

วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2565
เจ้าของ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี
 เพื่อส่งเสริมความร่วมมือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านวิชาการและการวิจัย

กำหนดการตีพิมพ์ ปีละ 3 ฉบับ

- ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม - เมษายน
- ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม - สิงหาคม
- ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน - ธันวาคม

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลต แทนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพงษ์ พวงมะลิ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารณี หอมดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤษ ปิติฤกษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สหลาภ หอมวุฒิมังค์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ วงซารี	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัช นิลสระคู	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์ งามชมภู	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันทะคุณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิกกร สายแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉาณุกรณ์ ทับทิมใส	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ ดร.วันทนี พลวิเศษ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความประจำฉบับ

รองศาสตราจารย์ ดร.เยาวพา จิระเกียรติกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณสินี สุมา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตยัตถยา ผาสุขพันธ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภัทร์สภรณ์ สุกิจประภานนท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชร ชาดะวิถี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภศาสตร์ คนหาญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจพล บุรณรักษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อาจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย วงซารี	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณภัทรวรรณ ธนาพงษ์อนันท์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ ปิ่นทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริ ดวงพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นราธิป ภาวารี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรายุ ปิ่นทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณมา สายแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรศิษฐ์ ศรีบุรินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ิวา แก้วมาตย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิกกร สายแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ ปินะเต	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ดังโพนทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ ดร.กัญชลิลา รัตน์เชิดฉาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ติดต่อสอบถาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์/โทรสาร 043-712620 เว็บไซต์ <https://jset.rmu.ac.th> อีเมล jset@rmu.ac.th

พิมพ์ที่:

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000

สารบัญ

ผลของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในผักแพว Effect of Silkworm Waste Bio-extract on Growth and Yield in Vietnamese Coriander (<i>Polygonum odoratum</i> Lour.) กษิด์เดช อ่อนศรี, จีระเดชน์ จีระเหมือนใจ, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล และ อรพรรณ หัสรังค์	7
ผลของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระปริมาณคลอโรฟิลล์ และสารประกอบฟีนอลิกรวมในหญ้าหวาน Effect of Silkworm Waste Bio-Extract on Antioxidant Activity, Chlorophyll and Total Phenolic Contents in <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni. กษิด์เดช อ่อนศรี, วีร์สุดา เขียรไทย, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล และ อรพรรณ หัสรังค์	18
ผลของการใช้สารกลุ่มไซโตไคนินต่อการเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อ Effect of Cytokinin on Shoots and Leaves of Cannabis <i>in vitro</i> กษิด์เดช อ่อนศรี, จุฑาภัทร์ พรหมชา, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล และ อรพรรณ หัสรังค์	28
การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ร่วมกับ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ A Comparative Study of Performance in a Split-type Air Conditioning System with The Solar Collector ณัฐพล โคตรพิมพ์ และ ทวีวัฒน์ สุภารส	36
การพัฒนาระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ Development an Automated Storage System พรรณทิวา เตโซ, ภัคพงษ์ คำประชม, ศิวกร พึ่งอารมณ, ณรงค์ บุญเสนอ ชัชชล เปรมชัยสวัสดิ์ และ กฤษ ตราชู	49

สารบัญ (ต่อ)

การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการเติบโตของชุมชน พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม จังหวัดนครราชสีมา	57
Potential Surface Analysis for Supplying of Water Sources for Consumption to Support Community Growth, Si Mum Subdistrict Administrative Organization Nakhon Ratchasima Province วารุณี อ้วนโพธิ์กลาง, พรรณระพี บาตรฐุเหล็ก้อม และ สุวรรณมา เจนพนัส	
สถานการณ์การปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำผิวดิน เขตเทศบาลตำบล วัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว	75
Situation of Coliform Bacteria Contamination in Surface of Water Watthana Nakhon Sub-District Municipality, Watthana Nakhon District, Sa Kaeo Province สาลินี ผลมาตย์, จตุพร อรัญนาจ, ทิพย์ศิริ จันทร์อ่อน, ลิขิต น้อยจ่ายสิน และ จุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์	
ผลของการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังใน นักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	88
Effects of Muay Thai Exercise on Body Mass Index and Body Fat Percentage of Female with Overweight in Rajabhat Mahasarakham University นรงค์ศักดิ์ ยมมุล, ธนวัฒน์ ไยทอย และ จักรดาว โพธิ์แสน	
ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม ของบุคลากรและนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	100
The Effect of Group Exercise Program on Quality of Life of Rajabhat Maha Sarakham University's Staff and Students ประเสริฐ ชนมมอญ และ มัณฑนา กลมเกลียว	

สารบัญ (ต่อ)

ความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	111
Knowledge, Attitude and Practice of Som-Tam (Thai papaya salad) Eating of Undergraduate Students at Rajabhat Maha Sarakham University	
อรนุช วงศ์วัฒนาเสถียร, มณฑิรา จันทร์วารีย์, กนกพร ทองสอดแสง จิราวรรณ เวฬุวนารักษ์, กาญจนา บุญฤทธิ์ และ วราภรณ์ จันปัญญา	

บรรณาธิการแถลง

วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดำเนินงานโดยความร่วมมือกันระหว่างคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งเสริมความร่วมมือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านวิชาการ และการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี วารสารปีที่ 1 ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยบทความวิจัยจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี ครั้งที่ 1 ซึ่งจัดขึ้นในวันที่ 23 สิงหาคม 2564 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับทางด้าน นวัตกรรมเกษตร พลังงาน วิทยาศาสตร์สุขภาพ เทคโนโลยีการผังเมือง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยทุกบทความได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องตามข้อกำหนดของวารสาร

กองบรรณาธิการ ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ส่งผลงานมาตีพิมพ์ในวารสารฉบับนี้ และผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณากลับกรอง แนะนำปรับปรุงแก้บทความให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน ทั้งนี้หากท่านมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพของวารสาร กองบรรณาธิการขอน้อมรับไว้ด้วยความยินดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง
บรรณาธิการ

ผลของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตในผักแพว

Effect of Silkworm Waste Bio-extract on Growth and Yield in Vietnamese Coriander (*Polygonum odoratum* Lour.)

กษิติเดช อ่อนศรี^{1*} จีระเดชน์ จีระเหมือนใจ¹ กัญตนา หลอดทองกลาง¹
เกศินี ศรีปฐมกุล¹ และ อรพรรณ หัสรังค์²

Kasideth Onsri^{1*}, Cheeradet Jeerahmueanchai¹, Kantana Lodthonglang¹,
Kesinee Sripathomkul¹ and Orapan Hussarang²

¹คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

¹Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University, Lak Hok, Mueang Pathum Thani, Pathum Thani

²Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Tachang, Muang, Chanthaburi

*Corresponding author. E-mail: kasideth.o@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

ผักแพว (*Polygonum odoratum* Lour.) เป็นพืชล้มลุก นิยมปลูกเป็นพืชผักสวนครัว และสมุนไพรพื้นบ้าน จากกระบวนการเลี้ยงตัวหนอนไหมจะถ่ายมูลไหมเป็นจำนวนมากทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ การทดลองนี้จึงได้ศึกษาความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมต่อการเจริญเติบโตในผักแพว การทดลองประกอบด้วย 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม (Silkworm Waste Bio-extract ; SWB0) เป็นปัจจัยควบคุม และการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่เจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่า (SWB10, SWB20, SWB30, SWB40) จำนวน 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 กระจ่าง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ผลการทดลองพบว่า ในสัปดาห์ที่ 6 การให้ SWB20 และ SWB30 มีการเจริญเติบโตของผักแพวมากที่สุด โดยมีค่าความสูงต้นเท่ากับ 28.30 และ 27.04 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 38.38 และ 35.88 เซนติเมตร ความยาวใบเท่ากับ 6.12 และ 5.96 เซนติเมตร ความกว้างใบเท่ากับ 2.24 และ 2.22 เซนติเมตร ความเขียวใบเท่ากับ 51.38 และ 47.46 น้ำหนักสดทั้งต้นและรากเท่ากับ 36.80 และ 30.92 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 29.62 และ 24.46 กรัม และน้ำหนักสดรากเท่ากับ 7.18 และ 6.47 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นสามารถใช้ปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมในการผลิตผักแพวอินทรีย์ได้

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต ผักแพว มูลหนอนไหม ความเขียวใบ ปุ๋ยน้ำหมัก

Abstract

Vietnamese coriander (*Polygonum odoratum* Lour.) is a herbaceous plant that is popular to grow as backyard vegetable and local Thai herb. Since the silkworm rearing process had a lot of silkworm excrement as its waste, this experiment was interested in studying the effect of silkworm waste bio-extract at different concentrations on growth in vietnamese coriander. The experiment was designed by completely randomized design (CRD) for 5 treatments in different silkworm waste bio-extract concentrations which are no applying waste bio-extract (SWB0), diluted waste bio-extract to 10, 20, 30 and 40 times (SWB10, SWB20, SWB30 and SWB40). There were 10 replications and 1 plant in each. The result showed that SWB20 and SWB30 had the highest growth after planting for 6 weeks. The plant height of 28.30 and 27.04 cm, plant width of 38.38 and 35.88 cm, leaf length of 6.12 and 5.96 cm, leaf width of 2.24 and 2.2 cm, SPAD value of 51.38 and 47.46, shoot and root fresh weight of 36.80 and 30.92 grams, shoot fresh weight of 29.62 and 24.46 gram, and root fresh weight of 7.18 and 6.47 gram were obtained from SWB20 and SWB30, respectively. Therefore, this is possible to use the silkworm waste bio-extract to produce organic vietnamese coriander.

Keywords: Growth, Vietnamese Coriander, Silkworm Waste, SPAD Value, Bio-extract

บทนำ

ผักแพว มีชื่อสามัญว่า Vietnamese coriander มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Polygonum odoratum* Lour. จัดเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นสูงประมาณ 30 - 35 เซนติเมตร ลำต้นตั้งตรง มีข้อเป็นระยะ ๆ ตามข้อมักมีรากงอกออกมา หรือลำต้นเป็นแบบทอดเลื้อยไปตามพื้นดินและมีรากงอกออกมาตามส่วนที่สัมผัสกับพื้นดิน เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในที่ชื้นแฉะ ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ดและการใช้ลำต้นปักชำ (Okonogi et al., 2016) ใบผักแพวมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย ได้แก่ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร ไขมัน โปรตีน น้ำ ธาตุเหล็ก ธาตุแคลเซียม ธาตุฟอสฟอรัส วิตามินต่าง ๆ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณสารแทนนิน (รัฐพล หงส์เกรียงไกร และคณะ, 2562) ผักชนิดนี้ยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย และช่วยในการชะลอวัย ช่วยป้องกันและต่อต้านมะเร็ง ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยบำรุงประสาท รักษาโรคหัวใจ โรคปอด โรคหอบหืด โรคกระเพาะอาหาร และโรคตับแข็ง ช่วยแก้ท้องเสีย อุจจาระพิการ แก้อาการเจ็บท้อง และแก้อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย นอกจากนี้ส่วนของราก ต้น ใบ และดอก สามารถนำมาปรุงเป็นยาใช้รักษาโรคผิวหนังต่าง ๆ ได้อีกด้วย (จรัส เซ็นนิล, 2556)

การผลิตหมอนไหมมีการผลิตกระจายอยู่กว่า 60 ประเทศทั่วโลก ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในทวีปเอเชีย ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการผลิตหมอนไหมในระดับโลก (กรมหมอนไหม, 2560) ซึ่งการผลิตหมอนไหมมีกระบวนการเลี้ยงและผลิตที่ไม่ยุ่งยากมาก เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ได้จากดักแด้ไหมที่เป็นอาหารโปรตีนสูง รังไหมและเส้นไหมเป็นที่ต้องการของตลาด และมูลของตัวไหมสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้อีกด้วย การทำปุ๋ยน้ำหมักใช้เองในการทำการเกษตร จะช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ย ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดียิ่งขึ้น โดยการเลี้ยงไหมจะมีการนำมูลไหมซึ่งเป็นของเสียที่ได้จากการเลี้ยงไหมมาใช้ทำปุ๋ยหมักตามแนวคิดการทำให้ขยะเหลือน้อยที่สุด จนไม่มีขยะเหลือเป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้จะช่วยลดขยะซึ่งเป็นของเสียจากการเลี้ยงไหม ให้สภาวะสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต และยังช่วยส่งเสริมอาชีพเพิ่มรายได้ครัวเรือนของเกษตรกรและชุมชนให้มีเศรษฐกิจที่ดีและมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นด้วย (อัคร อัคริยมนตรี และคณะ, 2561) จากการรายงานของ ปริญญา ชูละ และคณะ (2563) ได้มีการศึกษาคุณภาพของมูลหนอนไหมที่ได้จากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรปลูกหมอนเลี้ยงไหมบ้านพญาราม โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งด้านกายภาพและเคมี สารสำคัญต่าง ๆ ของมูลหนอนไหม พบว่า มูลหนอนไหมเมื่อทำเป็นปุ๋ยหมัก จะมีปริมาณธาตุอาหารปริมาณสูง เช่น ธาตุไนโตรเจนมีมากกว่า 2% หรือมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ และมีศักยภาพในการพัฒนาไปเป็นปุ๋ยน้ำหมักสำหรับการปลูกพืชต่าง ๆ สอดคล้องกับการรายงานของ ชัยอาทิตย์ อื่นคำ (2559) ได้มีการศึกษาปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี ที่มีการเลี้ยงด้วยโบละหุ่งและใบมันสำปะหลัง พบว่า ปุ๋ยน้ำอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนสูง เหมาะสำหรับการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตในพืชผักและพืชที่ต้องการเร่งการเจริญเติบโตทางใบ ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินและพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี และจากการวิเคราะห์ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี พบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากกว่า มูลไส้เดือนและมูลค่างาวประมาณ 10 เท่า โดยมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.16 0.077 และ 0.258% ตามลำดับ และได้มีการแนะนำอัตราการใช้โดยผสมปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นในอัตราส่วน 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร (อัตราส่วน 4:1) ราดให้ทั่วในแปลงปลูก ทุก ๆ 7 วัน จะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษานำมูลหนอนไหมที่ตัวหนอนไหมถ่ายมูลเป็นของเหลือทิ้งมาทำเป็นปุ๋ยน้ำหมักแล้วนำไปใช้ในการปลูกผัก ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อการเจริญเติบโตของผักแพว หากสามารถใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ดี ก็จะเป็นแนวทางการผลิตผักแพวโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมสำหรับการบริโภค หรือทางอุตสาหกรรมในเชิงการค้าซึ่งสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง

การเตรียมพืชทดลอง โดยการนำต้นแม่พันธุ์ผักแพว จากจังหวัดพิษณุโลก เลือกต้นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ แข็งแรง สมบูรณ์ และไม่มีรอยการทำลายจากศัตรูพืช มาปักชำลงในกระถางขนาด 10 นิ้ว ที่มีวัสดุปลูกผสม ประกอบด้วย ดิน:แกลบดิบ:ถ่านแกลบ:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1:1:1 โดยปริมาตร จำนวน 100 กระถาง มีการให้น้ำทุกวันในปริมาณที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการปลูก และหลังจากปักชำไปแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดี แข็งแรงและสมบูรณ์ มีความสม่ำเสมอ จำนวน 50 กระถาง เพื่อเริ่มการทดสอบการให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม ทำการทดลอง ช่วงเดือน มกราคม – เมษายน 2564 ณ ศูนย์การศึกษาเรียนรู้วิศวกรรมเกษตรทฤษฎีใหม่และเกษตรอินทรีย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ต.หนองสาหร่าย อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี

การเตรียมปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหม ทำตามวิธีการของ ชัยอาทิตย์ อื่นคำ (2559) โดยการนำมูลหนอนไหมแห้งประมาณ 2 กิโลกรัม ใส่ถังขนาด 50 ลิตร เทกาน้ำตาลประมาณ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ผสมกับสารเร่ง พด. 2 ในน้ำเล็กน้อย คนให้เข้ากัน เติมน้ำประมาณ 40 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปิดฝา คนส่วนผสมวันละ 1 ครั้ง เมื่อครบ 14 วัน กรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บใส่ขวด สามารถเก็บไว้ใช้งานได้นาน 6 เดือน ตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และเตรียมสำหรับการนำไปพ่นกับพืชโดยแบ่งความเข้มข้นออกเป็น 4 ระดับเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม (น้ำเปล่า)

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design ; CRD) โดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่เตรียมไว้มาทำการทดลอง มี 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม (Silkworm waste bio-extract; SWB0) เป็นปัจจัยควบคุม (น้ำเปล่า) และการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่า (SWB10, SWB20, SWB30, SWB40) จำนวน 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 กระถาง โดยมีการให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมด้วยวิธีการฉีดพ่นทางใบปริมาตร 50 มิลลิลิตร ต่อกระถาง ทุก ๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 วัดข้อมูลการเจริญเติบโต คือ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ และความกว้างใบ ทำการวัดความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม โดยวัดความยาวใบ และความกว้างใบ ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Calipers) ทุก ๆ สัปดาห์ เป็นจำนวน 6 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์

3.2 ความเขียวใบ ทำการวัดความเขียวใบด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (digital chlorophyll meter) ทุกสัปดาห์เป็นจำนวน 6 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์ รายงานผลเป็น SPAD Unit

3.3 น้ำหนักสดทั้งต้นและราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดราก ทำการวัดผลเมื่อผักแพวมีอายุครบ 6 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์

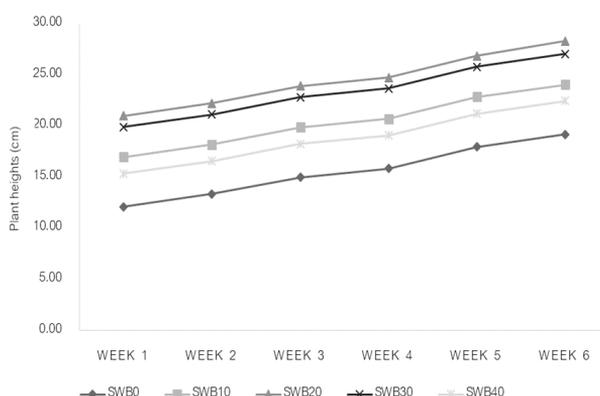
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการทดลองไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความแตกต่างทางสถิติ ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาทดลองความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมจำนวน 5 ทริทเมนต์ที่ให้กับต้นผักแพว โดยปริมาณธาตุอาหาร N P และ K ของแต่ละความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่า มีค่า N เท่ากับ 1.6, 0.8, 0.53 และ 0.4 กรัม มีค่า P เท่ากับ 0.77, 0.385, 0.257 และ 0.193 กรัม ตามลำดับ และมีค่า K เท่ากับ 2.85, 1.29, 0.86 และ 0.645 กรัม ตามลำดับ (ปริยานุช จุลกะ และคณะ, 2563) ส่วนงานทดลองของชัยอาทิษฐ์ อินคำ (2559) ที่ได้ศึกษาปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี มีปริมาณ N P และ K เท่ากับ 0.16, 0.077 และ 0.258 % ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากกว่ามูลไส้เดือนและมูลค่างควาประมาณ 10 เท่า

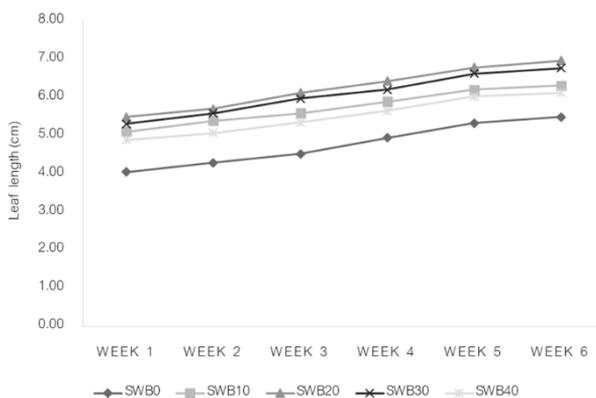
การใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมแต่ละความเข้มข้นมีผลต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ และความเขียวใบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีการบันทึกผลทุกสัปดาห์เป็นจำนวน 6 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้ทริทเมนต์ พบว่าความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ ความกว้างทรงพุ่ม และความเขียวใบมีค่าเพิ่มขึ้นในทุก ๆ สัปดาห์ โดยการให้ SWB20 และ SWB30 มีความสูงต้นในสัปดาห์ที่ 1 เท่ากับ 20.98 และ 19.90 เซนติเมตร ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 6 มีความสูงต้นสูงสุดเท่ากับ 28.30 และ 27.04 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



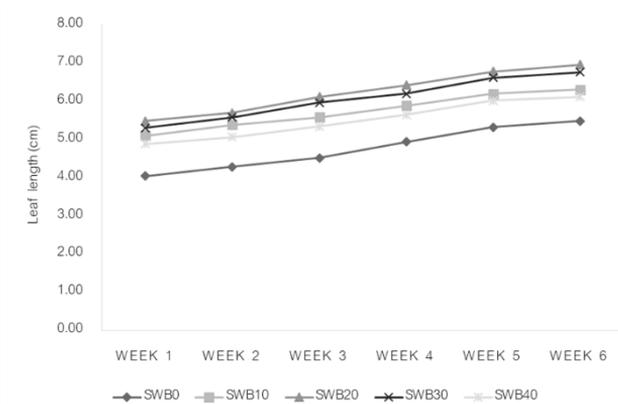
ภาพที่ 1 ความสูงต้นของผักแพวจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 หลังจากเริ่มมีการให้ทริทเมนต์

การให้ SWB20, SWB30 และ SWB10 กับต้นผักแพว พบว่า ส่งผลให้มีความยาวใบมากที่สุด ในสัปดาห์ที่ 1 – 4 โดยในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 6.42, 6.20 และ 5.88 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ในสัปดาห์ที่ 5 – 6 การให้ SWB20 และ SWB30 ต้นมีความยาวใบมากที่สุด โดยสัปดาห์ที่ 5 มีค่าเท่ากับ 6.78 และ 6.62 เซนติเมตร ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเท่ากับ 6.96 และ 6.76 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับงานทดลองของ วิณา นิลวงค์ (2562) ได้ศึกษาผลจากใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก 3 ชนิด ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า พบว่า การใส่น้ำหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด (ปุ๋ยค่างคาว ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยมูลไก่) ทำให้ผักกาดหัวมีความยาวใบสูงที่สุด

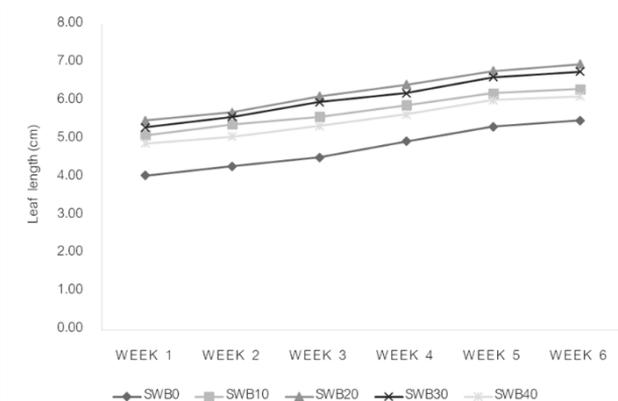
การให้ SWB20, SWB30, SWB10 และ SWB40 ส่งผลให้มีความกว้างใบมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 1 – 3 โดยสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.80, 1.70, 1.58 และ 1.46 เซนติเมตร ตามลำดับ และการให้ SWB20, SWB30 และ SWB10 มีความกว้างของใบมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 – 6 โดยสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.24, 2.22 และ 2.02 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3) การให้ SWB20 และ SWB30 ส่งผลให้มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดในทุกสัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่ 1 มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 26.84 และ 24.30 เซนติเมตร ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเท่ากับ 38.38 และ 35.88 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 2 ความยาวใบของผักแพวจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์

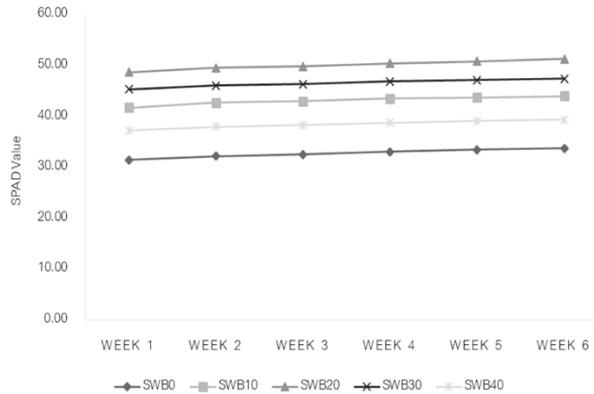


ภาพที่ 3 ความกว้างใบของผักแพวจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์



ภาพที่ 4 ความกว้างทรงพุ่มของผักแพวจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์

การให้ SWB20, SWB30 และ SWB10 มีความเขียวใบมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 48.78, 45.40 และ 41.76 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 2 - 6 พบว่า การให้ SWB20 และ SWB30 ส่งผลให้มีความเขียวใบมากที่สุดโดยสัปดาห์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 49.64 และ 46.16 ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 49.92 และ 46.42 ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 50.50 และ 46.96 ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 5 มีค่าเท่ากับ 50.90 และ 47.20 ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเท่ากับ 51.38 และ 47.46 ตามลำดับ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ความเขียวใบของผักแพวจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 หลังจากเริ่มมีการให้ทริทเมนต์

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ผักแพวที่ได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น SWB20, SWB30 และ SWB10 มีความเขียวใบมากที่สุด เพราะได้รับความเข้มข้นของปุ๋ยที่เพียงพอและเหมาะสมจึงทำให้ใบมีความเขียวกว่าเมื่อเทียบกับทริทเมนต์ที่มีการเจือจางความเข้มข้นมาก SWB50 และทริทเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักเลย (SWB) แต่อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมทุกความเข้มข้นมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าและมีความแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยในทุก ๆ สัปดาห์ ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยมีส่วนประกอบของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบของพืช (ยงยุทธ โอสดสภา, 2558) จึงทำให้ผักแพวที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการไม่ใส่ สอดคล้องกับงานทดลองของ รุศมา มฤปติ และวชิราภรณ์ เรือนแป้น (2563) ได้มีการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแต้ยาย่อม พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรจุลินทรีย์หน่อกล้วยด้วยการรดลงดิน มีผลทำให้ความเข้มข้นสีใบของต้นแต้ยาย่อมสูงที่สุดคือ 40.22 SPAD unit และมีความยาวใบ จำนวนหัว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 16.62 เซนติเมตร 8.70 หัวต่อต้น 149 กรัมต่อต้น และ 48.93 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมแต่ละความเข้มข้นส่งผลต่อน้ำหนักสดทั้งต้นและราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าการใช้ SWB20 และ SWB30 มีน้ำหนักสดทั้งต้นและรากมากที่สุดเท่ากับ 36.80 และ 30.92 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักสดต้นมากที่สุดเท่ากับ 29.62 และ 24.46 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักสดรากมากที่สุดเท่ากับ 7.18 และ 6.47 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น โดยเมื่อผักแพวได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสมและการเจริญเติบโตเต็มที่ จะทำให้ผักแพวมีน้ำหนักสดดีที่สุดในผล การทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเจือจางความเข้มข้นปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมมากเกินไป คือ SWB40 หรือมีการใช้ความเข้มข้นที่มากเกินไป SWB10 ทำให้ต้นผักแพวมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่า SWB20

และ SWB30 ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมของปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมสำหรับการผลิตผักแพว ควรเจือจาง 20 เท่า และ 30 เท่า ซึ่งส่งผลให้ผักแพวมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของ เยาวพล ชุมพล (2564) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตในแปลงเพาะปลูกคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอก ผลการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นคะน้าที่อายุ 56 วันสูงสุด เท่ากับ 46.60 กรัมต่อต้น และสอดคล้องกับงานทดลองของ จาริวัฒน์ ศิริอินทร์ และคณะ (2564) ได้ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดเบบี้เรดคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ ผลการทดลองพบว่าน้ำหมักชีวภาพสูตรพระนครให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 20.22 กรัม และ 0.86 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นน้ำหมักชีวภาพสามารถนำมาใช้ในการผลิตพืชและส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีได้

ตารางที่ 1 น้ำหนักสดทั้งต้นและราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดรากของผักแพวจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อผักแพวมีอายุครบ 6 สัปดาห์หลังจากเริ่มมีการให้ทริทเมนต์

Treatment	Fresh weight (g)		
	Shoot and Root	Shoot	Root
SWB0	16.07 ± 2.34 ^{c1/}	12.34 ± 1.80 ^d	3.72 ± 0.87 ^c
SWB10	23.51 ± 3.77 ^b	17.55 ± 2.80 ^c	5.96 ± 1.30 ^{ab}
SWB20	36.80 ± 4.30 ^a	29.62 ± 2.95 ^a	7.18 ± 1.61 ^a
SWB30	30.92 ± 4.07 ^a	24.46 ± 3.03 ^b	6.47 ± 1.24 ^a
SWB40	18.72 ± 2.38 ^{bc}	14.23 ± 1.89 ^{cd}	4.50 ± 0.56 ^{bc}
F-test	**	**	**
C.V. (%)	13.79	12.99	21.09

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

SWB0 = การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม

SWB10, SWB20, SWB30, SWB40 = การใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่าตามลำดับ

สรุปผลและเสนอแนะ

การให้ปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมที่เจือจาง 20 และ 30 เท่า ทำให้ผักแพวมีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ ความเขียวใบ น้ำหนักสดทั้งต้นและราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดรากมากที่สุด โดยในสัปดาห์ที่ 6 มีความสูงต้นเท่ากับ 28.30 และ 27.04 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 38.38 และ 35.88 เซนติเมตร ความยาวใบเท่ากับ 6.12 และ 5.96 เซนติเมตร ความกว้างใบเท่ากับ 2.24 และ 2.22 เซนติเมตร ค่าความเขียวใบเท่ากับ 51.38 และ 47.46 น้ำหนักสดทั้งต้นและรากเท่ากับ 36.80 และ 30.92 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 29.62 และ 24.46 กรัม และน้ำหนักสดรากเท่ากับ 7.18 และ 6.47 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นสามารถใช้ปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมในผลิตผักแพวอินทรีย์ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมหม่อนไหม. (2560). *ร่างยุทธศาสตร์กรมหม่อนไหมระยะ 20 ปี*. www.qsds.go.th
- จารีวัฒน์ ศิริอินทร์, เจริญ ชีระวรวงค์ และนราศักดิ์ บุญมี. (2564). ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดเบบี้เรดคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์. *วารสารแก่นเกษตร*, 49(2), 304-311.
- จำรัส เซ็นนิล. (2556). ผักแพว ผักพื้นบ้านรสแซบ ลดอ้วนแต่ไม่ลดสารอาหาร. <http://www.jamrat.net/wbtopic.aspx?topicid=244>
- ชัยอาทิตย์ อินคำ. (2559). *ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. <https://www.nnr.nstda.or.th>
- ปริญานุษ จุลกะ, เบญญา มะโนชัย, พิจิตรา แก้วสอน, เกศศิริพันธ์ แสงมณี และเบ็ญจมาศ แก้วรัตน์. (2563). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมูลหนอนไหมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืนของชุมชนที่ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม* [รายงานการวิจัย]. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.
- ยงยุทธ โอสถสภา. (2558). *ชาตอาหารพืช* (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เยาวพล ชุมพล. (2564). ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตค่น้ำ. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 18(1), 34-40.
- รัฐพล หงส์เกรียงไกร, อุซาร์ตัน คำทับทิม, วิริญญา เดชอุดม และวราวุฒิ หวังแวกกลาง. (2562). การกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยตัวดูดซับใบผักแพว. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ชัยบุรี*, 9(1), 31-39.
- รุศมา มฤปดี และวชิราภรณ์ เรือนแป้น. (2563). ผลของการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเต้ายายม่อม. *วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ*, 8(2), 153-164.

- วีณา นิลวงศ์. (2562). ผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวผักกาดหัวและคะน้า. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 21(3), 95-103.
- อัคร์ อัคริมนตรี, รัชนิพร สุทธิภาศิศิลป์, และนริศรา วิจิต. (2561). การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, 12(1), 1-16.
- Okonogi, S., Kheawfu, K., Holzer, W., Unger, F.M., Viernstein, H., & Mueller, M. (2016). Anti-inflammatory effects of compounds from *Polygonum odoratum*. *NaturalProduct Communications*, 11(11), 1651-1654.

ผลของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
ปริมาณคลอโรฟิลล์ และสารประกอบฟีนอลิกรวมในหญ้าหวาน
Effect of Silkworm Waste Bio-Extract on Antioxidant Activity,
Chlorophyll and Total Phenolic Contents in
Stevia rebaudiana Bertoni.

กษิต์เดช อ่อนศรี^{1*} ชีร์สุดา เธียรไทย¹ กัญตนา หลอดทองหลาง¹
เกศินี ศรีปฐมกุล¹ และ อรพรรณ หัสรังค์²
Kasideth Onsrir^{1*}, Thisuda Theanthai¹, Kantana Lodthonglang¹,
Kesinee Sripathomkul¹ and Orapan Hussarang²

¹คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

¹Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University, Lak Hok, Mueang Pathum Thani, Pathum Thani

²Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Tachang, Muang, Chanthaburi

*Corresponding author. E-mail: kasideth.o@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

หญ้าหวานเป็นพืชสมุนไพรที่มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ยาสมุนไพร และการแพทย์กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากใบสามารถช่วยในการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานและลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ การปลูกหญ้าหวานโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ จากกระบวนการเลี้ยงตัวหนอนไหมจะถ่ายมูลเป็นจำนวนมากทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ การทดลองนี้จึงได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และสารประกอบฟีนอลิกรวมในหญ้าหวาน ประกอบด้วย 5 ทริทเมนต์ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม (Silkworm Waste Bio-extract; SWB0) เป็นปัจจัยควบคุม และการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่า (SWB10, SWB20, SWB30, SWB40) จำนวน 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 กระถาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) บันทึกผลเมื่อหญ้าหวานพร้อมเก็บเกี่ยวที่อายุครบ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ผลการทดลองพบว่า การให้ SWB20 ต้นหญ้าหวานมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์รวมสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 8.36 และ 11.00 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ การให้ SWB20 และ SWB30 ส่งผลให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดในค่า EC₅₀ เท่ากับ 19.19 และ 20.01 กรัมน้ำหนักสดต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์บี แคโรทีนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิกรวมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้น

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าการให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 20 เท่า มีประสิทธิภาพที่จะนำไปส่งเสริมเพื่อการผลิตหญ้าหวานอินทรีย์ในอุตสาหกรรมยาได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ๆ

คำสำคัญ: หญ้าหวาน มูลหนอนไหม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คลอโรฟิลล์ สารประกอบฟีนอลิกรวม

Abstract

Stevia (Stevia rebaudiana Bertonii.) is a medicinal plant that normally uses for beverage, pharmaceutical and medicinal sectors because its leaves can recover diabetes mellitus and decrease blood glucose level. *Stevia* cultivation using organic fertilizer will maintain soil fertility as well as reduce cost from using inorganic fertilizer. Silkworm rearing process produces a lot of silkworm excrement as its waste. Therefore, this experiment aimed to study the effect of silkworm waste bio-extract at different concentrations on antioxidant activity, chlorophyll and total phenolic contents in *stevia*. The experiment worked on five treatments which were no applying silkworm waste bio-extract (SWB0) and different diluted silkworm waste bio-extract concentrations: 10, 20, 30 and 40 times (SWB10, SWB20, SWB30 and SWB40, respectively). There were 10 replications and 1 pot in each. The experiment was designed in Complete Randomized Design (CRD) The results were recorded after planting for 6 weeks. It has been shown that the highest chlorophyll A and total chlorophyll contents (8.36 and 11.00 g/L, respectively) were obtained from SWB20. In addition, SWB20 and SWB30 had the greatest antioxidant activities which EC₅₀ of 19.19 and 20.01 gFW/L, respectively. The contents of chlorophyll b, carotenoid and total phenolic compounds were not statistically significant among the treatments. Therefore, silkworm waste bio-extract could be used to grow organic *stevia* for medicinal purposes.

Keywords: *Stevia*, Silkworm Droppings, Antioxidant Activity, Chlorophyll, Total Phenolic Compounds

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทย ยังมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยพืชสมุนไพร เพื่อนำมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นใช้เป็นยารักษาโรค การใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางหรืออาหารเสริม ซึ่งพืชสมุนไพรที่พบตามท้องถิ่นของไทยหลายชนิดนอกจากจะสามารถรับประทานเป็นผักหรือผลไม้ แล้วยังมีฤทธิ์ที่สำคัญอีกมากมาย (วิชนี มัธยม และคณะ, 2563) รวมทั้งสมุนไพรและผักพื้นบ้านมีสรรพคุณและคุณค่าทางตัวยามาก และมีผลข้างเคียงน้อยกว่ายาเคมีหรือสังเคราะห์ (รุ่งทองแสง ชั้นสุวรรณ, 2558) หญ้าหวานเป็นพืชสมุนไพรจากธรรมชาติที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีคุณสมบัติโดดเด่นด้านการให้ความหวานมากกว่าน้ำตาล 15 - 30 เท่า ซึ่งเป็นสารที่ให้ความหวานประเภท Glycoside ได้แก่ Stevioside และ Rebaudioside ข้อดีของ Stevioside คือ ทนทานต่อความร้อนและสภาพเป็นกรดได้ดี (ช่วง pH ประมาณ 3 - 5) แต่จะสลายตัวเมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นด่างสูง หญ้าหวาน มีชื่อสามัญว่า Stevia มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia rebaudiana* Bertoni. เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศบราซิลและทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศปารากวัยในทวีปอเมริกาใต้ จัดเป็นพืชล้มลุกอายุประมาณ 3 ปี ลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย มีความสูงประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร มีลำต้นแข็งและกลม ลักษณะทั่วไปคล้ายต้นโหระพา ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ดและการใช้กิ่งชำปลูก ใบหญ้าหวานเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบคล้ายรูปหอกหัวกลับ ขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย มีรสหวานมาก ใช้แทนน้ำตาลได้ ดอกหญ้าหวาน ออกดอกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง ดอกมีสีขาว ดอกเล็ก กลีบเป็นรูปไข่สีขาวเล็กมาก มีเกสรตัวผู้เป็นสีขาวงอไปมา ยื่นออกมาเล็กน้อย (Yadav et al., 2011) สำหรับประเทศไทยได้มีการนำหญ้าหวานเข้ามาปลูกเป็นระยะเวลากว่า 20 ปี โดยเฉพาะปลูกกันมากในภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และเชียงราย เนื่องจากพืชชนิดนี้จะชอบอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิประมาณ 20 - 26 องศาเซลเซียส และจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกในที่สูงจากระดับน้ำทะเล 600 - 700 เมตร (หทัยชนก กันตรง, 2558) หญ้าหวานมีสรรพคุณช่วยเพิ่มกำลัง ช่วยให้เลือดไปเลี้ยงสมองช่วยในการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน ลดระดับน้ำตาลในเส้นเลือดเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยลดไขมันในเลือดสูง ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง และโรคอ้วน ช่วยบำรุงตับ และช่วยสมานแผลทั้งภายในและภายนอกด้วย (Jahan et al., 2010) นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยย่อยอาหาร ป้องกันฟันผุ รักษาบาดแผล มีดัชนีไกลซีมิก เท่ากับศูนย์ ดังนั้นจะไม่มีผลต่อระบบน้ำตาลในเลือด หลังจากบริโภคและยังช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด รักษาผู้ป่วยเบาหวาน ความดันโลหิตสูง อหิวาตกโรค โรคท้องร่วงอื่น ๆ และลดคอเลสเตอรอล (สุพัตถณกิจ โพธิ์สว่าง, 2563) อีกทั้งหญ้าหวานเป็นสมุนไพรที่ได้รับความสนใจทั้งทางด้านอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม การแพทย์ และยาสมุนไพร ในอดีตชาวพื้นเมืองปารากวัยได้ใช้หญ้าหวานผสมกับชาเพื่อดื่ม ต่อมาประเทศญี่ปุ่นก็ได้นำมาใช้ผสมกับอาหาร เช่น เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว ผักดอง และเนื้อปลาสด เป็นต้น (หทัยชนก กันตรง, 2558)

การผลิตหมอนไหมมีการผลิตกระจายอยู่กว่า 60 ประเทศทั่วโลก ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในทวีปเอเชีย ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการผลิตหมอนไหมในระดับโลก (กรมหมอนไหม, 2560) ซึ่งการผลิตไหมมีกระบวนการเลี้ยงและผลิตที่ไม่ยุ่งยากมาก เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ได้จากดักแด้ไหม

ที่เป็นอาหารโปรตีนสูง รังไหมและเส้นไหมเป็นที่ต้องการของตลาด และมูลของตัวไหมสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้อีกด้วย การทำปุ๋ยน้ำหมักใช้เองในการทำการเกษตร สามารถช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ย ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดียิ่งขึ้น โดยการปลูกหม่อนเลี้ยงไหม มีการนำมูลไหมซึ่งเป็นของเสียที่ได้จากการเลี้ยงไหมมาใช้ทำปุ๋ยหมักตามแนวคิดการทำให้ขยะเหลือน้อยที่สุด จนไม่มีขยะเหลือเป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้จะช่วยลดขยะซึ่งเป็นของเสียจากการเลี้ยงไหม ให้สภาวะสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต และยังช่วยส่งเสริมอาชีพเพิ่มรายได้ครัวเรือนของเกษตรกรและชุมชนให้มีเศรษฐกิจที่ดี และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นด้วย (อัคร อัคริมนตรี และคณะ, 2561) จากการรายงานของ ปริญญา จุลกะ และคณะ (2563) ได้มีการศึกษาคุณภาพของมูลหนอนไหมที่ได้จากวิทยาสถาภิบาลชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรปลูกหม่อนเลี้ยงไหมบ้านพญาราม ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งด้านกายภาพและเคมี สารสำคัญต่าง ๆ ของมูลหนอนไหม พบว่า มูลหนอนไหมเมื่อทำเป็นปุ๋ยหมัก จะมีปริมาณธาตุอาหารปริมาณสูง เช่น ธาตุไนโตรเจนมีมากกว่า 2% หรือมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ และมีศักยภาพในการพัฒนาไปเป็นปุ๋ยน้ำหมักสำหรับการปลูกพืชต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้นำมูลหนอนไหมที่ตัวหนอนไหมถ่ายมูลที่เป็นของเหลือทิ้งมาทำเป็นปุ๋ยน้ำหมัก จากนั้นนำมาใช้ในการปลูกหญ้าหวาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์และสารประกอบฟีนอลิกรวมในหญ้าหวาน หากสามารถใช้ปุ๋ยน้ำหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ดี จะเป็นแนวทางในการผลิตหญ้าหวานโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหมสำหรับอุตสาหกรรมยา และการลดการใช้ปุ๋ยเคมีต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง

การเตรียมพืชทดลอง โดยคัดเลือกต้นพันธุ์หญ้าหวานที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ แข็งแรงสมบูรณ์ และไม่มีรอยการทำลายจากศัตรูพืช มาปักชำลงในกระถางขนาด 10 นิ้ว กระถางละ 1 กิ่ง วัสดุปลูกผสม ประกอบด้วย ดิน:แกลบดิบ:ถ่านแกลบ:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1:1:1 โดยปริมาตร จำนวน 100 กระถาง มีการให้น้ำทุกวันในปริมาณที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการปลูก และหลังจากทำการปักชำไปแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดี แข็งแรงและสมบูรณ์ จำนวน 50 กระถาง เพื่อเริ่มการทดสอบการให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม ทำการทดลอง ณ ศูนย์การศึกษาเรียนรู้วัดกรรมเกษตรทฤษฎีใหม่และเกษตรอินทรีย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ต.หนองสาหร่าย อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี

การเตรียมปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหม ทำตามวิธีการของชัยอาทิตย์ อื่นคำ (2559) โดยการนำมูลหนอนไหมแห้งประมาณ 2 กิโลกรัม ใส่ถังขนาด 50 ลิตร เทกาน้ำตาลประมาณ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ผสมกับสารเร่ง พด. 2 ในน้ำเล็กน้อย คนให้เข้ากัน เติมน้ำประมาณ 40 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปิดฝา คนส่วนผสมวันละ 1 ครั้ง เมื่อครบ 14 วัน กรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บใส่ขวด สามารถเก็บไว้ใช้งาน

ได้นาน 6 เดือน ตรวจสอบค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และเตรียมสำหรับการนำไปพ่นกับพืชโดยแบ่งความเข้มข้นออกเป็น 4 ระดับเปรียบเทียบกับสารไม่ใช้สาร (น้ำเปล่า)

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) โดยใช้ น้ำหมักมูลหนอนไหมที่เตรียมไว้มาทำการทดลอง มี 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม (Silkworm waste bio-extract; SWB0) เป็นปัจจัยควบคุม (น้ำเปล่า) และการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่า (SWB10, SWB20, SWB30, SWB40) จำนวน 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 กระจ่าง โดยให้ปุ๋ยด้วยการฉีดพ่นทางใบปริมาณ 50 มิลลิลิตร ต่อกระจ่าง ทุก ๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อหญ้าหวานมีอายุครบ 6 สัปดาห์หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์ บันทึกผลการทดลองและนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's multiple range test

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl; DPPH)

ทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดัดแปลงตามวิธีการของ Predner et al. (2008) โดยสกัดสารในใบหญ้าหวานด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (w/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เริ่มจากนำสารละลายที่สกัดได้ไปเจือจางที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้ว เก็บไว้ในที่มืดนาน 20 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1780 ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดังสมการด้านล่าง และนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟเพื่อหาค่า EC_{50} โดยแทนค่า $y = 50$ ในสมการเส้นตรงที่ได้จากการสร้างกราฟ จะได้ค่า x คือความเข้มข้นที่ทำให้อนุมูลอิสระลดลง

$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ} = [(A_{517} \text{ blank} - A_{517} \text{ sample}) / A_{517} \text{ blank}] \times 100 \quad (1)$$

$A_{517} \text{ blank}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

$A_{517} \text{ sample}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดผสมกับสาร DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

3.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์รวม

ทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์รวม โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Rakesh et al. (2009) ทำการสุ่มตัวอย่างใบหญ้าหวาน นำมาทำความสะอาด ตัดใบให้มีขนาด 3-4 เซนติเมตร โดยไม่เอาเส้นใบ ชั่งใบแต่ละทรีทเมนต์ให้มีน้ำหนัก 30 มิลลิกรัม แล้วนำมาสกัดด้วยเอทานอล 95% ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เก็บในที่มืดและแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์ โดยนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1780 ที่มีความยาวคลื่น 470, 644 และ 649 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์รวม ดังสมการ

$$\text{Chlorophyll A (ChlA)} = (13.36 \times A_{664}) - (5.19 \times A_{649}) \tag{2}$$

$$\text{Chlorophyll B (ChlB)} = (27.43 \times A_{649}) - (8.12 \times A_{664}) \tag{3}$$

$$\text{Total Chlorophyll} = \text{Chlorophyll A} + \text{Chlorophyll B} \tag{4}$$

$$\text{Total Carotenoids} = [(1000 \times A_{470}) - 2.13\text{ChlA} - 97.64\text{ChlB}]/209 \tag{5}$$

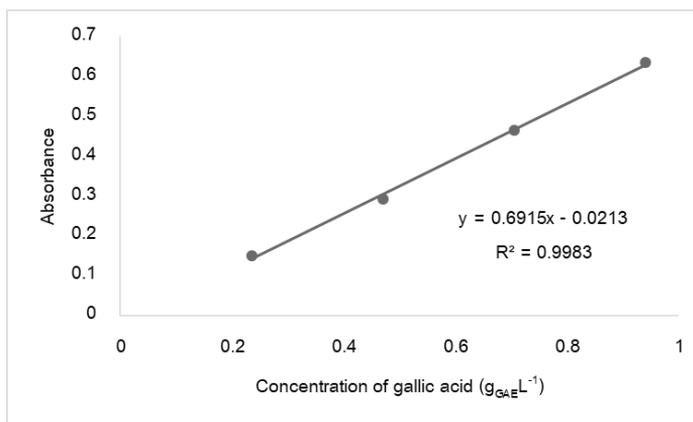
A_{470} sample = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร

A_{649} sample = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ความยาวคลื่น 649 นาโนเมตร

A_{664} sample = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ความยาวคลื่น 664 นาโนเมตร

3.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ดัดแปลงตามวิธีการของ Gao et al. (2000) ทำการสกัดสารใบหญ้าหวานด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (w/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้สารสกัด 0.1 มิลลิลิตร เติมนลงในหลอดที่มีน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และเติม Folin & Ciocalteu’s phenol reagent 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที จากนั้นเติม 20 % โซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 60 นาทีในที่มีด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตรด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (ภาพที่ 1) รายงานผลเป็นสารประกอบฟีนอลิกรวม (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตร)



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาทดลองความเข้มข้นของน้ำหมักมูลหนอนไหมจำนวน 5 ทรีทเมนต์ที่ให้กับต้นหญ้าหวาน ได้มีการศึกษาปริมาณธาตุอาหาร N P และ K ของปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม โดยมีปริมาณ N P และ K เท่ากับ 0.16, 0.077 และ 0.258 % ตามลำดับ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่า จึงทำให้มีค่า N เท่ากับ 1.6, 0.8, 0.53 และ 0.4 กรัม มี P เท่ากับ 0.77, 0.385, 0.257 และ 0.193 กรัม และมี K เท่ากับ 2.85, 1.29, 0.86 และ 0.645 กรัม ตามลำดับ ส่วนงานทดลองของ ซัยอาทิตย์ อินคา (2559) ที่ได้มีการศึกษาปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากกว่ามูลไส้เดือนและมูลค่างควาประมาณ 10 เท่า

ตารางที่ 1 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของหญ้าหวานจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อหญ้าหวานมีอายุครบ 6 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์

Treatment	DPPH scavenging activity EC_{50} ($g_{FW} L^{-1}$)	Total phenolic compound ($g_{GAE} L^{-1}$)
SWB0	22.40 ± 0.24 d ^{1/}	5.59 ± 0.75
SWB10	20.84 ± 0.31 b	5.63 ± 0.66
SWB20	19.19 ± 0.55 a	5.67 ± 0.68
SWB30	20.01 ± 0.24 a	5.65 ± 0.74
SWB40	21.87 ± 0.26 c	5.61 ± 0.91
F-test	**	ns
C.V. (%)	1.64	13.42

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ SWB0 = การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม SWB10, SWB20, SWB30, SWB40 = การใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่าตามลำดับ

การใช้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมแต่ละความเข้มข้นมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์รวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์รวมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยบันทึกผลเมื่อหญ้าหวานมีอายุครบ 6 สัปดาห์หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์ พบว่า การให้ SWB20 และ SWB30 ส่งผลให้หญ้าหวานมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 19.19 และ 20.01 กรัมน้ำหนักสด

ต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) การให้ SWB20 พบว่า ต้นหญ้าหวานมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์รวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.36 และ 11.00 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนต้นหญ้าหวานที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลหอนไหมทุกความเข้มข้นและปัจจัยควบคุม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 5.59 - 5.67 กรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อลิตร (ตารางที่ 1) ปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 1.46 - 2.64 กรัมต่อลิตรและปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 1.59 - 2.53 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของ กมลทิพย์ เรารัตน์ (2551) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตคุณภาพการสีและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าวในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวม และสอดคล้องกับงานทดลองของ ปริญญาตรี ศรีตันทิพย์ และคณะ (2559) ได้มีการศึกษาหาอัตราที่เหมาะสมของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินชนิดผง (แมโจ®) 5 อัตรา คือ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ตันต่อไร่ในการผลิตผักเชียงดาให้มีคุณภาพ ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 0.5 - 2.0 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักยอดรวมต่อต้นต่อเดือน และจำนวนยอดรวมต่อต้นต่อเดือนสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน แต่ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์รวมของหญ้าหวานจากการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อหญ้าหวานมีอายุครบ 6 สัปดาห์หลังจากเริ่มมีการให้ทรีทเมนต์

Treatment	Chlorophyll A (g _{FW} L ⁻¹)	Chlorophyll B (g _{FW} L ⁻¹)	Total Chlorophyll (g _{FW} L ⁻¹)	Total Carotenoid (g _{FW} L ⁻¹)
SWB0	3.01 ± 0.79 c ^{1/}	1.46 ± 0.64	4.47 ± 1.12 c	1.59 ± 0.31
SWB10	5.54 ± 1.14 b	1.92 ± 1.01	7.46 ± 1.02 b	1.98 ± 0.75
SWB20	8.36 ± 0.46 a	2.64 ± 0.74	11.00 ± 0.93 a	2.53 ± 0.41
SWB30	6.17 ± 1.09 b	2.15 ± 0.63	8.32 ± 1.70 b	2.33 ± 0.23
SWB40	5.10 ± 0.89 b	1.76 ± 0.97	6.86 ± 1.10 bc	1.88 ± 0.60
F-test	**	ns	**	Ns
C.V. (%)	12.08	13.05	15.83	14.05

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ SWB0 = การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหอนไหม SWB10, SWB20, SWB30, SWB40 = การใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 เท่าตามลำดับ

สรุปผลและเสนอแนะ

การให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 20 เท่า (SWB20) ส่งผลให้หญ้าหวานมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์รวมมากที่สุด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด ดังนั้นจากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าการให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 20 เท่า มีประสิทธิภาพที่จะนำไปส่งเสริมเพื่อการผลิตหญ้าหวานอินทรีย์ในอุตสาหกรรมยาได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพย์ เรารัตน์. (2551). *ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตคุณภาพการสีและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าวในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา* [วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กรมหม่อนไหม. (2560). *ร่างยุทธศาสตร์กรมหม่อนไหมระยะ 20 ปี*. เข้าถึงได้จาก www.qsds.go.th
- ชัยอาทิตย์ อ้นคำ. (2559). *ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี่*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. <https://www.nnr.nstda.or.th>
- ปริญญาวัตี ศรีตันทิพย์, ชิติ ศรีตันทิพย์ และณัฐธยาน์ ะวีไส. (2559). *ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดิน ผลผลิตส่วนที่บริโภคได้และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักเชียงดา*. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 3(พิเศษ), 50-56.
- ปริยานุช จุลกะ, เบญญา มะโนชัย, พิจิตรา แก้วสอน, เกศศิรินทร์ แสงมณี และเบ็ญจมาศ แก้วรัตน์. (2563). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมูลหนอนไหมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืนของชุมชนที่ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม* [รายงานการวิจัย]. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.
- รุ่งทอแสง ชั้นสุวรรณ. (2558). *ความรู้และปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมกรรมการบริโภคเครื่องสำอางทั่วไปของสมุนไพร*. *วารสารการเมือง การบริหาร และกฎหมาย*, 8(1), 293-321.
- วิชนี มัธยม, กานดาวดี โนชัย, กัญญา กอแก้ว, กาญจนา พิศาภาค และดารานัย รมเมือง. (2563). *การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระของน้ำมะหาด*. *วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ*, 8(2), 187-198.
- สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง. 2563. *หญ้าหวาน*. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. <https://www.doa.go.th/>
- หทัยชนก กันตรง. (2558). *หญ้าหวาน สมุนไพรที่มีรสหวานแต่เปี่ยมไปด้วยคุณค่า*. *วารสารอาหาร*, 45(3), 41-44.
- อัคร์ อัคริยมนตรี, รัชนิพร สุทธิภาศิลป์, และนริศรา วิจิต. (2561). *การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก*. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, 12(1), 1-16.

- Jahan, I. A., Mostafa, M., Hossain, H., Nimmi, I., Sattar, A., Alim, A., & Moeiz, S.M.I. (2010). Antioxidant activity of *Stevia rebaudiana* Bert. leaves from Bangladesh. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*, 13(2), 67-75.
- Predner, D., Hsieh, P. Ch., Lai, P. Y., & Charles, A. L. (2008). Evaluation of drying methodson antioxidant activity, total phenolic and total carotenoid contents of sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) var. Tainong73. *Journal of International Cooperation*, 3(2), 73-86.
- Rakesh, M., Gabriela, M., Benjamin, L., & Stephanie, L. (2009). Development of a standardized methodology for quantifying total chlorophyll and carotenoids from foliage of hardwood and conifer tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 39, 849-861.
- Yadav, A. K., Singh, S., Dhyani, D., & Ahuja, P. S. (2011). A review on the improvement of Stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(1), 1-27.

ผลของการใช้สารกลุ่มไซโตไคนินต่อการเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Cytokinin on Shoots and Leaves of Cannabis *in vitro*กษิดิ์เดช อ่อนศรี^{1*} จุฑาภรณ์ พรหมชา¹ กัญตนา หลอดทองหลาง¹เกศินี ศรีปฐมกุล¹ และ อรพรรณ หัสรังค์²Kasideth Onsri^{1*}, Juthapat Phromcha¹, Kantana Lodthonglang¹,Kesinee Sripathomkul¹ and Orapan Hussarang²¹คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี¹Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University, Lak Hok, Mueang Pathum Thani, Pathum Thani²Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Tachang, Muang, Chanthaburi

*Corresponding author. E-mail: kasideth.o@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

กัญชาเป็นพืชล้มลุกที่ได้รับการยอมรับในการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์อย่างมาก เนื่องจากการช่วยในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้ จึงทำให้กัญชาเป็นพืชที่มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มมากขึ้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นวิธีการขยายพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพแต่ความเหมาะสมของฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชนั้นมีการตอบสนองแตกต่างกันไป โดยเฉพาะฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนินที่มีความสำคัญต่อการชักนำให้เกิดชิ้นส่วนใหม่ การทดลองนี้จึงได้ศึกษาการใช้ฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนิน คือ เบนซิลอะดีนีน (6-benzyladenine:BA) และไคนิติน (6-furfurylaminopurine: Kinetin) ในอัตราส่วนที่ต่างกันบนอาหารแข็งสูตร MS เพื่อศึกษาการเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อ ประกอบด้วย 6 หน่วยทดลอง ได้แก่ อาหารแข็งสูตร MS (MS control) เป็นปัจจัยควบคุม อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม Kinetin 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+kinetin 1.5 mg/l) อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+BA 0.25 mg/l) และอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับ kinetin 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1.5 mg/l) จำนวน 50 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) บันทึกผลเมื่อกัญชามีอายุครบ 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ และจำนวนใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดย MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l มีการเกิดยอดใหม่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.56 ยอดต่อต้น และมีการเกิดใบใหม่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 12.64 ใบต่อต้น ดังนั้นสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการผลิตกัญชาในสภาพปลอดเชื้อต่อไปได้

คำสำคัญ: ไซโตไคนิน เบนซิลอะดีนีน ไคนิติน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ กัญชา

Abstract

Cannabis is an herbaceous plant that is accepted for medical use because it can recover in various conditions. This makes the cannabis to be trend for higher demand. Tissue culture is an efficient cultivation, but the appropriate hormone to promote the growth of explant is different response in each plant. Cytokinin is a plant hormone which is important to induct the new shoot. This experiment aimed to study the effect of cytokinins that were BA and Kinetin in different ratio on MS media to induct the shoot and leaves *in vitro*. This experiment worked for 6 treatments such as only MS (control), MS + 1.5 mg/l Kinetin, MS + 0.25 mg/l BA + 0.5 mg/l Kinetin, MS + 0.25 mg/l BA + 1 mg/l Kinetin, and MS + 0.25 mg/l BA + 1.5 mg/l Kinetin. These had total 50 repetitions. The experiment was designed in completely randomized design (CRD). The data were collected on 8th week of shoot and leaves. The result showed that MS + 0.25 mg/l BA + 0.5 mg/l Kinetin had the highest shoot and leaves induction (7.56 shoots/plant and 12.63 leaves/plant, respectively). Therefore, this information can be used for a basic and a guideline for cannabis production *in vitro* forwardly.

Keywords: Cytokinins, Benzyladenine, Kinetin, Tissue culture, Cannabis

บทนำ

กัญชาเป็นพืชที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตมนุษย์ในแง่ของการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกัญชามาเป็นเวลานาน โดยมีการใช้ประโยชน์จากกัญชามายาวนานกว่า 4,000 ปี เช่น เป็นอาหารคนหรือสัตว์ ใช้เป็นสิ่งเสพติดเพื่อการผ่อนคลาย หรือใช้ทำอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เชือกหรือเสื้อผ้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำกัญชามาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์อย่างต่อเนื่อง (ระพีพงศ์ สุพรรณไชยมาตย์ และ โชชิตา ภาวสุทธิไพศิฐ, 2561) กัญชา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. จัดเป็นพืชในวงศ์ Cannabaceae เป็นพืชล้มลุกอายุปีเดียว ดอกแยกเพศต่างต้น (Deoecious) แต่อาจพบที่เป็นแบบดอกแยกเพศร่วมต้น (Monoecious) ได้ กัญชาพบอยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่น ในหลายทวีปทั่วโลก เช่น เอเชีย อเมริกาใต้ และตะวันออกกลาง กัญชาจัดเป็นพืชล้มลุกและมีอายุเพียงปีเดียว สามารถเจริญเติบโตจนมีความสูงได้ประมาณ 1 - 3 เมตร ลักษณะลำต้นมีขนาดเล็ก ตั้งตรง เป็นเหลี่ยม หลังจากออกดอกแล้วจะหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้น (ชยันต์ พิเชียรสุนทร, 2561) การขยายพันธุ์กัญชาแบบใช้เมล็ดได้สนับสนุนความต้องการของภาคการเกษตรและส่งเสริมการพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์ แต่ด้วยแนวปฏิบัติด้านพืชสวนสมัยใหม่ สำหรับอุตสาหกรรมกัญชา วิธีการตัดชิ้นส่วนจากต้นหรือการโคลนนิ่งแบบดั้งเดิมและการขยายพันธุ์ในหลอดทดลองของพืชที่มีมูลค่าสูง ได้กลายเป็น

แนวทางปฏิบัติกันโดยทั่วไป โดยการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ จากลำต้น มีจุดประสงค์เพื่อรักษาความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมและลักษณะที่เหมือนกัน โดยการโคลนนิ่งแบบดั้งเดิมเป็นการตัดก้านจากต้นแม่พันธุ์ที่แข็งแรงและการเตรียมสภาพแวดล้อมเพื่อการทำรากสำหรับต้นโคลนที่เพิ่งตัดใหม่ (Adhikary et al., 2021) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือการนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ น้ำตาล วิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์และควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสงและความชื้น ขึ้นส่วนเหล่านี้มีการเจริญเติบโตและมีการพัฒนาได้หลายรูปแบบ เช่น สามารถพัฒนาเป็นแคลลัส (Callus Formation) แล้วพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ หรือขึ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงพัฒนาเป็นอวัยวะ (Organogenesis) จากนั้นจึงพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์หรือมีการพัฒนาเป็นคัพภะ ก่อนแล้วพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ ขึ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมื่อตัดแบ่งเป็นชิ้นๆ แล้วทำการเปลี่ยนอาหาร เนื้อเยื่อดังกล่าวยังคงมีความสามารถในการเพิ่มปริมาณได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด สุดท้ายจะได้ต้นที่มีลักษณะเหมือนกันจำนวนมาก ด้วยความนิยมและประโยชน์ที่แพร่หลายของกัญชา ทำให้กัญชาเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในภูมิภาคต่างๆทั่วโลก สำหรับประเทศไทยนั้นเป็นชาติแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีการอนุญาตให้ศึกษาและวิจัยกัญชาเพื่อประโยชน์ในทางการแพทย์ จากการแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 ซึ่งมีผลให้สามารถนำกัญชาไปทำการศึกษาวิจัยเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ได้ เนื่องจากกัญชาเป็นพืชที่มีประโยชน์ในทางการแพทย์ (อารีญา กฤดาตระกูล, 2561) ซึ่งในปัจจุบันใช้ประมวลกฎหมายยาเสพติด พ.ศ. ๒๕๖๔ ได้ยกเลิกพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.๒๕๒๒ แล้วแต่ก็สามารถนำกัญชาไปทำการศึกษาวิจัยเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ได้ (กฎกระทรวง เรื่อง การขออนุญาตและการอนุญาตฯ, 2564) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกัญชาจึงมีความสำคัญต่อวงการการแพทย์เป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการศึกษาสารสำคัญที่มีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของต้นกัญชา ยกตัวอย่างเช่น ดอก ใบ โดยสารสำคัญที่พบในกัญชาและเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย ได้แก่ Delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) และ Cannabidiol (CBD) (ระพีพงศ์ สุพรรณไชยมาศย์ และโชษิตา ภาวสุทธิพิศธิฐ, 2561) สารออกฤทธิ์สำคัญ delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) ซึ่งมีฤทธิ์ต่อจิตประสาท และสาร Cannabidiol (CBD) ที่ไม่มีฤทธิ์ต่อจิตประสาท กัญชาไทยจะมี THC มากกว่า CBD โดยจากการวิเคราะห์ใบกัญชาแห้งสายพันธุ์ไทยมีปริมาณ THC โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1-2 มิลลิกรัม/ใบ ส่วนใบกัญชาใบสดจะมี THCA ที่ไม่มีฤทธิ์เมาเป็นส่วนใหญ่แต่เมื่อถูกแสงหรือความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงจาก THCA เป็น THC สารสำคัญดังกล่าว ถูกใช้เพื่อรักษาในหลากหลายอาการ สามารถช่วยเยียวยาและบรรเทาความเจ็บป่วยหรือความผิดปกติทางร่างกายและจิตใจ เช่น อาการเจ็บปวด โรคความดันในลูกตา ต้อหิน อาการคลื่นไส้ โรคหอบหืด โรคซึมเศร้า โรคนอนไม่หลับ และโรคเกี่ยวกับเส้นประสาท เป็นต้น (Adhikary et al., 2021)

อาหารเพาะสำหรับเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นสิ่งสำคัญ โดยสูตรอาหารที่นิยมใช้กันคือ MS (Murashige and Skoog) โดยมีส่วนช่วยในการงอกของส่วนต่าง ๆ และการฟื้นฟูต้นเป็นอย่างดี เนื่องจากมีระดับไนโตรเจนที่สูงทั้งในรูปของไนเตรตและในรูปของแอมโมเนียมที่มีอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรตค่อนข้างสูง (Phillips & Garda, 2019) สารในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประกอบด้วยธาตุอาหาร

หลักและธาตุอาหารรองที่จำเป็นทั้งหมดที่พืชต้องการ เช่น วิตามิน สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth regulators) และคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีสารอินทรีย์อื่น ๆ เป็นสารเติมแต่งเสริม (Shahzad et al., 2017) หนึ่งในสารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อคือฮอร์โมน ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ได้ตามธรรมชาติในพืชชั้นสูงและสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ มีความสำคัญคือมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช และเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างหรือสังเคราะห์ขึ้น รวมถึงฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นหรือยับยั้งหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีววิทยาของพืช โดยมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาของต้นพืชให้เป็นปกติ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของส่วนเนื้อเยื่อพืชให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์จำเป็นต้องได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ครบถ้วน สารควบคุมการเจริญเติบโต แบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตโคติน เอทิลีน และสารปลดปล่อยเอทิลีน (พีเรเดซ ทองอำไพ, 2537) ไซโตโคตินถูกสังเคราะห์ขึ้นที่บริเวณปลายรากและจะถูกส่งไปที่บริเวณยอดพืช ในแง่ของคุณสมบัติ ไซโตโคตินมีอิทธิพลต่อการแบ่งเซลล์ ควบคุมการสร้างอวัยวะ และกระตุ้นการแตกตาข้าง โดยช่วยกระตุ้นให้เซลล์เกิดการแบ่งตัวได้อย่างรวดเร็ว และเร่งให้เนื้อเยื่อพืชเจริญไปเป็นยอดและต้น จึงมีประโยชน์สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นอย่างมาก ฮอร์โมนกลุ่มไซโตโคตินที่พบในพืชได้แก่ zeatin ส่วนชนิดที่สังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ได้แก่ BA และ Kinetin เป็นต้น (Phillips and Garda, 2019) ดังนั้นการศึกษาทดลองครั้งนี้เพื่อหาปริมาณการใช้ BA และ Kinetin ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชต่อเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้สารกลุ่มไซโตโคตินในการควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมบนอาหารสูตร MS สำหรับการผลิตต้นกัญชาด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง

การเตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดต้นกัญชา ใช้อาหารสูตร MS ผสมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช กลุ่ม Cytokinin ชนิด 6-benzyladenine (BA) กับ 6-furfurylaminopurine (kinetin) โดยมีส่วนผสมของ Murashige & Skoog basal medium with vitamins M519 หรือ (MS) 2.21 กรัม น้ำตาลทราย 15 กรัม และผงวุ้น 3.5 กรัม ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร คนให้ MS สำเร็จรูปกับน้ำตาลทรายละลายเข้ากันแล้วนำไปปรับค่า pH เป็น 5.8 หลังจากนั้นนำมาต้มให้เดือดแล้วจึงใส่ผงวุ้นแล้วคนต่อจนผงวุ้นละลายใส นำไปเติม BA และ kinetin ตามหน่วยทดลองต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ให้หายเดือดแล้วตักใส่ขวดแก้วขวดละ 20 มิลลิลิตรต่อขวด ปิดฝาแล้วนำไปเข้าตู้หมักฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำร้อนแรงดันสูง (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำเป็น 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะเวลา 15 นาที

การเตรียมพืชทดลอง เก็บตัวอย่างต้นกัญชาจากสถานีทดลองกัญชาทางการแพทย์มหาวิทยาลัยรังสิต โดยการตัดยอดบนสุดที่มีตาข้างจำนวน 4 ตาข้างและมีความยาวของแต่ละยอดขนาด

3 - 4 เซนติเมตร จากต้นกัญชาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน เลือกต้นที่มีลักษณะสมบูรณ์และแข็งแรง จำนวน 300 ยอด มาทำการพอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70% 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นผสมกับ Haiter® จำนวน 2 รอบ คือ น้ำกลั่นผสมกับ Haiter® ที่ความเข้มข้น 10% นาน 15 นาที และน้ำกลั่นผสมกับ Haiter® ที่ความเข้มข้น 5% นาน 15 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้ออีก นาน 15 นาที หลังจากทำการพอกฆ่าเชื้อยอดต้นกัญชา นำยอดต้นกัญชามาเพาะเลี้ยงในขวดแก้วที่เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร MS ตามหน่วยทดลองต่าง ๆ จำนวน 1 ยอดต่อ 1 ขวด หลังจากนั้นนำไปวางบนชั้นในห้องปรับสภาพที่อุณหภูมิ 25 - 27 องศาเซลเซียส และเปิดไฟ LED สีขาว 18 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

2. การวางแผนและการบันทึกผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) ดัดแปลงตามวิธีการของ Pierik et al. (1979) โดยใช้ฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนิน คือ BA และ kinetin ในอัตราส่วนที่ต่างกันบนอาหารแข็งสูตร MS เพื่อศึกษาการเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อ ประกอบด้วย 6 หน่วยทดลอง ได้แก่ อาหารแข็งสูตร MS (MS control) เป็นปัจจัยควบคุม อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม kinetin 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+kinetin 1.5 mg/l) อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+BA 0.25 mg/l) และอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับ kinetin 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1.5 mg/l) จำนวนหน่วยทดลองละ 50 ซ้ำๆ ละ 1 ขวด หลังจากที่ยอดต้นกัญชามีการเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ บันทึกผลการทดลองจำนวนยอด/ต้น และจำนวนใบ/ต้นเมื่อกัญชามีอายุครบ 8 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's multiple range test

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาทดลองการใช้ฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนิน คือ BA และ kinetin ในอัตราส่วนที่ต่างกันบนอาหารแข็งสูตร MS เพื่อศึกษาการเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อ จำนวน 6 หน่วยทดลอง ได้แก่ อาหารแข็งสูตร MS (MS control) เป็นปัจจัยควบคุม อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม kinetin 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+kinetin 1.5 mg/l) อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+BA 0.25 mg/l) และอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับ kinetin 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1.5 mg/l) บันทึกผลการทดลองจำนวนยอดและจำนวนใบเมื่อกัญชามีอายุครบ 8 สัปดาห์ พบว่า จำนวนยอดของกัญชาที่เกิดใหม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกัญชาบนอาหารแข็งสูตร MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l มีจำนวนยอดมากที่สุดเท่ากับ 7.56 ยอด/ต้น รองลงมาได้แก่ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกัญชาอาหารแข็งสูตร MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin

1.5 mg/l, MS+kinetin 1.5 mg/l และ MS+BA 0.25 mg/l โดยมีค่าเท่ากับ 5.82, 5.76, 5.58 และ 5.54 ยอด/ต้น ตามลำดับ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยขนอาหารแข็งสูตร MS control มีจำนวนยอดน้อยที่สุดเท่ากับ 4.06 ยอด/ต้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนยอดและจำนวนใบใหม่ของกัญชาที่เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนินชนิดต่าง ๆ ของแต่ละความเข้มข้นเมื่อกัญชามีอายุครบ 8 สัปดาห์

Treatment	No. of shoots (shoots/plant)	No. of leaves (leaves/plant)
MS control	4.06 ± 1.99 ^{c1/}	6.54 ± 2.79 ^{c1/}
MS+kinetin 1.5 mg/l	5.58 ± 3.18 ^{bc}	8.68 ± 5.65 ^{bc}
MS+BA 0.25 mg/l	5.54 ± 2.47 ^{bc}	8.64 ± 5.35 ^{bc}
MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l	7.56 ± 4.00 ^a	12.64 ± 6.34 ^a
MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l	5.82 ± 2.46 ^b	9.66 ± 5.46 ^b
MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1.5 mg/l	5.76 ± 3.22 ^b	9.32 ± 4.75 ^{bc}
F-test	**	**
C.V. (%)	15.77	16.02

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ MS control = อาหารแข็งสูตร MS (ปัจจัยควบคุม), MS+kinetin 1.5 mg/l = อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม kinetin 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร MS+BA 0.25 mg/l = อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1.5 mg/l = อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับ kinetin 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนจำนวนใบของกัญชาที่เกิดใหม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยขนอาหารแข็งสูตร MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 0.5 mg/l มีจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 12.64 ใบ/ต้น รองลงมาได้แก่ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยอาหารแข็งสูตร MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1 mg/l, MS+BA 0.25 mg/l + kinetin 1.5 mg/l, MS+kinetin 1.5 mg/l และ MS+BA 0.25 mg/l โดยมีค่าเท่ากับ 9.66, 9.32, 8.68 และ 8.64 ใบ/ต้น ตามลำดับ และการเพาะเลี้ยง

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันอาหารแข็งสูตร MS (ปัจจัยควบคุม) มีจำนวนใบน้อยที่สุดเท่ากับ 6.54 ใบ/ต้น (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ BA ต่อการชักนำการเกิดยอดกัญชา กับ MS control พบว่า BA มีประสิทธิภาพในการชักนำการเกิดยอดกัญชาใหม่ได้ สอดคล้องกับงานทดลองของ Movahedi et al. (2015) ซึ่งทดลองกระตุ้นการเกิดยอดจากแคลลัสของกัญชาพบว่าอาหาร MS ที่เติม IBA ร่วมกับ BA กระตุ้นให้แคลลัสของกัญชาเกิดยอดได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหาร MS ที่เติม IBA ร่วมกับไซโตไคนินชนิดอื่นได้แก่ TDZ ทั้งนี้เนื่องด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน มีบทบาทการแบ่งเซลล์ (Pierik, 1989) พืชจึงได้รับสารกระตุ้นในการเจริญเติบโต ทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น อีกทั้งสารกลุ่มไซโตไคนิน เป็นสารที่มีบทบาทในการส่งเสริมการขยายขนาดของเซลล์อีกด้วย (Letham, 1974)

สรุปผลและเสนอแนะ

การใช้สารกลุ่มไซโตไคนินต่อการเกิดยอดและใบของกัญชาในสภาพปลอดเชื้อของสูตรอาหาร MS เติม BA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับ kinetin 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเกิดยอดใหม่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.56 ยอดต่อต้น และมีการเกิดใบใหม่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 12.64 ใบต่อต้น ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังนั้นสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการผลิตกัญชาในสภาพปลอดเชื้อต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- กฎกระทรวง เรื่อง การขออนุญาตและการอนุญาตผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครอง ซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ เฉพาะกัญชา พ.ศ. 2564. (2564, 26 พฤศจิกายน).
- ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 138. ตอนที่ 79ก. หน้า 1-38.
- ชยันต์ พิเชียรสุนทร. (2561). *การวิจัยและพัฒนาสารสกัดกัญชาและกัญชงทางการแพทย์เพื่อการพัฒนาประเทศ* [รายงานผลการวิจัย]. สถาบันวิจัยและพัฒนา, องค์การเภสัชกรรม.
- พีรเดช ทองอำไพ. (2537). *ฮอโมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). วิจัยการพิมพ์.
- ระพีพงศ์ สุพรรณไชยมาตย์ และโซษิตา ภาวสุทธิไพศิฐ. (2561). ประโยชน์และโทษที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้กัญชาในทางการแพทย์และการเปิดเสรีการใช้กัญชา. *วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข*, 12(1), 71-94. อรดี สหวัชรินทร์. (2539). *เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อารีญา กฤดาตระกูล. (2561). *การศึกษาการใช้พืชกัญชาทางด้านการแพทย์ของสหพันธรัฐรัสเซียและประเทศไทย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- Adhikary, D., Kulkarni, M., Mezawy, A. E., Mobini, S., Elhiti, M., Gjuric, R., Ray, A., Polowick, P., Slaski, J. J., Jones, M. P., & Bhowmik, P. (2021). Medical Cannabis and Industrial Hemp Tissue Culture: Present Status and Future Potential. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 1-22.
- Letham, D. S. (1974). Regulators of cell division in plant tissues. *Planta*, *118*(4), 361–364.
- Movahedi, M., Ghasemi-Omran, V., & Torabi, S. (2015). The effect of different concentrations of TDZ and BA on in vitro regeneration of Iranian cannabis (*Cannabis sativa*) using cotyledon and epicotyl explants. *Journal of Plant Molecular Breeding*, *3*(2), 20-27.
- Phillips, G. C., & Garda, M. (2019). Plant tissue culture media and practices: an overview. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, *55*(3), 242–257.
- Pierik, R. L. M. (1989). *In Vitro Culture of Higher Plants*. Martinus Nijhoff Publishers.
- Shahzad, A., Sharma, S., Parveen, S., Saeed, T., Shaheen, A., Akhtar, R., Yadav, V., Upadhyay, A., & Ahmad, Z. (2017). Historical Perspective and Basic Principles of Plant Tissue Culture. *Plant Biotechnology: Principles and Applications*, *5*(1), 1-36.

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

A Comparative Study of Performance in a Split-type Air Conditioning System with the Solar Collector

ณัฐพล โคตรพิมพ์* และ ทวีวัฒน์ สุภาราส
Nuttapon Khotpim* and Taveewat Suparos

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ

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

*Corresponding author E-mail: nuttapon.khotpim@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ระบบประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอัดไอระเหยความร้อนด้วยอากาศแบบควบคุมความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ด้วยระบบอินเวอร์เตอร์โดยใช้สารทำความเย็น R32 มีขนาดพิกัดทำความเย็น 5.42 kW (18,500 Btu/h) การทดลองเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ 2 ชนิด คือ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบและตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ มีความยาวท่อทองแดง 5 เมตรภายในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ การทดลองนี้ได้ทำการควบคุมภาระการทำความเย็นสำหรับปรับอากาศ 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 kW ที่อุณหภูมิปรับอากาศคงที่ 25°C ภายในห้องปรับอากาศที่มีพื้นที่ 25 m² ช่วงเวลา 09.00-17.00 น. ผลการทดลองพบว่าตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศให้สมรรถนะสูงกว่าแบบแผ่นเรียบโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะการทำความเย็น (COP) เฉลี่ยเท่ากับ 7.24 และ 7.12 ตามลำดับ มีอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เท่ากับ 23.16 Btu/h/W และ 22.49 Btu/h/W ตามลำดับมีค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.08 kW และ 1.14 kW และการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.8 kWh/day และ 9.16 kWh/day (09.00-17.00 น.) คิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 37.15 บาท/วัน และ 38.67 บาท/วัน

คำสำคัญ: การประหยัดพลังงาน ระบบปรับอากาศ พลังแสงอาทิตย์ สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ

Abstract

This research was a comparative study of performance on a split-type air conditioning system with the solar collector. The system consisted of a vapor compression with an inverter system, air-cool type condenser, R32 type of refrigerant, and 5.42 kW (18,500 Btu/h) of cooling capacity. To determine the system performance and the potential of energy saving between solar collector, two experiments were conducted as testing an air conditioner combined flat plate solar collector and testing an air conditioner combined vacuum tube solar collector. In which the copper tube is 5 meters long, installed inside the solar collector. The cooling load for air conditioning was controlled at 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 and 5.0 kW, in a room area 25 m², at a constant room temperature of 25°C, the time of testing 09.00 am – 05.00 pm. The result show that the air conditioner combined with vacuum tube solar collector was best effective combination system more than flat plate solar collector, the coefficient of performant (COP) was equaled to 7.24 and 7.15, energy efficiency ratio (EER) was equaled to 23.16 and 22.49 Btu/h/W, the average maximum electric power was at 1.08 and 1.14 kW, and the electrical energy was consumed at 8.8 and 9.16 kWh/day (09.00 am - 05.00 pm) which will cost equaled to 37.15 and 38.67 baht/day.

Keywords: Energy Saving, Air Conditioning System, Solar Energy, Coefficient of Performant

บทนำ

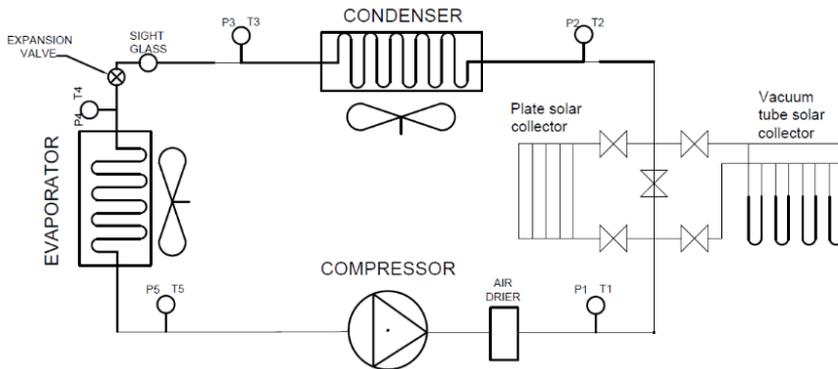
ในปัจจุบันอุณหภูมิจากอากาศภายในประเทศมีความร้อนค่อนข้างสูงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชากรภายในประเทศเป็นอย่างมาก เพื่อให้สามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างสุขสบายประชากรจึงนิยมใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้ช่วยลดอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อดังกล่าว โดยนิยมติดตั้งภายในที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงานต่าง ๆ รวมทั้งห้างสรรพสินค้าและอาคารอื่น ๆ ซึ่งทั้งหมดนี้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานป้อนให้กับเครื่องปรับอากาศ โดยสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยค่อนข้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี รวมทั้งมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า “สภาวะโลกร้อน” ในหลายประเทศจึงมีนโยบายรณรงค์ให้มีการลดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและรณรงค์ให้หันมาใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น จากข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันพบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากว่า 60% มาจากเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานค่อนข้างสูง โดยจากสถิติพบว่ามียอดการจำหน่ายเครื่องปรับอากาศแบบแยกในปี 2557 จำนวนประมาณ 3.2 ล้านเครื่อง

และปี 2558 มีจำนวนประมาณ 3.4 ล้านเครื่องและมีแนวโน้มจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น 1-2% ต่อปี รวมทั้งเมื่อเทียบสัดส่วนประเภทของเครื่องปรับอากาศ พบว่ามีการใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กประมาณ 68% (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) ผู้วิจัยจึงได้สนใจในการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานสะอาด ไม่มีมลพิษ มีศักยภาพที่สูงและไม่สิ้นเปลือง โดยจะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ลดลง จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศได้มีนักวิจัยหลายท่านได้ดำเนินการวิจัยวิธีต่าง ๆ ในการประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศ โดยมีหลักการคือ การเพิ่มความร้อนของสารทำความเย็นหลังจากคอมเพรสเซอร์ ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักวิจัยได้ทำการวิจัยในระดับหนึ่ง เช่น ชนิตา ป้อมเสน (2556) ได้ทำการศึกษาเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยใช้ความร้อนทั้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเครื่องปรับอากาศ 18,000 Btu/h สารทำความเย็น R-410A ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยให้น้ำร่วมกับเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และอินเวอร์เตอร์ โดยทำการทดสอบที่อุณหภูมิของน้ำร้อน 90°C 80°C และ 70°C ซึ่งจากการทดลองพบว่า ค่า COP ของแบบใช้ความร้อนทั้งที่ 90°C มีค่ามากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 5.17 และส่งผลทำให้ค่า EER เฉลี่ยเท่ากับ 17.64 มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.02 kW/h ประหยัดได้ถึง 36.72 บาท ต่อ 8 h/day ซึ่งวิธีนี้ต้องทำการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ในการปรับลดความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ หรือการลดอุณหภูมิของสารทำความเย็นหลังจากคอมเพรสเซอร์ นอกจากนี้ ศิริรัตน์ กาญจนวิชกุล (2551) ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยการใช้ความร้อนทั้งจากเครื่องปรับอากาศขนาด 12000 Btu/h สารทำความเย็น R22 ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแลกเปลี่ยนกับน้ำร่วมกับการใช้เครื่องผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์โดยอุณหภูมิของน้ำร้อนเฉลี่ยที่ 57.4°C ซึ่งทำการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหลังคอมเพรสเซอร์โดยได้ค่าเฉลี่ย COP เท่ากับ 4.0 ใช้ไฟฟ้า 2.07 kW-h ช่วยให้ประหยัดไฟฟ้าจากเดิมได้ 38.76% ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าในเครื่องปรับอากาศจะใช้คอมเพรสเซอร์ในการสร้างแรงดันให้กับสารทำความเย็นให้ไหลเวียนภายในระบบโดยคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในระบบปรับอากาศสำหรับนักวิจัยหลายท่านได้ทำการวิจัยในเรื่องนี้ออกมาแล้วนั้นพบว่า ค่า COP ค่า EER และผลประหยัดไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยมีหลักการคือนำเครื่องปรับอากาศชนิดอินเวอร์เตอร์มาติดตั้งร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นตัวช่วยเพิ่มอุณหภูมิของสารทำความเย็นในระบบให้มีความดันเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยในการลดภาระการทำงานและลดกำลังการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบปรับอากาศ และยังนำพลังงานทดแทนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมทั้งความคุ้มค่าในการลงทุนของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษาการประหยัดพลังงานและเปรียบเทียบสมรรถนะในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ระบบประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแบบอัดไอชนิดอินเวอร์เตอร์ขนาดความสามารถในการทำความเย็น 5.4 kW (18,500 BTU/h) ใช้สารทำความเย็นชนิด R32 เป็นสารทำงานในระบบ โดยติดตั้งร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ 2 ชนิดคือ แบบแผ่นเรียบขนาด 0.95 m × 0.5 m (0.457 m²) และแบบท่อสุญญากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.58 mm หนา 1.6 mm ความยาวหลอดละ 0.5 m จำนวน 5 หลอด โดยติดตั้งท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/8 นิ้วเป็นท่อทางเดินให้แก่สารทำความเย็นภายในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์และมีความยาวของท่อทองแดงแต่ละเครื่องเท่ากับ 5 m/เครื่อง ห้องปรับอากาศขนาด กว้าง 5 m ยาว 5 m สูง 2.7 m ซึ่งทำการทดลองในช่วงเดือนมีนาคม 2564 เวลา 09.00 – 17.00 น. โดยก่อนบันทึกข้อมูลได้ทำการเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานก่อนเวลาบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 30 min การทดลองได้ดำเนินการบันทึกผลการทดลองโดยใช้เกจวัดความดันในการวัดความดัน ใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติบันทึกผลอุณหภูมิ ค่าพลังงานไฟฟ้าใช้เครื่องวัด Power meter



ภาพที่ 1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอัดไอร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนจุดวัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

จุดวัด	สัญลักษณ์	ตำแหน่งการวัด	จำนวน
1	$P_1 T_1$	ความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็นออกจาก Compressor	1
2	$P_2 T_2$	ความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็นออกจาก Solar collector	1
3	$P_3 T_3$	ความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็นออกจาก Condenser	1
4	$P_4 T_4$	ความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็นออกจาก Expansion valve	1
5	$P_5 T_5$	ความดันและอุณหภูมิสารทำความเย็นออกจาก Evaporator	1

ขั้นตอนในการทดลองครั้งนี้ได้ดำเนินการปรับตั้งภาระการทำความเย็นที่ 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 kW ตามลำดับ ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์เฉลี่ยเดือนมีนาคม 2564 เท่ากับ 20-24 MJ/m²/day โดยปรับอุณหภูมิห้องปรับอากาศคงที่ 25°C โดยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 50-60%

หลักการและการวิเคราะห์ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

หลักการทำความเย็นเป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่ที่ต้องการไปยังพื้นที่อื่น โดยอาศัยสารทำความเย็นเป็นตัวกลางในการพาความร้อนโดยใช้กระบวนการต่างๆของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ เช่น กระบวนการอัดไอ กระบวนการควบแน่น กระบวนการขยายตัวและกระบวนการระเหย ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญคือ เครื่องอัดไอ (คอมเพรสเซอร์) คอนเดนเซอร์ อุปกรณ์ควบคุมหาล และอีวาเปอเรเตอร์ (อีครเดซ สีนธุภัค, 2542) จากสมการดังนี้

1. งานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งคอมเพรสเซอร์หรือเครื่องอัดไอ เป็นเครื่องดูดและอัดไอสารทำความเย็นให้มีการไหลสม่ำเสมอแบบอะเดียแบติกที่ย้อนกลับได้หรือไอเซนโทรปิก โดยหางานของคอมเพรสเซอร์ได้ดังนี้

$$W_c \text{ หรือ } W_{in} = m(h_2 - h_1) \quad (1)$$

โดย W_c หรือ W_{in} คืองานที่ให้แก่อัดคอมเพรสเซอร์, h_1 คือ เอลทาลปีของสารทำความเย็นก่อนคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg), h_2 คือ เอลทาลปีของสารทำความเย็นออกจากคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg) และ \dot{m} คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/s)

2. ความร้อนที่ระบายออกจากเครื่องควบแน่น เครื่องควบแน่นหรือคอนเดนเซอร์ เป็นกระบวนการไหลแบบสม่ำเสมอซึ่งจะทำการลดอุณหภูมิของสารทำความเย็นซึ่งกระทำในสภาวะความดันคงที่ ซึ่งความร้อนที่ระบายออกจากเครื่องควบแน่นหาได้ดังนี้

$${}_2q_3 = \dot{m}(h_3 - h_2) = -\dot{m}(h_3 - h_2) \quad (2)$$

โดย $2q_3$ คือ ความร้อนของสารทำความเย็นที่ระบายภายในเครื่องควบแน่น (kJ/kg), h_3 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่น (kJ/kg) และ \dot{m} คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/s)

3. ความร้อนที่สารทำความเย็นดูดเอาไว้ในขณะที่ไหลผ่านอีวาพอเรเตอร์ โดยหาได้ดังนี้

$$Q_E \text{ หรือ } Q_L = \dot{m}(h_1 - h_4) \tag{3}$$

โดย Q_E หรือ Q_L คือ ความร้อนที่สารทำความเย็นที่ดูดเอาไว้ในอีวาพอเรเตอร์ (kJ/kg), \dot{m} คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/s), h_4 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าสู่อีวาพอเรเตอร์ (kJ/kg) และ h_1 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นออกจากอีวาพอเรเตอร์ (kJ/kg) หาได้จาก P-h ไดอะแกรม

4. ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของการทำความเย็น (COP) คือ ความร้อนที่สารทำความเย็นดูดไว้ในขณะไหลผ่านอีวาพอเรเตอร์ต่องานที่ให้กับเครื่องอัดไอ การวิเคราะห์นี้ ไม่ได้คิดความสูญเสียความดันและเอนทาลปีที่เกิดจากการไหลในท่อ หาได้ดังนี้

$$\therefore C.O.P = \frac{\dot{m}(h_2 - h_1)}{\dot{m}(h_1 - h_4)} = \frac{Q_E}{W_{in}} \tag{4}$$

โดย Q_E คือ ชีตความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (W), W_{in} คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W) , \dot{m} คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/s), $(h_2 - h_1)$ คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้านทำความเย็น (kJ/kg) และ $(h_1 - h_4)$ คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้าน Compressor (kJ/kg)

5. ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างชีต ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/h) รวมสุทธิและกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความ เย็น (W) โดยค่า EER มีหน่วยเป็น Btu/h/W หาได้ดังนี้

$$EER = COP \times 3.142 \tag{5}$$

หรือ

$$EER = \frac{\text{Cooling Load (BTU / h)}}{\text{Electrical Power(W)}} \tag{6}$$

6. การคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

พิจารณาค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ โดยพิจารณาจากกำลังไฟฟ้า ชั่วโมงการทำงาน และค่าไฟฟ้าต่อหน่วยสามารถเขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า} = \text{พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต หรือ kW-h)} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \quad (7)$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต หรือ kW-h)} = \text{กำลังไฟฟ้า (kW)} \times \text{เวลา (h)} \quad (8)$$

โดย กำลังไฟฟ้า คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ (kW)
ชั่วโมงที่ใช้งาน คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานเครื่องปรับอากาศ (h)
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย คือ ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วย (บาท)

7. การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ

พิจารณาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ โดยพิจารณาจากมูลค่าประหยัดที่ได้ของเครื่องปรับอากาศ ต่อมูลค่าการลงทุน สามารถเขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

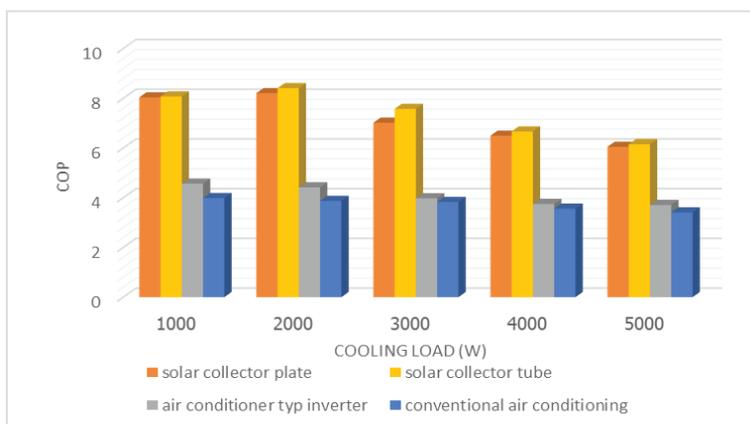
$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{มูลค่าหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุน/มูลค่าการประหยัดได้เฉลี่ย} \quad (9)$$

โดย มูลค่าการลงทุน คือ จำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุน (บาท)
มูลค่าการประหยัดได้เฉลี่ยต่อไป คือ จำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้ (บาท)

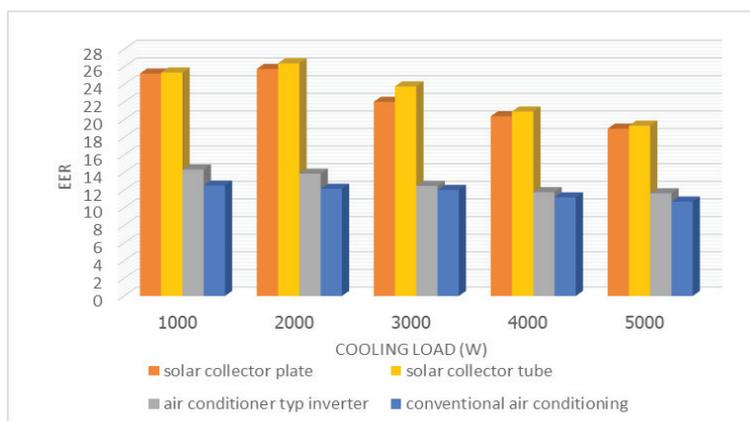
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดลองได้ทำการทดสอบระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ภาระการทำความเย็น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 kW โดยใช้สารทำความเย็น R32 และ ใช้หลอดไฟฟ้าอินแคสเซนดเป็นตัวสร้างภาระการทำความเย็นภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิคงที่ 25°C พบว่ามีผลการทดลองดังนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์ เครื่องปรับอากาศแบบปกติ (Conventional air conditioning) เทียบกับภาระการทำความเย็นขนาด 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 kW ที่อุณหภูมิห้องปรับอากาศ 25°C ที่มีค่า COP มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อภาระทำความเย็นในห้องปรับอากาศลดน้อยลงเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศเป็นสัดส่วนระหว่างภาระการทำความเย็นต่อกำลังงานของคอมเพรสเซอร์

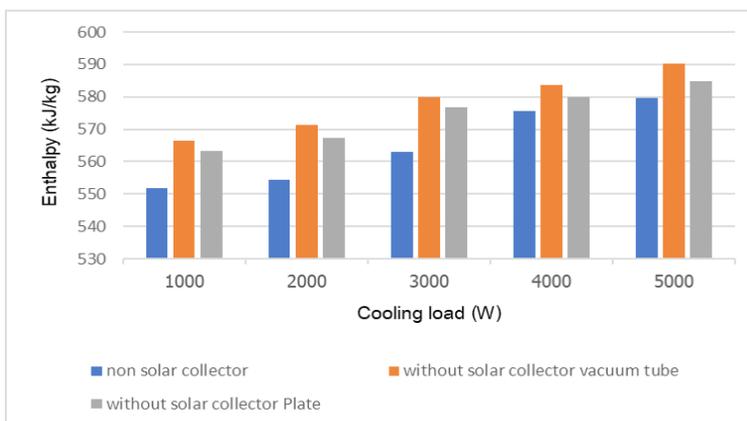
ซึ่งจะแปรผันกันโดยตรงกับภาระการทำความเย็นอันเนื่องจากการลดภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ให้น้อยลง โดยเครื่องปรับอากาศที่ใช้ร่วมกับตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ และเครื่องปรับอากาศที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) สูงกว่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์โดยมีค่า COP เฉลี่ย 7.24 และ 7.12 ตามลำดับ และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 23.16 และ 22.49 ตามลำดับ ที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย 21.44 MJ/m²/day ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะเทียบกับภาระการทำความเย็น ที่อุณหภูมิ 25°C

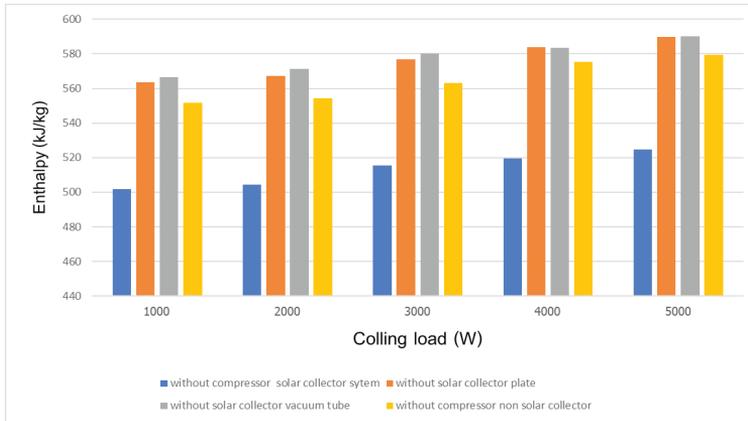


ภาพที่ 3 ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเทียบกับภาระการทำความเย็น ที่อุณหภูมิ 25°C



ภาพที่ 4 เอนทัลปีสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เทียบกับภาระการทำความเย็น ที่อุณหภูมิห้อง
ปรับอากาศ 25°C

จากภาพที่ 4 เอนทัลปีสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เทียบกับภาระการทำความเย็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็น R32 ที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ผ่านตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางอุณหพลศาสตร์ของสารทำความเย็นเนื่องจากการไหลของสารทำความเย็นโดยอยู่ในรูปแบบปริมาณงานที่ป้อนให้กับงานคอมเพรสเซอร์ โดยที่สารทำความเย็นเมื่อถูกอัดตัวทำให้มีความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งแปรผกผันตามอุณหภูมิจากพลังงานความร้อนของแสงอาทิตย์ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานทางเลือกและเป็นพลังงานที่ไม่มีค่าใช้จ่ายและความดันก็จะแปรผกผันตามอุณหภูมิ ซึ่งเมื่อเทียบกับเอนทัลปีที่เกิดขึ้นของสารทำความเย็นในช่วงที่ออกจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ส่งผลทำให้เอนทัลปีใกล้เคียงกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์ปกติมีค่าการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดเท่ากับ 3.6% ทำให้ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมไม่มากนักในการออกแบบของผู้ผลิต



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์กับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ เทียบกับภาระการทำความเย็นที่อุณหภูมิห้องปรับอากาศ 25°C

จากภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์กับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ เทียบกับภาระการทำความเย็นที่อุณหภูมิห้องปรับอากาศ 25°C กับภาระการทำความเย็นที่ 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 kW พบว่าการเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปีที่เครื่องเก็บรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและแปรผันกับภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น และในส่วนของเครื่องเก็บรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าแบบแผ่นเรียบ ค่าผลต่างของสารทำความเย็นหลังจากออกจากคอมเพรสเซอร์และออกจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ของสารทำความเย็น R32 และตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ มีค่ามากที่สุดในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.2% โดยที่ค่าเฉลี่ยของระยะเวลายาวนานแสงแดดอยู่ที่ 6.7 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 35°C ค่าความเข้มของรังสีเฉลี่ย 21.4 MJ/m²/day



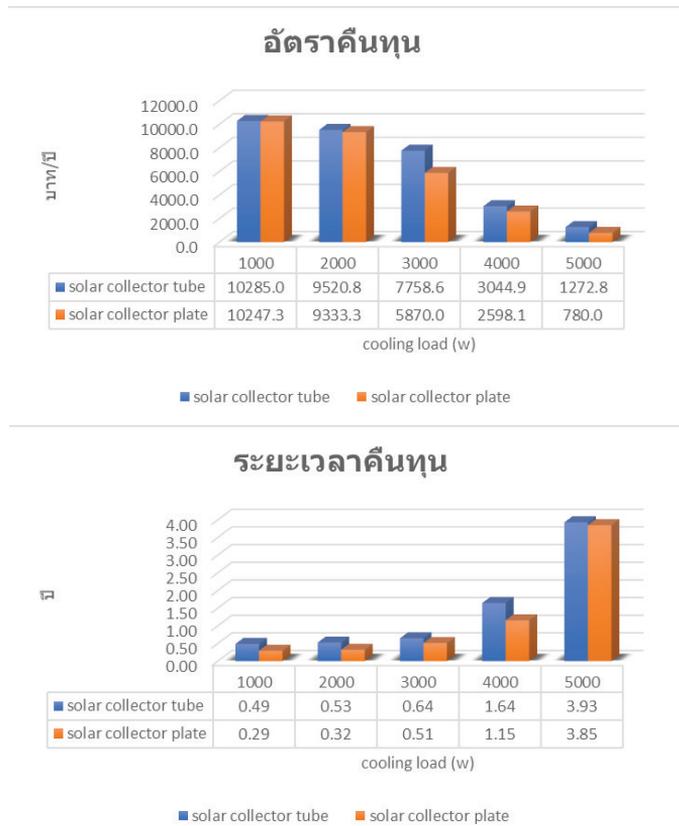
ภาพที่ 6 ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อชั่วโมงเทียบกับภาระการทำความเย็นของห้องปรับอากาศที่ 25°C

จากภาพที่ 6 แสดงผลต่างของกำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมงเทียบกับภาระการทำความเย็นของห้องปรับอากาศที่ 25°C พบว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ ที่ภาระการทำความเย็นเท่ากับ 3000 W มีผลต่างค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุดเมื่อเทียบกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ปกติ โดยสามารถลดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ป้อนให้แก่เครื่องปรับอากาศที่ 24.03% โดยมีค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ และเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ปกติเท่ากับ 1.08, 1.14 และ 1.35 kW/h ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการใช้กำลังไฟฟ้าต่อวันแล้วนั้นพบว่าในช่วงการเก็บผลการทดลองในช่วงเวลา 09.00–17.00 น. นั้นจะมีค่าการใช้ไฟฟ้าสะสมต่อวันเฉลี่ย 8.8, 9.16 และ 10.87 kWh/day ตามลำดับที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย 21.4 MJ/m²/day และเปรียบเทียบค่าพลังงานสะสมต่อวันเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์นั้นพบว่า มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวันเท่ากับลดลงเฉลี่ย 20.59 และ 16.18% ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

จากการวิเคราะห์สรุปผลทางด้านเศรษฐศาสตร์จากตารางที่ 2 ราคาลงทุนเฉพาะเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์แบบปกติ 21,700 บาท โดยระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ มีมูลค่าการลงทุนอุปกรณ์ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ 5,000 บาท และระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นราบ มีมูลค่าการลงทุนอุปกรณ์ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ 3,000 บาท เมื่อพิจารณาเมื่อมีการใช้พลังงานสะสมต่อวันเฉลี่ย 8.8 kWh/day และ 9.16 kWh/day ตามลำดับที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย 21.4 MJ/m²/day จะมีค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 37.15 บาท/วัน และ 38.67 บาท/วันตามลำดับ โดยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์มีค่าใช้จ่ายพลังงานต่อวันเฉลี่ยเท่ากับ 45.91 บาทต่อวัน (คิดค่าไฟฟ้าในอัตราเฉลี่ย 4.22 บาท/kWh เวลาในการเปิดเครื่องปรับอากาศ 09.00-17.00 น. ทุกกรณี) และจากภาพที่ 7 การประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงและระยะคืนทุนของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับเครื่องเก็บรังสีจากแสงอาทิตย์ พบว่าช่วงการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 1.23 และ 1.45 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 2 มูลค่าการลงทุนสุทธิของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ขนาดการทำความร้อน 18,500 Btu/h

ประเภท	ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ	ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นราบ	ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์
1. มูลค่าเครื่องปรับอากาศ (บาท)	21,700	21,700	21,700
2. มูลค่าตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ (บาท)	5,000	3,000	-
3. การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน (09.00-17.00 น.) (kWh/day)	8.8	9.16	10.87
4. ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อวัน (ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.22 บาท/kWh) (บาท)	37.15	38.67	45.91



ภาพที่ 7 การประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ลดลงและระยะคืนทุนของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

สรุปผลและเสนอแนะ

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ ใช้เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานและสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศร่วมกับตัวเก็บรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศและแบบแผ่นเรียบ รวมทั้งเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ย 4.26 โดยจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (COP) ที่ใช้ร่วมกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบและแบบหลอดแก้วสุญญากาศมีค่าเท่ากับ 7.12 และ 7.24 และค่าเฉลี่ยการประหยัดพลังงานเท่ากับ 22.49 และ 23.16% ตามลำดับ รวมถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ลดลงเฉลี่ย 16.18 และ 20.59 ตามลำดับ และอัตราการคืนทุนเฉลี่ย 1.23 ปี และ 1.45 ปี ตามลำดับ โดยหากทำการเลือกใช้นั้นควรเลือกใช้ในภาระการทำความร้อนไม่เกิน 3 kW ซึ่งจะสามารถให้ระยะเวลาคืนทุนได้ไม่เกิน 1 ปี

เอกสารอ้างอิง

- ชนิดา ป้อมเสน. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนร่วมกับพลังงานความร้อนทิ้งและพลังงานแสงอาทิตย์ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศิริรัตน์ กาญจนวิชกุล. (2551). การผลิตน้ำร้อนด้วยความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต] สาขาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). สำนักสถิติลงพื้นที่เก็บข้อมูลสำมะโนอุตสาหกรรม. สารสถิติ, 28 (1), 8.
- อัครเดช สินธุ์ศักดิ์. (2542). การทำความเย็น (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

การพัฒนาระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ Development an Automated Storage System

พรณทิวา เตโช ภัคพงษ์ คำประชม ศิวกร พึ่งอารมณั ฌรงค์ บุญเสนอ*
ชัชชล เปรมชัยสวัสดิ์ และ กฤษ ตราชู

Puntiva Techo, Pakkapong Champrachom, Siwakon Phuengarrom, Narong Boonsaner*,
Shutchon Premchaisawatt and Krit Tashoo

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น

Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology
Isan Campus

*Corresponding author. E-mail: narong.bo@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติอย่างง่าย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเก็บสินค้าในคลังแบบราคาถูก โดยทำการศึกษาด้วยการสร้างโมเดลจำลองระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ ซึ่งได้จากการศึกษารูปแบบการวางแผนผังและกระบวนการทำงานจัดเก็บและเบิกสินค้ารูปแบบเดิมหรือด้วยแรงงานคน เพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานและออกแบบระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ

ผลการทดลองพบว่า การจัดเก็บสินค้าโดยด้วยแรงงานคนสามารถทำงานได้เวลารวม 132.62 นาที และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับโมเดลจำลองระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังอัตโนมัติที่ปรับปรุง พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการทำงานเหลือเพียง 105.67 นาที ซึ่งระบบที่ได้จากการพัฒนาสามารถนำไปสร้างเป็นระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังได้ต่อไป

คำสำคัญ: จัดเก็บสินค้า ระบบอัตโนมัติ ค่ารอบเวลา

Abstract

This research idea is a development of a simple automated inventory storage system for low-cost warehouse storage guidelines. The study was accomplished by modeling an automated inventory storage system which was obtained from the study of planning patterns and the process of collecting and picking goods in the original form or by manual labor. This information helps to improve work processes and design an automated inventory storage system.

The results showed that the inventory storage by manual labor could finish the task in a total time of 132.62 minutes. Comparably, the improved automated inventory storage model can reduce the operating time to only 105.67 minutes, which illustrates that the system obtained from the development can be presently used to create an inventory storage system.

Keywords: warehouse storage, automation, cycle time

บทนำ

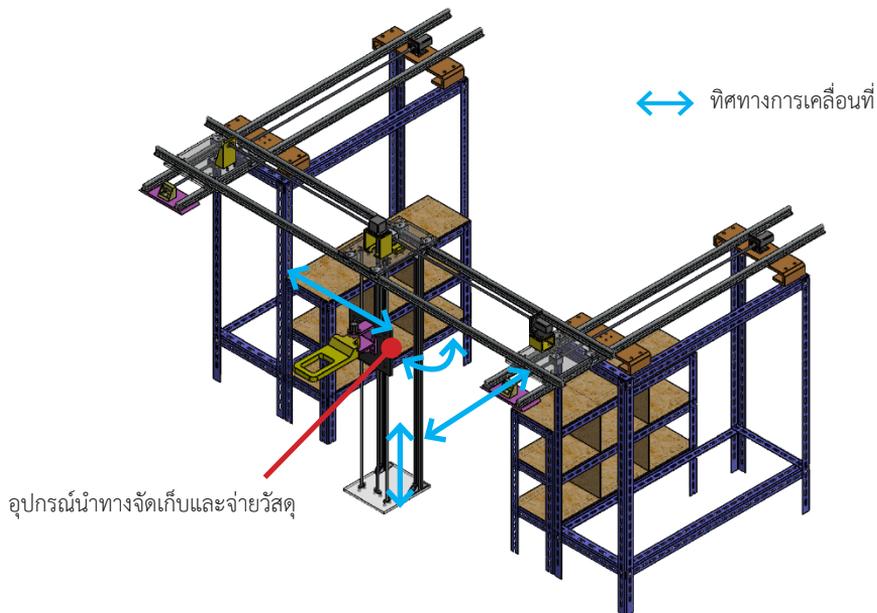
สินค้าทั้งหมดที่ถูกผลิตขึ้นมาในธุรกิจอุตสาหกรรม จำเป็นต้องลำเลียงหรือจัดเก็บเข้าสู่กระบวนการจัดเก็บในคลังสินค้า (Warehouse) หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution center) ก่อนส่งมอบหรือทำการจัดส่งไปยังลูกค้าปลายทางให้ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ทันเวลา และคงสภาพที่ดี แต่ผู้ประกอบการมักประสบปัญหาในเรื่องพื้นที่ในการจัดเก็บที่ไม่เพียงพอ ขาดแรงงานที่มีทักษะตรงตามต้องการ รวมทั้งความประมาทเลินเล่อและความบกพร่องต่างๆของแรงงาน ทำให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บที่ไม่ถูกต้อง ส่งสินค้าไม่ครบ จัดส่งล่าช้า หรือส่งลูกค้าผิดราย อีกทั้งยังขาดระบบสารสนเทศที่เหมาะสมสำหรับการจัดการคลังสินค้า ส่งผลให้เกิดการสูญเสียเวลาและต้นทุนในการค้นหา จัดเก็บ และขนถ่ายสินค้า คณิศร ภูนิคม (2560) ทำการศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงงานพบว่า การใช้วิธีการศึกษางาน การจับเวลา การใช้แผนผังก้างปลา การใช้แผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) มาช่วยแก้ปัญหาให้กับโรงงานพบว่า สามารถลดเวลาความสูญเสียในการทำงานได้ 32.17% จิตรายบุล ปภุสะโร (2559) ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้าและลดปริมาณสินค้าคงคลัง โดยวิธีการวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของสินค้าตามลำดับความสำคัญของสินค้าด้วยวิธี ABC analysis classification และการปรับปรุง Lay out ในการจัดคลังสินค้าพบว่า ระยะเวลาในการควบคุมสินค้าลดลง 136 วินาที คิดเป็น 45.18% แต่เนื่องจากปัจจุบัน หลายอุตสาหกรรมให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหากระบวนการจัดเก็บสินค้า ดังนั้น Boonsingh et al. (2016) ทำการออกแบบและสร้างต้นแบบระบบจัดเก็บและ

คีนสินค้าอัตโนมัติระดับห้องปฏิบัติการ ในระบบ Automated Storage/Retrieval System (AS/RS) โดยการนำโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบ (Programmable Logic Controller, PLC) และโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ LabVIEW NI Vision มาพัฒนาเพื่อควบคุมกลไกของระบบ AS/RS ในรูปแบบการจัดเก็บสินค้า ผลการศึกษาโดยการ Optimization ระบบจัดเก็บหรือค้นคืนในพื้นที่ลำดับที่ 1 ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 48.40 วินาที และ 42.79 วินาที และใช้เวลาสูงสุดในการจัดเก็บและค้นคืนที่ 104.58 วินาที และ 98.76 วินาที สามารถลดเวลาในการจัดเก็บและค้นคืน คิดเป็นค่าร้อยละ 3.7 และ 1.56 ตามลำดับ จารุกิตติ์ สายสิงห์ และคณะ (2563) พัฒนาระบบคลังเก็บสินค้าอัตโนมัติแบบ (AS/RS) ผลการทดลองโดยใช้กลุ่มเป้าหมายจำนวน 5 คน ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติพบว่า ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเฉลี่ย (\bar{x}) = 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.56

ดังนั้นจากศึกษาปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการปรับปรุงวิธีการจัดเก็บสินค้า-เบิกสินค้าจากการใช้แรงงานคนเป็นรูปแบบวิธีการจัดเก็บ-เบิกสินค้าแบบอัตโนมัติ ด้วยวิธีการปรับปรุงการทำงาน Bill of Process (Bop) มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลไปใช้พัฒนาระบบจัดเก็บ-คีนสินค้าอัตโนมัติขนาดเล็กสำหรับการเบิก-จ่ายเครื่องมือและอุปกรณ์ภายในโรงประลองและยังสามารถเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือได้

วิธีดำเนินการวิจัย

โมเดลระบบจัดเก็บ-เบิกสินค้าคลังอัตโนมัติแบบ AS/RS ขนาด 18 ช่อง ดังแสดงในภาพที่ 1 รูปแบบการจัดวางสินค้าที่ใช้บอร์ด Arduino MEGA 2560, Raspberry Pie 4B ram 4 GB ในการควบคุมระบบโปรแกรมการทำงาน (ปริญวัฒน์ บุญสิงห์, 2559) ซึ่งพัฒนาจากข้อมูลการศึกษากระบวนการจัดเก็บสินค้าคลังแบบใช้แรงงานคน ด้วยวิธีการศึกษา เก็บข้อมูล และปรับปรุงแผนผังการจัดเก็บสินค้าเพื่อให้ได้การจัดเก็บสินค้าโดยใช้เวลาน้อยสุดสำหรับคลังสินค้าขนาด 3 เมตร X 3 เมตร และรูปแบบแผนภูมิกระบวนการทำงาน Bill of Process (Bop) Process Chart



ภาพที่ 1 แบบร่างระบบโมเดลระบบจัดเก็บ-เบิกสินค้าคงคลังอัตโนมัติแบบ AS/RS

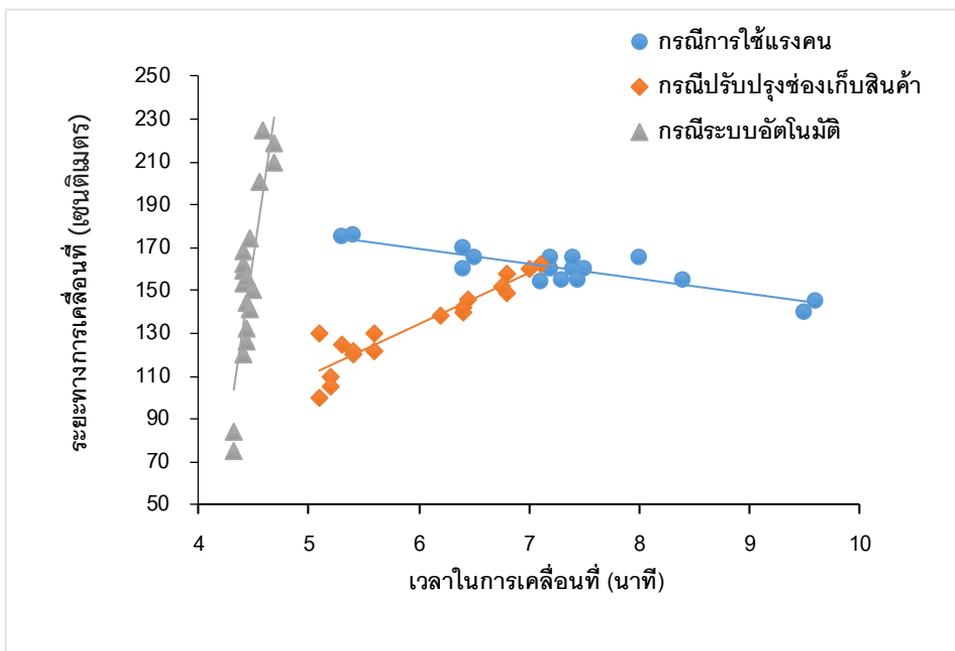
เงื่อนไขในการศึกษาแบ่งเป็น 3 กรณี กรณีที่ 1 การใช้แรงงานคนในการจัดเก็บ-เบิกสินค้า ซึ่งข้อมูลที่ได้จากกรณีที่ 1 ถูกนำมาปรับปรุงเพื่อใช้ในกรณีที่ 2 การใช้แรงงานคนในการจัดเก็บ-เบิกสินค้าที่มีการปรับปรุงช่องสินค้าเป็น 2 ชั้น ชั้นละ 9 ช่อง ส่วนกรณีที่ 3 การใช้เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติในการจัดเก็บ-เบิกสินค้าที่มีการปรับปรุงช่องสินค้าเช่นเดียวกันกับกรณีที่ 2

โดยระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังอัตโนมัติที่สร้างขึ้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้จริง ซึ่งข้อมูลการทดลองจะถูกนำมาเปรียบเทียบและทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ (Statistical program)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองโดยการบันทึกข้อมูลและจับเวลาการทำงานจัดเก็บ-เบิกสินค้า ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และวางแผนการดำเนินการปรับปรุงการทำงาน (Bop) พบว่า การทำงาน Bop รูปแบบเดิม ค่ารอบเวลา Cycle Time (CT) ที่ได้ ถูกนำมาทำการปรับปรุงกระบวนการทำงาน Bop รูปแบบใหม่ โดยการปรับช่องเก็บสินค้าให้ใกล้กับจุดรับสินค้าและช่องเก็บสินค้าให้ห่างจากผนังเพื่อให้มีพื้นที่ในการเดินเก็บสินค้าพบว่า เมื่อทำการปรับปรุงการทำงานแบบใหม่ Bop ใช้เวลาการทำงานน้อยกว่าการทำงานแบบเดิม 2.23 วินาที

ผลการศึกษาแผนผังการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าขนาด 3 เมตร X 3 เมตร โดยมีช่องสินค้าที่วางกับพื้นและใช้แรงงานคนในการเดินเก็บสินค้าเข้าช่องดังแสดงในภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเคลื่อนที่และระยะทางในการเคลื่อนที่ของแรงงานคนในการจัดเก็บ-เบิกสินค้า กรณีรูปแบบใช้แรงงานคน กรณีปรับปรุงช่องจัดเก็บสินค้า และกรณีแบบอัตโนมัติ ซึ่งในกรณีการใช้แรงงานคนในการจัดเก็บ พบว่า แนวโน้มของระยะทางในการเคลื่อนที่ในการจัดเก็บสินค้าด้วยแรงงานคนลดลงเมื่อมีระยะเวลาทำงานเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ความเร็วในการจัดเก็บสินค้าเมื่อใช้แรงงานคนลดลงเมื่อเวลาในการจัดเก็บเพิ่มขึ้น และเมื่อทำการปรับปรุงช่องสินค้าให้เป็นระเบียบ โดยแบ่ง 2 ชั้น ชั้นละ 9 ช่องเพื่อลดเวลาในการจัดเก็บ-เบิกสินค้า พบว่า มีความสัมพันธ์โดยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้า กล่าวคือ ความเร็วในการจัดเก็บสินค้าด้วยแรงงานคนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยลักษณะกราฟเป็น High Positive Correlation ซึ่งมีค่า R-Squared (R^2) เท่ากับ 0.87 แนวทางในการปรับปรุงดังกล่าว เหมาะสมในการทำงานและยังสามารถพัฒนาต่อได้

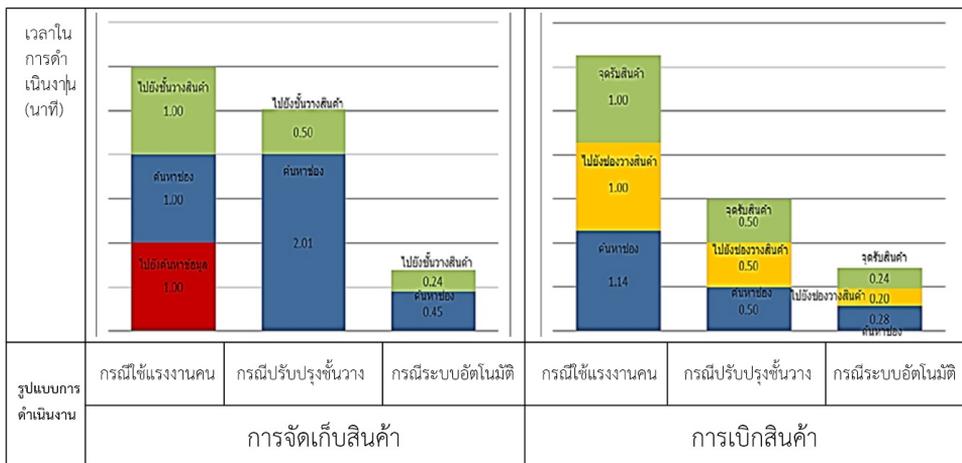


ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเคลื่อนที่และระยะทางในการเคลื่อนที่จัดเก็บและเบิกสินค้า กรณีรูปแบบใช้แรงงานคน กรณีปรับปรุงช่องจัดเก็บสินค้า และกรณีแบบอัตโนมัติ

และเมื่อทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากการปรับปรุง Bop ในกรณีรูปแบบปรับปรุงชั้นวางที่ใช้แรงงานคนในการจัดเก็บ มาเป็นข้อมูลสำหรับออกแบบโมเดลระบบจัดเก็บสินค้าคลังแบบอัตโนมัติ AS/RS ขนาด 1:3 โดยนำระบบการจัดเก็บ-เบิกสินค้ามารวมไว้ในจุดเดียวกัน และมีการควบคุม

ระบบด้วยบอร์ด Arduino MEGA 2560, Raspberry Pie 4B ram 4 GB เป็นชุดควบคุมการทำงานของระบบ ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเก็บลดลงเมื่อเทียบกับระบบจัดเก็บสินค้าแบบปรับปรุงช่องจัดเก็บสินค้าแบบที่ใช้แรงงานคน โดยมีลักษณะกราฟแบบ High positive correlation และมีค่า R-Squared (R^2) เท่ากับ 0.75 ซึ่งวิธีการทำงานในรูปแบบโมเดลระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีกว่ากรณีการใช้แรงงานคนในการจัดเก็บ-เบิกจ่ายสินค้า และกรณีที่มีการปรับปรุงช่องจัดเก็บสินค้า

เมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาการทำงานในรูปแบบกราฟ Yamazumi chart (Sumanth, 1984) ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งจากการเปรียบเทียบเวลาของการจัดเก็บสินค้าพบว่า กรณีการใช้แรงงานคนในการจัดเก็บซึ่งใช้เวลารวมทั้งสิ้น 3 นาที โดยเริ่มจากขั้นตอนการรับสินค้าไปยังจุดค้นหาข้อมูล และขั้นตอนการค้นหาช่องว่างสำหรับจัดเก็บสินค้าที่พิจารณาจากสมุดบันทึกการยืมก่อนนำสินค้าไปเก็บในช่องเก็บ



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบเวลาการทำงานรูปแบบ Yamazumi chart

ในกรณีที่มีการปรับปรุงช่องว่าง ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนของการเดินไปยังจุดค้นหาช่องเก็บสินค้าพบว่า สามารถลดเวลาการทำงานเหลือ 2.06 นาที เนื่องจากได้รวมขั้นตอนของการรับสินค้าพร้อมกับการค้นหาช่องจัดเก็บเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการลดระยะทางเพื่อให้เข้าใกล้ช่องจัดเก็บสินค้ามากขึ้น กรณีดังกล่าวเมื่อทำการปรับเปลี่ยนการทำงานจากการใช้แรงงานคนในการจัดเก็บเป็นระบบอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนการทำงานเช่นเดียวกันพบว่า ระบบอัตโนมัติสามารถลดเวลาการทำงานเหลือ 1.09 นาที

และในกรณีของการเบิกสินค้าโดยใช้แรงงานคนในการจัดเก็บพบว่า ใช้เวลาในการเบิกสินค้ารวมทั้งสิ้น 3.14 นาที ซึ่งเมื่อเทียบกับกรณีการปรับปรุงช่องว่างที่มีการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ลงส่งผลให้เวลาทำงานลดลงเหลือ 1.5 นาที สูงกว่ากรณีที่มีการเบิกสินค้าด้วยระบบอัตโนมัติซึ่งใช้เวลาในการเบิก 1.08 นาที

สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาข้อมูลระบบจัดเก็บ-เบิกจ่ายสินค้า โดยการเปรียบเทียบระหว่างกรณีใช้แรงงานคนในการจัดเก็บและกรณีการปรับปรุงชั้นวางใหม่รวม 18 ช่องพบว่า แผนผังและกระบวนการทำงานที่มีการปรับปรุงชั้นวางใหม่ช่วยลดระยะเวลาการทำงานได้ 29.95 นาที และเมื่อนำข้อมูลจากการปรับปรุงระบบการจัดเก็บ-เบิกสินค้าโดยการปรับปรุงชั้นวาง ไปสร้างเป็นโมเดลระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ AS/RS และทำการเปรียบเทียบกับกรณีการจัดเก็บ-เบิกสินค้าที่มีการปรับปรุงชั้นวางซึ่งใช้แรงงานคนในการจัดเก็บพบว่า ระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติ สามารถช่วยลดเวลาในการจัดเก็บ-เบิกสินค้าลดลง 78.87 นาที ซึ่งระบบระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังแบบอัตโนมัติสามารถนำไปสร้างเป็นระบบจัดเก็บสินค้าคงคลังได้จริง

ในการทดลองผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล แผนผังหลักการทำงานในคลังสินค้า กระบวนการทำงาน BOP (Bill of Process) และ ลีน (Lean) ในคลังสินค้า เพื่อลดเวลาในการจัดเก็บ-เบิกสินค้าซึ่งยังไม่ครอบคลุมปัญหาอีกหลายด้าน ดังนั้นควรมีการศึกษา การทำแผนผังและหาแนวทางการลดเวลาในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับคลังสินค้า โดยคลังสินค้าที่มีลักษณะการจัดเก็บ-เบิกสินค้าที่คล้ายคลึงกับคลังสินค้าในกรณีศึกษา สามารถนำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานได้ แต่ควรปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้เหมาะกับกระบวนการจัดเก็บของคลังสินค้าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- คณิตกร ภูนิคม. (2560). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงงานกรณีศึกษา: โรงงานน้ำดื่มใบไม้เขียว. *การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมภาควิศวกรรมอุตสาหกรรม* (หน้า 150-155). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จารุกิตต์ สายสิงห์, วรินทร์ ไทยรักษ์ และ รัฐพงษ์ ไ้เคน. (2563). การพัฒนาระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ. *The 7th NEU National Conference* (หน้า 793-804). มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ขอนแก่น.
- จิตรายุบล ปภุสะโร. (2559). *การเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้าและลดปริมาณสินค้าคงคลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ปริญญาวัฒน์ บุญสิงห์. (2559). *การออกแบบและสร้างต้นแบบระบบจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Boonsingh, P., Srisuruk, W., & Chamniprasart, K. (2016). Design and Prototyping of Controlling an Automated Storage and Retrieval System. *South East Asian Technical University Consortium (SEATUC 2016)*. SIT. Japan

Sumanth, D. J. (1984). *Productivity Engineering and Management: Productivity Measurement, Evaluation, planning, and Improvement in Manufacturing and Service Organizations*. McGraw-Hill Companies.

การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการเติบโต
ของชุมชนพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมม จังหวัดนครราชสีมา
Potential Surface Analysis for Supplying of Water Sources for
Consumption to Support Community Growth, Si Mum Subdistrict
Administrative Organization Nakhon Ratchasima Province

วารุณี อ้วนโพธิ์กลาง* พรรณระพี บาตรงูเหลือม และ สุวรรณา เจนพนัส
Warunee Aunphoklang*, Panrapee Batngulueam and Suwanna Jenphanas

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผังเมือง คณะศิลปกรรมและออกแบบอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

Program in Urban Planning Technology, Faculty of Architecture and Creative Arts,
Rajamangala University of Technology Isan

*Corresponding author. E-mail: warunee.au@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลเป็นปัญหาใหญ่ที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของประชาชนทั้งในแง่ของการอุปโภคและบริโภค จังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่ที่ประสบปัญหานี้คิดเป็นสามในสี่ของจังหวัด เขตอำเภอเมืองประสบปัญหาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2559-2562 โดยพื้นที่ตำบลสีมมประสบปัญหาขาดน้ำใช้ในฤดูแล้งบ่อยครั้งเพราะมีน้ำดิบและแหล่งน้ำดิบไม่เพียงพอร่วมกับแนวโน้มที่ชุมชนจะขยายตัวสูงเนื่องจากเป็นจุดเปลี่ยนถ่ายของทางหลวงพิเศษ ประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพและเพื่อกำหนดแนวทางในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อรองรับประชากรในอนาคตในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมม โดยศึกษาด้วยการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของระบบน้ำอุปโภคบริโภค การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต และวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคด้วยหลักการการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพที่บูรณาการร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้คือทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพในการเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่ จำแนกเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพมากที่สุดเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่จะอยู่ใกล้กับบริเวณแหล่งน้ำประปาเดิมของชุมชน ซึ่งเสนอแนะแนวทางการวางแผนในการจัดหาแหล่งน้ำใหม่และคำนวณหาขนาดความจุของแหล่งน้ำใหม่สามารถกักเก็บน้ำได้ประมาณ 70,616 ลูกบาศก์เมตร เพื่อรองรับความต้องการพื้นฐานของประชากรที่คาดการณ์ใน 30 ปีข้างหน้า รวมทั้งเสนอแนวทางปรับปรุงทัศนียภาพบริเวณรอบแหล่งน้ำใหม่เพื่อให้เป็นพื้นที่นันทนาการในการใช้พื้นที่ร่วมกันของชุมชน

คำสำคัญ: การจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Abstract

The problem of rainfall non-seasonal is a main problem that affects to raw water supplying, which is insufficient to meet the demand of population in terms of consumption and water supply. Nakhon Ratchasima Province has an area that suffers this problem around three out of fourths of the total area. Mueang District has been facing this problem continuously since 2016-2019. Si Mum Sub-District has insufficient raw water and sources for water supply that often effect to water lacks for use in the dry season. In additional, the tendency of the community to high expand as it is a turning point of the motorway. The increasing population as a result in increasing for water demand as well. The aims of this research are to analyze potential areas and to determine guidelines for supplying of water sources for consumption to support future populations in the Si Mum SAO. The methodology of this research is analyzing the current situation of the consumption water system, forecasting future demand for consumption water, and analyzing potential areas for supplying consumption water resources using the principle of Potential Surface Analysis (PSA) integrated with the Geographic Information System (GIS). The result is a location that has potential as a new water source area that classified as areas with high, medium, and low suitability. The high potential area being a new water source area is nearing the old water supply source of the community. It recommends planning guidelines for new water supply and calculating the water capacity of the new water source, the capable of holding approximately 70,616 cubic meters of water to support the projected basic demand of the population over the next 30 years, in addition, to propose a way to improve the landscape around the new water source to be a recreation area in the community.

Keywords: Supplying of Water Sources for Consumption, Potential Surface Analysis (PSA), Geographic Information System (GIS)

บทนำ

ปัจจุบันฝนที่ไม่ตกต้องตามฤดูกาลเป็นปัญหาใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของประชาชนทั้งในแง่ของการอุปโภคและบริโภค โดยปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในประเทศไทยถือเป็นปัญหาที่สำคัญอีกหนึ่งด้าน ซึ่งมีผลกระทบเป็นอย่างมากในปี 2558 และทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้การกักเก็บน้ำของแหล่งน้ำขนาดใหญ่ขาดแคลน ซึ่งนำความเสียหายมาสู่เศรษฐกิจและสังคมในด้านการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค ปกติฤดูฝนจะตกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม แต่ปัจจุบันฝนทิ้งช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม โดยพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยแล้งจำนวน 24 อำเภอ จากทั้งหมด 32 อำเภอ (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดนครราชสีมา, 2558) โดยอำเภอเมืองนครราชสีมาประสบปัญหาฝนแล้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2559-2562 (กองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดนครราชสีมา, 2564) พื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยแล้งมีอยู่หลายตำบล ซึ่งตำบลสีมุก่อนข้างได้รับผลกระทบปัญหาภัยแล้งอย่างรุนแรงเพราะปัจจุบันตำบลสีมุกมีแหล่งน้ำดิบในการผลิตประปาไม่เพียงพอจึงเกิดปัญหาขาดน้ำใช้ในฤดูแล้งบ่อยครั้ง เนื่องจากฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลจึงขาดแคลนน้ำทุกปีในช่วงปลายเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกรกฎาคม ในขณะที่น้ำบาดาลไม่สามารถขุดเจาะได้เนื่องจากภาวะดินเค็มสูงทำให้น้ำบาดาลเป็นน้ำกร่อย ซึ่งพื้นที่ตำบลสีมุกมีการคาดการณ์แนวโน้มในการขยายตัวของชุมชนไปในทิศทางที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีการก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายบางปะอิน-นครราชสีมา (มอเตอร์เวย์) และมีจุดเปลี่ยนเส้นทางรถยนต์ รถบรรทุก อยู่ในพื้นที่ตำบลสีมุกซึ่งทำให้การเข้าถึงพื้นที่สะดวกมากขึ้นเมื่อมีการขยายตัวของชุมชนเมืองมากขึ้น ประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้น้ำยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย แต่ผลจากการก่อสร้างทางหลวงพิเศษนี้อาจทำให้เกิดขวงทางไหลของแหล่งน้ำธรรมชาติ 2 แหล่ง ได้แก่ คลองลำตะคองและคลองลำบริบูรณ์ โดยพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุกมีเส้นทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายบางปะอิน-นครราชสีมา (มอเตอร์เวย์) ตัดผ่านเป็นระยะทาง 7 กิโลเมตร ซึ่งอาจเป็นสาเหตุร่วมในการที่ทำให้พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุกขาดแคลนน้ำดิบในการอุปโภคบริโภคด้วย ปัญหาดังกล่าวได้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์และเป้าประสงค์องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุกในแผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2561-2565) ที่ต้องการพัฒนาชุมชนให้น่าอยู่มีความเข้มแข็ง โดยได้รับการบริการสาธารณะโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นเพื่อรองรับขยายตัวของชุมชนและเศรษฐกิจ ซึ่งมีกลยุทธ์ในการพัฒนาระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบประปาในเขตพื้นที่ตำบลสีมุกให้ครอบคลุม และเพียงพอต่อความต้องการ (องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุก, 2562)

จากปัญหาข้างต้นที่เกิดขึ้นในพื้นที่ร่วมกับยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาท้องถิ่นขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมุก นักวิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการจัดหาแหล่งน้ำเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อประชากรในปัจจุบันและในอนาคตที่จะเข้ามาในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพและเพื่อกำหนดแนวทางในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อรองรับประชากรในอนาคตในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุก โดยศึกษาด้วยการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของระบบน้ำอุปโภคบริโภค การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต

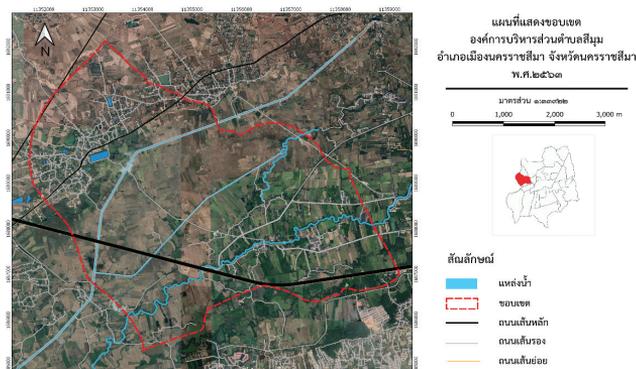
และวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคด้วยหลักการการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพที่บูรณาการร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการนำแนวคิดการจัดการจัดหาแหล่งน้ำใหม่มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน จึงมีความสำคัญที่จะต้องจัดหาให้ประชากรมีน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคอย่างทั่วถึงให้แก่ชุมชน ครอบคลุมทุกหมู่บ้าน ชุมชนเมือง รวมทั้งพื้นที่เศรษฐกิจและแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษานี้มีกระบวนการหลักแบ่งออก 6 ส่วน คือ การศึกษาพื้นที่ศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์สภาวะพื้นที่ปัจจุบัน การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค และการเสนอแนะแนวทางการวางแผน มีรายละเอียดดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือ องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา อยู่ห่างจากตัวเมืองนครราชสีมาประมาณ 16 กิโลเมตร ครอบคลุมเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 9,448 ไร่ หรือประมาณ 15 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา มีแหล่งน้ำสำคัญไหลผ่าน 2 สาย และมีคลองส่งน้ำชลประทานตัดผ่าน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาพื้นที่และรวบรวมข้อมูลพื้นที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเชิงบรรยาย เชิงปริมาณ ข้อมูลสถิติ และข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งต่าง ๆ ในองค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์ปัญหาความขาดแคลนน้ำของพื้นที่ รวมถึงข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาสภาพพื้นที่ต่าง ๆ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสัมภาษณ์ (Interview) โดยสัมภาษณ์โดยตรงกับผู้เกี่ยวข้องในชุมชน เช่น นายกองคการบริหารส่วนตำบลสีมุ่ม ผู้นำชุมชน ผู้ดูแลการประปาชุมชน และประชาชนในพื้นที่ เป็นต้น โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการของ Yamané (1973) ที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับร้อยละ 10 จึงได้กลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์จำนวน 98 คน

2) การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการสังเกตพฤติกรรมความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ มี 2 รูปแบบ คือ การสังเกตการณ์ทางตรง โดยการจดบันทึกข้อมูลพฤติกรรมความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ และการสังเกตการณ์ทางอ้อม โดยการบันทึกภาพ บันทึกวิดีโอ พฤติกรรมความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่

3) การสำรวจ (Field Survey) การสำรวจข้อมูลสภาพพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ และเส้นทางการคมนาคม เป็นต้น

ส่วนการรวบรวมข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะเป็นการรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หน่วยงานที่รับผิดชอบ หรือข้อมูลหตุยภูมิจากเว็บไซต์ที่ให้บริการข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3. การจัดเตรียมข้อมูล

1) การกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาวะพื้นที่ปัจจุบัน ประกอบไปด้วยข้อมูลผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา ทิศทางการขยายตัวของชุมชน ข้อมูลประชากรปี พ.ศ. 2562 และการคาดการณ์จำนวนประชากร 30 ปีข้างหน้า ข้อมูลแหล่งน้ำ ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยา ข้อมูลลักษณะดิน ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท และข้อมูลโครงสร้างพื้นฐาน

2) การกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพแห่งการพัฒนา (Development Potential) ของพื้นที่ในลักษณะที่เป็นตัวกำหนดที่ตั้ง (Location) ที่เหมาะสมที่เป็นแหล่งน้ำใหม่ของพื้นที่ โดยมีปัจจัยและแหล่งที่มาแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค

กลุ่ม	ปัจจัย	ลักษณะข้อมูล	ปี พ.ศ.	ที่มา
ปัจจัยที่ต้องกันออก	พื้นที่สงวนหรือพื้นที่อนุรักษ์	Polygon data	2563	กรมพัฒนาที่ดิน
	พื้นที่แหล่งน้ำเดิม	Polygon data	2563	การแปลข้อมูลจากดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม
ปัจจัยด้านกายภาพ	ความลาดชัน	Raster data	2563	USGS EarthExplorer
	ลักษณะดิน	Polygon data	2548	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
	ลักษณะหิน	Polygon data	2548	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
	เส้นทางน้ำ	Polygon data	2563	การแปลข้อมูลจากดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม
	ทางน้ำชลประทาน	Polygon data	2563	การแปลข้อมูลจากดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม
	แหล่งน้ำเดิม	Polygon data	2563	การแปลข้อมูลจากดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม
	พื้นที่เมือง	Polygon data	2563	การแปลข้อมูลจากดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม
	พื้นที่เกษตรกรรม	Raster data	2563	การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพเบื้องต้น

4. การวิเคราะห์สภาวะพื้นที่ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต

จากการรวบรวมข้อมูลข้างต้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลถึงปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคของพื้นที่ในปัจจุบัน และการคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต ดังนี้

1) การวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของระบบน้ำอุปโภคบริโภค พิจารณาจากอัตราการใช้น้ำของประชากรในพื้นที่ที่คำนวณจากอัตราการใช้น้ำตามมาตรฐานเทียบกับปริมาณน้ำที่ผลิตได้ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม

2) การวิเคราะห์การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต พิจารณาจากอัตราการใช้น้ำของประชากรที่คาดการณ์ในอีก 30 ปีในพื้นที่ที่คำนวณจากอัตราการใช้น้ำตามมาตรฐานเทียบกับปริมาณน้ำที่ผลิตได้ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม เพื่อดูความต้องการในผลิตน้ำเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของประชากรในอนาคต

5. การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค (Potential Surface Analysis, PSA)

เป็นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาร่วมในการพิจารณาด้วยหลักการการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ (Potential Surface Analysis, PSA) โดยวิธีการ PSA เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการประเมินหรือวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในการเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำของประชากรในปัจจุบันและในอนาคต โดยควบคุมพื้นที่ที่เหมาะสมไม่ให้อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะถูกกันออก (Restrictive Area) และไม่สามารถจะนำพื้นที่เหล่านั้นมาพิจารณาได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญอยู่ที่การให้น้ำหนักแก่กลุ่มปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นการจัดลำดับความเหมาะสมเพื่อรองรับการพัฒนาพื้นที่ (วรรณศิลป์ พิรพันธุ์, 2549 และ กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2557) โดยขั้นตอนของการวิเคราะห์มีดังนี้

1) การกำหนดค่าปัจจัย (Rating and Scaling Factors) ปัจจัยต่าง ๆ จากตารางที่ 2 นำปัจจัยมาให้ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละปัจจัยออกมาเป็นตัวเลข เมื่อได้ค่าตัวเลขของปัจจัยต่าง ๆ แล้วแสดงค่าลงบนตารางกริดในแผนที่ เนื่องจากค่าที่วัดนี้อาจจะมีหน่วยหรือช่วงคะแนนที่ต่างกันแต่ละปัจจัย จึงต้องปรับค่าของทุกปัจจัยให้อยู่ในช่วงคะแนนเดียวกัน (Normalization) โดยให้ช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 0-5

2) การกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัย (Criterion Weighting) หลังจากกำหนดปัจจัยและวัดค่าของปัจจัยโดยให้ค่าทุกปัจจัยให้อยู่ในช่วงคะแนน 0-5 ขั้นตอนต่อไปเป็นการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยปัจจัยใดมีความสำคัญมากก็ได้รับค่าน้ำหนักมาก และปัจจัยใดมีความสำคัญน้อยก็ได้รับค่าน้ำหนักน้อย ดังตารางที่ 2

การให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย (Estimation Weighting) ซึ่งสามารถพิจารณาหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยได้หลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ Ranking Method เป็นวิธีการประเมินค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ง่ายที่สุด โดยผู้ทำการประเมินจะทำการเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดไปน้อยที่สุด

3) การวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพ โดยสมการที่ใช้ในการทำ PSA คือ สมการรูปแบบ Simple Additive Weight (SAW) (Malczewski & Rinner, 2015) มีสมการดังนี้

$$S = (W_1 \cdot X_1) + (W_2 \cdot X_2) + (W_3 \cdot X_3) + \dots + (W_n \cdot X_n) \tag{1}$$

- เมื่อ S คือ ระดับค่าคะแนนรวมแสดงศักยภาพของพื้นที่
- W_n คือ ค่าคะแนนรวมแสดงความสำคัญของปัจจัยที่ n (Weight)
- X_n คือ ค่าคะแนนความเหมาะสมของช่วงปัจจัยที่ n (Criteria Score)

4) การจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสม การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่จะใช้วิธีการ PSA เป็นเครื่องมือในการคำนวณหาศักยภาพของพื้นที่เพื่อให้ทราบว่าบริเวณใดที่สมควรจะได้รับการพัฒนาเป็นอันดับแรกและรองลงไป โดยสามารถจำแนกพื้นที่ศักยภาพออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก (Most Suitable) เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านกายภาพเพื่อการพัฒนามากที่สุด

- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (Moderate Suitable) เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาแต่เนื่องจากอยู่ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านกายภาพของพื้นที่ในการพัฒนา ซึ่งข้อจำกัดในการพัฒนาที่มีความรุนแรงไม่มากสามารถพิจารณาได้เป็นกรณีไป

- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย (Least Suitable) เป็นพื้นที่ที่ข้อจำกัดด้านกายภาพต่อการพัฒนามีความรุนแรงมาก

6. เสนอแนะแนวทางการวางแผนการจัดการแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อรองรับประชากรในอนาคต

ในการศึกษานี้ทำการเสนอแนะพื้นที่ที่มีศักยภาพและรูปแบบแหล่งน้ำใหม่เพื่อเป็นแนวทางการจัดการแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อรองรับประชากรในอนาคตขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม รวมถึงการออกแบบภูมิทัศน์บริเวณแหล่งน้ำใหม่เพื่อใช้เป็นพื้นที่นันทนาการในการใช้พื้นที่ร่วมกันของชุมชน

ตารางที่ 2 กลุ่มปัจจัย ค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าคะแนนที่ใช้วิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค

กลุ่ม	ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับคะแนน			
			มาก (5)	ปานกลาง (3)	น้อย (1)	ไม่มี (0)
ปัจจัยที่ต้องกันออก	พื้นที่สงวนหรือพื้นที่อนุรักษ์			พื้นที่กันออก		
	พื้นที่แหล่งน้ำเดิม			พื้นที่กันออก		
	ความลาดชัน	15	0-5%	5-25%	> 25%	-
ปัจจัยด้านกายภาพ	ลักษณะดิน	16.5	ดินเหนียว	ดินร่วน	ดินทราย	-
	ลักษณะหิน	15.5	หินตะกอน	-	หินแปร	-
	ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (เมตร)	10	0-100	100-250	250-500	> 500
	ระยะห่างจากทางน้ำชลประทาน (เมตร)	12	0-100	100-250	250-500	> 500
	ระยะห่างจากแหล่งน้ำเดิม (เมตร)	11	0 – 500	500 – 1000	1000 – 1500	> 1500
	พื้นที่เมือง	6.5	นอกเขตพื้นที่เมือง	-	-	ในเขตพื้นที่เมือง
	พื้นที่เกษตรกรรม	13.5	ศักยภาพการเกษตรน้อย	ศักยภาพการเกษตรปานกลาง	-	ศักยภาพการเกษตรสูง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์สภาวะปัจจุบันและอนาคตขององค์การบริหารส่วนตำบลสีม

จากการรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจ สัมภาษณ์ สังเกตการณ์ รวมถึงการคำนวณอัตราความต้องการใช้น้ำพื้นฐาน ทำให้ทราบว่าในปัจจุบันพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้แบ่งการวิเคราะห์สถานะออกเป็น 2 ช่วง คือ 1) การวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของระบบน้ำอุปโภคบริโภค และ 2) การวิเคราะห์การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต ดังนี้

1.1) การวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของระบบน้ำอุปโภคบริโภค

องค์การบริหารส่วนตำบลสีมามีจำนวนประชากรในพื้นที่รับผิดชอบ ณ ปี พ.ศ. 2562 มีจำนวน 6,519 คน (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2563) ในพื้นที่มีแหล่งน้ำสำคัญไหลผ่าน 2 สาย คือ คลองลำตะคลอง คลองลำบริบูรณ์ และมีสระน้ำสำคัญ 2 แห่ง คือ สระบ้านสีมูม เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาแก่พื้นที่บริการ 7 หมู่บ้าน (โซนบน) มีปริมาณความจุน้ำรวม 255,925 ลูกบาศก์เมตร และสระบ้านทุ่งเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาแก่พื้นที่บริการ 3 หมู่บ้าน (โซนล่าง) มีปริมาณความจุน้ำรวม 4,680 ลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แหล่งน้ำและความจุน้ำขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม

ตำบล	ชื่อแหล่งน้ำ	ขนาดสระน้ำ			ความจุ (ลบ.ม.)
		กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	ลึก (ม.)	
สีมูม	สระบ้านสีมูม	145	353	5.00	255,925
สีมูม	สระบ้านทุ่ง	26	60	3.00	4,680

ที่มา: กองประปาองค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม, 2563

ปัจจุบันระบบน้ำประปาขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม มีผู้ใช้น้ำรวมกันประมาณ 6,519 คน จากเกณฑ์มาตรฐานด้านสาธารณสุขโรคของกรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ. 2552 กำหนดให้เมืองขนาดเล็ก มีความต้องการการใช้น้ำมาตรฐานอยู่ที่ 120 ลิตร/คน/วัน (สำนักพัฒนามาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง, 2552) อัตราการใช้น้ำของประชากรในพื้นที่สามารถคำนวณได้จากอัตราการใช้น้ำตามมาตรฐาน (ประเภทชุมชนขนาดเล็ก) คูณด้วยจำนวนประชากรในพื้นที่ ผลลัพธ์คืออัตราการใช้น้ำของประชากรในพื้นที่นั้นและมีหน่วยเป็นลิตรต่อวันต่อคน (ลิตร/วัน/คน) ดังนั้นอัตราการใช้น้ำมาตรฐานในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูมคือ 782,280 ลิตร/วัน หรือ 782.280 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยการใช้น้ำประปาในเขตชุมชนนี้เป็นการใช้บริการประปาหมู่บ้านซึ่งมีแหล่งน้ำดิบผลิตน้ำประปา 2 แห่ง ได้แก่ สระบ้านสีมูมมีขนาดความจุ 255,925 ลูกบาศก์เมตร สระบ้านทุ่งกระโดนมีขนาดความจุ 4,680 ลูกบาศก์เมตร โรงผลิตน้ำ 2 แห่ง มีขนาดความจุ 45 ลูกบาศก์เมตร และความจุ 15 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการใช้น้ำมาตรฐานทั้งปีเทียบกับปริมาณน้ำที่ผลิตได้ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม พบว่ามีความต้องการใช้น้ำถึง 285,532.20 ลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่ความสามารถในการผลิตน้ำได้ในพื้นที่มีเพียง 260,605 ลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่ามีความต้องการผลิตน้ำเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของประชากรปัจจุบันในพื้นที่อีก 24,927 ลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4

1.2) การวิเคราะห์การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต

ในอนาคตคาดการณ์ว่ามีการเติบโตของชุมชนและมีประชากรเข้ามาตั้งถิ่นฐานในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมามากขึ้น เนื่องจากมีเส้นทางคมนาคมหลักตัดผ่านในพื้นที่ทำให้การเข้าถึงพื้นที่เป็นไปด้วยความสะดวกมากขึ้น จึงคาดการณ์ประชากรที่จะเติบโตในอนาคตของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุด้วยการศึกษาจากสถิติประชากรในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2552-2562) พบว่าในปี 2552 มีจำนวนประชากร 6,250 คน และในปี 2562 มีจำนวนประชากร 6,519 คน มีอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาเฉลี่ยร้อยละ 0.43 ต่อปี และการหาอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในระยะเวลาคาดการณ์ 30 ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2592) ด้วยวิธีการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของประชากรแบบทวีกำลัง (Exponential Curve Projection) (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย, 2564.) ประชากรที่คาดการณ์ในปี พ.ศ. 2592 มีจำนวนประชากรประมาณ 7,415 คน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 จำนวน 897 คน การคาดการณ์สาธารณสุขอุปโภคเรือน้ำในอนาคตของพื้นที่เมื่อประชากรในอนาคตจะเพิ่มขึ้นตั้งนั้นความต้องการในด้านสาธารณสุขอุปโภคของประชากรมีมากขึ้นด้วย สาธารณูปโภคพื้นฐานจึงควรมีเพียงพอกับความต้องการของประชากรซึ่งเป็นส่วนสำคัญกับประชากรในพื้นที่ทั้งในปัจจุบันและอนาคตเป็นอย่างมาก จากการคาดการณ์อัตราการใช้น้ำในปี พ.ศ. 2592 ของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมุดจะมีความต้องการน้ำประมาณ 889,860 ลิตร/วัน หรือ 889.860 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เมื่อพิจารณาอัตราการใช้น้ำมาตรฐานทั้งปีของปี พ.ศ. 2592 เทียบกับปริมาณน้ำที่ผลิตได้ในพื้นที่ พบว่ามีความต้องการใช้น้ำถึง 324,798.90 ลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่ความสามารถในการผลิตน้ำได้ในพื้นที่มีเพียง 260,605 ลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่ามีความต้องการผลิตน้ำเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของประชากรในอนาคต (ปี พ.ศ. 2592) เพิ่มอีกจำนวน 64,193.90 ลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคปี พ.ศ. 2562 และใน 30 ปีข้างหน้า

ประชากร (คน)	มาตรฐาน อัตราการใช้น้ำ	อัตราการ ใช้น้ำ (ลบ.ม/วัน)	อัตราการ ใช้น้ำ (ลบ.ม/ปี)	ปริมาณน้ำ ที่ใช้ได้ (ลบ.ม)	ปริมาณน้ำที่ ต้องการเพิ่ม (ลบ.ม)
ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค ปี พ.ศ. 2562					
6,519	120	782.280	285,532.20	260,605	24,927.00
ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค ปี พ.ศ. 2592					
7,415	120	889.860	324,798.90	260,605	64,193.90

2. การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อรองรับประชากรในอนาคต

จากการวิเคราะห์การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต แสดงให้เห็นว่ามีความต้องการผลิตน้ำเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของประชากรในอนาคต (ปี พ.ศ.2592) เพิ่มอีกจำนวน 64,193.90 ลูกบาศก์เมตร หน่วยงานจึงต้องมีการจัดการในการหาพื้นที่รองรับแหล่งน้ำใหม่ การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพได้นำวิธี PSA มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมแก่การตั้งแหล่งน้ำใหม่ มีการกำหนดกลุ่มปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพ คือ 1) กลุ่มปัจจัยที่เป็นพื้นที่ถูกกั้นออก (Restrictive Area) 2 ปัจจัย คือ พื้นที่สงวนหรือพื้นที่อนุรักษ์ และพื้นที่แหล่งน้ำเดิม 2) กลุ่มปัจจัยทางด้านกายภาพ ทั้งหมด 8 ปัจจัย คือ ความลาดชัน ลักษณะดิน ลักษณะหิน ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ ระยะห่างจากทางน้ำชลประทาน ระยะห่างจากแหล่งน้ำเดิม พื้นที่เมือง และพื้นที่ศักยภาพเกษตรกรรม โดยผลการวิเคราะห์ในแต่ละปัจจัยในการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำใหม่แสดงดังภาพที่ 2

ปัจจัยที่ (1) ถึง (8) ดังภาพที่ 2(1) -2(8) มีการกำหนดค่าคะแนนปัจจัยให้อยู่ในช่วง 0-5 โดยพื้นที่ที่มีค่าคะแนน 5 คือพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในปัจจัยนั้นแสดงด้วยพื้นที่สีเขียว พื้นที่ที่มีค่าคะแนน 1 หรือ 0 คือพื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุดในปัจจัยนั้นแสดงด้วยพื้นที่สีแดง เมื่อนำทั้ง 8 ปัจจัยทางด้านกายภาพและกลุ่มปัจจัยพื้นที่ถูกกั้นออกมาวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพ โดยสมการที่ใช้ในการทำ PSA เป็นสมการ SAW ด้วยค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยตามตารางที่ 2 ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 3 แสดงพื้นที่ศักยภาพที่จะเป็นแหล่งน้ำใหม่ จำแนกเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย ซึ่งแสดงด้วยพื้นที่สีเขียว สีเหลือง และสีแดง ตามลำดับ

ผลลัพธ์การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพที่เหมาะสมแก่การจัดหาแหล่งน้ำใหม่ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่สีเขียวเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดแก่การเป็นตำแหน่งแหล่งน้ำใหม่ โดยส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณคลองชลประทาน คลองลำบริบูรณ์ และคลองลำตะคอง ซึ่งง่ายต่อการนำน้ำเข้ามาเก็บกักในแหล่งน้ำใหม่ และจะอยู่ใกล้กับบริเวณแหล่งน้ำประปาเดิมของชุมชนด้วย ในส่วนพื้นที่สีเหลืองเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมปานกลางส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา และพื้นที่สีแดงส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณทิศเหนือของพื้นที่เป็นที่ราบสูงทำให้ยากต่อการนำน้ำเข้าไปกักเก็บจึงเหมาะสมน้อยแก่การเป็นตำแหน่งในการสร้างแหล่งน้ำใหม่

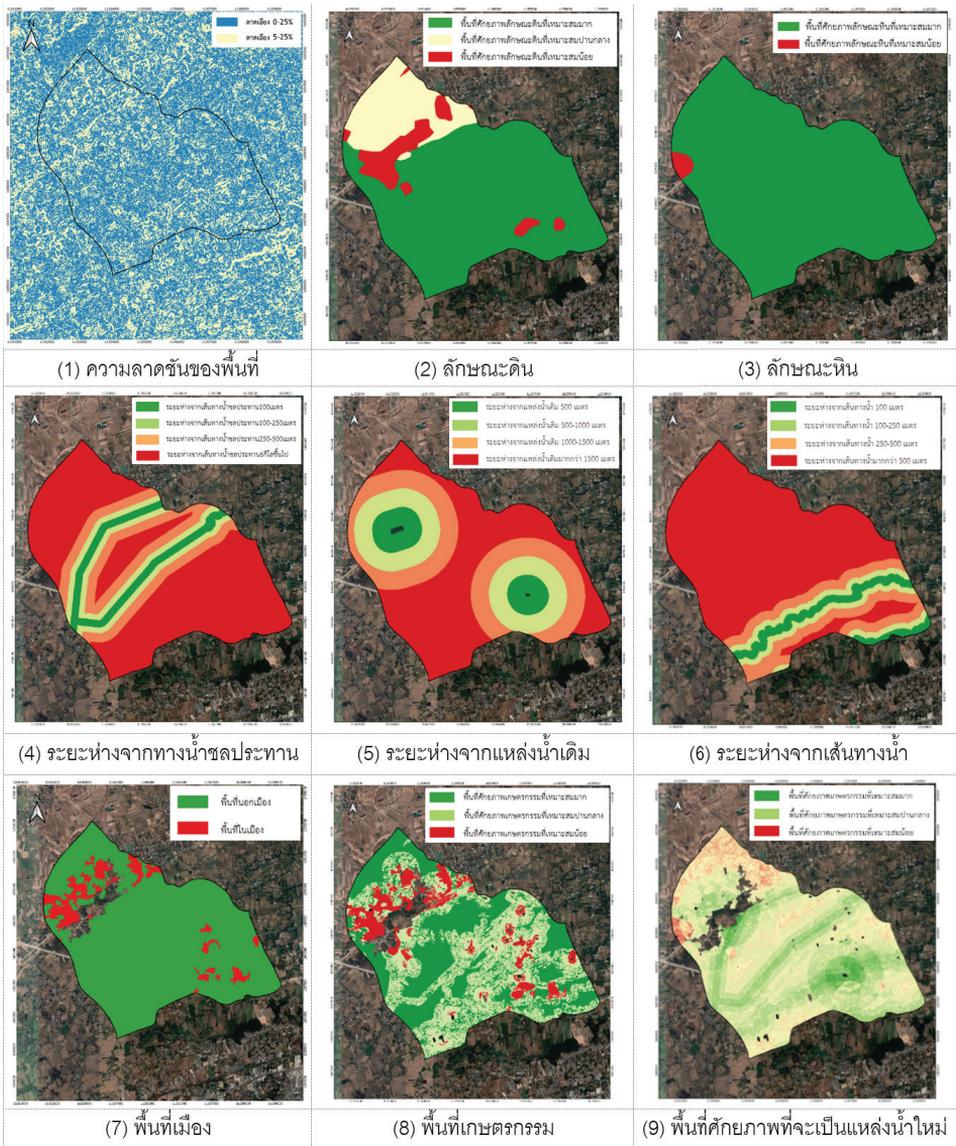
3. เสนอแนะแนวทางการวางแผนการจัดการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคเพื่อรองรับประชากรในอนาคต

จากการคำนวณความต้องการน้ำที่แสดงดังตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้ ในปัจจุบันมีอยู่ 260,605 ลูกบาศก์เมตร ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากรในปัจจุบัน และในอนาคตประชากรที่มีความต้องการน้ำ 324,798.90 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำที่มีในพื้นที่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงต้องการแหล่งน้ำใหม่ที่มีขนาดรองรับมากกว่า 64,193.90 ลูกบาศก์เมตรได้ซึ่งเป็นความต้องการใช้น้ำพื้นฐานของประชากรคาดการณ์ใน 30 ปีข้างหน้า การศึกษานี้ทำการคำนวณหาขนาดแหล่งน้ำที่สามารถรองรับน้ำได้เพียงพอและควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการเป็นแหล่งน้ำใหม่ที่ได้จากการวิเคราะห์ PSA เนื่องจากสภาพแหล่งเก็บน้ำปัจจุบันไม่สามารถปรับปรุงเพื่อ

รองรับปริมาณน้ำตามความต้องการใช้น้ำพื้นฐานของประชากรคาดการณ์ในอนาคตดังกล่าวได้ จึงพิจารณาสร้างแหล่งเก็บน้ำใหม่ที่ขนาดควรรองรับความต้องการใช้น้ำพื้นฐานของประชากรในอนาคตได้ โดยควรมีขนาดรองรับน้ำปริมาณมากกว่า 64,193.90 ลูกบาศก์เมตร ในการคิดพื้นที่จัดหาแหล่งน้ำใหม่และความจุของการกักเก็บน้ำ โดยแหล่งน้ำใหม่ควรมีความกว้างและยาวของปากบ่อขนาด 104 เมตร ความกว้างและยาวของกันบ่อขนาด 90 เมตร บ่อมีความลึกระดับ 7 เมตร ออกแบบแหล่งน้ำรูปแบบ 1:1 ที่มีความลาดชันจากขอบบ่อไปยังกันบ่อเป็น 45 องศา จึงมีความสามารถบรรจุน้ำได้ประมาณ 70,616 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งรองรับความต้องการใช้น้ำพื้นฐานของประชากรในอนาคตได้อย่างเพียงพอ โดยรายละเอียดการออกแบบขนาดแหล่งน้ำใหม่แสดงในตารางที่ 5 และแบบแปลนแสดงดังภาพที่ 4 ผลจากการวางแผนออกแบบแหล่งน้ำใหม่พบว่ามียังพอต่อความต้องการใช้น้ำพื้นฐานของประชากรคาดการณ์ใน 30 ปีข้างหน้าในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีม

ตารางที่ 5 แสดงขนาดแหล่งน้ำใหม่และความจุของการกักเก็บน้ำ

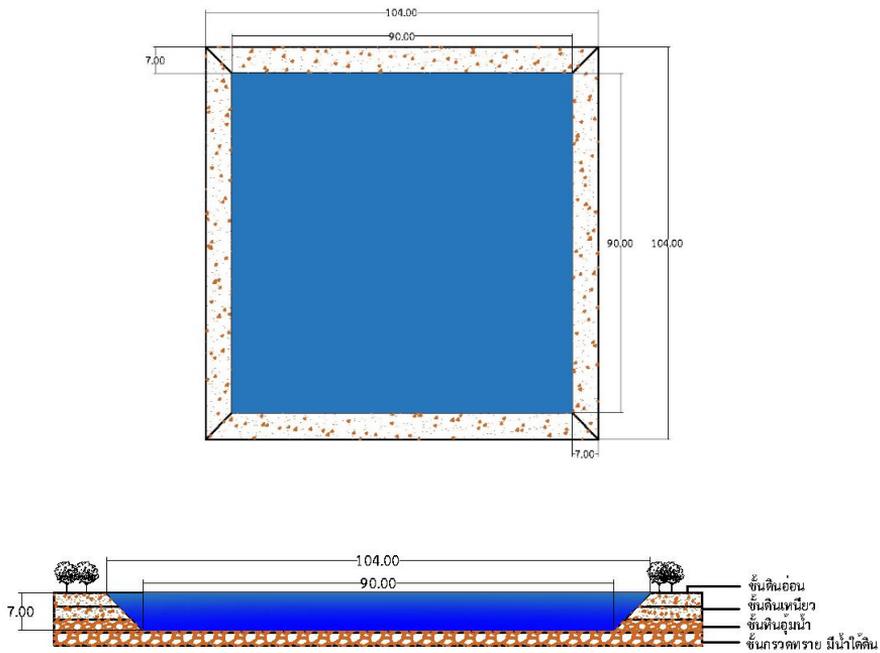
ขนาดปากบ่อ		ขนาดกันบ่อ		ขนาดความลึก		ความจุน้ำ (ลบ.ม)
กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	
104	104	90	90	7	7	70,616



ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ในแต่ละปัจจัยของการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำใหม่



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงพื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำใหม่

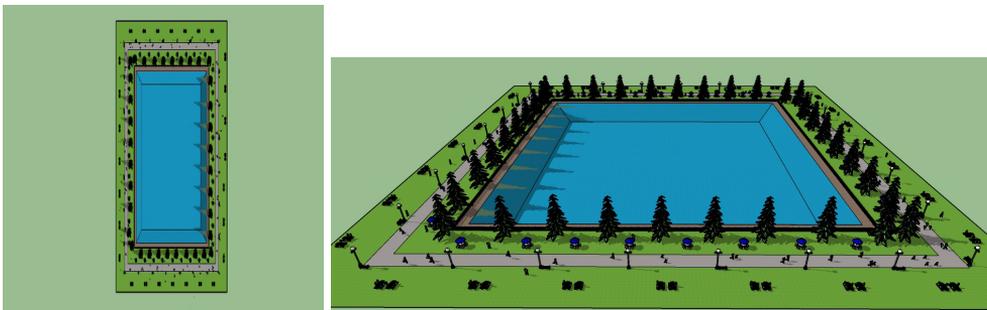


ภาพที่ 4 แบบแปลนแหล่งน้ำใหม่

การวางแผนจัดหาตำแหน่งแหล่งน้ำใหม่ควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพที่เหมาะสมมาก จากผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำใหม่ (บริเวณพื้นที่สีเขียวจากภาพที่ 5) ซึ่งตำแหน่งที่มีความเหมาะสมมากที่สุดตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำเดิมเพราะเป็นบริเวณที่มีศักยภาพสูงและมีขนาดพื้นที่รองรับแหล่งน้ำใหม่นี้ได้ดังแสดงในภาพที่ 5 มีความสะดวกต่อการเติมน้ำให้แก่แหล่งน้ำเดิมของชุมชน เพื่อนำไปใช้ผลิตน้ำอุปโภคบริโภคด้วย และตั้งอยู่ใกล้เส้นทางน้ำชลประทานง่ายต่อการนำน้ำเข้ามา กักเก็บในแหล่งน้ำใหม่นี้ นอกจากนี้ได้มีการออกแบบภูมิทัศน์บริเวณรอบแหล่งน้ำใหม่เพื่อให้เป็นพื้นที่ นันทนาการไว้รองรับประชากรในพื้นที่ในการใช้พื้นที่ร่วมกันของชุมชนดังภาพที่ 6 โดยมีเส้นทางเดินเท้า รอบบริเวณเพื่อใช้ในการออกกำลังกาย มีที่พักคอยให้ประชาชนนั่งพักผ่อนเป็นระยะ มีไฟส่องสว่าง ทั่วบริเวณและมีการปลูกต้นไม้รอบแหล่งน้ำเพื่อเพิ่มความร่มรื่นให้น้ำใช้งานมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงตำแหน่งแหล่งน้ำใหม่ขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม



ภาพที่ 6 การออกแบบภูมิทัศน์บริเวณรอบแหล่งน้ำใหม่

สรุปผลและเสนอแนะ

การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการเติบโตของชุมชน พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม จังหวัดนครราชสีมา เพื่อจัดหาแหล่งน้ำในการอุปโภคและบริโภค ให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรปัจจุบันและในอนาคต เนื่องจากในอนาคตจะมีโครงข่ายคมนาคมทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางปะอิน-นครราชสีมา (มอเตอร์เวย์) ตัดผ่านในพื้นที่ทำให้มีการขยายตัวของชุมชนในอนาคต จึงทำให้ประชากรเข้ามาตั้งถิ่นฐานในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นและมีความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการจัดหาแหล่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคเพื่อรองรับการดำรงชีวิตของประชากรที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคตและทำให้มีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์

จากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของระบบน้ำอุปโภคบริโภค มีผู้ใช้น้ำในพื้นที่ประมาณ 6,519 คน และมีอัตราการใช้น้ำมาตรฐานคือ 782.280 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เมื่อพิจารณาอัตราการใช้น้ำมาตรฐานทั้งปีเทียบกับปริมาณน้ำที่ผลิตได้ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสีมูม พบว่ามีความต้องการใช้น้ำถึง 285,532.20 ลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่ความสามารถในการผลิตน้ำได้ในพื้นที่มีเพียง 260,605 ลูกบาศก์เมตร และการวิเคราะห์การคาดการณ์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต มีการคาดการณ์ประชากรในปี 30 ปีข้างหน้า มีจำนวนประชากรประมาณ 7,415 คน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 จำนวน 897 คน มีความต้องการใช้น้ำถึง 324,798.90 ลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่ความสามารถในการผลิตน้ำได้ในพื้นที่มีเพียง 260,605 ลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่ามีความต้องการผลิตน้ำเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของประชากรในอนาคต (ปี พ.ศ. 2592) เพิ่มอีกจำนวน 64,193.90 ลูกบาศก์เมตร

วิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการจัดหาแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคด้วยหลักการการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพที่บูรณาการร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมมากแก่การตั้งแหล่งน้ำใหม่ มีการกำหนดกลุ่มปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพ คือ กลุ่มปัจจัยที่เป็นพื้นที่ถูกกั้นออก (Restrictive Area) 2 ปัจจัย และกลุ่มปัจจัยทางด้านกายภาพ ทั้งหมด 8 ปัจจัย ด้วยสมการแบบ SAW ผลลัพธ์ที่ได้คือทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพในการเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่ จำแนกเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพมากที่สุดเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่จะอยู่ใกล้กับบริเวณแหล่งน้ำประปาเดิมของชุมชน ซึ่งเสนอแนะแนวทางการวางแผนในการจัดหาแหล่งน้ำใหม่และคำนวณหาขนาดความจุ้น้ำของแหล่งน้ำใหม่สามารถกักเก็บน้ำได้ประมาณ 70,616 ลูกบาศก์เมตรเพื่อรองรับความต้องการพื้นฐานของประชากรที่คาดการณ์ใน 30 ปีข้างหน้า รวมทั้งเสนอแนวทางการปรับปรุงพื้นที่บริเวณรอบแหล่งน้ำใหม่เพื่อให้เป็นพื้นที่นันทนาการในการใช้พื้นที่ร่วมกันของชุมชน

ข้อเสนอแนะ

- 1) ในการศึกษาพื้นที่ศักยภาพเพื่อรองรับเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่อาจนำปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมจะเป็นแหล่งน้ำใหม่มาพิจารณาร่วมด้วย ได้แก่ นโยบายการพัฒนาเมือง เขตพื้นที่ขยายตัวของเมือง ชื้นน้ำใต้ดิน เป็นต้น

2) การพิจารณาพื้นที่แหล่งน้ำใหม่อาจนำแนวคิดการจัดหาน้ำและทฤษฎีธรรมาการน้ำใต้ดินระบบเปิดมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพเพื่อรองรับเป็นพื้นที่แหล่งน้ำใหม่เพื่อเพิ่มโอกาสในการกักเก็บน้ำได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการขุดบ่อน้ำธรรมดา

3) ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจพิจารณาเรื่องถนนน้ำเดินเพื่อนำน้ำหลากและน้ำฝนที่ไหลผ่านเส้นถนนส่งน้ำเข้าไปสู่แหล่งน้ำใหม่เพื่อการกักเก็บน้ำอุปโภคบริโภคไว้รองรับในฤดูแล้ง โดยมีวิธีการปรับระดับถนนและเพิ่มทางน้ำ 2 ข้างทางเพื่อใช้ถนนเป็นทางระบายน้ำเข้าสู่แหล่งน้ำใหม่

เอกสารอ้างอิง

- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2557). *โครงการวางผังนโยบายพัฒนาพื้นที่ กลุ่มอำเภอเมืองนครราชสีมา โชคชัย สูงเนิน ปักธงชัย ปากช่อง วังน้ำเขียว และครบุรี จังหวัดนครราชสีมา*. กรุงเทพฯ: สำนักผังประเทศและผังภาค กรมโยธาธิการและผังเมือง.
- กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย. (2564). *มาตรฐานการวางผังเมือง*.
http://www.dla.go.th/work/e_book/eb1/stan14/14.htm
- กองประปาองค์การบริหารส่วนตำบลสีมม. (2563). *รายงานแหล่งน้ำและความจุน้ำขององค์การบริหารส่วนตำบลสีมม*. องค์การบริหารส่วนตำบลสีมม อำเภอเมืองนครราชสีมา.
- กองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดนครราชสีมา. (2564). *แผนเผชิญเหตุป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยแล้ง จังหวัดนครราชสีมา ปี 2564*. กองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดนครราชสีมา.
- วรรณศิลป์ พีรพันธุ์. (2549). *การวิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่: Potential Surface Analysis*.
<http://pioneer.chula.ac.th/~pwannasi/psa.pdf>.
- สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดนครราชสีมา. (2558). *ข่าวนครราชสีมา*. https://pr.prd.go.th/nakhonratchasima/ewt_news.php?nid=6774&filename=index&nid=6774&filename=index
- สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2563). *สถิติจำนวนประชากรและบ้าน*. <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statyear/#/>
- สำนักพัฒนามาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2552). *เกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- องค์การบริหารส่วนตำบลสีมม. (2562). *แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2561-2565)*. องค์การบริหารส่วนตำบลสีมม อำเภอเมืองนครราชสีมา.
- Malczewski, J. & Rinner, C. (2015). *Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science*. Springer Science Business Media.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory statistics*, (Second Edition). New York: Harper & Row.

สถานการณ์การปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำผิวดิน
เขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว
Situation of Coliform Bacteria Contamination in Surface of Water
Watthana Nakhon Sub-District Municipality, Watthana Nakhon District,
Sa Kaeo Province

สาลิณี ผลมาตย์^{1*} จตุพร อรัญนาจ¹ ทิพย์ศิริ จันทร์อ่อน¹ ลิขิต น้อยจ่ายสิน¹
และ รุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์²

Salinee Phonmat^{1*}, Jatuphon Arannat¹, Thipsiri Chan-on¹, Likhit Noichaisin¹
and Rujirat Kitleartpompairoat²

¹สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

²ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

¹Natural Resources and Environment Program, Faculty of Science and Social Sciences,
Burapha University Sa kaeo Campus

²The Center for Scientific and Technological Equipment, Suranaree University of Technolog,
Nakhon Ratchasima

* Corresponding author. E-mail: salinee@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มทั้งหมดในคลองกุดตาโป้ช่วงที่ไหลผ่านเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 8 จุด เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง เพื่อเป็นตัวแทนตัวอย่างฤดูฝนเก็บตัวอย่างในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 และตัวอย่างฤดูแล้งเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ทำการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มร่วมกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ความขุ่น ความโปร่งแสงและค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์ ผลการศึกษา พบว่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 75->1,100 MPN/100 mL แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าอยู่ในช่วง 11-38 MPN/100 mL ความเป็นกรดด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.16-7.60 อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 25.2-28.8°C ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 1.99-6.02 mg/L ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 150-200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 120-150 mg/L ความขุ่นมีค่าอยู่ในช่วง 97.5-172.2 NTU ความโปร่งแสงมีค่าอยู่ในช่วง

30.1-56.1 cm และค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 1.22-13.24 mg/L คุณภาพน้ำในคลองกุดตาโป้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ยกเว้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์ในช่วงฤดูแล้ง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

คำสำคัญ: แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้ำผิวดิน การปนเปื้อน

Abstract

The research aims to examine the coliform bacteria contamination in Kut Ta Po canal that flow through of Watthana nakhon Sub-District Municipality zone, Watthana nakhon District, Sa kaeo Province. The sampling site was divided into 8 points. The water sample was collected in two times, in August 2020 of rainy season sample and in December 2020 of drought season sample. The water quality was conducted by analyzing total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, physical, and some chemical characteristics such as pH, temperature, dissolved oxygen, EC, total dissolved solids, turbidity, transparency and BOD. The results showed that total coliform bacteria was 75->1,100 MPN/100 mL, fecal coliform bacteria was 11-38 MPN/100 mL, pH was 6.16-7.60, temperature was 25.2-28.8 °C, dissolved oxygen was 1.99-6.02 mg/L, EC was 150-200 μ s/cm, total dissolved solids was 120-150 mg/L, turbidity was 97.5-172.2 NTU, transparency was 30.1-56.1 cm, and BOD was 1.22-13.24 mg/L. The water quality of Kut Ta Po canal was ranged in the limit of water quality standard in surface water sources, category 3, except drought season, DO was lower while, BOD was exceeded. The obtained information of this study could be used as a guideline for preventing and solving of water pollution problem that occur in the future.

Keywords: Total coliform bacteria, Fecal coliform bacteria, Surface water, Contamination

บทนำ

“น้ำ” เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมพื้นฐาน เช่น การประมง การชลประทาน การพลังงาน การสาธารณสุข การคมนาคม การอุตสาหกรรมและการพักผ่อนหย่อนใจ ตลอดจนเป็นแหล่งรองรับของเสียจากกิจกรรมของมนุษย์ด้วย (นิชรัตน์ ธิงโบริม และอมิตา ศรีสุวรรณ, 2562) น้ำที่ผ่านการใช้แล้วและไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะอยู่ในลักษณะของน้ำเสีย (wastewater) หากปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติมีมากเกินไปเกินขีดความสามารถที่แหล่งน้ำธรรมชาติจะรองรับและปรับตัวได้ทัน ผลที่ตามมาคือ แหล่งน้ำนั้นจะมีคุณภาพเลวลงและเน่าเสียในที่สุดส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้นโดยตรง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่และยังส่งผลกระทบต่อประโยชน์จากน้ำของมนุษย์อีกด้วย (สาลินี ศรีวงษ์ชัย และคณะ, 2563)

“คลองกุดตาไป” เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเทศบาลตำบลวัฒนานครได้ใช้ประโยชน์จากคลองกุดตาไปเพื่อการระบายและรองรับน้ำเสียจากชุมชน (เทศบาลตำบลวัฒนานคร, ม.ป.ป.) น้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดจากอาคารบ้านเรือนในเขตเทศบาลตำบลวัฒนานครจะถูกปล่อยลงสู่คลองกุดตาไปโดยตรง ซึ่งน้ำเสียส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่สามารถทำให้น้ำในคลองกุดตาไปมีคุณภาพเปลี่ยนแปลงไปทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ เกิดการเน่าเสียและมีการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร เช่น *Escherichia coli* ได้ นอกจากนี้ น้ำในคลองกุดตาไปอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำผิวดินบริเวณที่เชื่อมต่อกันหรือใกล้เคียงกันเกิดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคและเกิดการแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคสู่ประชาชนในพื้นที่ได้มากที่สุดหากประชาชนนำน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินนั้นมาใช้ประโยชน์ สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว ได้เล็งเห็นถึงปัญหามลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต จึงได้มีแนวคิดในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งทางจุลชีววิทยา กายภาพและเคมีบางประการในคลองกุดตาไป โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตรวจหาการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในคลองกุดตาไปช่วงที่ไหลผ่านเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว และนำผลที่ได้จากการศึกษามาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินเพื่อให้ทราบถึงสถานภาพของน้ำในคลองกุดตาไป ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการเฝ้าระวัง ป้องกัน แก้ไขปัญหาหรือลดผลกระทบจากปัญหามลพิษทางน้ำ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้เพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำผิวดินบริเวณใกล้เคียงได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

คลองกุดตาโป้ช่วงบริเวณที่ไหลผ่านเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ มีจำนวน 8 จุด (ภาพที่ 1) ดังนี้

จุดที่ 1 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ถนนสาย 2004 (13.736010°N, 102.310098°E)

จุดที่ 2 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างร้านขนม ผน วัฒนา (13.738676°N, 102.314526°E)

จุดที่ 3 ข้างสวนสาธารณะ (13.741386°N, 102.316167°E)

จุดที่ 4 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ถนนเทศบาลซอย 3 (13.745252°N, 102.322468°E)

จุดที่ 5 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างร้านริเวอร์ไซด์ (13.743200°N, 102.320248°E)

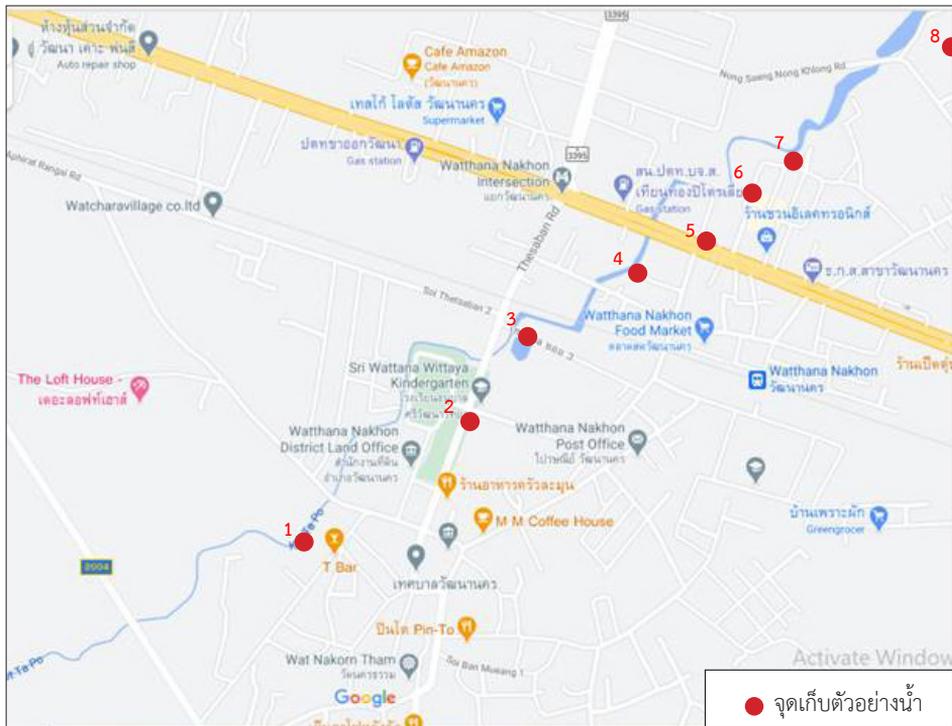
จุดที่ 6 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างสถานีน้ำมัน ปตท. (13.744526°N, 102.321527°E)

จุดที่ 7 หน้าศาลเจ้าปึงเถ่ากงม่า (13.745252°N, 102.322468°E)

จุดที่ 8 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ถนนหนองแสง-หนองคลอง (13.747888°N, 102.326465°E)

วิธีการศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองกุดตาโป้ตามจุดที่กำหนดไว้ (ภาพที่ 1) 2 ครั้ง คือ ตัวแทนตัวอย่างฤดูฝนจะเก็บตัวอย่างเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563 และตัวแทนตัวอย่างฤดูแล้งจะเก็บตัวอย่างในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563 โดยพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH) อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen; DO) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solid; TDS) ความขุ่น (Turbidity) ความโปร่งแสง (Transparency) และเก็บตัวอย่างน้ำไปทำการวิเคราะห์ค่าความสกปรกของน้ำในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical oxygen demand; BOD) และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีในการเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์ตามวิธีที่กำหนดใน Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, AWW, WPCF, 2005) ซึ่งวิธีการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม มีวิธีการดังนี้



ภาพที่ 1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองกุดตาโป้

การเตรียมตัวอย่างน้ำ

นำตัวอย่างน้ำมาเจือจางด้วยวิธี ten-fold serial dilution แล้วนำไปตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ปิเปตสารละลายตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเหลว Lauryl Sulfate Tryptose (LST) ที่มีหลอดดักแก๊ส (Durham tube) คว้าอยู่ ความเจือจางละ 5 หลอดนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเจริญจากความขุ่นและฟองอากาศที่เกิดขึ้นในหลอดดักแก๊ส ถ้าหลอดใดมีฟองอากาศเกิดขึ้นแสดงว่าเกิดแก๊สให้ผลเป็นบวก (Positive) นำหลอดที่เกิดแก๊สไปทดสอบขั้นยืนยันต่อไป

การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirm test)

การวิเคราะห์หาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

นำหลอดที่เกิดแก๊สในขั้นแรกมาถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเจริญจากความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยสีของอาหารจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลอมเหลืองและ

มีฟองอากาศเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊ส ซึ่งจะให้ผลเป็นบวก (positive) แสดงยืนยันว่ามีโคลิฟอร์มแบคทีเรียในหลอดทดลองที่เกิดแก๊สในการตรวจสอบขั้นแรก นับจำนวนหลอด BGLB ที่ให้ผลบวกและนำไปเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) ระบบ 5 หลอด จะได้ค่า MPN/100 mL

การวิเคราะห์หาแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม

นำหลอดที่เกิดแก๊สในขั้นแรกมาถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหารเหลว EC (EC medium) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเจริญจากความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อและฟองอากาศเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊ส ซึ่งจะให้ผลเป็นบวก (positive) นับจำนวนหลอด EC medium ที่ให้ผลบวกและนำไปเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) ระบบ 5 หลอด จะได้ค่า MPN/100 mL

ผลจากการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา กายภาพและเคมีบางประการ จะนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำในคลองกุดตาโป้ ช่วงบริเวณที่ไหลผ่านเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว พบว่าช่วงฤดูฝนค่าความเป็นกรดต่างของน้ำอยู่ในช่วง 7.16-7.60 อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 28.1-28.8 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5.81-6.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ในช่วง 180-200 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 130-150 มิลลิกรัมต่อลิตร ความขุ่นของน้ำอยู่ในช่วง 147.8-172.2 NTU ความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในช่วง 30.1-35.3 เซนติเมตร และค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 1.22-1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วงฤดูแล้งพบค่าความเป็นกรดต่างของน้ำอยู่ในช่วง 6.16-6.89 อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 25.2-25.7 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 1.99-2.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ในช่วง 150-180 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 120-150 มิลลิกรัมต่อลิตร ความขุ่นของน้ำอยู่ในช่วง 97.5-107.3 NTU ความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในช่วง 44.3-56.1 เซนติเมตร และค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 9.91-13.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในคลองกุดตาโป้ช่วงบริเวณที่ไหลผ่านเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว พบว่าช่วงฤดูฝนปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดอยู่ในช่วง 75-290 MPN/100 mL และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 11-20 MPN/100 mL ส่วนช่วงฤดูแล้งปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดอยู่ในช่วง 460->1,100 MPN/100 mL และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 27-38 MPN/100 mL โดยจุดที่พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มสูงสุดทั้งสองช่วงฤดูกาล คือ จุดที่ 4 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ถนนเทศบาลซอย 3 จุดที่ 5 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างร้านริเวอร์ไซด์

จุดที่ 6 สะพานข้ามคลองกุดตาโง้งข้างสถานีน้ำมัน ปตท. และจุดที่ 7 หน้าศาลเจ้าปึงเถ่ากงม่า ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำในคลองกุดตาโง้งช่วงที่ไหลผ่านเทศบาลตำบลวัฒนานคร พบว่าทั้งช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ อุณหภูมิของน้ำมีค่าต่ำกว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ยกเว้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์ที่มีค่าต่ำกว่าและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ความขุ่นและความโปร่งแสงของน้ำไม่มีกำหนดในมาตรฐานคุณภาพผิวดิน ซึ่งค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่พบในแหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติซึ่งมีค่าระหว่าง 150-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และ 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ประเทือง เขาว์วันกลาง, 2534) ความขุ่นและความโปร่งแสงของน้ำในคลองกุดตาโง้งที่ตรวจวัดได้มีทิศทางตรงข้ามกัน โดยค่าความขุ่นของแหล่งน้ำสูงจะทำให้ค่าความโปร่งแสงของแหล่งน้ำต่ำ ค่าความโปร่งแสงของน้ำในคลองกุดตาโง้งมีค่าระหว่าง 30-60 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร หรือมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงถึงความขุ่นของน้ำมีค่ามากหรือน้อยเกินไป และยังแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำอีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) และจากการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในคลองกุดตาโง้งช่วงบริเวณที่ไหลผ่านเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว พบว่าตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนของฤดูฝน (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563) ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่ม ฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนของฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563) อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงของฤดูฝน และเป็นช่วงของน้ำหลาก ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาประกอบกับกระแส น้ำที่ไหลแรงในคลองกุดตาโง้งทำให้เกิดการพัดพาและเจือจางปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มไปกับกระแสน้ำ ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563) พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สะพานข้ามคลองกุดตาโง้งถนนเทศบาลชอย 3 จุดที่ 5 สะพานข้ามคลองกุดตาโง้งข้างร้านริเวอร์ไซด์ จุดที่ 6 สะพานข้ามคลองกุดตาโง้งข้างสถานีน้ำมัน ปตท. และจุดที่ 7 หน้าศาลเจ้าปึงเถ่ากงม่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการไหลของน้ำในคลองกุดตาโง้งช่วงบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น ซึ่งจะมีการปล่อยน้ำเสียจากชุมชนลงสู่คลองกุดตาโง้ง นอกจากนี้ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำในคลองกุดตาโง้งที่ตรวจวัดได้ในช่วงฤดูแล้งอาจมีส่วนในการส่งเสริมการเจริญและการแพร่กระจายของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำได้อีกด้วย (Divya & Solomon, 2016; Hong et al., 2010) ซึ่งการพบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดสูงจะทำให้พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นกลุ่มของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (พิมลพร กุดสง และคณะ, 2553) และการตรวจพบฟีคัลโคลิฟอร์มซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระจากคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และอาจมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อ

ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารด้วย (เทพวิฑูรย์ ทองศรี และคณะ, 2557) ซึ่งอาจนำไปสู่สาเหตุการเจ็บป่วยของประชาชนที่จำเป็นต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวเพื่อการอุปโภค สอดคล้องกับการรายงานของรานิ จันทปะโคตร และพรชนก บุญลับ (2562) ที่ได้ทำการตรวจหาเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเลย พบว่าช่วงฤดูแล้งจะพบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์มแบคทีเรียในปริมาณที่สูงกว่าในฤดูฝน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำและคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำส่งเสริมการแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างน้ำในคลองกุดตาโป้

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดูฝน															
	พารามิเตอร์					พารามิเตอร์										
	pH	อุณหภูมิ (°C)	DO (mg/L)	EC (µm/cm)	TDS (mg/L)	ความขุ่น (NTU)	ความโปร่งแสง (cm)	BOD (mg/L)	pH	อุณหภูมิ (°C)	DO (mg/L)	EC (µm/cm)	TDS (mg/L)	ความขุ่น (NTU)	ความโปร่งแสง (cm)	BOD (mg/L)
จุดที่ 1 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ ถนนสาย 2004	7.59	28.1	6.01	180	130	172.2	32.5	1.22	6.89	25.5	2.31	150	130	101.4	45.2	9.91
จุดที่ 2 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างร้านขนม วัฒนา	7.22	28.5	5.98	180	130	167.5	30.1	1.60	6.42	25.5	2.08	160	140	97.5	55.1	10.41
จุดที่ 3 ข้างสวนสาธารณะ	7.20	28.2	5.93	200	140	147.8	34.4	1.43	6.22	25.7	2.03	150	140	107.3	56.1	10.01
จุดที่ 4 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ถนนเทศบาลซอย 3	7.21	28.4	5.99	190	130	167.2	33.2	1.55	6.22	25.3	1.99	150	140	99.2	49.1	12.89
จุดที่ 5 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างร้านรีเวอร์ไซด์	7.16	28.5	5.81	200	140	155.3	34.1	1.53	6.16	25.5	2.01	170	150	105.2	44.3	12.11
จุดที่ 6 สะพานข้ามคลองกุดตาโป้ข้างสถานีน้ำมัน	7.30	28.3	6.00	180	140	158.1	33.9	1.40	6.54	25.2	2.00	180	140	98.2	47.2	13.24

ปตท.

ตารางที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างน้ำในคลองกุดตาเป้

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดูฝน														
	พารามิเตอร์					พารามิเตอร์									
pH	อุณหภูมิ (°C)	DO (mg/L)	EC (µm/cm)	TDS (mg/L)	ความขุ่น (NTU)	ความโปร่งแสง (cm)	BOD (mg/L)	pH	อุณหภูมิ (°C)	DO (mg/L)	EC (µm/cm)	TDS (mg/L)	ความขุ่น (NTU)	ความโปร่งแสง (cm)	BOD (mg/L)
จุดที่ 7 หน้าศาลเจ้าปู่เจ้าปางง่า	7.54	28.3	5.94	180	130	170.2	35.3	1.41	6.32	25.6	150	150	100.2	54.2	11.71
จุดที่ 8 สะพานข้ามคลองกุดตาเป้ถนนหนองแสง-หนองคลอง	7.60	28.8	6.02	190	140	167.4	34.5	1.56	6.54	25.2	160	120	97.9	55.8	10.43

ตารางที่ 2 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและปริมาณฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างน้ำในคลองกุดตาไป๋

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด		ฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	
	(MPN/100 mL)		(MPN/100 mL)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
จุดที่ 1 สะพานข้ามคลองกุดตาไป๋ถนนสาย 2004	75	460	11	27
จุดที่ 2 สะพานข้ามคลองกุดตาไป๋ข้างร้านขนม ณ วัฒนา	120	1,100	11	28
จุดที่ 3 ข้างสวนสาธารณะ	150	460	11	35
จุดที่ 4 สะพานข้ามคลองกุดตาไป๋ถนนเทศบาลซอย 3	290	>1,100	20	38
จุดที่ 5 สะพานข้ามคลองกุดตาไป๋ข้างร้านริเวอร์ไซด์	290	>1,100	20	38
จุดที่ 6 สะพานข้ามคลองกุดตาไป๋ข้างสถานีน้ำมัน ปตท.	290	>1,100	20	38
จุดที่ 7 หน้าศาลเจ้าปึงเถ่ากงม่า	290	>1,100	20	38
จุดที่ 8 สะพานข้ามคลองกุดตาไป๋ถนนหนองแสง-หนองคลอง	120	460	11	32

สรุปผลและเสนอแนะ

จากการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์มทั้งหมดในคลองกุดตาไป๋ช่วงบริเวณที่ไหลผ่านเทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ร่วมกับคุณภาพทางกายภาพและเคมีบางประการ พบว่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดแบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์มและคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ยกเว้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์ในช่วงฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ซึ่งการจะนำน้ำในคลองกุดตาไป๋ไปใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ผลจากการศึกษานี้ เทศบาลตำบลวัฒนานคร อ.วัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว สามารถใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังและเตือนประชาชนที่จำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในด้านอื่น เช่น การประมงหรือสันทนาการ เนื่องจากโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว
ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). *มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด*. [online].
<http://www.pcd.go.th>.
- เทพวิฑูรย์ ทองศรี สุรัตน์ เพชรเกษม และกัญญา ม่วงแก้ว. (2557). การประเมินปริมาณแบคทีเรียโคลิ
ฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดิน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *Bulletin
of Applied Science*. 3(3); 59-67.
- เทศบาลตำบลวัฒนานคร. (ม.ป.ป.). เทศบาลตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว.
www.watthanakhon.go.th.
- นิชรัตน์ ังโบริภณ และอมิตา ศรีสุวรรณ์. (2562). *มลพิษน้ำ*. <https://sites.google.com>.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. พ.ศ. 2537. ออกความในพระราชบัญญัติ
ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพ
สิ่งแวดล้อม ในแหล่งน้ำผิวดิน. ตีพิมพ์ใน *ราชกิจจานุเบกษา* เล่ม 111 ตอนที่ 16 ลงวันที่
24 กุมภาพันธ์ 2537.
- ประเทือง เขาว์วันกลาง. (2534). *คุณภาพน้ำทางการประมง*. กรุงเทพฯ: พิสิษฐ์เซ็นเตอร์.
- พิมลพร กุดสง ณีฐฐา หังสพฤกษ์ และบัณฑิต อนุรักษ์. (2553). โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดกับ
คุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตกแม่น้ำน่าน. ใน *การประชุมทางวิชาการ The 1st
INWEPF National Symposium : Multiple Roles of Paddy Fields Related to
Integrated Resources Management*. วันที่ 17 มิถุนายน 2553; 102-106.
- รานี จันทปะโคตร และพรชนก บุญลับ. (2562). การตรวจหาเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ
ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเลย. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ
ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 1*. วันที่ 20 เมษายน 2562
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. 253-259.
- สาลินี ศรีวงษ์ชัย ธัญชนก ขำขุน ภาณุพรรณ ไชยประเทศ จักรพันธ์ นาน่วม รุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์
และรุ่งโรจน์ แสนสุขุมาล. (2563). คุณภาพน้ำและดินตะกอนในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง
ตำบลช่องกุ่ม อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและ
นานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15*. วันที่ 18 ธันวาคม 2563; 1813-1822.
- APHA, AWW, WPCF. (2005). *Standard methods for the examination of water and
waste water*. American Public Health Association, 21th Ed. 1268 pp.

- Divya, A. H., & Solomon, P. A. (2016). Effects of some water quality parameters especially total coliform and fecal coliform in surface water of Chalakudy River. *Procedia Technology*. 24; 631-638.
- Hong, H., Qiu, J., & Liang, Y. (2010). Environmental factors influencing the distribution of total and fecal coliform bacteria in six water storage reservoirs in the Pearl River Delta Region, China. *Journal of Environmental Science*. 22(5); 663-668.

ผลของการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังใน นักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Effects of Muay Thai Exercise on Body Mass Index and Body Fat Percentage of Female with Overweight in Rajabhat Maha sarakham University

นรงค์ดี ยมมูล ธนวัฒน์ ไยทอย และ จักรดาว โพธิแสน*

Narongsak Yommul, Thanawat Yaitoy and Jukdao Potisaen

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Department of Sports Science, Faculty of Education, Rajabhat Maha sarakham University

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง และเพื่อเปรียบเทียบการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (ดัชนีมวลกาย 23 กิโลกรัม/ตารางเมตร ขึ้นไป) จำนวน 10 คน อายุ 18 - 24 ปี โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่วางไว้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย ใช้เวลาในการฝึก ทั้งหมด 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน โดยทำการฝึกทุกวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ใช้เวลาในการฝึก 60 นาทีต่อวัน ประเมินระดับตัวชี้วัดภาวะน้ำหนักเกิน ได้แก่ ระดับดัชนีมวลกาย และระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึกของระดับดัชนีมวลกายและระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังโดยค่าสถิติ Paired t-test

ผลการศึกษา พบว่า ภายหลังจากการฝึกออกกำลังกายมวยไทย 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกาย (24.68 ± 3.34) และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (33.42 ± 3.49) ของกลุ่มตัวอย่าง ลดลงกว่าก่อนเข้าร่วมการออกกำลังกายมวยไทย ระดับดัชนีมวลกาย (26.38 ± 3.39) และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (36.72 ± 3.40) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินได้

คำสำคัญ: การออกกำลังกายมวยไทย ภาวะน้ำหนักเกิน ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน

Abstract

The purpose of this study was effectiveness of Muay Thai exercise on related to change body mass index (BMI) and body fat percentage in undergraduate female. Ten subjects with overweight ($BMI \geq 23 \text{ kg/m}^2$) aged between 18 – 24 years of age. Purposive sampling selection according to the criteria. Research instrument is Muay Thai exercise program. The subjects performed Muay Thai exercise 3 days a week for 8 weeks. (60 minute per sessions). The assessment level of overweight variables were body mass index and fat percentage compared between pre-test and post-test by Paired t-test.

Result After 8 weeks of Muay Thai exercise training of the sample found BMI (24.68 ± 3.34) and fat percentage (33.42 ± 3.49) compare with before start the program, BMI (26.38 ± 3.39) and (36.72 ± 3.40), had statistically decreased at the 0.05 level significance. In conclusion, The Muay Thai exercise program is a suitable program to use for the female with overweight.

Keywords: Muay Thai Exercise, Overweight, Body, mass index, Fat percentage

บทนำ

รายงานขององค์การอนามัยโลกที่ว่ากลุ่มประชากรอายุ 20 ปีขึ้นไป 1.5 ล้านคนมีน้ำหนักเกิน โดยผู้ชายมากกว่า 200 ล้านคน ผู้หญิงมากกว่า 300 ล้านคน เป็นโรคอ้วน หรือ 1 ใน 10 ของประชากรโลกที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไปเป็นโรคอ้วน และจะเสียชีวิตจากภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนอย่างน้อย 2-8 ล้านคน/ปี และพบว่าภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วน เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของสาเหตุของการตายของประชากรและการเกิดโรคเรื้อรัง โดยร้อยละ 44 ของผู้ป่วยเบาหวานร้อยละ 23 ของผู้ป่วยโรคหัวใจ และร้อยละ 7-41 ของผู้ป่วยมะเร็ง มีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ คือ ภาวะมีน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (วัชรินทร์ เสมามอญ, 2562)

ผลกระทบที่สำคัญที่สุดของเด็กอ้วน พบว่า เด็กอ้วนที่เติบโตเป็นผู้ใหญ่อ้วนจะมีอายุสั้นกว่าปกติถึง 5-20 ปี จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุเท่ากัน พบว่า กลุ่มคนที่มีน้ำหนักเกิน จะมีน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ไขมันในร่างกาย ซีพจรขณะพักและความดันโลหิตสูงกว่ากลุ่มคนที่มีน้ำหนักปกติ ภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยคือความผิดปกติของข้อที่รับน้ำหนักมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อเข่า นอกจากนี้บางคนยังนอนกรน หรือหยุดหายใจตอนกลางคืนจากภาวะทางเดินหายใจอุดกั้น ซึ่งถ้าเป็นเรื้อรังโดยไม่ได้แก้ไขอาจเป็นโรคเบาหวานแบบที่ 2 (Type 2 Diabetes) และภาวะหัวใจวายตามมาได้ (พงศกร สังข์เงิน และ รัชณี ขวัญบุญจัน, 2558)

จากผลกระทบดังกล่าวจะเห็นได้ว่าภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะออกกำลังกาย โดยการออกกำลังกายเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพโดยทั่วไปทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และสังคม ประโยชน์ทางด้านร่างกาย คือ ทำให้เกิดความแข็งแรงอวัยวะที่สำคัญของร่างกาย และช่วยให้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น หัวใจ ปอดระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย กล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ เป็นต้น (ดำรง กิจกุลศล, 2540)

การออกกำลังกายที่ดีมีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถทำได้หลายรูปแบบ ได้แก่ การวิ่ง การเดิน การเดินแอโรบิก โยคะ รำมวยจีน จั๊ง หรือการออกกำลังกายที่มีอุปกรณ์ช่วย ในการออกกำลังกาย ได้แก่ ลูกบอลออกกำลังกาย ห่วงยาง ม้านั่ง เชือกสปริง เชือก ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ บางชิ้นมีราคาค่อนข้างแพง และไม่สะดวกต่อการนำมาออกกำลังกายในยุคเศรษฐกิจพอเพียงที่ต้องประหยัดค่าใช้จ่ายแต่ให้ผลตอบแทนต่อสุขภาพร่างกายคุ้มค่า (จันทร์เพ็ญ เลิศวันวัฒนา และคณะ, 2564)

การออกกำลังกายด้วยศิลปะมวยไทยก็ถือว่าเป็นกิจกรรมออกกำลังกายกิจกรรมหนึ่งที่ดี เนื่องจากกีฬามวยไทยเป็นศิลปวัฒนธรรมทางการกีฬาของชาติที่แสดงออกถึงเอกลักษณ์ของคนไทย ทางด้านการต่อสู้ป้องกันตัว อันเกิดขึ้นจากวิถีชีวิต และภูมิปัญญาของบรรพบุรุษไทยที่ได้คิดค้นท่าทางการต่อสู้ป้องกันตัวจนกลายเป็นที่ยอมรับและความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ นอกจากนั้นการออกกำลังกายด้วยมวยไทยยังสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ทุกเพศทุกวัย ช่วยพัฒนาทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม จิตใจ และสติปัญญา อยู่ในสังคมอย่างมีความสุขอีกด้วย (ต่อศักดิ์ แก้วจรัสวิไล, 2559) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะการออกกำลังกายด้วยมวยไทยโดยใช้รูปแบบออกกำลังกายแบบแอโรบิก มีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างต่อเนื่องตามจังหวะโดยไม่หยุดพัก และการนำมวยไทยมาประยุกต์ใช้ประกอบท่าทางกายบริหาร ด้วยการใช้หมัด เข่า และศอก จึงทำให้ได้ใช้อวัยวะทุกส่วนของร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้อมัดใหญ่ บริเวณลำตัว แขน ขา รวมไปถึงความสัมพันธ์กันของอวัยวะต่าง ๆ เช่น กระดูก หัวใจ ปอด และหลอดเลือด ได้ทำงานมากขึ้นจากภาวะปกติ เมื่อปฏิบัติซ้ำ ๆ อย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอ จึงช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายให้ดีขึ้น (ดร.ณวรรณ สุขสม, 2561)

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกมวยไทย ได้รับความนิยมและมีคนให้ความสนใจกันเป็นจำนวนมาก จะเห็นได้จากมีผลการวิจัยที่สนับสนุนผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมวยไทย ดังเช่น ชยุต ทะระพงษ์ และคณะ (2562) พบว่า การฝึกมวยไทยเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้ไขมันในร่างกายของเยาวชนลดลง และเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เช่นเดียวกับกับ การวิจัยของณัฐพล ประภารัตน์ (2555) พบว่า การเดินแอโรบิกแบบมวยไทยเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้กลุ่มทดลองที่เป็นเพศหญิงมีสัดส่วนของร่างกายเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น พบว่า กลุ่มทดลองมีน้ำหนักลดลง และสัดส่วนรอบเอวรอบสะโพกลดลง งานวิจัยของจากรุวรรณ ภูสาสิทธิ์ และ สุนิดา ปรีชาวงษ์ (2557) ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่า โปรแกรมการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพที่เน้นการเดินแอโรบิกแบบมวยไทย ทำให้ดัชนีมวลกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากความสำคัญที่กล่าวไว้ข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมวยไทย (Muay Thai) โดยออกแบบผสมผสานกันระหว่างการออกอาวุธแม่ไม้มวยไทย ที่เป็นแบบไม่ต้องมีคู่ซ้อม สามารถต่อยลม ชกอากาศ ออกหมัดได้อย่างอิสระ ตามจังหวะ และที่มีเทรนเนอร์ใช้อุปกรณ์เป่าล่อคอยบอกลักษณะการออกอาวุธแม่ไม้มวยไทยอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนด ทั้งประยุกต์เข้ากับยุคสมัยปัจจุบันประกอบเพลงกลายเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic Exercise) เพื่อช่วยเพิ่มอัตราเผาผลาญของร่างกาย ช่วยในการลดน้ำหนักให้ดีขึ้น รวมทั้งเป็นการอนุรักษ์ศิลปะมวยไทยไว้ และเป็นเอกลักษณ์อันดีงามตามแบบไทยที่มีมาตั้งแต่โบราณให้คงอยู่กับคนไทยตลอดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แบบทดสอบดัชนีมวลกาย (BMI)
3. แบบทดสอบการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold)
4. ใบบันทึกข้อมูลแบบทดสอบก่อน-หลัง การฝึก
5. ใบบันทึกการเข้าร่วมวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ผ้าพันมือ ยี่ห้อ WALON ขนาดความยาว 3 เมตร จำนวน 10 ชิ้น
2. นวม ยี่ห้อ THAIBOXING จำนวน 10 นวม
3. เป่าล่อ ยี่ห้อ THAIBOXING ได้แก่
เป่าป้องกันหน้าท้อง จำนวน 2 เป่า
เป่าล่อยาว (เป่าเตะ) จำนวน 4 เป่า
เป่าล่อมวยไทย (โค้งยาว) จำนวน 4 เป่า
4. กระสอบทรายแบบแขวน Heavy Bag รุ่น Professional จำนวน 5 กระสอบ
5. เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอล ยี่ห้อ TANITA รุ่น HD-378 จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลาระบบดิจิตอล ยี่ห้อ CASIO จำนวน 1 เครื่อง
7. เชือกกระโดด ยี่ห้อ GRANDSPORT จำนวน 10 เส้น
8. กรวย (Marker) ขนาด 8 เซนติเมตร แบบบาง 20 ชิ้น
9. คีมหนีบไขมัน (Fat Caliper)
10. ที่วัดส่วนสูงแบบไม้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาเพศหญิงที่คัดกรองจากภาวบน้ำหนักเกินและอ้วน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาเพศหญิงที่คัดกรองจากผู้ที่มิภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อายุ 18 - 24 ปี จำนวน 10 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่วางไว้ ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria)

1. เป็นนักศึกษาเพศหญิงที่คัดกรองจากผู้ที่มิภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อายุ 18 - 24 ปี
2. ดัชนีมวลกาย (BMI) มีค่าตั้งแต่ 23 กิโลกรัม/ตารางเมตร ขึ้นไป
3. ไม่ได้เป็นนักกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หรือที่เข้าร่วมการแข่งขันรายการในนามมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
4. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิต เป็นต้น
5. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่เป็นอันตรายต่อการออกกำลังกายก่อนการเข้าร่วมวิจัยใน 1 เดือนที่ผ่านมา
6. ไม่เคยเข้าร่วมการออกกำลังกายด้วยมวยไทยมาก่อน

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. ไม่สะดวกเข้าร่วมการออกกำลังกายมวยไทยได้ 80% ของระยะเวลาทั้งหมด
2. เป็นกลุ่มตัวอย่างให้กับโครงการวิจัยอื่น ในช่วงการเก็บข้อมูล
3. ตอบแบบสอบถามประวัติการบาดเจ็บและโรคประจำตัว ไม่ครบตามที่กำหนด

วิธีการ

1. ขั้นตอนสร้างเครื่องมือ

1.1 ศึกษารวบรวมข้อมูล เอกสาร ตำรา บทความ และรายงานการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการออกกำลังกายมวยไทย ดัชนีมวลกาย เปร็เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง และผู้มิภาวะน้ำหนักเกิน

1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลมาออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย

1.3 นำโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยที่ได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

1.4 นำโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยมาปรับปรุงและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยอีกครั้ง

1.5 นำโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ไปขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยการหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความสอดคล้องของโปรแกรมในแต่ละข้อ และให้คะแนน คณะผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแบ่งระดับออกเป็น 3 ระดับ คือ

+1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในโปรแกรม
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในโปรแกรม
-1	หมายถึง	ไม่มีความเหมาะสมในโปรแกรม

1.6 นำโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย มาปรับปรุงตามคำแนะนำ และนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง

1.7 จากการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือในแต่ละข้อทั้งหมด ซึ่งมีค่า 0.86 โดยแปลความหมายว่ามีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

1.8 นำโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย ไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักศึกษาหญิงที่เป็นผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เพื่อหาจุดบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.9 ได้โปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย ที่สมบูรณ์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 คณะผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ ยิมมวย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ติดต่อประสานงาน จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือ ตารางการฝึก ไปบันทึกเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.3 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ตามเกณฑ์ที่วางไว้

2.4 ประกาศรับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสนใจและสมัครใจเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์

2.5 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์ที่วางไว้

2.6 คณะผู้วิจัยทำการชี้แจงรายละเอียด วิธีการปฏิบัติ รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการดำเนินงาน วิธีการทดสอบ และให้คำแนะนำก่อนการฝึก ข้อห้ามข้อระวัง ข้อควรปฏิบัติ และอันตรายที่เกิดขึ้นในการเก็บข้อมูลให้เข้าใจตรงกัน

2.7 ทำการทดสอบก่อนเข้าร่วมฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกาย ดังนี้

2.7.1 วัดสัดส่วนของร่างกาย (Body Composition) โดยทำการชั่งน้ำหนัก (Weight) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม วัดส่วนสูง (Height) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และสอบถามอายุ (Year) มีหน่วยเป็นปี

2.7.2 วัดดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) โดยคำนวณจากน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หารด้วยความสูง (เมตรยกกำลังสอง) เป็นแบบคัดกรองภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ค่าดัชนีมวลกายปกติเท่ากับ 18.5-22.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร ถ้ามีค่าตั้งแต่ 23-24.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร ถือว่ามีภาวะน้ำหนักเกิน และตั้งแต่ 30 กิโลกรัม/ตารางเมตร ถือว่าอ้วน (Jih, et al., 2014)

2.7.3 วัดเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (Body Fat Percentage: % Fat) โดยใช้วิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold thickness) ตำแหน่งที่วัด คือ บริเวณใต้ท้องแขน (Tricep) บริเวณเหนือข้อศอก (Biceps) บริเวณสะบัก (Subscapular) และบริเวณเชิงกราน (Suprailiac) (นฤมล ลีลาญวัฒน์, 2553)

2.8 อธิบายท่าทางพร้อมกับการฝึกซ้อมท่าทางของโปรแกรมการออกกำลังกายไทย ให้เกิดความเคยชินในแต่ละท่าทาง

2.9 ดำเนินการฝึกตามโปรแกรมที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทำการฝึกตามโปรแกรม สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ ศุกร์ ใช้ระยะเวลาทั้งหมดครั้งละ 60 นาที เป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.9.1 อบอุ่นร่างกาย (Warm Up) ระยะเวลา 15 นาที

2.9.2 ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึก (Work out) ระยะเวลา 30 นาที

2.9.3 คลายอุ่นร่างกาย (Cool down) ระยะเวลา 15 นาที

3.10 หลังการดำเนินการฝึกเสร็จสิ้นครบ 8 สัปดาห์ คณะผู้วิจัยนำกลุ่มตัวอย่าง ทำการทดสอบหลังการฝึก ด้วยการวัดดัชนีมวลกาย (BMI) และวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (% Fat) อีกครั้ง

3.11 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล หาค่าสถิติและวิจารณ์ผล

3.12 สรุปผลการวิจัย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

3.1 ข้อมูลส่วนบุคคลวิเคราะห์ด้วยการพรรณนา โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3.2 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จากการทดสอบก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8 สัปดาห์

3.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (% Fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำการทดสอบหาค่าที่ (Paired t-test)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการฝึกด้วย โปรแกรมการออกกำลังกายไทย กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของอายุเท่ากับ 21.1 ± 0.57 ปี ส่วนสูงเท่ากับ 159.01 ± 5.26 เซนติเมตร ส่วนน้ำหนักก่อนการฝึกน้ำหนักเท่ากับ 67.28 ± 12.04 กิโลกรัม หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายไทย พบว่าน้ำหนักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 63.02 ± 11.86 กิโลกรัม

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักและส่วนสูง ก่อนและหลัง การฝึกของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร กลุ่มตัวอย่าง (n=10)	ก่อนการฝึก $\bar{X} \pm S.D.$	หลังการฝึก $\bar{X} \pm S.D.$
อายุ (ปี)	21.1 ± 0.57	21.1 ± 0.57
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	159.01 ± 5.26	159.01 ± 5.26
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.28 ± 12.04	63.02 ± 11.86*

* $P < 0.05$

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ใต้ผิวหนัง (% Fat) ก่อนและหลังการฝึก

ตัวแปร กลุ่มตัวอย่าง (n=10)	ก่อนการฝึก $\bar{X} \pm S.D.$	หลังการฝึก $\bar{X} \pm S.D.$
ดัชนีมวลกาย (BMI) (kg/m ²)	26.38 ± 3.39	24.68 ± 3.34*
เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (% Fat)	36.72 ± 3.40	33.42 ± 3.49*

* $P < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม

จากตารางที่ 2 ดัชนีมวลกาย (BMI) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยก่อนการฝึก อยู่ที่ 26.38 ± 3.39 และหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 24.68 ± 3.34 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (% Fat) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยก่อนการฝึก อยู่ที่ 36.72 ± 3.40 และหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 33.42 ± 3.49 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (% Fat) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังในนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 10 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น เปรียบเทียบลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ ส่วนสูง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลัง การฝึก ส่วนน้ำหนักพบว่า หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยน้ำหนักลดลงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐพล ประภารัตน์ (2555) ที่พบว่า การเต้นแอโรบิก แบบมวยไทยเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้กลุ่มทดลองที่เป็นเพศหญิงมีสัดส่วนของร่างกายเปลี่ยนแปลง ในทางที่ดีขึ้น โดยกลุ่มทดลองที่เป็นเพศหญิงมีสัดส่วนรอบเอวรอบสะโพกลดลงและน้ำหนักตัวลดลงด้วย

การศึกษาผลของการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง พบว่า ภายหลังจากฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย 8 สัปดาห์ ระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน มีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ เพราะโปรแกรมที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้รูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายมีการใช้ออกซิเจน เน้นความสำคัญที่การหายใจเข้า-ออก เพื่อหัวใจและหลอดเลือดเกิดการสูบฉีด สามารถส่งต่อออกซิเจนไปใช้เป็นพลังงานตลอดการออกกำลังกาย ทั้งโปรแกรมมีรูปแบบระดับความเข้มข้นสูง (High intensity interval exercises) ที่เคลื่อนไหวกล้ามเนื้อทุกสัดส่วน เวลาสทก ต่อย ศอก เข่า การก้าวเท้า และยังมีเคลื่อนไหวแบบหนักสลับเบากันไปในเวลา 30 นาที ซึ่งรูปแบบการออกกำลังกายลักษณะนี้ทำให้เกิดการดึงพลังงานจากไขมันมาใช้เป็นจำนวนมาก พร้อมปรับระดับความหนัก โดยการเพิ่มจำนวนครั้ง และจำนวนเซตในการฝึกอย่างต่อเนื่อง ช่วงสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 และความนานต่อเนื่อง ต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งส่งผลช่วยในการเผาผลาญแคลอรี ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่น้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน สอดคล้องกับ ต่อศักดิ์ แก้วจรัสวิไล (2559) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายเพื่อการลดน้ำหนักนั้น ต้องเป็นกิจกรรมที่ดึงพลังงานไขมันส่วนเกินออกมาใช้ ในสภาวะที่หัวใจมีอัตราการเต้น 130 - 150 ครั้งต่อนาที และใช้เวลา 15 - 45 นาที รวมทั้งเพื่อให้ร่างกายเกิดความกระชับต้องใช้อวัยวะส่วนนั้น ๆ ของร่างกายเคลื่อนไหวในท่าหนึ่ง ๆ หลาย ๆ ครั้ง หรือ เกร็งอวัยวะส่วนนั้น ๆ เป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดอาการล้าและตึงของกล้ามเนื้อ โดยกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อการลดน้ำหนักและความกระชับไปพร้อมกัน เช่น การออกกำลังกายที่นำท่าของการชกมวยมาประยุกต์ใช้ (Boxing) โยคะร้อน (Hot Yoga) หรือการฝึกการทรงตัวและการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว (Agility Workout) และสอดคล้องกับ ดร.ณรรณ สุขสม (2561) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30-60 นาที และออกกำลังกายอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ สามารถช่วยลดไขมันในร่างกายและควบคุมน้ำหนักได้

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ก่อนการฝึกและภายหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ภายหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าลดลงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นครั้งนี้ ขณะออกกำลังกายมีการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ส่วนกลางลำตัว และมีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างต่อเนื่อง กล้ามเนื้อมีการเผาผลาญพลังงาน ทำให้มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ไขมันลดลง ส่งผลให้ระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังลดลง จึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ ชยุต ทะระพงษ์ และคณะ (2562) ที่ศึกษาถึง ผลการฝึกมวยไทยต่อการระบายอากาศสูงสุดของผู้ที่มีภาวะอ้วนระดับหนึ่งในกลุ่มเยาวชน พบว่า เยาวชนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง เช่นเดียวกับผลการวิจัยของณัฐพล ประภารัตน์ (2555) ที่ศึกษาถึง ผลของการเดินแอโรบิกแบบมวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย พบว่า กลุ่มทดลองมีน้ำหนักลดลงและสัดส่วนรอบเอวรอบสะโพกลดลงด้วย เช่นเดียวกัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ จารุวรรณ ภูสาดี และ สุนิดา ปรีชาวงษ์ (2557) ที่ศึกษาถึงผล

ของโปรแกรมการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพที่เน้นการเดินแอโรบิกแบบมวยไทย สัปดาห์ละ 5 วัน ติดต่อกัน 10 สัปดาห์ ต่อความดันโลหิตและดัชนีมวลกาย เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ความดันซิสโตลิก และความดันไดแอสโตลิกทั้งก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติ Paired Sample t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ความดันซิสโตลิก และความดันไดแอสโตลิก ภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพที่เน้นการเดินแอโรบิกแบบมวยไทย ในกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นมากกว่าในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับ Cheema et al. (2015) ที่พบว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยการชกมวยกับอุปกรณ์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก สภาวะความแข็งตัวของหลอดเลือดเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และยังสามารเพิ่มคุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัลเลียดส์ ปือแนตมา และคณะ (2563) ที่ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของร่างกายด้วยโปรแกรมการฝึกมวยไทยในประชาชนหญิงอายุ 20-35 ปี ผลการวิจัยพบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของประชาชนหญิงอายุ 20-35 ปี ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลและเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง และเพื่อเปรียบเทียบการออกกำลังกายมวยไทยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 10 คน มีการทดสอบก่อนและหลังการฝึก โดยระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยใช้เวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน โดยฝึกตามโปรแกรมในวัน จันทร์ พุธ และศุกร์ เวลาในการฝึกแต่ละครั้ง 60 นาที ผลของการศึกษา พบว่า หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังของกลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายมวยไทยอย่างต่อเนื่อง 60 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน สามารถช่วยทำให้ดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน และเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพแก่เยาวชนได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทย อาจดูพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับระดับความหนัก ความนาน ความบ่อย ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในแต่ละสัปดาห์

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายมวยไทยในกลุ่มอายุ และเพศที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้เพื่อให้ได้ตัวแทนของกลุ่มประชากรทุกเพศ ทุกวัย
2. ควรทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายมวยไทย โดยการแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
3. ควรทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายมวยไทยกับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ด้านอื่น ๆ เช่น ระบบหัวใจไหลเวียนเลือด ระบบหายใจ หรือระบบกล้ามเนื้อ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์เพ็ญ เลิศวันวัฒนา, วรรัตน์ สุขคุ้มล, วราณี สัมฤทธิ์ และนันทยา เสนีย์. (2564). ผลของการออกกำลังกายด้วยยางยืดและการควบคุมอาหารต่อสตรีวัยผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*, 14(1), 112-121.
- จารุวรรณ ภู่อาสี และสุนิดา ปรีชาวงษ์. (2557). ผลของโปรแกรมการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพที่เน้นการเดินแอโรบิกแบบมวยไทยต่อความดันโลหิตและดัชนีมวลกายของผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตเกือบสูง. *วารสารพยาบาลทหารบก*, 15(3), 218-225.
- ชยุต ทะระพงษ์, ปรียาภรณ์ ธนะพงศวีศาล, พงศ์พันธ์ วิเชียรวรรณ, รัตนาภรณ์ นามวงษ์, ทวีวัฒน์ เวียงคำ, และวีระพงษ์ ชิดนอก (2562). ผลการฝึกมวยไทยต่อการระบายอากาศสูงสุดของผู้ที่มีภาวะอ้วน. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 20(1), 88-98.
- ณัฐพล ประภารัตน์. (2555). ผลของการเดินแอโรบิกแบบมวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและความพึงพอใจ [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. <https://bit.ly/3zHUcQO>.
- ดร.ณรรณ สุขสม. (2561). *การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดำรง กิจกุล. (2540). *คู่มือการออกกำลังกาย*. หมอชาวบ้าน.
- ต่อศักดิ์ แก้วจรัสวิไล. (2559). การสร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยศิลปะมวยไทยโบราณสำหรับเยาวชน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 39(2), 77-86.
- นฤมล ลีลาญวัฒน์. (2553). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พงศกร สังข์เงิน และรัชณี ขวัญบุญจัน. (2558). ผลของการจัดโปรแกรมสุขภาพที่มีต่อน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักเรียนประถมศึกษาที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED)*, 10(1), 189-199.
- วัชรินทร์ เสมามอญ. (2562). ผลการใช้โปรแกรมการลดน้ำหนักสำหรับนักศึกษาที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. *วารสาร มจร มนุษยศาสตร์ปริทรรศน์*, 5(2), 61-70.

อัลเลียดส์ ป็อนแนตตามา, รាយาศิต เต็งกุสุลั๊ยมาน และก้องเกียรติ์ เซยชม. (2563). การเปลี่ยนแปลง ส่วนประกอบของร่างกายด้วยโปรแกรมการฝึกมวยไทยในประชาชนหญิงอายุ 20-35 ปี. *วารสารมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด*, 10(2), 488-498.

Cheema, B. S., Davies, T. B., Stewart, M., Papalia, S., & Atlantis, E. (2015). The feasibility and effectiveness of high-intensity boxing training versus moderate-intensity brisk walking in adults with abdominal obesity: a pilot study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 7(3), 1-8.

Jih, J., Mukherjea, A., Vittinghoff, E., Nguyen, T. T., Tsoh, J. Y., Fukuoka, Y., Bender, M. S., Tseng, W., & Kanaya, A. M. (2014). Using appropriate body mass index cut points for overweight and obesity among Asian Americans. *Preventive Medicine*, 65, 1-6.

ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม ของบุคลากร
และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
The Effect of Group Exercise Program on Quality of Life of
Rajabhat Maha Sarakham University's Staff and Students

ประเสริฐ ชมมอญ^{1*} และ มัณฑนา กลมเกลียว²
Prasert Common^{1*} and Manthana Klomkleaw²

¹ สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

² ศูนย์สุขภาพชุมชนเมืองราชภัฏศรีสวัสดิ์ อาคารศูนย์แพทย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹ Department of Sports Science, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University

² Rajabhat Maha Sarakham University Medical Center

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม ของบุคลากร และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักศึกษาและบุคลากรจำนวน 20 คน มีค่าเฉลี่ย อายุ 29.59 ± 7.20 ปี น้ำหนัก 58.34 ± 4.20 กิโลกรัมและส่วนสูง = 158.34 ± 7.20 เซนติเมตร เครื่องมือประกอบด้วย 1) โปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม คือมวยไทย แอโรบิก สเต็ปแอโรบิก โยคะ ชุมบ้า และเพาเวอร์บีม สัปดาห์ละ 5 ครั้ง คือวันจันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี และวันศุกร์ วันละ 45-60 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 2) แบบสอบถามคุณภาพชีวิตมาตรฐาน (SF 36) และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจทดสอบก่อนทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มด้วย Dependent Samples t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มต่อเนื่องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพชีวิตดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 9.60 คะแนนแบบสอบถามคุณภาพชีวิตด้าน อารมณ์ปวดเมื่อยตามร่างกาย ความสดชื่นมีชีวิตชีวา การประกอบกิจกรรมทางสังคม และสุขภาพจิต ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเริ่มโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$ S.D. = 0.52)

สรุปการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มส่งผลให้คุณภาพชีวิตของบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามดีขึ้น

คำสำคัญ: การออกกำลังกายแบบกลุ่ม คุณภาพชีวิต

Abstract

The purposes of the research were to study the effect of group exercise program on quality of life of Rajabhat Maha Sarakham University's staff and students. The twenty participants were RMU's staff and students gained by purposive sampling technique with average age 29.59 ± 7.20 years, weight 58.34 ± 4.20 kg height = 158.34 ± 7.20 cm. Research instruments include 1) Group Exercise Program Practices including Aerobic Thai boxing, Step aerobics, Yoga, Zuba and Power pump Practice 5 times a week, Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday and Friday with 45-60 minutes/day for 8 weeks, 2) A Standard Quality of Life Questionnaire (SF36), and 3) A Satisfaction Questionnaire regarding the group exercise program before training and after 8 weeks. The statistic used to analyze data were mean, standard deviation. Dependent Samples t-test was used to test the hypothesis.

The results were as follows:

1. After the 8-week continuous group exercise program, the sample increase rate of quality of life representing 9.60 percentage. Quality of life in 4 aspect including body aches, fresh, social activity and mental health of the sample statistically showed higher score than those training at the .05 level significant difference.

2. The sample are satisfied with participating in a group exercise program at the highest level ($\bar{X} = 4.59$ S.D. = 0.52)

In conclusion the group exercise program training resulting in improving quality of life of RMU's staff.

Keywords: group exercise, quality of life

บทนำ

วิทยาศาสตร์การกีฬาได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประชาชนชาวไทยมากขึ้น โดยเฉพาะด้านการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จำนวนผู้คนที่หันมาสนใจการออกกำลังกายมากขึ้นทำให้มีฟิตเนสหรือศูนย์ออกกำลังกายเกิดขึ้นใหม่หลายแห่ง เพื่อรองรับกับความต้องการออกกำลังกายในปัจจุบัน เกิดการจ้างงาน ผู้ที่จบสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นจำนวนมาก

แม้ในปัจจุบันคนไทยมีการออกกำลังกายมากขึ้น แต่คนไทยยังมีค่าใช้จ่ายในการรักษาสุขภาพค่อนข้างสูง (ณัฐนันท์ วิจิตรอักษร, 2561) โดยเป็นปัญหาจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังหรือ NCDs ที่สูงขึ้น (กรมควบคุมโรค, 2561) สอดคล้องกันกับข้อมูลของศูนย์แพทย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ได้ประเมินสุขภาพเบื้องต้นของนักศึกษาทุกและบุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่านักศึกษาทุกและบุคลากรมีภาวะของ เเปอร์เซ็นต์ไขมันและ ค่า BMI เกินกว่าปกติ จำนวนมาก จนนำไปสู่ความอ้วน ความดันโลหิตตามมา ซึ่งเกินจากการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตในปัจจุบันที่สะดวกสบาย จนขาดกิจกรรมทางกายที่จะส่งผลต่อการเสริมสร้างร่างกายให้มีสุขภาพที่ดีและประสิทธิภาพในการทำงาน ดังนั้นทางสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา จึงได้จัดกิจกรรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม (Group exercise program) ขึ้นมา เพื่อช่วยให้บุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ออกกำลังกายในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะส่งผลทำให้มีพัฒนาการและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการเรียนที่สูงขึ้น โดย “Group exercise program” ถูกออกแบบมาเพื่อกระตุ้นให้แต่ละคนมีสุขภาพที่ดีตามเป้าหมายต่าง ๆ และจะส่งผลต่อคุณภาพที่ดีขึ้น

“Group exercise program” ประกอบไปด้วย โปรแกรมออกกำลังกายเป็นกลุ่ม ใช้เวลา 45-60 นาที/ครั้ง ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งมีความหลากหลาย โดยการออกกำลังกายนั้นจะมีทั้งการออกกำลังกายแบบพัฒนาระบบหายใจและไหลเวียนเลือด เช่น การเดินซุ่มบ้า แอโรบิกแดนซ์ สเต็ปแอโรบิก มวยไทย แอโรบิก การออกกำลังกายแบบยืดเหยียด เช่น คลาสโยคะ พิลาตีส และการออกกำลังกายเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น เพาเวอร์ยิม โดยผู้ฝึกสอนที่มีความเชี่ยวชาญ

คุณภาพชีวิตของแต่ละบุคคลเป็นโครงสร้างที่ประกอบขึ้นด้วยหลายแนวความคิดทางด้านสุขภาพ ได้แก่ สุขภาพด้านกายภาพ สุขภาพด้านจิตใจ สุขภาพด้านสังคม และภาวะสุขภาพโดยทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับนิยามของ “สุขภาพ” โดยองค์การอนามัยโลกกล่าวว่า สุขภาพไม่ใช่แต่เพียงการปราศจากโรค แต่หมายถึง การมีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม (พรรณทิพา ศักดิ์ทอง, 2550) บุคคลที่มีคุณภาพชีวิตที่ดีก็จะมีสุขทั้งการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับทศพร จิรกิจวิบูลย์ (2558) ได้ศึกษาคุณภาพชีวิตในการทำงานและแนวทางในการปฏิบัติงานที่ดี ที่มีผลต่อการสร้างแรงจูงใจต่อพนักงานระดับปฏิบัติการในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี และศุภานิติ ขำพรหมราช (2554) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิฟิตบอลที่มีต่อสุขสมรรถนะและคุณภาพชีวิตในหญิงวัยทำงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นหญิงวัยทำงานที่ทำงานในสำนักงาน ในจังหวัดนครราชสีมาพบว่าการออกกำลังกายด้วยมินิฟิตบอลมีค่าสุขสมรรถนะด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ และคุณภาพชีวิต ด้านกิจกรรมทางกาย สุขภาพทั่วไป ความสดชื่นมีชีวิตชีวา การประกอบกิจกรรมทางสังคม สุขภาพจิตดีขึ้น

ดังนั้นสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มีแนวคิดที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมในการทำงานอย่างมืออาชีพให้ได้มากที่สุด และทางศูนย์แพทย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามก็ให้การสนับสนุนเรื่องการตรวจวัดสุขภาพ ให้บุคลากร นักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และบุคคลทั่วไปได้มีสุขภาพดี มีคุณภาพชีวิตดีขึ้น จึงได้ร่วมกันจัดโครงการวิจัยผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มเพื่อคุณภาพชีวิต ของบุคลากรและนักศึกษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบกลุ่มและศึกษาความพึงพอใจจากอาสาสมัครที่เป็นบุคลากรและนักศึกษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจะได้มีทางเลือกกิจกรรมการออกกำลังกายมากยิ่งขึ้นและยังจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือบุคคลที่เข้าร่วมการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่ทางสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา จัดขึ้น เป็นบุคลากร และนักศึกษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจำนวน 50 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มทดลอง มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกจากคนที่มีความรู้พื้นฐานการเดินแอโรบิกมาก่อนและสามารถเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มสัปดาห์ละ 5 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้อย่างต่อเนื่องและเป็นบุคลากร นักศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

- มีความสมัครใจในการเข้าร่วมโปรแกรม
- มีทักษะพื้นฐานในการเดินแอโรบิกตามขั้น

เกณฑ์การคัดออก

- มีโรคประจำตัวเลยมีอุปสรรคทางด้านร่างกาย
- ขาดกิจกรรมการฝึกมากกว่า 80%

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม
 - 1.1 ไมค์ล้อย
 - 1.2 เสื่อโยคะ 20 ผืน
 - 1.3 เครื่องเสียงกลางแจ้ง
 - 1.4 แท่นสเต็ป Rebok step 20 ตัว
2. แบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36
3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายวิชาที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการออกกำลังกายกลุ่ม ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพชีวิต จากนั้นรวบรวมเอกสาร งานวิจัย รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบสอบถามคุณภาพชีวิตที่ประกอบไปด้วยสุขภาพทางกาย สุขภาพทางจิตใจ และความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมในสังคม มีด้วยกัน 8 มิติ คือ ด้านกิจกรรมทางกาย บทบาทของร่างกายที่มีผลกระทบต่อการทำงาน อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย สุขภาพทั่วไป ความสดชื่นมีชีวิตชีวา การประกอบกิจกรรมทางสังคม บทบาทของจิตใจที่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน และ สุขภาพจิต และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อบันทึกข้อมูล และขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาสาสมัคร รวมไปถึงกำหนดปฏิทินการฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายกลุ่มของบุคลากรและนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

3. สร้างโปรแกรมการออกกำลังกายกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย มวยไทยแอโรบิก สเต็ปแอโรบิก โยคะ ชุมบ้าเฟเวอริตี้ (การฝึกเวทประกอบจังหวะเพลง) ใช้เวลาในการฝึก 45-60 นาที รวมทั้งกำหนดวิธีเครื่องมือในการเก็บข้อมูลได้แก่แบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 และแบบสอบถามความพึงพอใจ จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง และให้คะแนนดังนี้ +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมและสอดคล้อง ให้คะแนน 0 เมื่อเห็นว่าไม่แน่ใจว่าเหมาะสมและสอดคล้อง ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้อง แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Item – Objective congruence) โดยได้ค่า IOC เท่ากับ 0.96 ถือว่าเครื่องมือสามารถนำไปใช้ได้ถือว่าเครื่องมือสามารถนำไปใช้ได้

4. เมื่อผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญ จึงนำเครื่องมือการวิจัยไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่มาออกกำลังกายบ้างโอกาสแต่ไม่ใช่อาสาสมัคร จำนวน 10 คน เพื่อหาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับการฝึก และเป็นการฝึกซ้อมความเข้าใจกับผู้ช่วยวิจัยถึงกระบวนการฝึกและการเก็บข้อมูล

5. นำแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 ไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองหรือก่อนเริ่มโครงการ

6. นำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองคือบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 20 คน โดยกำหนดระดับความหนักของการฝึกที่ 60%จากอัตราการเต้นสูงสุดของชีพจร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน คือวันจันทร์-วันศุกร์ในช่วงเวลา 17.30 –18.30 น. ปรากฏดังตารางการฝึกที่ 1

7. นำแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 และแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8

8. นำผลการทดสอบที่ได้ทั้งหมด มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ แล้วสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและนำแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 วัดก่อนการฝึกกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 20 คน ภายหลังการฝึกครบสัปดาห์ที่ 8 จากนั้นนำแบบและแบบสอบถามความพึงพอใจและแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 มาวัดอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อมูลพื้นฐานและคุณภาพชีวิตก่อนและหลังการทดลองแล้วนำมาหาอัตราการเปลี่ยนแปลง (ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์)

2. นำค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆมาวิเคราะห์ความแตกต่างก่อนทดลองและหลังการทดลองภายในกลุ่มโดยใช้ Dependent Samples t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 1 ขั้นตอนโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม ในสัปดาห์ที่ 1-8 ของกลุ่มทดลอง

วัน	กิจกรรม	เวลา(นาที)
จันทร์	1. อบอุ่นร่างกาย	10
	2. ฟิตเนสไทยแอโรบิก (Boxing aerobic)	30
	3. คลายกล้ามเนื้อ	10
อังคาร	1. อบอุ่นร่างกาย	10
	2. ฟิตเนสตีปแอโรบิก (Step aerobics)	30
	3. คลายกล้ามเนื้อ	10
พุธ	1. อบอุ่นร่างกาย	10
	2. โยคะ(Yoga)	30
	3. คลายกล้ามเนื้อ	10
พฤหัสบดี	1. อบอุ่นร่างกาย	10
	2. ซุมบ้า (Zumba dance)	30
	3. คลายกล้ามเนื้อ	10
ศุกร์	1. อบอุ่นร่างกาย	10
	2. ฟิตเนสเวอรั่ม (Power pump)	30
	3. คลายกล้ามเนื้อ	10

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้นำผลของการทดสอบคุณภาพชีวิต SF-36 ก่อนและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มาเปรียบเทียบกับเพื่อหาความแตกต่างของคุณภาพชีวิต ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละของการเปลี่ยนแปลง คะแนนแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 กลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการฝึก		ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8		ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง* ก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
กลุ่มทดลอง	63.83	6.78	69.96	8.78	9.60

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 9.60% แสดงให้เห็นว่าคุณภาพชีวิตของบุคลากร และนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดีขึ้นภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมฝึก

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 กลุ่มทดลอง ก่อนและหลัง การทดลอง 8 สัปดาห์

คะแนนแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 (n=20)	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		p-value
	\bar{X}	.S.D	\bar{X}	.S.D	
1. กิจกรรมทางกาย	69.85	4.56	66.70	11.42	.252
2. บทบาทของร่างกายที่ส่งผลกระทบต่อ การทำงาน	63.10	7.03	65.55	10.42	.409
3. อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย	65.65	8.15	74.50	8.37	.006*
4. สุขภาพทั่วไป	60.25	8.60	65.00	10.31	.096
5. ความสดชื่นมีชีวิตชีวา	66.50	6.82	75.55	8.39	.001*
6. การประกอบกิจกรรมทางสังคม	57.95	6.33	73.75	3.75	.000*
7. บทบาทของจิตใจที่ส่งผลกระทบต่อ การทำงาน	65.00	6.37	66.35	10.64	.662
8. สุขภาพจิต	62.40	6.34	72.25	7.76	.000*
รวม	63.83	6.78	69.96	8.78	.023*

จากตารางที่ 3 พบว่าด้านอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย ความสดชื่นมีชีวิตชีวา การประกอบกิจกรรมทางสังคมและสุขภาพจิต ของกลุ่มทดลองหลังการฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม สูงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

หลังจากเข้าร่วมฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายกลุ่มเสริมสั้น 8 สัปดาห์ ทำการประเมินความพึงพอใจผู้เข้าร่วมฝึก พบว่า มีระดับคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.52

อภิปรายผล

การส่งเสริมการออกกำลังกายหลายรูปแบบควบคู่กับการแนะนำ ให้คำปรึกษาเพื่อทำให้นักศึกษาและบุคลากรทำให้อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย ความสดชื่นมีชีวิตชีวา การประกอบกิจกรรมทางสังคม และสุขภาพจิตดีขึ้นเป็นเพราะ การปฏิบัติกิจกรรมทางกายที่มีลักษณะทำซ้ำไปซ้ำมา หลากหลายและสม่ำเสมอ ปฏิบัติกิจกรรมอย่างน้อย 45-60 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ โดยฝึก

ทำพื้นฐานนำไปสู่ทำประยุกต์ทำที่ให้เกิดความสนุกสนานเร้าใจมากขึ้น แต่มีแบบแผนกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้แล้ว ทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะปรับปรุงสมรรถนะทางกายให้ดีขึ้นหรือคงสภาพสมรรถนะที่มีอยู่เอาไว้ การออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอในปริมาณที่มากพอจะทำให้มี สุขภาพดี ป้องกันกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ เช่น โรคอ้วน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง (เรณูมาศ มาอ่อน, 2548) นอกจากนั้น การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอยังทำให้ป้องกันโรคซึมเศร้า ช่วยให้จิตใจแจ่มใสขึ้น ลดความเครียดจากชีวิตประจำวัน สร้างความสัมพันธ์อันดีแก่กัน ให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยไม่มีข้อจำกัด ด้านระบบไหลเวียนเลือดการออกกำลังกายสม่ำเสมอจะช่วยให้ชีพจรขณะพักลดลง ร่างกายมีความสามารถในการจับออกซิเจนมากขึ้น และการออกกำลังกายที่มีแรงต้านจะช่วยเพิ่มมวลกระดูกหรือช่วยชะลอทำให้มวลกระดูกลดลงช้ากว่าคนทั่วไป ทำให้ร่างกายมีรูปร่างดีขึ้น สอดคล้องกับประสิทธิ์ กมลพรมงคล และคณะ (2560) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ พบว่าแนวทางการปฏิบัติที่ดี พนักงานต้องมีส่วนร่วมกิจกรรมในทุกขั้นตอน ต้องสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ ผู้บริหารจะต้องเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุนตามที่ประกาศนโยบายไว้ พร้อมให้การสนับสนุนช่วยเหลือ งบประมาณ และการให้รางวัล เพื่อสร้างแรงจูงใจ รวมถึงการสื่อสารสุขภาพ เป็นการให้ข้อมูล ความรู้ จูงใจ ให้พนักงานในสถานประกอบการตระหนักต่อความสำคัญของสุขภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับทศพร จิรกิจวิบูลย์ (2558) ได้ศึกษาคุณภาพชีวิตในการทำงานและแนวทางในการปฏิบัติงานที่ดี ที่มีผลต่อการสร้างแรงจูงใจต่อพนักงานระดับปฏิบัติการในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี พบว่า การสร้างแรงจูงใจในการทำงานที่แตกต่างกัน และทดสอบคุณภาพชีวิตในการทำงานและแนวทางการปฏิบัติงานที่ดีมีอิทธิพลต่อการสร้างแรงจูงใจในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับผจญ เฉลิมสาร (2540) ที่ได้ให้ความหมายของคุณภาพชีวิตการทำงานว่า เป็นการสร้างสรรค์บรรยากาศที่จะทำให้ผู้ใช้แรงงานได้รับความพึงพอใจในการทำงานสูงขึ้น โดยผ่านการเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาสำคัญ ขององค์การ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อชีวิตการทำงานของพวกเขา รวมถึงการปรับปรุงการบริหารเกี่ยวกับทรัพยากรมนุษย์ โดยทำให้มีประชาธิปไตยในสถานที่ทำงานเพิ่มมากขึ้น เพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิผลขององค์การ และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับได้นำเอาความเชี่ยวชาญทักษะและความสามารถอื่น ๆ มาใช้ใน การทำงาน ซึ่งทำให้พนักงานได้รับความพึงพอใจสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางทัศนคติและพฤติกรรมภายในกลุ่มและองค์การขึ้น

ศึกษาความพึงพอใจของการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มของบุคลากร และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีความพึงพอใจในการเข้าร่วมผลรวมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุดนั้นเป็นเพราะ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่ม (GX Group exercise) เป็นการนำเอา กิจกรรมการออกกำลังกายที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เช่น มวยไทยแอโรบิก สเต็ปแอโรบิก โยคะ ซุมบ้า เพาเวอร์บีม (การฝึกเวทประกอบจังหวะเพลง) ใช้เวลาในการฝึก ในการฝึกตามโปรแกรมมีกิจกรรมไม่ซ้ำหมุนเวียนกันไป ตามความชอบความสนใจของผู้เข้าร่วมและยังมีอุปกรณ์ในการฝึกที่ทันสมัย มีผู้นำกิจกรรมที่จะคอยแนะนำ กระตุ้นตลอดการฝึกประกอบกับเสียงเพลงที่สนุกสนาน

เราใจ ตลอดจนบรรยากาศของสถานที่ฝึกตามโปรแกรมที่สะอาดสะอ้านสบาย สอดคล้องกับ ชัชวาลย์ รัตนพร (2555) ได้กล่าวเอาไว้ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกดานซ์ กำลังเป็นที่นิยม อย่างแพร่หลายในปัจจุบันเนื่องจากประชาชนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการออกกำลังกายมากขึ้น การออกกำลังกายแบบแอโรบิกดานซ์หรือกิจกรรมประยุกต์ที่นำเอาจังหวะดนตรีมาผสมผสาน กับทำ การออกกำลังกาย เป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน แต่อย่างไรก็ตามผู้ฝึกต้องคำนึงถึงสุขภาพ (Health) ปลอดภัย (Safety) และประโยชน์ด้านต่างๆ (Efficiency) ด้วย ดังนั้นการเลือกกิจกรรมจึงต้องมีความเหมาะสม กับเพศวัยของตนเอง การออกกำลังกายแบบในปัจจุบันสามารถเลือกออกกำลังกายได้หลากหลายรูปแบบ มีการคิดรูปแบบใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ผู้สนใจได้เลือกกิจกรรมตามความชอบและจุดมุ่งหมาย ของแต่ละคน

สรุปผลและเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่มีต่อคุณภาพชีวิตของบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพชีวิตดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 9.60 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่มีต่อคุณภาพชีวิตของบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ระหว่าง ก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลอง พบว่ามีคะแนนแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36 อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย ความสดชื่นมีชีวิตชีวา การประกอบกิจกรรมทางสังคม และสุขภาพจิตดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การศึกษาความพึงพอใจของการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่มีต่อคุณภาพชีวิตของบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามพบว่า มีความพึงพอใจในการเข้าร่วม โปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.59, S.D. =0.52)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ควรพิจารณาถึงปัจจัย อุปกรณ์ความต้องการถึง กิจกรรม สถานที่และช่วงเวลาที่เหมาะสม รวมถึงบริบทการใช้ชีวิตของนักศึกษาและบุคลากร ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.2 ควรพิจารณาเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง เช่น นักศึกษาแต่ละสาขา คณะ หรือช่วงอายุของเจ้าหน้าที่ เพศ ตำแหน่ง เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มกับกลุ่มบุคคลทั่วไป พนักงานบริษัท พนักงานสายวิชาการ สายสนับสนุน ผู้บริหาร เป็นต้น

2.2 ควรศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มตัวแปรตามอื่น ๆ เช่นความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยหรือค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพของพนักงาน ความสัมพันธ์กับกำลังใจในการทำงาน การลดระดับความเครียด ความผูกพันกับสถาบัน หน่วยงาน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย กองพลพรหม อาจารย์วีระยุทธ กองวงษา อาจารย์ศุภินิธิ ขำพรหมราช และ อาจารย์ชยกร พาลสิงห์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา และเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย และรายละเอียดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมสุขภาพ ชุมชนศรีสวัสดิ์และกองทุนหลักประกันสุขภาพเทศบาลเมืองมหาสารคามที่ช่วยเหลือในด้านการการเก็บข้อมูลและงบประมาณบางส่วนในการทำวิจัยในครั้งนี้

การวิจัยในครั้งนี้ “ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม” ประโยชน์และคุณค่าจากงานวิจัยฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และบูรพาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้ให้ชีวิตและสติปัญญาแก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2561). *สถานการณ์การดำเนินงานด้านการป้องกันควบคุมโรคไม่ติดต่อ (NCDs)*. กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี : ม.ป.พ.
- ชัชวาลย์ รัตนพร. (2555). *แอโรบิกแดนซ์*. เอกสารประกอบการเรียนการสอน. สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม.
- ณัฐนันท์ วิจิตรอักษร. (2561). *ค่าใช้จ่ายสาธารณสุขด้านสุขภาพของไทยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI)*. สำนักข่าวอิสระ เขียนเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2561.
- ทศพร จิรกิจวิบูลย์. (2558). *การศึกษาคุณภาพชีวิตในการทำงานและแนวทางในการปฏิบัติงานที่ดีที่มีผลต่อการสร้างแรงจูงใจต่อพนักงานระดับปฏิบัติการในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี [การค้นคว้าอิสระปริญญาโทมหาบัณฑิต]*. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ประสิทธิ์ กมลพรมงคล, ยุติ รอดจากภัย, บุญธรรม กิจปรีตาภิสุทธิ และอนามัย เทศกะทีก (2560). *แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ*. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปีที.12(1)*, 51-62.
- ผจญ เฉลิมสาร. (2540). *คุณภาพชีวิตการทำงาน*. *วารสารเพื่อการเพิ่มผลผลิต*, 2(7), 23.
- พรรณทิพา คักดีทอง. (2550). *คุณภาพชีวิตที่เกี่ยวกับสุขภาพ (Health-Related Quality of Life)*. *วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ*, 327-337.
- เรณูมาศ มาอูน (2548). *คู่มือดำเนินการเคลื่อนไหวร่างกาย/ออกกำลังกายสำหรับบุคลากรในสถานประกอบการภาคการผลิต (โรงงานอุตสาหกรรม)*. กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ, กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข.

ศุภนิธิ ข้าพรหมราช. (2554). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิฟิตบอลที่มีต่อสุขสมรรถนะ และคุณภาพชีวิตในหญิงวัยทำงาน [วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษา
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Knowledge, Attitude and Practice of Som-Tam (Thai papaya salad)
Eating of Undergraduate Students at Rajabhat Maha Sarakham
University

อรนุช วงศ์วัฒนาเสถียร* มณฑิรา จันทวารีย์ กนกพร ทองสอดแสง จิราวรรณ เวฬุวนารักษ์
กาญจนา บุญฤทธิ์ และ วราภรณ์ จันปัญญา
Oranuch Wongwattanasathien*, Montira Juntavaree, Kanokporn Tongsodsang
Kanjana Bunyarit, Jirawan Weruwanaruk and Waraporn Janpanya

สาขาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Department of Community Public Health, Faculty of Science and Technology,
Rajabhat Maha Sarakham University

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา ในช่วงเวลาหนึ่ง (Descriptive cross-sectional study) มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความรู้ เจตคติและการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และศึกษาผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 389 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 67.10 มีอายุอยู่ระหว่าง 20-22 ปี คิดเป็นร้อยละ 61.70 นิยมรับประทานส้มตำปูปลาร้ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.19 นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการบริโภคส้มตำอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 7.99$, S.D. = 1.74) ด้านเจตคติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ พบว่านักศึกษามีเจตคติเห็นด้วยมากที่สุดคือส้มตำที่ซื้อจากผู้ประกอบการจะมีรสชาติอร่อยกว่าประกอบรับประทานเอง คิดเป็นร้อยละ 54.24 และด้านการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำ พบว่านักศึกษามีการปฏิบัติมากที่สุด คือ ล้างผักทุกครั้งก่อนรับประทานกับส้มตำ ($\bar{X} = 2.59$, S.D. = 0.59) กลุ่มตัวอย่างพบผลไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ คิดเป็นร้อยละ 43.19 อาการที่พบมากที่สุดคือท้องเสีย คิดเป็นร้อยละ 85.71 รองลงมาคือปวดท้อง คิดเป็นร้อยละ 52.97 กระจายน้ำ คิดเป็นร้อยละ 44.64

คำสำคัญ: ความรู้ เจตคติ การปฏิบัติตน ส้มตำ ผลไม่พึงประสงค์

Abstract

This research conduct a descriptive cross-sectional study. The objectives of this study were to study knowledge, attitudes and practice of Som-Tam (Thai papaya salad) eating of undergraduate students at Rajabhat Maha Sarakham University, and to study adverse effect from eating Som-Tam. 389 students were samples gained by Accidental Sampling technique. The tool used to collect data was A Questionnaire regarding knowledge, attitudes and practice of Som-Tam (Thai papaya salad) eating of the students. The statistics used to analyze the data were percentage, mean and standard deviation.

The results showed that most of students were female (67.10%), aged between 20-22 years (61.70%). The sample like to ate Som-Tam with crab and pickled fish at the most level 34.19 percentage. The students had knowledge about eating Som-Tam at a high level ($\bar{X} = 7.99$, S.D. = 1.74). On attitudes about eating Som-Tam, it was found that the students with the most agreeable attitude were that Som-Tam purchased from the entrepreneurs was more delicious than cooked by themselves (54.24%). The practice of eating Som-Tam, it was found that the most of students were washing vegetables every time before eating with Som-Tam ($\bar{X} = 2.59$, S.D. = 0.59).

The sample group found an adverse effect arising from eating Som-Tam accounted for 43.19%. The symptom found was diarrhea (85.71%) followed by abdominal pain (52.97 %) and thirsty (44.64%).

Keywords: Knowledge, Attitude, Practice, Som-Tam (Thai papaya salad), Adverse effects

บทนำ

อาหารเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์อาหารจึงมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยอาหารที่รับประทานในแต่ละมื้อมีผลโดยตรงต่อสุขภาพพลานามัยของผู้บริโภคที่ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต แข็งแรง ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายให้สามารถทำงานได้ปกติและช่วยสร้างความสามารถให้ร่างกายต้านทานโรคร้ายไข้เจ็บได้เพราะอาหารทุกชนิดมีสารอาหารจำเป็นต่อร่างกายการที่มนุษย์ได้รับสารอาหารครบถ้วนย่อมนำไปสู่การมีร่างกายที่แข็งแรงพร้อมที่จะทำให้ในการดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการเรียนและการทำงาน (อรุญา อุณสุวรรณ และคณะ, 2554) ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงส้มตำซึ่งเป็นอาหารเพื่อสุขภาพเพราะวัตถุดิบที่ใส่มีแต่พืชผัก มีไขมันต่ำคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยส้มตำมะละกอหนึ่งจานประมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 23 กิโลแคลอรี โปรตีน 1 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.1 กรัม โยอาอาหาร 2.72 กรัม (นันทพร ภัทรพุท, 2552) นิยมรับประทานมากทางภาคอีสาน เรียกว่า “ตำหมากหุ่ง” เครื่องปรุงหลักของส้มตำคือ มะละกอดิบ กระเทียม พริก น้ำตาลปีบ ปลาร้า มะเขือเทศ มะนาว หรืออาจใช้น้ำมะขามเปียก หรือ มะกอกสุกแทน ส้มตำแต่ละท้องถิ่นมีส่วนผสมของเครื่องปรุงต่างๆเพิ่มขึ้น เช่น ถั่วลิสง กุ้งแห้ง หน่อไม้ดอง ผักกาดดอง ถั่วจอก มะเขือ แครอท เพิ่มสีส้มและความแปลกใหม่เพื่อดึงดูดใจผู้บริโภค จากอีสานโพลงเขยคนอีสานเน้นกินส้มตำปลาร้า จากผลสำรวจ 20 จังหวัดพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่อาศัยนอกเขตเทศบาลกินส้มตำใส่ปลาร้าทุกวันถึงร้อยละ 70.5 ส่วนคนในเขตเทศบาลกินเกือบทุกวัน ร้อยละ 42.4 (หนังสือพิมพ์ M2F, 2558) นอกจากนี้รัชดาภรณ์ จันทาศรี และ ศรีประไพ ธรรมแสง (2550) ศึกษาวัฒนธรรมการบริโภคส้มตำในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง พบว่าผู้บริโภคส่วนมากชอบทานส้มตำ เหตุผลที่รับประทาน เนื่องจากความอร่อย (47.23 %) มีความชอบในรสชาติเปรี้ยว เผ็ด และหวาน (33.23 %) หาส้มตำ (11.95 %)

การศึกษาของนั้ฝน ประสงค์ดี (2548) ศึกษาเรื่องส้มตำ : พฤติกรรมการบริโภคของคนเมือง ศึกษากรณีชุมชนตรอกวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย จังหวัดกรุงเทพมหานคร พบว่าการบริโภคส้มตำของคนเมืองที่มีความนิยมเพิ่มมากขึ้น สามารถสังเกตเห็นได้จากการเกิดขึ้นของร้านส้มตำเป็นจำนวนมาก ทั้งรูปแบบที่เป็นร้าน หรือรถเข็นก็ตามอีกทั้งปัจจัยที่เป็นแรงผลักดันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของส้มตำให้มีความหลากหลายมากกว่าเดิม การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ศึกษาในจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีสถาบันการศึกษาหลายแห่งหนึ่งในนั้นก็คือมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง มีนักศึกษาจำนวนมากที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ส่วนใหญ่จะย้ายเข้ามาพักอาศัยในหอพักซึ่งไม่สะดวกที่จะประกอบปรุงอาหารรับประทานเองได้ นักศึกษาส่วนใหญ่ซื้อจากผู้ประกอบการ เพราะประหยัดเวลา สะดวกและลดค่าใช้จ่ายลงได้ โดยอาหารที่รับประทานส่วนใหญ่จะเป็น ส้มตำ ไก่ย่าง ข้าวเหนียว ซึ่งส้มตำเป็นอาหารที่นักศึกษานิยมรับประทานมาก ประกอบกับร้านส้มตำที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม แต่หากมีการรับประทานส้มตำที่ไม่สะอาดอาจจะส่งผลกระทบต่อร่างกาย เช่น โรคอุจจาระร่วง ท้องเสียและก่อให้เกิดโรคอื่น ๆ ตามมาจนอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ ดังนั้นผู้วิจัยสนใจศึกษา ความรู้ เจตคติและการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำ

ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงพรรณนา (Descriptive study) ในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อศึกษา ความรู้ เจตคติและการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และ ผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1-4 ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจำนวนทั้งหมด 14,029 คน (สำนักทะเบียนนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559) การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร่ ยามาเน่ (Yamane, 1973) ทำให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 389 คน

โดยคำนวณ

$$\text{สูตร } n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

เมื่อ n แทน จำนวนตัวอย่าง หรือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวนทั้งหมด 14,029 คน

e แทน ความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง ที่ระดับ 0.05

แทนค่าสูตร ดังนี้

$$n = \frac{14,029}{1+14,029(0.05)^2} = 388.91 \text{ คน}$$

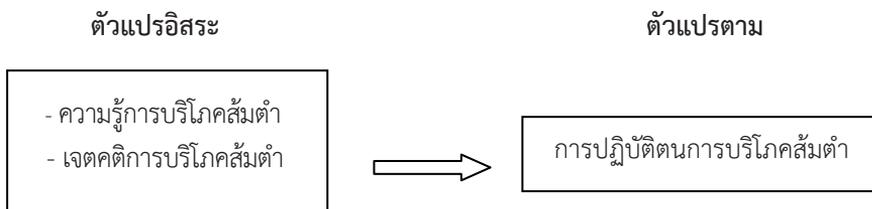
เมื่อได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างก็นำมาคำนวณหาสัดส่วนในแต่ละคณะใช้การเทียบบัญญัติไตรยางค์ ดังนี้

$$\text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละคณะ} = \frac{\text{จำนวนกลุ่มตัวอย่าง} \times \text{จำนวนนักศึกษาแต่ละคณะ}}{\text{จำนวนนักศึกษาทั้งหมด}} \quad (2)$$

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
แยกตามคณะ

ลำดับที่	คณะ	จำนวนนักศึกษา	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง
1	ครุศาสตร์	2,292	64
2	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1,759	49
3	วิศวกรรมศาสตร์	822	23
4	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2,814	78
5	วิทยาการจัดการ	2,535	70
6	เทคโนโลยีการเกษตร	775	21
7	นิติศาสตร์	872	24
8	รัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์	1,516	42
9	เทคโนโลยีสารสนเทศ	644	18
	รวม	14,029	389

กรอบแนวคิดการวิจัย



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลโดยปรับปรุงและพัฒนางานวิจัยอื่นที่ได้ศึกษาไว้ (ธรรมธัช ศิริวังชัย, 2549) การตรวจสอบคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Index of item Objective Congruence : IOC) โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ค่าความสอดคล้องด้านเนื้อหาเท่ากับ 0.89 และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยนำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 30 ราย โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค (Cronbach' alpha coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 5 ตอน ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ ระดับชั้น คณะ รายได้ โรคประจำตัว การบริโภคอาหารความถี่ การรับประทานส้มตำ ส้มตำที่นิยมบริโภค

2. ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ ใช่/ไม่ใช่ มีจำนวน 10 ข้อ เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ตอบถูก ให้ 1 คะแนน

ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

การแปลผลคะแนนด้านความรู้ใช้การพิจารณาแบ่งระดับคะแนนแบบอิงเกณฑ์โดยประยุกต์จากหลักเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1971) มีเกณฑ์แบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ความรู้ระดับต่ำ ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 0 – 5.00

ความรู้ระดับปานกลาง ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 6.00 – 7.00

ความรู้ระดับสูง ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 8.00 – 10.00

3. แบบสอบถามเจตคติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำลักษณะแบบสอบถามเป็นคำถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีระดับการดำเนินการ 4 ระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำมีจำนวน 10 ข้อ การแปลผลโดยใช้ค่าร้อยละ

4. แบบสอบถามการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำ ลักษณะแบบสอบถามเป็นคำถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีระดับการวัด 3 ระดับ คือ ปฏิบัติทุกครั้ง ปฏิบัติบางครั้งและไม่ปฏิบัติเลย เพื่อสอบถามเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำ มีจำนวน 10 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ปฏิบัติทุกครั้ง 3 คะแนน ปฏิบัติบางครั้ง 2 คะแนน ไม่ปฏิบัติเลย 1 คะแนน

การแปลผลโดยใช้เกณฑ์ของเบสท์ (Best, 1977) แบ่งได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.66 ไม่ปฏิบัติเลย

คะแนนเฉลี่ย 1.67 – 2.33 ปฏิบัติบางครั้ง

คะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.00 ปฏิบัติทุกครั้ง

5. ผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ การแปลผลโดยใช้ค่าร้อยละ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นำแบบสอบถามไปแจกให้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 389 คน
2. คณะผู้วิจัยแจกแบบสอบถามทั้งหมด 389 ฉบับ ได้รับคืนมาจำนวน 389 ฉบับที่สมบูรณ์จำนวน 389 ฉบับ
3. คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบสอบถามและทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบทดสอบก่อนที่จะนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows โดยได้นำข้อมูลแบบสอบถาม ที่เก็บรวบรวมได้มาเปลี่ยนเป็นรหัสตัวเลข (Code) แล้วบันทึกลงในโปรแกรมเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าความถี่ (Frequency) คะแนนเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และค่าร้อยละ (Percentage)

จริยธรรมในการวิจัย

ผู้วิจัยมีความเคารพศักดิ์ศรีและสิทธิของบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย มีการอธิบายจุดมุ่งหมายของการวิจัยแก่บุคคลที่เป็นตัวอย่าง โดยไม่หลอกลวงหรือบีบบังคับ และไม่ละเมิดสิทธิส่วนบุคคล รวมถึงการไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนตัว เช่น ชื่อ นามสกุล ของตัวอย่างที่ศึกษา

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 67.10 มีอายุอยู่ระหว่าง 20-22 ปี คิดเป็นร้อยละ 61.70 ศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 39.85 ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 20.05 ส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 2,000-5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 47.81 ไม่มีโรคประจำตัว คิดเป็นร้อยละ 97.17 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่บริโภคอาหาร 3 มื้อต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 48.59 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รับประทานส้มตำ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 42.16 และนิยมรับประทานส้มตำปูปลาร้ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.19

ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคส้มตำของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 389 คน ส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับมาก เป็นผู้ที่ได้คะแนนระหว่าง (8.00-10.00 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 85.86 รองลงมาคือมีความรู้ในระดับปานกลาง (6.00 - 7.00 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 11.31และมีความรู้ในระดับน้อย (0 - 5.00 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 2.83 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.99 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านความรู้เกี่ยวกับ
การบริโภคส้มตำ (n = 389)

ระดับความรู้	ช่วงคะแนนเฉลี่ย	จำนวน	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
มาก	8.00 - 10.00	334	85.86	7.99	1.74	มาก
ปานกลาง	6.00 - 7.00	44	11.31			
น้อย	0 - 5.00	11	2.83			

กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติเห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ ส้มตำเป็นอาหารที่ ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย จำนวน 203 คน คิดเป็นร้อยละ 52.19 และเจตคติไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งคือ ปูเค็มที่ใส่ตำส้มตำไม่ควรนึ่งให้สุกเพราะจะทำให้เสียรสชาติ จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 13.11 ดังแสดงในตารางที่ 3

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำในระดับปฏิบัติบางครั้ง ($\bar{X} = 2.11$, S.D.= 0.25) พิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำมากที่สุด คือล้างผักทุกครั้งก่อนรับประทานกับส้มตำ ($\bar{X} = 2.59$, S.D.= 0.59) รองลงมาคือรับประทานเนื้อมะละกอ มะเขือเทศที่ใส่ในส้มตำเพื่อช่วยบำรุงผิว ($\bar{X} = 2.31$, S.D.= 0.67) และกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำน้อยที่สุดคือไม่ใส่ผงชูรสในส้มตำทุกครั้ง ($\bar{X} = 1.58$, S.D.= 0.64) ดังแสดงในตารางที่ 4

ผลไม่พึงประสงค์พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีอาการที่เกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ คิดเป็นร้อยละ 56.81 และมีอาการที่เกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ คิดเป็นร้อยละ 43.19 อาการที่พบ คือท้องเสีย คิดเป็นร้อยละ 85.71 รองลงมาคือปวดท้อง คิดเป็นร้อยละ 52.97 ระบายน้ำ คิดเป็นร้อยละ 44.64 อาการปากชาและลิ้นชา คิดเป็นร้อยละ 17.26 คลื่นไส้อาเจียน คิดเป็นร้อยละ 4.76 เวียนศีรษะ คิดเป็นร้อยละ 4.16 และอาการอื่นๆ คือ แสบปาก คิดเป็นร้อยละ 0.59 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละด้านเจตคติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ (n = 389)

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
1. น้ำปลาร้าของผู้ประกอบการมีรสชาติอร่อยกว่า น้ำปลาร้าที่ทำเอง *	109 (28.02)	197 (50.65)	77 (19.79)	6 (1.54)
2. ส้มตำเป็นอาหารที่ ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย	203 (52.19)	157 (40.35)	22 (5.66)	7 (1.80)
3. ปลาร้าดิบที่ใส่ในส้มตำจะอร่อยและมีประโยชน์ กว่าปลาร้าที่ต้มสุกแล้ว *	50 (12.85)	119 (30.59)	174 (44.73)	46 (11.83)
4. ส้มตำมีรสชาติอร่อย แซ่บ จัดจ้าน	193 (49.61)	154 (39.59)	32 (8.23)	10 (2.57)
5. ส้มตำที่ซื้อจากผู้ประกอบการจะมีรสชาติอร่อย กว่าประกอบรับประทานเอง*	72 (18.51)	211 (54.24)	95 (24.42)	11 (2.83)
6. ปุเค็มที่ใส่ตำส้มตำไม่ควรนึ่งให้สุกเพราะจะ ทำให้เสียรสชาติ*	52 (13.37)	141 (36.25)	145 (37.28)	51 (13.11)
7. การรับประทานส้มตำหากใช้น้ำมันหอยจะทำให้ รสชาติอร่อยมากขึ้น *	58 (14.91)	169 (43.44)	117 (30.08)	45 (11.57)
8. ส้มตำที่ไม่ใส่ผงชูรสจะมีรสชาติไม่อร่อย *	88 (21.34)	209 (53.73)	75 (19.28)	22 (5.66)
9. ท่านชอบบริโภคส้มตำที่ใส่ถั่วลิสงและกุ้งแห้ง ที่มีสีส้ม *	52 (13.37)	190 (48.84)	101 (25.96)	46 (11.83)
10. ส้มตำที่สะอาดและปลอดภัยในการบริโภคมัก มีรสชาติไม่อร่อย *	54 (13.88)	154 (39.59)	135 (34.70)	46 (11.83)

หมายเหตุ:* ข้อความเจตคติเชิงลบ

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ
(n = 389)

คำถาม	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. ท่านไม่รับประทานส้มตำที่ใส่ปูตองดิบ	2.00	0.65	ปฏิบัติบางครั้ง
2. ท่านไม่รับประทานส้มตำที่ใส่ปลาร้าดิบ	2.17	0.65	ปฏิบัติบางครั้ง
3. ท่านมักจะให้ความสำคัญรสชาติของส้มตำน้อยกว่า ความสะอาด	2.04	0.69	ปฏิบัติบางครั้ง
4. ท่านรับประทานเนื้อมะละกอ มะเขือเทศที่ใส่ใน ส้มตำเพื่อช่วยบำรุงผิว	2.31	0.67	ปฏิบัติบางครั้ง
5. ท่านรับประทานส้มตำเพื่อช่วยในการขับถ่าย	2.11	0.69	ปฏิบัติบางครั้ง
6. ท่านรับประทานส้มตำโดยคำนึงถึงปริมาณผงชูรส ที่ใส่ลงไปว่ามีมากหรือน้อย	1.96	0.62	ปฏิบัติบางครั้ง
7. ท่านมักจะรับประทานส้มตำโดยใช้ช้อน มากกว่าใช้มือหยิบ	2.13	0.65	ปฏิบัติบางครั้ง
8. ท่านไม่ใส่ผงชูรสในส้มตำทุกครั้ง	1.58	0.64	ไม่ปฏิบัติเลย
9. ท่านมักจะสังเกตถ้วยลิสง กุ้งแห้งและพริก ในส้มตำมีเชื้อราหรือไม่ ก่อนรับประทานเสมอ	2.21	0.68	ปฏิบัติบางครั้ง
10. ท่านล้างผักทุกครั้งก่อนรับประทานกับส้มตำ	2.59	0.59	ปฏิบัติทุกครั้ง
รวม	2.11	0.25	ปฏิบัติบางครั้ง

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและร้อยละ อาการที่เกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ (n = 389)

อาการที่เกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีอาการ	221	56.81
มีอาการ	168	43.19
รายละเอียดดังนี้		
- ท้องเสีย	144	85.71
- ปวดท้อง	89	52.97
- ระบายน้ำ	75	44.64
- อาการปากชาและลิ้นชา	29	17.26
- คลื่นไส้อาเจียน	8	4.76
- เวียนศีรษะ	7	4.16
- อาการอื่นๆ คือ แสบปาก	1	0.59

อภิปรายผล

ความรู้ เจตคติและการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ ส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับมาก ($\bar{X} = 7.99$, S.D. = 1.74) อาจเนื่องมาจากในปัจจุบันเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสารทำให้นักศึกษาสามารถที่จะเข้าถึงสื่อข้อมูลจากแหล่งข่าวต่าง ๆ ได้หลายช่องทาง ส่วนใหญ่มีความรู้มากที่สุดเกี่ยวกับ ควรล้างผักและวัตถุดิบด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 3 ครั้ง ก่อนรับประทาน สอดคล้องกับการศึกษา วรกานต์ พุ่มนุ้ม (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารปลอดภัยของนักเรียนและผู้ปกครองโรงเรียนบางแค พบว่า นักเรียนมีความรู้การบริโภคอาหารปลอดภัยอยู่ในระดับสูง เกี่ยวกับการล้างผักควรล้างที่ละใบให้สะอาด เช่น ผักกาด ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง เพื่อป้องกันสารพิษตกค้าง จากวิจัยพบว่านักศึกษามีความรู้ในการควรเลือกบริโภคส้มตำในร้านที่สะอาด ผู้ขายไม่เป็นโรคติดต่อและมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี และยังมีความรู้ในเรื่องการใส่ผงชูรสในส้มตำปริมาณมาก ๆ จะทำให้ปากชา มือชา ใจสั่น เนื่องจากผงชูรสมีคุณสมบัติกระตุ้นประสาทรับรสที่ลิ้นทำให้รับรสอาหารได้ดีแต่หากกินเกินที่กำหนดอาจเกิดอาการแพ้ผงชูรสได้มีอาการชาที่ปาก คางและขากรรไกร (อบเชย วงศ์ทอง และ ชนิษฐา พูนผลกุล, 2557)

เจตคติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีเจตคติเห็นด้วยอย่างยิ่งคือ ส้มตำเป็นอาหารที่ ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย ผู้บริโภคส่วนมากชอบทานส้มตำ เพราะมีความชอบเป็นหลัก เนื่องจากรสชาติที่จัดจ้าน เผ็ด เปรี้ยว ถูกใจโดยเฉพาะนักศึกษาหญิง สามารถทานเป็นอาหารว่าง ควบคุมน้ำหนักได้ และตรงกับการศึกษา นฤมล ปัญญาวิโรภาส (2542) ศึกษาการแพร่กระจายและบทบาททางสังคมของส้มตำ พบว่า ส้มตำเป็นอาหารของชาวชนบทในภาคอีสานและสาเหตุที่ส้มตำมีการแพร่กระจายไปเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการทำหาง่าย ราคาถูกมีรสชาติที่สามารถปรับเปลี่ยนให้ถูกปากคนได้ง่าย นักศึกษามีเจตคติไม่เห็นด้วยกับปลาร้าดิบที่ใส่ในส้มตำมีรสชาติอร่อยและมีประโยชน์น้อยกว่าปลาร้าที่ต้มสุกแล้ว ซึ่งนักศึกษามีเจตคติที่ดีในการบริโภคปลาร้าในการบริโภคส้มตำ ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ กนกวรรณ ขันเงิน และคณะ (2554) ศึกษาระดับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการบริโภคปลาดิบของประชาชนในตำบลโพธิ์ อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติเกี่ยวกับการนำปลาร้าดิบมาปรุงส้มตำทำให้ส้มตำมีรสชาติอร่อยกว่าการนำปลาร้าที่ต้มสุกแล้วมาปรุง

การปฏิบัติตนเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ พบว่านักศึกษปฏิบัติมากที่สุด คือ ล้างผักทุกครั้ง ก่อนรับประทานกับส้มตำ ซึ่งเป็นการปฏิบัติที่ดี สอดคล้องกับการศึกษา ณรงค์ ศิขิรัมย์ (2556) ที่ศึกษาการบริโภคอาหารปลอดภัยของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดีและมีพฤติกรรมที่ดีของนักศึกษาเช่นการล้างผักและผลไม้ก่อนรับประทาน นอกจากนี้ นักศึกษารับประทานเนื้อมะละกอ มะเขือเทศที่ใส่ในส้มตำเพื่อช่วยบำรุงผิว ซึ่งส้มตำเป็นอาหารที่ประกอบด้วยผักส่วนใหญ่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายและบริโภคผักเพื่อช่วยบำรุงผิวพรรณ (สุพัตรา ขาดิบัญญัติชัย, 2553) โดยเฉพาะในมะเขือเทศที่อุดมด้วยวิตามินที่ช่วยบำรุงผิวพรรณสารแคโรทีนอยด์ชื่อไลโคพีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และ เนื้อมะละกอยังช่วยระบายและป้องกันอาการท้องผูกและขจัดของ

เสีย (สุภาพรณั ปิติพร, 2556) การปฏิบัติที่น้อยที่สุดคือ การไม่ใส่ผงชูรสในส้มตำทุกครั้ง อาจเนื่องมาจากนักศึกษามีเจตคติทางด้านบวกกับผงชูรสที่เห็นด้วยว่าส้มตำที่ไม่ใส่ผงชูรสจะมีรสชาติไม่อร่อย นักศึกษาชอบใส่ผงชูรสในส้มตำโดยคิดว่าถ้าไม่ใส่ก็ไม่อร่อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มโนลี ศรีเปายะ เพ็ญพงษ์ (2559) ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มนักเรียนและนักศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ใส่ผงชูรสหรือผงปรุงแต่งรสชาติลงในอาหารที่ปรุงค่าเฉลี่ย 3.30 อยู่ระดับปานกลาง และสอดคล้องกับงานวิจัย ธัญพิชชา คำจุนพลและวรรณยุภา เหล่าภักดี (2548) กล่าวว่าผงชูรสเป็นวัตถุดิบที่ผู้ประกอบการใช้ในการปรุงรสส้มตำเพื่อเพิ่มความอร่อย คนอีสานมีการบริโภคสูงทั้งเด็กและผู้ใหญ่แม้กระทั่งน้ำพริกก็ต้องใส่ผงชูรสลงไปด้วย ซึ่งอาหารที่จำหน่ายส่วนใหญ่ใส่ผงชูรสปริมาณที่มาก

ผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ

ผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำ (43.19%) อาการที่พบ คือท้องเสีย คิดเป็นร้อยละ 85.71 รองลงมาคือปวดท้อง คิดเป็นร้อยละ 52.97 มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของรัชดาภรณ์ จันทาศรี และ ศรีประไพ ธรรมแสง (2550) พบว่าอุปสรรคในการบริโภคส้มตำ คือผู้บริโภคมีอาการท้องเสีย คิดเป็นร้อยละ 32.97 และปวดท้อง คิดเป็นร้อยละ 16.22 ซึ่งเป็นผลจากการที่ส้มตำไม่สะอาด สอดคล้องกับการศึกษาของยุวดี อินสำราญ และคณะ (2547) ศึกษาปริมาณ *E. coli* และ *Salmonella spp.* ในส้มตำที่จำหน่ายในชุมชนศรีสวัสดิ์ อ. เมือง จ. มหาสารคาม พบร้านที่ไม่ได้มาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 60 โดยตรวจพบเชื้อ *E. coli* มากกว่า 50 MPN/g และตรวจพบเชื้อ *Salmonella spp.* ในตัวอย่างส้มตำ และสอดคล้องกับการศึกษาของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้สุ่มตัวอย่างส้มตำในสวนภูมิภาค 12 จังหวัดจากทุกภาคของประเทศ มาตรวจสอบความปลอดภัย โดยตรวจสอบส้มตำปรุงสำเร็จ รวมทั้งวัตถุดิบต่างๆที่ใช้เป็นเครื่องปรุง พบว่า ส้มตำปรุงสำเร็จชนิดต่างๆ ยังมีการปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ ร้อยละ 14.5 และปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่บ่งชี้ความสะอาดถึงร้อยละ 32.3 (โครงการส้มตำสะอาดและปลอดภัยสู่ครัวโลก, 2551) พิษภัยของส้มตำก็มีมากเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นจากวัตถุดิบและเครื่องปรุงรส หรือผักที่ใช้เป็นเครื่องเคียง เช่น อาจมีสารพิษตกค้าง มีสารก่อมะเร็ง ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร อาหารเป็นพิษ (นันทพร ภัทรพุทธ, 2552)

นอกจากนี้พบผลไม่พึงประสงค์คือ อาการกระหายน้ำ อาการปากชาและลิ้นชา เป็นผลจากการรับประทานผงชูรส หากมีการบริโภคผงชูรสปริมาณมาก อาจมีการสะสมสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายส่งผลให้เกิดความดันโลหิตสูง ปากชา มือชา หัวใจสั่น หัวใจเต้นช้าลง (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2564)

สรุปผลและเสนอแนะ

สรุปผล

ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคส้มตำของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 85.86 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.99 ($\bar{X} = 7.99$, S.D.= 1.74) เจตคติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำ พบว่า ส้มตำเป็นอาหารที่ ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย คิดเป็นร้อยละ 52.19 และ ส้มตำที่ไม่ใส่ผงชูรส มักจะมีรสชาติไม่อร่อย คิดเป็นร้อยละ 53.73 ด้านการปฏิบัติตนมากที่สุด คือการล้างผักทุกครั้งก่อนรับประทานกับส้มตำ ($\bar{X} = 2.59$, S.D.= 0.59) และการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคส้มตำน้อยที่สุดคือ การไม่ใส่ผงชูรสในส้มตำทุกครั้ง ($\bar{X} = 1.58$, S.D.= 0.64)

ผลไม่พึงประสงค์พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการที่เกิดขึ้นจากการบริโภคส้มตำคิดเป็นร้อยละ 43.19 อาการที่พบมากที่สุด คือท้องเสีย คิดเป็นร้อยละ 85.71 รองลงมาคือปวดท้อง คิดเป็นร้อยละ 52.97

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการศึกษาไปใช้

1.1 สามารถนำผลการศึกษาไปวางแผนการสร้างค่านิยมการบริโภคส้มตำสะอาดปลอดภัยให้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.2 ควรเพิ่มแนวทางในการเฝ้าระวังด้านสุขาภิบาลอาหารในร้านส้มตำ โดยมีหน่วยงานทางราชการตรวจและประเมินร้านส้มตำรอบมหาวิทยาลัย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการศึกษารั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและเพิ่มการจัดกิจกรรมการบริโภคส้มตำอย่างไรให้ปลอดภัย

2.2 ศึกษาวิจัยในสถานศึกษาอื่นๆเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกัน โดยนำผลที่ได้มากำหนดเป็นนโยบายการบริโภคส้มตำปลอดภัยในกลุ่มวัยนักศึกษา

2.3 ศึกษาหาความสัมพันธ์ของระดับความรู้ เจตคติและการปฏิบัติตนในการบริโภคส้มตำของนักศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ ชื่นเงิน และคณะ. (2554). *ระดับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคปลาดิบของประชาชนในตำบลโพธิ์อำเภอมือง จังหวัดศรีสะเกษ ปี 2554*. <http://www.research.ubru.ac.th/2557/Journal/Y010208.pdf>.

โครงการส้มตำสะอาดและปลอดภัยสู่ครัวโลก. (2551). ครอบคลุม 65 ปี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 22-23.

- ณรงค์ ศิริรัมย์. (2556). *พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารปลอดภัยของนักศึกษามหาวิทยาลัย เชียงใหม่* [รายงานวิจัย]. สาขาวิชาบ้านและชุมชน คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.
- ธรรมธัช ศิริวงศ์ชัย. (2549). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความตระหนักรู้ของผู้บริโภคในเขต กรุงเทพมหานคร ต่อความสะอาดและปลอดภัยของส้มตำ* [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธัญพิชชา คำจันทผล และวรรณยุภา เหล่าภักดี. (2548). *การพัฒนา น้ำปรุงส้มตำโคราช* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- นฤมล ปัญญาชีโรภาส. (2542). *การแพร่กระจายและบทบาททางสังคมของส้มตำ*. [รายงานวิจัย]. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- นันทพร ภัทรพุทธ. (2552). *พิษภัยจากส้มตำ*. บทความเผยแพร่ทางวิทยุกระจายเสียง โดยสำนัก บริการวิชาการ ม. บูรพา. http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?TOPIC_ID=2817
- น้ำฝน ประสงค์ดี. (2548). *ส้มตำ: พฤติกรรมการบริโภคของคนเมือง ศักยภาพชุมชนตรอกวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย จังหวัดกรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มฤดี สุขประสารทรัพย์ และแก้ว กังสดาลอำไพ. (2552). *กินอาหารไทยห่างไกลมะเร็ง*. สำนักพิมพ์ หมอชาวบ้าน.
- มโนลี ศรีเปาะยะ เพ็ญพงษ์. (2559). *พฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มนักเรียนและนักศึกษาใน จังหวัดสุราษฎร์ธานีในจังหวัดสุราษฎร์ธานี*. <http://e-journal.sru.ac.th/index.php/msj/article/download/443/pdf>.
- ยุวดี อินสำราญ, วันเพ็ญ ปัญญาวิบูลย์ และสุกัญญา ชันอาษา. (2547). *การศึกษาปริมาณ E. coli และ Salmonella spp. ในส้มตำที่จำหน่ายในชุมชนศรีสวัสดิ์ อำเภอเมือง จังหวัด มหาสารคาม* [รายงานวิจัย]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- รัชดาภรณ์ จันทาศรี และ ศรีประไพ ธรรมแสง. (2550). *รายงานผลการดำเนินงานโครงการทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม โครงการการศึกษาวัฒนธรรมการบริโภคส้มตำในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง*. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- วรกานต์ พุ่มน่น. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารปลอดภัยของนักเรียนและผู้ปกครองโรงเรียนบางแค (เนื่องสังวาลย์อนุสรณ์) สำนักงานเขตบางแค กรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุภัตรา ชาติบัญชาชัย. (2553). *ส้มตำปลอดภัย แผนงานผักปลอดภัยจากสารพิษ จ.ขอนแก่น*. http://resource.thaihealth.or.th/System/files/documents/smtampldphay_aephngaanphakpldphaycchaaksaarphis_cch.khnaekn.pdf

- สุภาภรณ์ ปิติพร. (2556). *บันทึกของแผ่นดิน 6 สมุนไพรท้องถิ่นในวิถีอาเซียน*. ปรมัตถ์การพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2564). *เตือนผงชูรสปลอมอันตรายถึงตาย*. ศูนย์วิทยบริการ
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. [http://elib.fda.moph.go.th/2008/
default.asp](http://elib.fda.moph.go.th/2008/default.asp)
- สำนักทะเบียนนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. (2559). *ฐานข้อมูลนักศึกษา*. สำนักส่งเสริม
วิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- หนังสือพิมพ์ M2F. (2558). ข่าวที่ 4 ฉบับที่ 834. วันที่ 6 มีนาคม 2558. หน้า 7.
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. (2557). *หลักการประกอบอาหาร* (พิมพ์ครั้งที่ 11).
สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรยุพา อุ้นสุวรรณ และคณะ. (2554). *อาหารเพื่อสุขภาพแบบปลอดเนื้อสัตว์สไตล์ลัดบูพเฟต์*
[วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Best, J. W. (1977). *Research in Education* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Bloom, B. S. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student
learning*. McGraw-Hill.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: an introductory analysis*. Harper & Row.

ข้อแนะนำการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้จัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ส่งเสริมความร่วมมือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านวิชาการ และการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยรับบทความวิจัยจากผู้นิพนธ์ทุกหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

หลักเกณฑ์การตีพิมพ์

1. วารสาร วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม รับตีพิมพ์บทความทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาก่อน และไม่ส่งตีพิมพ์ซ้ำซ้อนในวารสารหลายฉบับในช่วงเวลาเดียวกัน

2. บทความที่ส่งเพื่อตีพิมพ์ต้องผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) จำนวน 2 ท่าน/บทความ จากจำนวนผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินบทความทั้งหมด 3 ท่าน ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิ จะไม่สามารถทราบข้อมูลของผู้ส่งบทความ ผู้แต่งไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blind peer review)

3. กองบรรณาธิการ ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาและตีพิมพ์บทความทุกเรื่อง รวมทั้งการแก้ไขตัวอักษรและคำสะกดต่างๆ ตามที่เห็นสมควร ในกรณีจำเป็นจะส่งต้นฉบับเดิมหรือแก้ไขแล้วกลับคืนให้ผู้เขียนเพื่อขอความเห็นชอบอีกครั้ง

4. กองบรรณาธิการ ขอสงวนสิทธิ์ในการปฏิเสธการลงตีพิมพ์ หากผู้เขียนไม่ดำเนินการแก้ไขบทความตามข้อเสนอแนะของผู้ประเมินคุณภาพบทความ

การส่งต้นฉบับ

ส่งต้นฉบับตามรูปแบบการเตรียมบทความที่วารสารกำหนด ด้วยไฟล์ Microsoft Word มายังกองบรรณาธิการ

ความรับผิดชอบ

ข้อความและบทความในวารสารเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหา แต่อย่างไร

ข้อแนะนำการเตรียมต้นฉบับ

การเตรียมต้นฉบับ

ขนาดกระดาษ B5 ระยะห่างจากขอบซ้ายและขวา ขอบบนและล่าง 2.54 เซนติเมตร การจัดคอลัมน์ ให้จัดเป็น 1 คอลัมน์ และต้องพิมพ์โดยไม่เว้นบรรทัด เว้นแต่เมื่อจะขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้นบรรทัด 1 บรรทัด และต้องพิมพ์ให้เต็มคอลัมน์ก่อนที่จะขึ้นคอลัมน์ใหม่หรือหน้าใหม่ ตัวอักษรแบบ TH sarabun PSK ความยาวบทความจำนวนหน้าไม่เกิน 15 หน้า

1. **ชื่อเรื่อง** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การพิมพ์ชื่อเรื่องให้วางตำแหน่งกลางกระดาษแบบคอลัมน์เดียวเริ่มจากชื่อเรื่องภาษาไทย ขึ้นบรรทัดใหม่เป็นชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 18 point พิมพ์ตัวหนา จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

2. **ชื่อผู้เขียนบทความและคณะ** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ต้องใส่คำนำหน้าตำแหน่งทางวิชาการของผู้เขียน ใช้หมายเลขแบบตัวยกกำกับชื่อหน่วยงานสังกัด ขนาดตัวอักษร 14 point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

3. **สังกัดของผู้เขียน** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุอีเมล Corresponding author ขนาดตัวอักษร 12 point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

4. **บทคัดย่อ** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ คำว่า “บทคัดย่อ” และ “Abstract” พิมพ์ตัวหนา ขนาดตัวอักษร 16 point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ ส่วนเนื้อหาบทคัดย่อ ขนาดตัวอักษร 14 point ความยาวไม่เกิน 300 คำ และคำสำคัญไม่เกิน 5 คำ

5. **เนื้อหา** ประกอบด้วยหัวข้อหลักดังนี้ บทนำ วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัยและอภิปราย ผลสรุปผลและเสนอแนะ กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) เอกสารอ้างอิง หัวข้อพิมพ์ตัวหนา ขนาดตัวอักษร 16 point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ ส่วนเนื้อหาข้อความแต่ละย่อหน้า กำหนดขนาดตัวอักษร 14 point ข้อความแต่ละย่อหน้าให้กระจายแบบไทย บรรทัดแรกแต่ละย่อหน้าให้เยื้องมาทางขวา 1.27 เซนติเมตร

5.1 **บทนำ** กล่าวถึงความสำคัญของปัญหาที่ศึกษา วัตถุประสงค์ และรวมถึงการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

5.2 **วิธีดำเนินการวิจัย** อธิบายวิธีการวิจัย เครื่องมือ ประชากร กลุ่มตัวอย่าง วิธีเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ควรเสนอรูปแบบและแสดงขั้นตอนอย่างกระชับและชัดเจน อาจใช้แผนภาพหรือแผนผังเพื่อแสดงขั้นตอนการวิจัยได้ โดยรายละเอียดของภาพจะต้องสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

5.3 **ผลการวิจัยและอภิปรายผล** ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย โดยนำเสนอเป็นลำดับสอดคล้องกับที่อธิบายไว้ในส่วนวิธีดำเนินการวิจัย ควรมีการแปลและอภิปรายผลอย่างมีหลักการ นำเสนอผลการวิจัยโดยการอ้างอิงทฤษฎีหรือสอดคล้องกับผลวิจัยอื่น เพื่อนำมาสนับสนุนหรือเห็นแย้งที่สมเหตุผล อาจมีการเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยในทำนองเดียวกันที่เคยแพร่มาก่อน

5.4 **สรุปผลและเสนอแนะ** สรุปประเด็นหลักของผลวิจัย ชี้ให้เห็นว่าประเด็นปัญหาสามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการที่ได้ศึกษาวิจัยมาด้วยวิธีหรือกรอบแนวคิดที่นำเสนอ ให้ข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์และให้แนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

5.5 **กิตติกรรมประกาศ** (ถ้ามี) อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นข้อความแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือให้งานวิจัยลุล่วงไปด้วยดี

6. **การอ้างอิงเอกสาร** ผู้ส่งบทความจะต้องเขียนอ้างอิงเอกสารที่มาของข้อมูล โดยใช้ระบบนาม-ปี (Name-Year System) ตามแบบ APA 7th edition และการอ้างอิงในบทความทุกรายการจะต้องระบุในเอกสารอ้างอิงท้ายบทความด้วย

6.1 การเขียนอ้างอิงภายในเนื้อหา

ผู้แต่ง 1 คน

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล/(ปี) หรือ (ชื่อ/สกุล,/ปี)

ภาษาอังกฤษ สกุล/(ปี) หรือ (สกุล,/ปี)

ผู้แต่ง 2 คน

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล/และ/ชื่อ/สกุล/(ปี) หรือ (ชื่อ/สกุล/และ/ชื่อ/สกุล,/ปี)

ภาษาอังกฤษ สกุล/and/สกุล/(ปี) หรือ (สกุล/&/สกุล,/ปี)

ผู้แต่ง 3 คน ขึ้นไป

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล/และคณะ/(ปี) หรือ (ชื่อ/สกุล/และคณะ,/ปี)

ภาษาอังกฤษ สกุล/et/al./(ปี) หรือ (สกุล/et/al.,/ปี)

6.2 การอ้างอิงท้ายบทความ**1) หนังสือ****ผู้แต่ง 1 คน**

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง/(พิมพ์ครั้งที่)./สำนักพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง/(พิมพ์ครั้งที่)./สำนักพิมพ์.

ผู้แต่ง 2 คน

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล/และชื่อ/สกุล./(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง/(พิมพ์ครั้งที่)./สำนักพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./&/สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง/(พิมพ์ครั้งที่).
สำนักพิมพ์.**ผู้แต่ง 3-20 คน ให้ใส่ชื่อทุกคน****2) บทความในวารสารแบบรูปเล่ม/อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่มีเลข DOI**

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปีพิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),/เลขหน้า.

ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปีพิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),/
เลขหน้า.**3) บทความในวารสารแบบรูปเล่ม/อิเล็กทรอนิกส์ที่มีเลข DOI**ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปีพิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),/
เลขหน้า./https://doi.org/เลขdoiภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปีพิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),/
เลขหน้า./https://doi.org/เลขdoi**4) วิทยานิพนธ์ปริญญาโท/ดุษฎีบัณฑิตและวิทยานิพนธ์ปริญญาโท/ดุษฎีบัณฑิตที่มิได้ตีพิมพ์**

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปีที่เผยแพร่)./ชื่อวิทยานิพนธ์/[ระดับวิทยานิพนธ์]./ชื่อมหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปีที่เผยแพร่)./ชื่อวิทยานิพนธ์/[Unpublished doctoral
dissertation or Unpublished master's thesis]./ชื่อมหาวิทยาลัย

5) วิทยานิพนธ์ปริญญาคุณศึกษิตและวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตจากเว็บไซต์ (ไม่อยู่ในฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์)

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปีที่เผยแพร่)/ชื่อวิทยานิพนธ์/[ระดับวิทยานิพนธ์]/ชื่อเว็บไซต์./URL
 ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปีที่เผยแพร่)/ชื่อวิทยานิพนธ์/[Doctoral dissertation or Master’s thesis]./ชื่อเว็บไซต์./URL

6) รายงานการประชุมเชิงวิชาการ (Proceeding) ในรูปแบบรูปเล่มหนังสือ

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปี)/ชื่อบทความ./ใน/ชื่อบรรณาธิการ/(บ.ก.)/ชื่อหัวข้อการประชุม./ชื่อการประชุม/(น./เลขหน้า)/ฐานข้อมูล.
 ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปี)/ชื่อเรื่อง./In/ชื่อบรรณาธิการ/(Ed. หรือ Eds.)/ชื่อหัวข้อการประชุม./ชื่อการประชุม/(pp./เลขหน้า)/ฐานข้อมูล
 กรณีมีเลข DOI หรือ URL ให้เติมต่อท้ายจากฐานข้อมูล

ในรูปแบบวารสาร

ภาษาไทย ชื่อ/สกุล./(ปี)/ชื่อเรื่อง./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),เลขหน้า.
 ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อ./(ปี)/ชื่อเรื่อง./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),เลขหน้า.

7) เว็บไซต์

ภาษาไทย ชื่อ/สกุลผู้เขียน./(ปี./วัน/เดือนที่เผยแพร่)/ชื่อบทความ./ชื่อเว็บไซต์./URL
 ภาษาอังกฤษ สกุล./อักษรย่อชื่อผู้เขียน./(ปี, เดือน/วันที่เผยแพร่)/ชื่อบทความ./ชื่อเว็บไซต์./ URL

6.3 การจัดเรียงรายการอ้างอิง

1) การเรียงตามลำดับตัวอักษร

ภาษาไทย ใช้หลักการเดียวกับการเรียงคำในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน โดยเรียงตามรูปพยัญชนะ ก-ฮ ส่วนคำที่ขึ้นต้นด้วยพยัญชนะเดียวกันให้เรียงตามรูปสระ

ภาษาอังกฤษ ใช้หลักการเดียวกับการเรียงคำใน Dictionary โดยเรียง A-Z

2) การเรียงลำดับงานหลายงานที่มีชื่อผู้แต่งคนแรกเป็นชื่อคนเดียวกัน

- (1) ถ้าชื่อผู้แต่งทุกคนเหมือนกัน ให้จัดเรียงตามปีที่พิมพ์
- (2) ถ้าชื่อผู้แต่งที่แตกต่างกัน ให้จัดเรียงตามงานที่มีชื่อผู้แต่งคนเดียวก่อน งานที่มีชื่อผู้แต่ง

อื่นร่วม

(3) ถ้าชื่อผู้แต่งคนแรกเป็นคนเดียวกันและชื่อผู้แต่งคนที่สอง หรือคนที่สามต่างกัน ให้จัดเรียงตามลำดับอักษรตัวแรกของชื่อสกุลของผู้แต่งคนที่สอง และคนที่สามตามลำดับ

(4) ถ้าชื่อผู้แต่ง คนแรกมีชื่อ สกุล เหมือนกัน ให้จัดเรียงตามลำดับอักษรย่อชื่อต้นและชื่อกลางของชื่อผู้แต่งคนแรก