบว่า สายราส์มีการตอบสนองต่อความเครียดจากออกซิเดชันที่ความเข้มข้นไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ต่าง ๆ โดยการเพิ่มการผลิตสารต้านอนุมูลอิสระหรือกิจกรรมด้วยเอนไซม์เพื่อป้องกันเซลล์ ในกรณีสายราส์คลาโดฟลอร่า ภายใต้ภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในระยะเวลาที่สูงขึ้นพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง โดยที่เวลา 2-12 ชั่วโมง ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงไม่มากนักเนื่องจากมีความพยายามปรับตัวโดยการสะสมสารต้านอนุมูลอิสระประเภทสารประกอบฟีนอลิก การปรับตัวเพื่อความอยู่รอด คือ การเร่งผลิตสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อป้องกันอันตรายที่ได้รับ จากอนุมูลอิสระไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ วิเคราะห์จากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้สายราส์มีการตอบสนองต่อความเครียดจากออกซิเดชันอาจเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย ทั้งนี้ สารประกอบฟีนอลิกมีหมู่ฟีนอลบนวงเบนซีน ซึ่งสามารถให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ ช่วยยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาถูกใช้ของอนุมูลอิสระได้ สามารถทดสอบการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยการให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระและความสามารถในการรีดิวซ์กรดเฟอริก ทำให้เปลี่ยนเป็นสารที่คงตัว อีกทั้งยังสามารถหยุดปฏิกิริยาถูกใช้ของอนุมูลอิสระ (Noori, 2012; Jebur, Mokhamer and Eldemerdash, 2016; Idaira et al., 2017) สอดคล้องกับผลการศึกษา เมื่อสายราส์ไปโรโจราและคลาโดฟลอร่าอยู่ภายใต้ภาวะเครียดจากความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในระยะเวลาที่สูงขึ้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มสูงขึ้น สัมพันธ์กับร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และ ประสิทธิภาพในการรีดิวซ์ที่เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยดังกล่าว ดังนั้น สายราส์เชื้อคลาโดฟลอร่า เมื่ออยู่ภายใต้ภาวะเครียดออกซิเดชันที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ภายใต้ระยะเวลาที่สูงขึ้นมีการปรับตัวเพื่อ ความอยู่รอดโดยการเร่งสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก ให้มีปริมาณสูงขึ้น เพื่อยับยั้ง อนุมูลอิสระโดยการให้อิเล็กตรอนรวมถึงสามารถหยุดปฏิกิริยาถูกใช้ของอนุมูลอิสระ (ยุวดี, ฐิติกานต์ และดวงพร, 2555; รัตนารักษ์ และคณะ, 2555; Michalak and Messyas, 2021; Nutautaitė et al., 2021)

สรุปผลการวิจัย

1. ระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายสีเขียวชนิดเส้นสายคลาโดพอลราลดลง โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 100 มิลลิโมลาร์ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงครึ่งหนึ่งจากภาวะปกติที่เวลา 12 ชั่วโมง
2. ระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสาหร่ายคลาโดพอลราเพิ่มสูงขึ้นที่เวลา 12 ชั่วโมง สาหร่ายคลาโดพอลราที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 100 มิลลิโมลาร์ ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุด เท่ากับ 255.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นโดยทำการศึกษากับสาหร่ายสีเขียวคลาโดพอลราภายใต้ภาวะเครียดจากออกซิเดชันโดยใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาติดตามการเจริญเติบโตของสาหร่ายในระยะเวลาที่มากขึ้น และ ทำการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดอื่นๆ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของการปรับตัวภายใต้ภาวะเครียดของสิ่งมีชีวิต ศึกษาสารชนิดอื่นๆ เช่น สารออสโมโพรเทคแทนต์ รวมถึงการเปรียบเทียบความสามารถกับสาหร่ายชนิดอื่นๆ เช่น สาหร่ายเซลล์เดี่ยว ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จันทนา ไพรบูรณ์, และอนงค์ จีระภัทร. (2555). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่ายทะเลบางชนิดในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปริญญญา มูลสิน, และอมรรัตน์ วงษ์กลม. (2556). การศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง. อุดรราชธานี: สาขาวิชาชีววิทยา และสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรราชธานี.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2558). สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุวดี พิรพรพิศาล, ญาณิ พงษ์ไพบูลย์, ดวงตา กาญจนโพธิ์, ธวัช แด่โสตะถิกุล, ดวงพร อมรเลิศพิศาล, และสุดาพร ตงศิริ. (2552). ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเวชสำอาง รายงานฉบับสมบูรณ์. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุวดี พิรพรพิศาล, วิฑิตกานต์ ปัญญาใหญ่, และดวงพร อมรเลิศพิศาล. (2555). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบของสาหร่ายเตา. วารสารวิทยาศาสตร์ ขอนแก่น, 40(1), 238-235.

- รัตนารณ จันทร์ทิพย์, ฐิติพรรณ นิมสุข, อรุณี คงดี, และดวงพร อมรเลิศพิศาล. (2555). พืชทะเลและผลของตัวทำลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายเตา (*Spirogyra* sp.). ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ครั้งที่ 3, หน้า 15-22). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วสันต์ สุมินทิลี, ปณิดา บรรจงสินศิริ, จันทนา ไพรบูรณ์, และวรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์. (2556). กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*) สาหร่ายทุ่น (*Sargassum oligocystum*) และสาหร่ายเขากวาง (*Gracilaria changii*). วารสารเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยสยาม, 9(1), 63-75.
- สุทธวรรณ สุพรรณ, พลอยไพลิน สดมณี, ปัทมาภรณ์ คุ่มกัน, ศราวุธ ราชสี, และประดัดรัฐ ประจันเขตต์. (2564).ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายเตา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดร, 9(2), 49 – 67.
- อาภรณ์ บัวหลวง, สมบัติ คงวิทยา, และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2556). ประโยชน์ของสาหร่ายขนาดเล็ก. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 4(1), 72-79.
- อนงนาฏ ไพนุงศ์. (2560). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. PKRU. SciTech J., 1(2), 20 – 27.
- Hanaa H., El-Baky A., El-Baz F. K., and El-Baroty G. S. (2009). Production of phenolic compounds from *Spirulina maxima* microalgae and its protective effects African. *Journal of Biotechnology*, 8(24), 7059-7067.
- Haq S. H., Al-Ruwaished G., Al-Mutlaq M. A., Naji S. A., Al-Mogren M., Al-Rashed S., Ain Q. T., Al-Amro A. A., and Al-Mussallam A. (2019). **Antioxidant, Anticancer Activity and Phytochemical Analysis of Green Algae, *Chaetomorpha*** Collected from the Arabian Gulf. *Sci Rep.* 9, 18906 (2019). Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55309-1> Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41598-019-55309-1#citeas>
- Idaira J. M., Sara G. P., Gara R. M., Milagros R., Cristina A. O., and Juan L. G. P. (2017). Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Crude Extracts from Microalgae and Cyanobacteria Strains. *Journal of Food Quality*. Retrieved from <https://downloads.hindawi.com/journals/jfq/2017/2924508.pdf>
- Jebur A. B., Mokhamer, M. H., and Eldemerdash F. M. (2016). A Review on Oxidative Stress and Role of Antioxidants in Diabetes Mellitus. *Austin Endocrinology and Diabetes Case*, 1(1), 1-6.
- Laloknam S., Kanchitanurak P., Boonburapong B., Rai V., and Kongvitthaya S. (2014). Inorganic and Organic Compounds of Freshwater Filamentous Cyanobacteria under Normal and Salt Stress Conditions. *J. Chem. Chem. Eng*, 8, 1059-1067.
- Michalak I., and Messyas B. (2021). Concise review of *Cladophora* spp.: macroalgae of commercial interest. *J. Appl. Phycol*, 33, 133-166.
- Noori, S. (2012). An Overview of Oxidative Stress and Antioxidant Defensive System. *Open Access Scientific Reports*, 1(8), 2-9.
- Nutautaitė M., Vilien V., Raceviciūtė S. A., Bliznikas S., Karosienė J., and Koreivienė J. (2021). Freshwater *Cladophora glomerata* Biomass as Promising Protein and Other Essential Nutrients Source for High Quality and More Sustainable Feed Production. *Agriculture*, 11, 582.

- Phetprom, N., Charoenman, V., Boonburapong, B., Bualuang, A., and Laloknam. (2021). Cellulose extraction from cyanobacteria *Nostoc* sp. for alternative energy source. **Prawarun Agricultural Journal**, 18(2), 24–32.
- Sitthiwong N. (2019). Pigment and nutritional value of *Spirogyra* spp. in Sakon Nakhon, Nakhon Phanom and Mukdahan provinces. **Science and Technology RMUTT Journal**, 9(1), 10-21.
- Wellburn A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a & b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of plant physiology**, 144(3), 307–313



วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
Journal of Science, Engineering and Technology
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY



แบบเสนอเพื่อขอลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ชื่อเรื่อง ภาษาไทย.....

Title English.....

ชื่อ-สกุล ผู้พิมพ์หลัก ภาษาไทย.....

English.....

ที่อยู่ ภาษาไทย.....

Address English.....

รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์..... โทรสาร.....

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้พิมพ์ร่วม

1.

2.

3.

ประเภท ☐ บทความวิจัย (Research Articles)

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาขา ☐ เทคโนโลยี

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาขา ☐ วิศวกรรมศาสตร์

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์สุขภาพ

สาขา ☐ อื่นๆ ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ประเภท ☐ บทความวิชาการ (Review Articles)

คำยืนยันของผู้พิมพ์ทุกท่าน

ข้าพเจ้าขอยืนยันว่าบทความนี้ไม่เคยเสนอหรือกำลังเสนอตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และยินดีให้กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เลือกสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาต้นฉบับของข้าพเจ้าโดยอิสระและยินยอมให้กองบรรณาธิการฯ สามารถตรวจสอบแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวได้ตามสมควร และยินยอมให้บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ลงชื่อ.....

วันที่...../...../.....

