



วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษา

Journal of Technological & Innovative Vocational Education: TIVE

ISSN 3056-9745 (Online)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2569

Volume 3 Number 1 January – June 2026

Technological & Innovative Vocational Education: TIVE เป็นวารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (มกราคม - มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม) วัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิชาการ วิจัย นวัตกรรมและเทคโนโลยี ผู้ประกอบการจัดการอาชีวศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพ และเพื่อนำไปสู่การพัฒนาชุมชน สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมต่อไป โดยทุกเรื่องที่ตีพิมพ์มีการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (peer reviewer) อย่างน้อย 3 ท่าน ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกจากหลากหลายสถาบัน และกองบรรณาธิการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยผู้พิมพ์ (author) และผู้ประเมิน (reviewer) จะไม่ทราบข้อมูลของกันและกัน (double-blind review)

ที่ปรึกษา

- | | |
|---|--|
| 1. นายสมบัติ นาทหลวง | ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 |
| 2. ศาสตราจารย์ญาณวิทย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ปริศนา อัครพงษ์สวัสดิ์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.สุดสาย ศรีศักดิ์ | ประธานคณะกรรมการวิชาการ |
| 2. อาจารย์ มงคล ชูระ | รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 |

กองบรรณาธิการ

- | | |
|---|---|
| 1. ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.ตรีศ เหล่าศิริหงษ์ทอง | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์ อัครเอกผาดิน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 4. ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 5. ศาสตราจารย์ ดร.พศิน แดงจวง | มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัยวิทยาเขตล้านนา |
| 6. ศาสตราจารย์ ดร.สุวัจน์ ธีรุต | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย |
| 7. รองศาสตราจารย์ วิเชษฐ ทิพย์ประเสริฐ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.อัศรัตน์ พูลกระจำง | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนนท์ นำอิน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรี ท้วงษ์ | มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น |

เลขานุการ

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. อาจารย์อนุชาติ รังสิยานนท์ | ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ |
| 2. นางสาวมธุรส มรรคอินทร์ | เจ้าหน้าที่ธุรการ |

สำนักงานกองบรรณาธิการ

กองบรรณาธิการ Technological & Innovative Vocational Education : TIVE
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1
171 หมู่ 11 ตำบลขุขะ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ 50120
โทรศัพท์ 0 5321 6663 โทรสาร 0 5321 6664 E-mail: iven1tive@gmail.com

เนื้อหาบทความในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมีใช้ความรับผิดชอบของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1



บทความวิชาการ

การพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย
เลอพงษ์ สุวรรณนันท์..... 1-12

บทความวิจัย

การพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐ
แบบอิเล็กทรอนิกส์ ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง

ต่อศักดิ์ เสมอวงศ์ดีป, บุษบา ครอบครอง, อรนุช ชูพงศ์พันธุ์, และจารุตา งามจันทร์ทิพย์ 13-22

รูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา

นฤมล เพ็ญมาศ, สุนทรี วรรณไพเราะ, รุ่งรัชดาพร เวหะชาติ, และ ศิลป์ชัย สุวรรณมณี... 23-36

การออกแบบและหาประสิทธิภาพเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

ธีรวัฒน์ ดีปอ้าย, ชัยอคุลย์ เรียนสอน, ชัชวาลย์ แสงแก้ว, มนตรี ธีรตระกูล,
ไชยรัตน์ สุวรรณอำไพ, ธราธิป ภูระหงษ์, และ ธาดาพงศ์ พรหมจันทร์..... 37-49

ระบบตรวจจับและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรองไฟ
เพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร

ชอุต ไชยมงคล, สุภเกียรติ์ สุภสินธุ์, และ อนุชาติ รังสิยานนท์..... 50-61

การเสริมสมรรถนะเชิงปฏิบัติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตด้วย
ชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน

อัคราวิรินทร์ สายะพงษ์, เอกลักษณ์ ตันติพิริยะ, สิทธิเดช ครุฑสี, ไพรัช ชัยวรรณ, และ
ต่อศักดิ์ ปายแสง..... 62-69

ศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็น
ผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียน วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

สุภกฤต กันทา..... 70-79

บทความวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของบาล์มขมิ้นชันต่อการสมานแผลสุนัข อุทัย แย้มกล้า, สหรัถ ตั้งแสงทอง, ระพีพร แพงไพรี, และ พิระพงษ์ แพงไพรี	80-88
ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ (<i>Chromolaena odorata</i>) ต่อกระบวนการสมานแผลภายหลัง การตอนลูกสุกร ชัญญภัทรีศิกานต์ จันทร์เขียว, ฉัฐกร จินตนาวัฒน์, การะเกด จันทร์หอม, และ กมลชนก ฟองตระกูล	89-100
ผลของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันต่อการเติบโตและต้นทุนของการผลิตกล้วยในโรงเรือน สุภัตรา แสงขำ, ทวี ปิงสุแสน, อรทัย แสงมณีจรัส, และ เศรษฐ์ ค้อยแก้ว.....	101-111
ผลของปุ๋ย AB, ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศ พันธุ์โทมัส ณิชารีย์ เผ่าพงศัวนา, สมบัติ กล้าจริง, นุชศิว สัจจะวงษ์, และ ศิวรินทร์ โพชา.....	112-124

การพัฒนาคณาวิชาชีกษาศมรณณะสูง ผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับ กลุ่มเครือข่าย

Developing of High-Performance Vocational Teachers Through Network-level Professional Learning Communities

เลอพงษ์ สุวรรณันท์*
Loephong Suwannant^{1*}

Received: 15 May 2026
Revised: 22 May 2026
Accepted: 4 June 2026

Abstract

This academic article aimed to study the concepts, approaches, and models for Developing High-Performance Vocational Teachers Through Network Professional Learning Communities (Network PLC). The study was based on Vocational Education Development policies, teacher competency development concepts, expected performance levels according to professional positions and academic ranks, as well as experiences from projects aimed at enhancing the competencies of vocational teachers and educational personnel toward excellence in innovation and academic practices. The findings revealed that the development of High-Performance Vocational Teachers should focus on enhancing teachers' professional knowledge, skills, and attributes that enable them to create learning innovations, conduct research, and effectively improve student learning outcomes. Network Professional Learning Communities serve as a significant mechanism that encourages teachers to exchange knowledge, collaboratively develop innovations, and establish academic cultures through collegial collaboration. The development approaches can be implemented at the teacher, institutional, and vocational institute levels through workshops, research and innovation development activities, academic presentations, and continuous publication of research articles. Such development should be systematically and continuously conducted in multiple phases and may integrate blended learning approaches combining onsite and online formats. The outcomes of this development process contribute to enhancing vocational teacher competencies, improving learner quality, and creating sustainable positive impacts on Vocational Education Development at the national level.

Keywords: High-Performance Vocational Teachers; Network-Level; Professional Learning Community

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิด แนวทาง และรูปแบบการพัฒนาคณาวิชาชีกษาศมรณณะสูงผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย โดยศึกษาจากนโยบายการพัฒนา

¹แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยสารพัดช่างสีพระยา กรุงเทพมหานคร 10500

¹Electrical Power Department, Siphaya Poly Technical College, Bangkok, 10500, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: loephong@live.com

อาชีวศึกษา แนวคิดการพัฒนาสมรรถนะครู การพัฒนาครูตามระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะ ตลอดจนประสบการณ์การดำเนิน โครงการพัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรอาชีวศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมและวิชาการ ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงจำเป็นต้องมุ่งพัฒนาครูให้มีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะเชิงวิชาชีพที่สามารถสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ วิจัย และพัฒนาคุณภาพผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่ายเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้ครูเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมพัฒนานวัตกรรม และสร้างวัฒนธรรมทางวิชาการบนพื้นฐานของความร่วมมือแบบกัลยาณมิตร แนวทางการดำเนินงานสามารถพัฒนาได้ทั้งในระดับครูผู้สอน ระดับสถานศึกษา และระดับสถาบันการอาชีวศึกษา ผ่านกิจกรรมอบรม สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม การนำเสนอผลงานทางวิชาการ และการตีพิมพ์บทความวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยควรดำเนินการในลักษณะเป็นระบบ และต่อเนื่องหลายระยะ รวมทั้งประยุกต์ใช้รูปแบบการพัฒนาแบบผสมผสานทั้งออฟไลน์และออนไลน์ ผลจากการพัฒนาดังกล่าวจะช่วยยกระดับสมรรถนะครูอาชีวศึกษา ส่งเสริมคุณภาพผู้เรียน และสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อการพัฒนาการอาชีวศึกษาของประเทศอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง; ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ; ระดับกลุ่มเครือข่าย

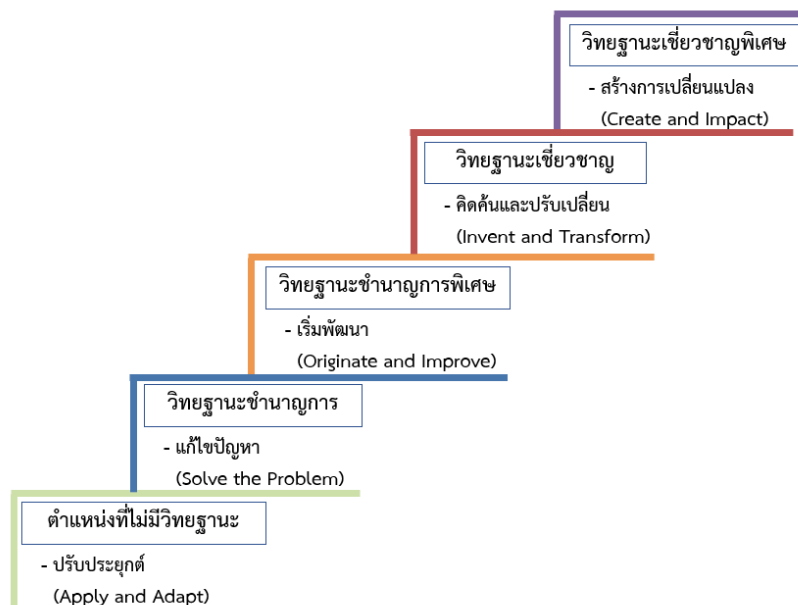
บทนำ

แผนพัฒนาการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2560-2579 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ที่เป็นความคาดหวังตามเจตนารมณ์ของการจัดการอาชีวศึกษาไว้ดังนี้ “ผู้สำเร็จการอาชีวศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพ มีคุณธรรม คุณภาพ สอดคล้องกับความต้องการในการพัฒนาประเทศ” โดยมี 4 พันธกิจเพื่อให้บรรลุตามวิสัยทัศน์ดังกล่าว คือ (1) ยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ และการประกอบอาชีพอิสระให้มีคุณภาพได้มาตรฐานในระดับสากล (2) ขยายโอกาสการศึกษาวิชาชีพให้กับประชาชนทุกช่วงวัย (3) เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการอาชีวศึกษาภายใต้หลักธรรมาภิบาลโดยอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน (4) พัฒนางานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม เทคโนโลยี และสร้างองค์ความรู้เพื่อการจัดการอาชีวศึกษา และพัฒนาวิชาชีพ และ (5) พัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาให้มีคุณภาพด้วยวิธีที่หลากหลาย จากพันธกิจดังกล่าว ครูอาจารย์ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด และจะต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาอาชีวศึกษา ขับเคลื่อนการดำเนินงานผ่าน 8 ประเด็นการพัฒนา (8 Agenda) ประเด็นการพัฒนาที่ 6 ยกระดับการบริหารและการพัฒนาบุคลากรอาชีวศึกษา ข้อ 6.4 พัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรสู่การเป็นบุคลากรอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2560) การพัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรสู่การเป็นบุคลากรอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงนั้นมีหลายวิธี และหลายกระบวนการ วิธีการ

หนึ่งที่มีพลังและมีประสิทธิภาพ คือ การพัฒนาครูอาชีพศึกษาสมรรถนะสูง ผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระคัมภีร์เครือข่าย

การพัฒนาสมรรถนะครูตามระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะ

หัวใจสำคัญในการยกระดับคุณภาพการศึกษาให้ประสบความสำเร็จด้านครูผู้สอนซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่จะทำให้การศึกษาประสบความสำเร็จ (Teacher as a Key of Success) ครูต้องมีการพัฒนาให้มีสมรรถนะในการปฏิบัติงานสูงขึ้น ตามระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะ ได้แก่ (1) ปฏิบัติและเรียนรู้ (Execute and Learn) เป็นระดับที่ครูผู้ช่วยสามารถจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองให้มีความรอบรู้ในเนื้อหา และสมรรถนะวิชาชีพครูในระหว่างเตรียมความพร้อม และพัฒนาอย่างเข้ม (2) ปรับประยุกต์ (Apply and Adapt) สามารถปรับประยุกต์ความรู้และศาสตร์การสอนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับบริบทและความแตกต่างของผู้เรียน (3) แก้ไขปัญหา (Solve the Problem) ระบุปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ การจัดการชั้นเรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (4) ริเริ่มพัฒนา (Originate and Improve) สามารถปรับปรุงพัฒนางานให้ดีกว่าเดิมได้ สอนให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิด (5) คิดค้น ปรับเปลี่ยน (Invent and Transform) และ (6) สร้างการเปลี่ยนแปลง (Create and Impact) สามารถสร้างผลกระทบให้เกิดขึ้นนอกเหนือจากห้องเรียน สามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2564) ระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งวิทยฐานะ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา (2564)

จากภาพที่ 1 การพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ครูผู้สอนจะต้องมีทัศนคติ ความคิด (Thinking Mindset) เป้าหมายสำคัญที่สุดของการพัฒนาคือคุณภาพของผู้เรียน การมีเป้าหมายเช่นนี้ทำให้ครูอาจารย์มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดระยะเวลาประสบการณ์สอนที่เพิ่มขึ้น จะเพิ่มความป็นนักวิชาการอาชีวศึกษาขึ้นในตัวของครูอาจารย์ จากตำแหน่งที่ไม่มีวิทยฐานะสู่ตำแหน่งวิทยฐานะที่สูงขึ้น จนถึงวิทยฐานะเชี่ยวชาญพิเศษ สมรรถนะเริ่มต้น คือ ปรับประยุกต์ สู่การแก้ไขปัญหา การริเริ่มพัฒนา การคิดค้นปรับเปลี่ยน และสร้างการเปลี่ยนแปลง

การพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง

การพัฒนาสมรรถนะครู หมายถึง กระบวนการให้เกิดความเชี่ยวชาญในการประกอบอาชีพวิชาชีพครูที่มีสมรรถนะสูง ด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะเชิงลึก เพื่อเป็นครูผู้นำทางวิชาชีพ (Professional Teacher Leader) เช่น เป็นครูผู้นำทางปัญญาวิชาการ ผู้นำจิตวิญญาณ ครูผู้นำการสร้างสรรค์ ครูนวัตกรรม ครูผู้นำการเปลี่ยนแปลง ครูผู้นำความรู้ เป็นต้น (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2568) ยุคที่ความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นรวดเร็วและพลิกผัน (Disruption) การพัฒนาสมรรถนะครูในทุกมิติ เช่น ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีและยุคสมัย ด้านการสร้างและพัฒนาหลักสูตร ด้านการสร้างและพัฒนาสื่อ นวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์อาชีวศึกษา ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ เป็นต้น การพัฒนาครูในทุกมิติดังกล่าวอย่างต่อเนื่องตลอดอาชีพครู จะทำให้เป็นครูสมรรถนะสูง กลายเป็นผู้สร้างนวัตกรรม นักวิจัย และนักวิชาการอาชีวศึกษา เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงที่มีบทบาทความวิจัยตีพิมพ์สม่ำเสมอ และเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการทุกระดับ ผลของการพัฒนาสมรรถนะครูสู่การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้กำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ ของคุณวุฒิอาชีวศึกษาทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเฉพาะ (ปวพ.) ต้องสอดคล้องกับอัตลักษณ์ของหลักสูตร สถาบัน วิชาชีพ ประเทศชาติ และบริบทโลก ประกอบด้วยผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างน้อย 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ คุณลักษณะตามบรรทัดฐานที่ดีของสังคม และลักษณะบุคคล (2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (3) ด้านทักษะ และ (4) ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2567a, 2567b, 2567c) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2568) ซึ่งผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านสำคัญที่สุด คือ ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ เป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ครูอาจารย์อาชีวศึกษาจะต้องเน้น และพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะในการประยุกต์ใช้ความรู้ สมรรถนะในการแก้ปัญหา สู่การเป็นนักประดิษฐ์ และผู้สร้างนวัตกรรม

ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย

ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) คือ แนวทางดำเนินการที่ช่วยให้เกิดพลังในการเปลี่ยนแปลงในสถานศึกษา มุ่งเน้นการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นมากกว่าการสอน โดยอาศัยการพึ่งพาซึ่งกันและกัน เป้าหมายเดียวกัน ปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อมุ่งสู่ความสำเร็จร่วมกัน (Dufour, 2007; Mayer & Lloyd, 2011) และเป็นนวัตกรรมสำหรับพัฒนาครู โดยครู ผู้บริหาร และนักการศึกษาารวมตัว วมใจ วมพลัง และร่วมมือกันบนพื้นฐานวัฒนธรรมแบบกัลยาณมิตร เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาให้บรรลุเป้าหมาย คือ การพัฒนาการเรียนรู้ สมรรถนะ และคุณลักษณะของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ และนวัตกรรมการเรียนรู้ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพแบ่งระดับได้ 3 ระดับ คือ ระดับสถานศึกษา ระดับเครือข่าย และระดับชาติ (สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา, ม.ป.ป.) ครูอาจารย์จะคุ้นเคยกับการดำเนินกิจกรรมชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพในระดับสถานศึกษา เนื่องจากเป็นนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา การดำเนินกิจกรรมมีข้อดีหลายอย่าง เช่น เกิดมุมมองใหม่ ๆ เกี่ยวกับการสอน และเกิดความร่วมมือทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง (Gore & Rosser, 2022) เป็นการปลูกฝังวัฒนธรรมการเรียนรู้ และการทำงานร่วมกันที่นำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ดีขึ้น (Carr, 2024) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาวิชาชีพครู (Baisden, 2023) แต่กิจกรรมระดับนี้มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น (1) การรวมกลุ่มของครูอาจารย์ที่มีแนวคิดที่คล้ายกันเป็นเรื่องยาก โดยเฉพาะสถานศึกษาขนาดเล็ก (2) ภาระงานสอนและงานอื่นที่ได้รับมอบหมายทำให้ยากต่อการจัดสรรเวลาสำหรับกิจกรรมชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ อย่างสม่ำเสมอ (3) มุมมองของครูอาจารย์ที่ร่วมทำกิจกรรมชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เป็นกิจกรรมที่ต้องทำตามนโยบาย เป็นภาระงานเพิ่มเติมมากกว่าการพัฒนาวิชาชีพอย่างแท้จริง (4) การดำเนินกิจกรรมเน้นรูปแบบมากกว่าสาระ เช่น เน้นการทำเอกสารให้ครบถ้วนแต่ขาดการอภิปรายหรือสรุปรายละเอียดในเชิงลึก (5) ขาดกระบวนการติดตามผลที่เป็นระบบ (6) ขาดระบบการจัดเก็บข้อมูล และส่งต่อองค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม (7) ขาดงบประมาณสนับสนุนสำหรับการสร้างนวัตกรรมที่เกิดจากการวิเคราะห์ปัญหา และ (8) ขาดผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำกรณีปัญหาในห้องเรียนซับซ้อนเกินกว่าที่ครูอาจารย์ภายในกลุ่มจะแก้ไขได้ ครูอาจารย์จึงต้องเปลี่ยนแนวทางการทำงานจากทำโดดเดี่ยวคนเดียว เป็นการทำงานและเรียนรู้เป็นทีม (วิจารณ์ พานิช, 2555)

ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย (Network Level) หมายถึง ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่ขับเคลื่อนในลักษณะการรวมตัวกันของกลุ่มวิชาชีพจากองค์กร หรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มุ่งมั่นร่วมกันสร้างชุมชน เครือข่าย ภายใต้วัตถุประสงค์ร่วมกัน คือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งเสริมสนับสนุนให้กำลังใจ สร้างความสัมพันธ์ และพัฒนาวิชาชีพพร้อมกัน อาจจะมีเป้าหมายที่เป็นแนวคิดร่วมกันอย่างชัดเจน เพื่อร่วมกันพัฒนาการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรการสอนเฉพาะ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ กลุ่มเครือข่ายความร่วมมือระหว่างสถาบัน และกลุ่มเครือข่ายความร่วมมือของสมาชิกวิชาชีพครู (สำนัก

พัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา, ม.ป.ป.) ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระคัมภีร์กลุ่มเครือข่ายจะทรงพลังมากกว่าระดับสถานศึกษา เนื่องจากเป็นการรวมตัวกันของสมาชิกวิชาชีพครูที่มีอุดมการณ์ร่วมกัน มีความสนใจ เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ร่วมกัน (Liu et al., 2024) กิจกรรมการพัฒนาสมรรถนะครูผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระคัมภีร์กลุ่มเครือข่ายมีมากมายในประเทศไทย ผู้เขียนมีโอกาสดำเนินกิจกรรมลักษณะนี้ครั้งแรก ในปีพ.ศ. 2556 – 2561 อาจารย์มงคล ชูระ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ได้จัดกิจกรรมการนำเสนอบทความวิจัยระดับชาติของครู นักเรียนนักศึกษา การดำเนินโครงการครั้งนั้นได้รับความสนใจจากครูอาจารย์อาชีวศึกษาทั่วประเทศเข้าร่วมงาน นับเป็นครั้งแรกที่ผู้เขียนได้เห็นครูอาจารย์ผู้สร้างความเปลี่ยนแปลงด้านนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษา และเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้เขียนได้ก่อตั้งและขับเคลื่อนชมรมเครือข่ายนักวิจัยและพัฒนาสื่อ นวัตกรรมอาชีวศึกษา (ระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2558) โดยการสนับสนุนการดำเนินการและงบประมาณจากสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ซึ่งขับเคลื่อนนโยบายโดย ดร.อธิป ไชย โปแดง ทำให้เกิดชมรมวิชาชีพต่าง ๆ ตามความสนใจของครูอาจารย์หลากหลายชมรมวิชาชีพแต่ละชมรมขับเคลื่อนด้วยความมุ่งมั่นและใช้อุดมการณ์ในการรวมตัวกัน ส่งผลให้ครูอาจารย์ต่างสถาบันช่วยเหลือเกื้อกูลกันในด้านต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน นับเป็นนโยบายที่ดีที่สุดสำหรับการสนับสนุนชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ช่วงปี พ.ศ. 2566 – 2567 วิทยาลัยสารพัดช่างสี่พระยา และเครือข่ายอาชีวศึกษาทั่วประเทศ ได้ร่วมกันจัดอบรมออนไลน์ และต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2569 ได้ดำเนินโครงการพัฒนาศักยภาพครูบุคลากรอาชีวศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมและวิชาการ ระยะที่ 3 โดยการสนับสนุนจากวิทยาลัยสารพัดช่างสี่พระยา และสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา จากการดำเนินการต่อเนื่องตลอดหลายปีที่ผ่านมา ผู้เขียนพบว่าชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระคัมภีร์กลุ่มเครือข่ายมีพลัง เกิดผลกระทบ (Impact) ในระดับสูง เนื่องจากครูอาจารย์ที่เข้าร่วมกิจกรรมมีความสนใจ ความตั้งใจ และความมุ่งมั่นในการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือดูแลกันอย่างต่อเนื่อง เป็นเครือข่ายกัลยาณมิตร ซึ่งตลอดทั้ง 3 ระยะนั้น เป็นการดำเนินกิจกรรมชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระคัมภีร์กลุ่มเครือข่าย โครงการระยะที่ 1 โดยวิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี ระยะที่ 2 โดยวิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง และระยะที่ 3 โดยวิทยาลัยสารพัดช่างสี่พระยา และสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา โดยโครงการมีวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ (1) เพื่อพัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้ ทักษะ และสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอน นวัตกรรม และวิชาการอย่างมีประสิทธิภาพ และ (2) เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมทั้งในและนอกสถานศึกษาไปประยุกต์ พัฒนาคุณภาพผู้เรียน และสร้างผลงานทางวิชาการเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาชีพ โดยมีครูอาจารย์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทั่วประเทศเข้าร่วมกิจกรรม และกิจกรรมสำคัญ

คือ ครูอาจารย์ผู้สอนได้นำนวัตกรรมมาแสดง และนำเสนอกระบวนการสร้างและพัฒนา ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ : แนวทางการประยุกต์ใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ระดับกลุ่มเครือข่ายพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงอย่างมีพลัง ต่อเนื่อง และยั่งยืน

1. การพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย เป็นกระบวนการที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องตลอดอาชีพครู สามารถดำเนินการได้โดยครู สถานศึกษา และสถาบันการอาชีวศึกษา โดยมีแนวทางดำเนินการ ดังนี้

1.1 ระดับครูอาจารย์ผู้สอน เป็นกลไกสำคัญและสร้างการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีพลังมากที่สุด ครูจึงต้องเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง (วิจารณ์ พานิช, 2559) โดยเริ่มจากสร้างเครือข่ายความร่วมมือระดับสถานศึกษา ระดับจังหวัด ระดับภูมิภาค และระดับประเทศ ศึกษาดูงานระหว่างกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ การจัดการเรียนรู้ และดำเนินนวัตกรรมภายในเครือข่าย ขยายเครือข่ายความร่วมมือและเมื่อจำนวนสมาชิกในเครือข่ายมากขึ้น เขียน โครงการพัฒนาสมรรถนะครู โดยให้ผู้บริหารวิทยาลัยใดวิทยาลัยหนึ่งเป็นผู้ดำเนินโครงการหลัก ระยะเริ่มต้นผู้เข้าร่วมโครงการอาจจะต้องเฉลี่ยค่าดำเนินการโครงการด้วยกัน ระยะต่อไปอาจจะของบประมาณสนับสนุนจากวิทยาลัย หรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง

1.2 ระดับสถานศึกษา เริ่มจากการทำความร่วมมือระหว่างสถานศึกษา โดยการสนับสนุนงบประมาณร่วมกันและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่าง วิทยาลัยสารพัดช่างในเขตกรุงเทพฯ บริบทสถานศึกษาใกล้เคียงกัน ร่วมมือกันพัฒนาสมรรถนะครูอาจารย์ในเครือข่ายความร่วมมือ เฉลี่ยงบประมาณดำเนินการตลอดโครงการ หมุนเวียนสถานที่ดำเนินโครงการ/จัดอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการลักษณะเช่นนี้ นอกจากจะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างครูอาจารย์ ผู้บริหาร และบุคลากร ค่อย ๆ เติบโตอย่างต่อเนื่องแล้ว จะทำให้เกิดความร่วมมือด้านอื่น ๆ ตามมาอีกด้วย เช่น การประชาสัมพันธ์การจัดการเรียนการสอนร่วมกัน การพัฒนาหลักสูตรร่วมกัน การดำเนินการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์อาชีวศึกษาร่วมกัน เป็นต้น

1.3 ระดับสถาบันการอาชีวศึกษา เริ่มจากการทำความร่วมมือระหว่างสถาบันการอาชีวศึกษา ที่มีสถานศึกษาในสังกัดจำนวนหลายสถานศึกษา สถาบันฯ สามารถดำเนินการ โดยแต่งตั้งคณะทำงานจากสถานศึกษาในสังกัด หรือเป็นความร่วมมือระหว่างสถาบันฯ หลาย ๆ สถาบันฯ พัฒนาศมรรถนะครูจากสถานศึกษาภายในสังกัดของสถาบันฯ โดยใช้งบประมาณของสถาบันฯ หรือจากสถานศึกษาในสังกัดร่วมกันเฉลี่ยงบประมาณ

การดำเนินการทั้ง 3 ระดับตลอดโครงการ นอกจากจะประกอบด้วยวิทยากรด้านวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ แล้ว ควรแต่งตั้งครูอาจารย์ที่มีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือเชี่ยวชาญพิเศษ จากสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นวิทยากรร่วม หรือวิทยากร

ประจำกลุ่มด้วย และเปิดโอกาสให้ครูอาจารย์ที่เข้าร่วมโครงการ นำนวัตกรรมมาแสดงหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน โดยการจัดทำคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินโครงการจะต้องให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะนำไปสู่สังคมแห่งความร่วมมือ และความสามัคคี

2. การดำเนินกิจกรรม/โครงการพัฒนาครูอาชีพศึกษาสมรรถนะสูง ผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระดับกลุ่มเครือข่าย ควรเน้นการพัฒนาด้วยกระบวนการวิจัย อย่างน้อย 4 ระยะ แต่ละระยะควรจะห่างกันประมาณ 3 เดือน เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีเวลาในการดำเนินการจัดทำเอกสาร และจำนวนชั่วโมงอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ไม่น้อยกว่า 18 ชั่วโมง ดังนี้

ระยะที่ 1 การเขียนเค้าโครงงานวิจัยการสร้างและพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ 3 บท

ระยะที่ 2 การจัดทำเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

ระยะที่ 3 การวิเคราะห์ผลการวิจัย และการสรุปผลการวิจัย

ระยะที่ 4 การเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิจัย การเผยแพร่ผลงานวิจัย และนวัตกรรมสู่เวทีงานวิจัยและนวัตกรรมทั้งระดับภูมิภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ เป็นส่วนสำคัญในการสร้างและพัฒนาครูอาชีพศึกษาให้เป็นนักวิชาการที่มีผลงานเผยแพร่ตีพิมพ์อย่างต่อเนื่อง

3. การอบรมสัมมนาอาจจะพิจารณาใช้แนวทางการพัฒนาผสมผสาน (Blended Approach) รูปแบบผสมผสานออฟไลน์ และออนไลน์ ผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Diao & Hu, 2022) มุ่งเน้นการปฏิบัติจริงตามความสามารถ และความเร็วในการเรียนรู้ของครูแต่ละคน (Personalized Learning)

4. การพัฒนาสมรรถนะเป้าหมายที่สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนเป็นหลัก และความก้าวหน้าทางวิชาชีพครูเป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากความเป็นครูอาชีพศึกษาสมรรถนะสูง และความเป็นนักวิชาการที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการพัฒนา ประกอบด้วย (1) การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 ด้านของคุณวุฒิจำเป็นอาชีพศึกษาในทุกระดับการศึกษา (2) การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลการปฏิบัติงานตามมาตรฐานตำแหน่งครูตามระดับวิทยฐานะ (3) สาระการพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2568) และ (4) การพัฒนาสมรรถนะครูตามระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะของ ก.ค.ศ. เพื่อให้ครูอาจารย์ที่พัฒนานวัตกรรมได้นำผลของความมุ่งมั่นเพิ่มหรือเลื่อนวิทยฐานะให้กับตนเอง

บทสรุป

การพัฒนาครูอาชีพศึกษาสมรรถนะสูงถือเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับคุณภาพการอาชีวศึกษาของประเทศให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2560–2579 และนโยบายการพัฒนาอาชีวศึกษาที่มุ่งสร้างกำลังคนสมรรถนะสูงตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกอาชีพและเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน ครูอาชีพศึกษาจึงมิได้ทำหน้าที่เพียงถ่ายทอดความรู้ แต่ต้องพัฒนาตนเองสู่การเป็น “ครูผู้นำทางวิชาชีพ” ที่มีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ การวิจัย การสร้างนวัตกรรม และการสร้าง

ผลกระทบต่อผู้เรียนและสังคมในวงกว้าง การพัฒนาครูตามระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะ ตั้งแต่ระดับปฏิบัติและเรียนรู้ จนถึงระดับสร้างการเปลี่ยนแปลง เป็นกระบวนการพัฒนาสมรรถนะครูอย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายสูงสุดคือการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาครูให้มีสมรรถนะสูงจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสร้างวัฒนธรรมวิชาการอย่างต่อเนื่อง ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย (Network Professional Learning Community : Network PLC) เป็นแนวทางสำคัญที่มีพลังและเกิดผลกระทบเชิงบวกต่อการพัฒนาครูอาชีวศึกษา เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ครู ผู้บริหาร และบุคลากรทางการศึกษาได้ร่วมกันเรียนรู้ แลกเปลี่ยนนวัตกรรม และพัฒนางานวิชาการบนพื้นฐานของความร่วมมือแบบกัลยาณมิตร การประยุกต์ใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่ายเพื่อการพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โมเดลการพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย

จากประสบการณ์ของผู้เขียนในฐานะประธานชมรมเครือข่ายนักวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาชีวศึกษา (พ.ศ. 2556 – 2558) การดำเนินโครงการเครือข่ายครูอาชีวศึกษาเพื่อยกระดับการวิจัย และ

พัฒนาสื่อวัตกรรมการสอน ผ่านระบบออนไลน์ (เลอพงษ์ สุวรรณนันท์ และพรรัฐ ทงมี, 2566) และการดำเนินโครงการพัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรอาชีวศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมและวิชาการ ระยะที่ 3 พบว่า การดำเนินกิจกรรมในลักษณะเครือข่ายสามารถสร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นให้ครูเกิดการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ และต่อยอดสู่การสร้างผลงานวิชาการ งานวิจัยและการพัฒนาวิทยฐานะ ได้อย่างเป็นรูปธรรม แนวทางการพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพระดับกลุ่มเครือข่าย สามารถดำเนินการได้ทั้งในระดับครูผู้สอน ระดับสถานศึกษา และระดับสถาบันการอาชีวศึกษา โดยเน้นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ การศึกษาดูงาน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ และการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมร่วมกันอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การดำเนินโครงการควรมีลักษณะเป็นระบบ มีหลายระยะ ตั้งแต่การพัฒนาเค้าโครงงานวิจัย การสร้างเครื่องมือ การวิเคราะห์ข้อมูล จนถึงการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ รวมถึงควรประยุกต์ใช้รูปแบบการพัฒนาแบบผสมผสาน (Blended Approach) เพื่อให้สอดคล้องกับบริบท ความสามารถ และความแตกต่างของครูแต่ละคน หากดำเนินการอย่างต่อเนื่อง (เช่น 10-20 ปี) จะเกิดวัฒนธรรมแห่งความร่วมมือเพื่อการสร้างสรรค์ บนฐานความคิดเชิงบวก (Positive Mindset) ระหว่างครู ระหว่างสถานศึกษาหรือภาคีภายนอก เกิดเป็นพลังความสามัคคี หนุนความเจริญก้าวหน้าของบ้านเมืองด้วยการศึกษาไม่ใช่ทำหน้าที่แค่สร้างคน แต่มีส่วนร่วมสร้างสังคมไทยทั้งระบบ (วิจารณ์ พานิช, 2566) นอกจากนี้พัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงแล้ว จะเกิดนวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนและนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์อาชีวศึกษาจำนวนมากอีกด้วย ซึ่งหากดำเนินการอย่างต่อเนื่องจะเป็นการพัฒนาชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ระดับกลุ่มเครือข่าย ผู้การจัดตั้งเป็นชมรม ชมรมวิชาชีพ หรือสมาคม จะทำให้การขับเคลื่อนกิจกรรมโครงการมีความต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ เกิดความร่วมมือกับองค์กรหรือสถานประกอบการ ทั้งในด้านการฝึกอบรม และการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์แก่สมาชิก ตัวอย่างเช่น ชมรมวิชาชีพเทคโนโลยีตัวถังและสีรถยนต์ ก่อตั้งและดำเนินการโดย อาจารย์ไพรัตน์ พรหมมา (พ.ศ. 2556-2565) เป็นชมรมวิชาชีพที่ดำเนินการต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ได้รับการสนับสนุนจากหลายสถานประกอบการอย่างต่อเนื่อง ทั้งวัสดุอุปกรณ์ และงบประมาณดำเนินการ เช่น บริษัท นิปปอนเพนต์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท TOA Performance Coating Corporation Co.,Ltd. บริษัท เพ็ชรเกษม คาร์ คัลเลอร์ จำกัด บริษัทกลาส ไลท์ติ้ง ไทย จำกัด บริษัทแอ็กซอลตาไลท์ติ้ง ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท เอ็ม เค อินคัสเทรียล ซัพพลาย จำกัด สมาคมซ่อมรถยนต์แห่งประเทศไทย และการร่วมมือกับสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ดำเนินการจัดอบรมพัฒนาครูผู้สอนสาขาตัวถังและสีรถยนต์ จากตัวอย่างการจัดตั้งเป็นชมรมวิชาชีพของชมรมวิชาชีพเทคโนโลยีตัวถังและสีรถยนต์ จะทำให้มีความน่าเชื่อถือ การบริหารจัดการเป็นระบบ และสร้างความร่วมมือกับองค์กร หรือสถานประกอบการได้สะดวกขึ้น เกิดประโยชน์ต่อสมาชิกอย่างต่อเนื่อง และประเมินค่าไม่ได้

กล่าวโดยสรุป การพัฒนาครูอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพพระดับกลุ่มเครือข่าย เป็นกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูที่มีประสิทธิภาพ สามารถสร้างความร่วมมือทางวิชาการ เสริมสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพทั้งต่อครู ผู้เรียน สถานศึกษา และระบบอาชีวศึกษาโดยรวม และเป็นกระบวนการที่ต้องทำต่อเนื่องด้วยเป้าหมายของชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ คือ การเปลี่ยนแปลงในระดับพลิกโฉมปฏิรูป และเป็นการเปลี่ยนแปลงไปเรียนรู้ไปต่อเนื่องไม่สิ้นสุด (วิจารณ์ พานิช, 2559) อันจะนำไปสู่การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพ บรรลุวิสัยทัศน์ที่เป็นความคาดหวังตามเจตนารมณ์ของการจัดการอาชีวศึกษา “ผู้สำเร็จการอาชีวศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพ มีคุณธรรม คุณภาพ สอดคล้องกับความต้องการในการพัฒนาประเทศ” และสามารถแข่งขันได้ในระดับประเทศและระดับสากลต่อไป

References

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2568). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพเฉพาะ พ.ศ. 2568*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 142 ตอนพิเศษ 123 ง. หน้า 32-39.
- ไพรัตน์ พรหมมา. (2565). *สรุปผลการดำเนินโครงการชมรมวิชาชีพเทคโนโลยีตัวถังและสีรถยนต์*. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- เลอพงษ์ สุวรรณนันท์ และพรรัฐ ทงมี. (2566). *รายงานผล โครงการเครือข่ายครูอาชีวศึกษาเพื่อยกระดับการวิจัย และพัฒนาสื่อ นวัตกรรมการสอน*. http://www.spy.ac.th/docs/report_01.pdf
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. บริษัท ตาตา พับลิเคชั่น จำกัด.
- วิจารณ์ พานิช. (2559). *บันทึกชีวิตครูสู่ชุมชนการเรียนรู้*. บริษัท เอส.อาร์.พี.ร่นตั้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.
- วิจารณ์ พานิช. (2566). *โรงเรียนเป็นชุมชนเรียนรู้*. บริษัท เอส.อาร์.พี.ร่นตั้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2560). *แผนพัฒนาการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2560-2579*. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567a). *ประกาศคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2567*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 141 ตอนพิเศษ 78 ง. หน้า 57-64.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567b). *ประกาศคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2567*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 141 ตอนพิเศษ 78 ง. หน้า 65-74.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567c). *ประกาศคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ พ.ศ. 2567*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 141 ตอนพิเศษ 78 ง. หน้า 75-84.

- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2564). *คู่มือการดำเนินการตามหลักเกณฑ์และวิธีการประเมินตำแหน่งและวิทยฐานะข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาดำแหน่งครู*. สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. (2568). *ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา เรื่อง มาตรการพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 142 ตอนพิเศษ 352 ง. หน้า 50-51.
- สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา. (ม.ป.ป.) *แนวทางการขับเคลื่อนกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC)*. สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา.
- Baisden, T. N. (2023). *Professional Learning Communities Effectiveness on Teacher Learning as Perceived by Title I Elementary Teachers: A Case Study*. [Doctoral dissertation, Columbus State University]. Columbus State University Library. https://csuepress.columbusstate.edu/theses_dissertations/505
- Carr, J. (2024). *PLCs: A Recipe for Success? The Impact of Professional Learning Communities on Teacher Practice and Teacher Retention*. [Doctoral dissertation, St. John Fisher University]. Education Doctoral. <http://libguides.sjfc.edu/citations>.
- Diao, J., & Hu, K. (2022). Preparing TVET teachers for sustainable development in the information age: Development and application of the TVET teachers' teaching competency scale. *Sustainability*, 14(18), 11361.
- DuFour, R. (2007). Professional learning communities: A bandwagon, an idea worth considering, or our best hope for high levels of learning?. *Middle school journal*, 39(1), 4-8.
- Gore, J., & Rosser, B. (2022). Beyond content-focused professional development: Powerful professional learning through genuine learning communities across grades and subjects. *Professional Development in Education*, 48(2), 218-232.
- Liu, J., Aziku, M., Qiang, F., & Zhang, B. (2024). Leveraging professional learning communities in linking digital professional development and instructional integration: evidence from 16,072 STEM teachers. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 56.
- Mayer, D. & Lloyd, M. (2011). *Professional Learning: An Introduction to the Research Literature*. Australia: AITSA

การพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐ
แบบอิเล็กทรอนิกส์ ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง
Development of an Operational Manual for the Asset Accounting
System, in the Electronic Government Fiscal Management
Information System (GFMS) for Educational Institutions
under the Lampang Vocational Education Office

ต่อศักดิ์ เสมอวงศ์ดีป^{1*}, บุษบา ครอบครอง¹, อรนุช ชูพงศ์พันธุ์¹, และจารุตา งามจันทราทิพย์²
Torsak Samerwongtip^{1*}, Busaba Krobkrong¹, Oranuch Choopongpan¹ and Jaruta Ngamjantratip²

Received: 10 January 2026

Revised: 8 April 2026

Accepted: 5 May 2026

Abstract

This research aimed to develop an operational manual for the Asset Accounting System within the electronic Government Fiscal Management Information System (GFMS) for vocational schools under the Lampang Provincial Vocational Education Commission, and to evaluate its implementation effectiveness. The study utilized purposive sampling to select 44 personnel from the accounting and procurement departments of six vocational institutions. The research instruments included the developed operational manual, an expert validation form, and a user satisfaction questionnaire. The findings indicated that the developed manual reached a high level of content validity and was strongly recommended by experts for professional implementation. Evaluation results from the sample group demonstrated the highest level of satisfaction in the overall aspects of all three dimensions: manual components, content accuracy, and practical utility. The study concludes that regular updates to the manual are essential to remain compliant with the frequently evolving GFMS regulations. Continuous development of such pedagogical and operational tools is recommended to ensure the efficiency and accuracy of public financial management.

Keywords: Operational manual; Asset accounting system; Government Fiscal Management Information System (GFMS)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง และเพื่อประเมินผลความพึงพอใจในการใช้คู่มือดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างคือบุคลากรในแผนกบัญชีและพัสดุจำนวน 44 คน จากสถานศึกษา 6 แห่ง ได้มาโดยการเลือกแบบกำหนดคุณสมบัติ เครื่องมือที่ใช้ในการ

¹วิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 จ.เชียงใหม่ 50120

¹Lampang Vocational College, Institute of Vocational Education Northern Region 1, Chiang Mai Province, 50120, Thailand

²โรงเรียนแม่สายประสิทธิ์ศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จ.เชียงราย 57130

²Mae Sai Prasitsat School, Secondary Education Service Area Office Chiang Rai, Chiang Rai Province, 57130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: tor309sak@lampangvc.ac.th

วิจัยประกอบด้วย คู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ แบบการประเมินความสอดคล้อง และแบบสอบถามความคิดเห็น ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการปฏิบัติงานที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา และได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญว่าสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ ในส่วนของผลการทดลองใช้คู่มือ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อคู่มือในระดับเหมาะสมมากที่สุด ในทุกด้าน ได้แก่ ด้านองค์ประกอบของคู่มือ ด้านเนื้อหา และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ข้อเสนอแนะจากการวิจัยคือ หน่วยงานควรมีการปรับปรุงข้อมูลในคู่มืออย่างต่อเนื่องเพื่อให้สอดคล้องกับระเบียบปฏิบัติของระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เพื่อให้การปฏิบัติงานมีความเป็นปัจจุบันและมีประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ: คู่มือการปฏิบัติงาน; ระบบบัญชีสินทรัพย์; ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์

บทนำ

ปัจจุบันระบบการบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นกลไกหลักในการยกระดับธรรมาภิบาลและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบ "New GFMS Thai" ที่มุ่งเน้นความรวดเร็วและความถูกต้องแม่นยำในการรายงานผล อย่างไรก็ตาม สำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งมีการกิจหลักในการจัดการศึกษาและมีระบบการจัดการสินทรัพย์ที่ซับซ้อน การปฏิบัติงานในระบบ GFMS ยังคงเผชิญกับอุปสรรคสำคัญหลายประการ จากการศึกษา พบว่า ปัญหาหลักในการปฏิบัติงานด้านบัญชีสินทรัพย์เกิดจากปัจจัยด้านบุคลากรที่มีความสับสนในขั้นตอนการบันทึกข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ สายแก้ว และสุนาสุทธิเกียรติ (2567) ที่ระบุว่า หน่วยงานส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาการบันทึกบัญชีผิดพลาด การใช้รหัสบัญชีแยกประเภทไม่ถูกต้องและการจัดทำทะเบียนคุมสินทรัพย์ที่ไม่เป็นปัจจุบัน นอกจากนี้งานวิจัยของ วรวรรณ เหลืองซ่งทองและกวิสรา คามตะสีลา (2568) ยังชี้ให้เห็นว่าบุคลากรขาดความมั่นใจเนื่องจากระบบมีความซับซ้อนและที่สำคัญคือขาดคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP) ที่สอดคล้องกับระเบียบใหม่ ทำให้การบริหารสินทรัพย์ไม่สะท้อนข้อมูลจริงและเกิดความล่าช้าในการเบิกจ่าย

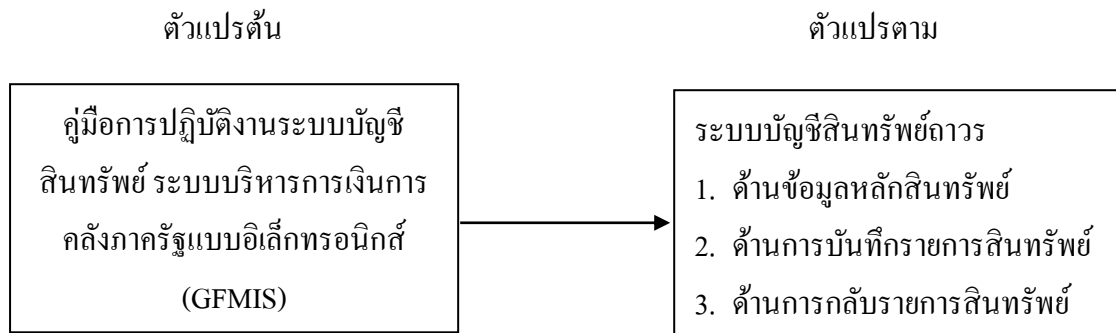
แม้ว่าในปัจจุบันกรมบัญชีกลางจะมีคู่มือการใช้งานระบบ GFMS (กรมบัญชีกลาง, 2564) เผยแพร่แต่คู่มือดังกล่าวมักมีลักษณะเป็นคู่มือเชิงเทคนิค ที่เน้นการอธิบายคำสั่งในโปรแกรม ซึ่งมีเนื้อหาจำนวนมากและกว้างเกินกว่าที่จะนำมาปรับใช้ในบริบทเฉพาะของสถานศึกษาได้อย่างทันที สิ่งที่ยังขาดหายไปคือ คู่มือเชิงปฏิบัติการที่สรุปขั้นตอนการทำงานให้กะทัดรัด เข้าใจง่าย และออกแบบมาเพื่อรองรับกระบวนการทำงานภายในของสถานศึกษาอาชีวศึกษา โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดลำปางที่มีข้อจำกัดด้านการถ่ายทอดองค์ความรู้ระหว่างบุคลากรเมื่อมีการโยกย้ายตำแหน่ง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ สำหรับสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง

เพื่อปิดช่องว่างระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ และเพื่อสร้างมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่ยั่งยืน การวิจัยครั้งนี้จึงไม่เพียงแต่เป็นการพัฒนาเครื่องมือในการทำงาน แต่ยังเป็นการสร้างนวัตกรรมการบริหารจัดการที่ช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มศักยภาพในการบริหารงานคลังภาครัฐให้มีความเป็นมืออาชีพไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMS) ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง
2. เพื่อศึกษาผลการใช้คู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMS) ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคู่มือการปฏิบัติงานและประสิทธิภาพของคู่มือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและแนวคิดของนักวิชาการที่ให้ความหมายคำว่า คู่มือ คือ หนังสือ เอกสาร ตำรา ที่แต่งขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มุ่งหวังให้ผู้อ่านกับผู้ใช้คู่มือเข้าใจ และสามารถดำเนินการในเรื่องนั้น ๆ ด้วยตนเอง ขณะเดียวกัน ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2549) ได้กล่าวไว้ว่า คู่มือที่ดีควรมีดังนี้ 1) ด้านรูปแบบ มีขนาดรูปเล่ม เหมาะสม ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน มีรูปภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหาและการนำเสนอ กิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีความชัดเจน 2) ด้านเนื้อหาของคู่มือ ควรมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ชัดเจน เหมาะสม เข้าใจง่าย เนื้อหาความรู้มีความเหมาะสมตรงกับความต้องการและความจำเป็น 3) ด้านการนำไปใช้ มีการกำหนดขั้นตอนการศึกษาคู่มือไว้ชัดเจน

เยาวดี รวงชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556) กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของคู่มือ กระทำด้วยวิธีการ IOC (Index of item Objective Congruence) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความเหมาะสมของส่วนประกอบคู่มือ การใช้ภาษาในการสื่อความหมาย โดยให้ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ 3-5 คน (Subject matter specialists) เป็นผู้ประเมินโดยกำหนด ดังนี้ ถ้าแน่ใจว่ามีความเหมาะสมจริง ให้คะแนน 1 ถ้าไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมจริง ให้คะแนน 0 และถ้าแน่ใจว่าไม่เหมาะสม ให้คะแนน -1 แล้วนำผลการ

ประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน แต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยตามสูตร เมื่อ 0 คือ ค่าเฉลี่ยผลการประเมิน ความสอดคล้องเหมาะสมของคู่มือ ถ้าค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้อง

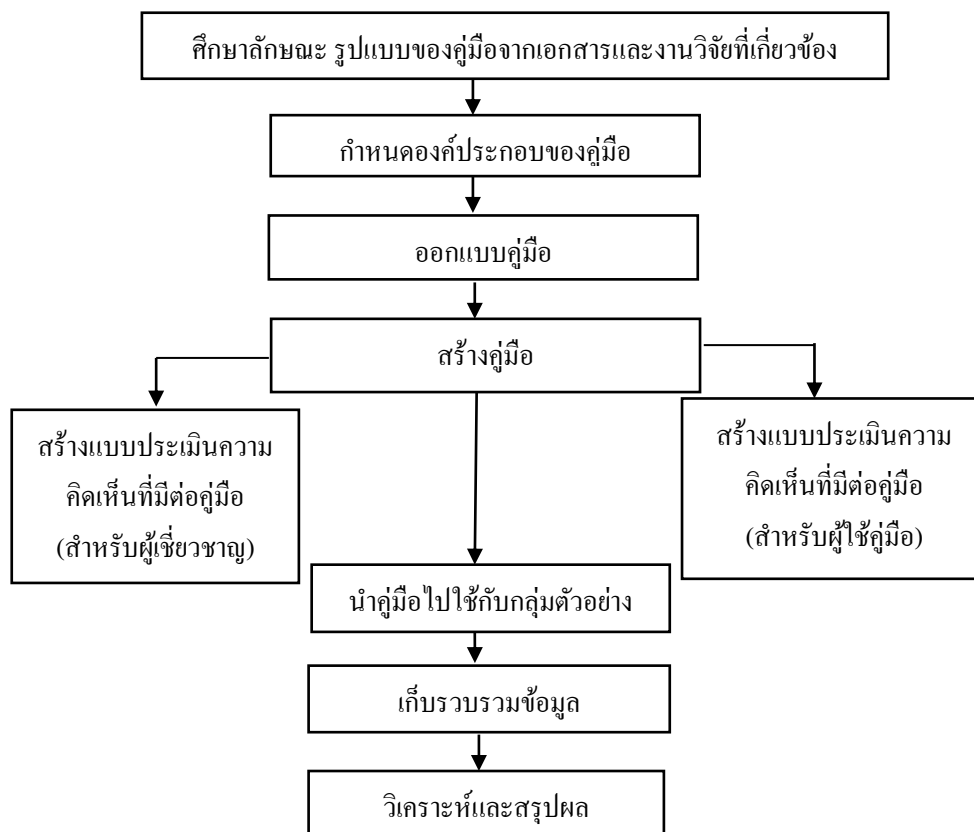
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นบุคลากรสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาลำปาง ที่เกี่ยวข้องการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ และกลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้และมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานการบัญชี งานพัสดุของสถานศึกษาสังกัดอาชีวศึกษา จังหวัดลำปาง ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคลำปาง วิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง วิทยาลัยสารพัดช่างลำปาง วิทยาลัยเทคนิคนครลำปาง วิทยาลัยเทคนิค กฟผ. แม่เมาะและวิทยาลัยการอาชีพเถิน จำนวน 44 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาลำปาง โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย (ภาพที่ 2) ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability sampling) โดยใช้วิธีการเลือกจากบุคลากรที่มีความรู้และมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานการบัญชีและงานพัสดุของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาลำปางจำนวน 6 แห่ง

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นแบบเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการใช้แบบสอบถาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล อาจารย์ เจ้าหน้าที่ แผนกพัสดุ และแผนกบัญชีของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาลำปาง โดยประกอบด้วย 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ใช้คู่มือที่มีต่อคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ ของสถานศึกษาในอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง เป็นแบบวัดแบบวัดข้อมูลประเภทอันตรภาค (Interval scale) มี 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ได้แก่ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด 4 หมายถึง เหมาะสมมาก 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย และ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด กำหนดข้อคำถามเป็น 3 ประเด็น คือ ด้านองค์ประกอบของคู่มือ ด้านเนื้อหาของคู่มือ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ จะใช้การบรรยายเชิงพรรณนาเป็นแบบปลายเปิด

การตรวจคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ทำการตรวจคุณภาพของข้อคำถามในแบบสอบถามแบบเรียงลำดับค่าคะแนน โดยหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ทำการประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม หรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตร ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้ และ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุงยังใช้ไม่ได้ ผลปรากฏว่าการหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปทุกข้อคำถาม แสดงว่าข้อคำถามมีความเที่ยงตรงและใช้ได้

ในการนี้ ได้ทำการตรวจสอบความเชื่อมั่นของข้อคำถาม (Reliability) โดยใช้ค่าสถิติของ Cronbach' Alpha โดยใช้เกณฑ์ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ เมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติแล้วได้ค่าของข้อคำถามเป็นรายชุดเฉลี่ย 0.67 – 0.89 และได้ค่าในภาพรวมของแบบสอบถามอยู่ที่ 0.94 แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่นำมาใช้ ได้แก่ สถิติแบบพรรณนา ประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผล

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลครั้งนี้มี 5 ระดับ ดังนี้

4.51–5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.51–4.50	หมายถึง เหมาะสมมาก
2.51–3.50	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.51–2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00 –1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐ แบบอิเล็กทรอนิกส์ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง สรุปผลตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงความคิดเห็นของผู้ใช้คู่มือที่มีต่อคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMIS) (N = 44)

ที่	รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	คู่มือมีสารบัญชี่ที่ช่วยให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล	4.89	2.84	มากที่สุด
2	รูปแบบเป็นปัจจุบันไม่ล้าสมัย	4.82	2.82	มากที่สุด
3	ความถูกต้องการพิมพ์	4.80	2.81	มากที่สุด
4	จัดวางองค์ประกอบเหมาะสม	4.77	2.80	มากที่สุด
5	ขนาดตัวอักษรอ่านง่าย เหมาะสม	4.70	2.77	มากที่สุด
6	ขนาดคู่มือเหมาะสม	4.68	2.76	มากที่สุด
7	รูปแบบการจัดเรียงสะดวกต่อการใช้งาน	4.68	2.76	มากที่สุด
8	สีการออกแบบน่าสนใจ	4.59	2.72	มากที่สุด
9	วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรง	4.50	2.66	มาก
10	หน้าปกมีความสวยงาม	4.34	2.57	มาก
รวม		4.68	2.75	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ใช้คู่มือที่มีต่อคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง พบว่า ผู้ใช้คู่มือจำนวน 44 คน มีความคิดเห็นด้านองค์ประกอบคู่มือในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.68, S.D.=2.75) เรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่า คู่มือมีสารบัญที่ช่วยให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูลอยู่ในระดับที่มากที่สุด (\bar{X} = 4.89, S.D.=2.84) รองลงมาคือรูปแบบคู่มือมีความเป็นปัจจุบันไม่ล้าสมัย ความถูกต้องของการพิมพ์ มีการจัดวางองค์ประกอบที่เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.82, S.D.=2.82), (\bar{X} = 4.80, S.D.=2.81) และ (\bar{X} = 4.77, S.D.=2.80) ตามลำดับ ขนาดตัวอักษรอ่านง่าย มีความเหมาะสม ขนาดของคู่มือมีความเหมาะสม, รูปแบบการจัดเรียงสะดวกต่อการใช้งาน และสีและการออกแบบน่าสนใจอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.70, S.D.=2.77), (\bar{X} = 4.68, S.D.=2.76) และ (\bar{X} = 4.59, S.D.=2.72) ตามลำดับ วัสดุที่ใช้ทำคู่มือมีความแข็งแรงและหน้าปกมีความสวยงามอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก (\bar{X} = 4.50, S.D.=2.66) และ (\bar{X} = 4.34, S.D.=2.57) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงความคิดเห็นต่อด้านเนื้อหา คู่มือที่มีต่อคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMS) (N = 44)

ที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	คู่มือครอบคลุมทุกขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.86	2.84	มากที่สุด
2	ลำดับเนื้อหาขั้นตอนมีความเหมาะสม	4.84	2.83	มากที่สุด
3	ความถูกต้องของเนื้อหา	4.84	2.83	มากที่สุด
4	ภาษาที่ใช้มีความถูกต้องเหมาะสม	4.82	2.82	มากที่สุด
5	ข้อมูลมีความครบถ้วนสมบูรณ์	4.82	2.82	มากที่สุด
6	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.77	2.80	มากที่สุด
7	เนื้อหาที่มีความกะทัดรัด เข้าใจง่าย	4.75	2.79	มากที่สุด
8	เนื้อหาสามารถนำไปใช้ปฏิบัติจริงได้	4.73	2.78	มากที่สุด
9	ผู้ปฏิบัติงานไม่เกิดความสับสนในเนื้อหา	4.68	2.76	มากที่สุด
10	เนื้อหาต่อเนื่อง ชัดเจน	4.61	2.72	มากที่สุด
	รวม	4.68	2.75	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ความคิดเห็นด้านเนื้อหา พบว่า ผู้ใช้คู่มือมีระดับความคิดเห็นคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.68, S.D.=2.75) ซึ่งเมื่อเรียงลำดับระดับความคิดเห็นจาก

มากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่า กลุ่มมีการครอบคลุมทุกขั้นตอนในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.86, S.D.=2.84$) รองลงมาคือ ลำดับเนื้อหาของขั้นตอนมีความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุดเท่ากัน ($\bar{X}=4.84, S.D.=2.83$) ข้อมูลมีความครบถ้วนสมบูรณ์และภาษาที่ใช้มีความถูกต้องเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเท่ากัน ($\bar{X}=4.82, S.D.=2.82$) ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา, เนื้อหาที่มีความกะทัดรัด เข้าใจง่าย เนื้อหาสามารถนำไปใช้ปฏิบัติจริงได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.77, S.D.=2.80$) ($\bar{X}=4.75, S.D.=2.79$) และ ($\bar{X}=4.73, S.D.=2.78$) ตามลำดับ ผู้ปฏิบัติงานไม่เกิดความสับสนในเนื้อหาและเนื้อหา มีความต่อเนื่องชัดเจนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.68, S.D.=2.76$) และ ($\bar{X}=4.61, S.D.=2.72$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงความคิดเห็นด้านการนำไปใช้ประโยชน์ของกลุ่มที่มีต่อคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชี สินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMIS) (N = 44)

ที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง	4.98	2.88	มากที่สุด
2	เนื้อหาในคู่มือสามารถปรับใช้กับสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม	4.93	2.86	มากที่สุด
3	สามารถนำคู่มือไปใช้แก้ไขปัญหาในงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.91	2.85	มากที่สุด
4	ช่วยให้ทราบถึงกระบวนการทำงาน	4.86	2.84	มากที่สุด
5	ให้ผู้ปฏิบัติเข้าใจตรงกัน	4.82	2.82	มากที่สุด
6	ได้งานที่มีคุณภาพตามที่กำหนด	4.82	2.82	มากที่สุด
7	บุคลากรสามารถทำงานแทนกันได้	4.75	2.80	มากที่สุด
8	ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้งาน	4.68	2.76	มากที่สุด
9	ช่วยลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน	4.66	2.75	มากที่สุด
10	ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการทำงาน	4.66	2.75	มากที่สุด
รวม		4.81	2.80	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ใช้คู่มือที่มีต่อคู่มือการปฏิบัติงานระบบบัญชีสินทรัพย์ ระบบบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลำปาง พบว่า ผู้ใช้คู่มือมีระดับความคิดเห็นคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.81, S.D.=2.80$) ซึ่งเมื่อเรียงลำดับระดับความคิดเห็น จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่า กลุ่มสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.98, S.D.=2.88$) รองลงมาเป็น เนื้อหาในคู่มือสามารถ

ปรับใช้กับสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม สามารถนำคู่มือไปใช้แก้ไขปัญหาในงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การปฏิบัติงานอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.93, S.D.=2.86), (\bar{X} = 4.91, S.D.=2.85) และ (\bar{X} = 4.86, S.D.=2.84) ตามลำดับ ช่วยให้ผู้ปฏิบัติเข้าใจตรงกัน ได้งานที่มีคุณภาพตามที่กำหนด บุคลากรสามารถทำงานแทนกันได้ ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้งาน ช่วยลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน และ ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการทำงานอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.82, S.D.=2.82) และ (\bar{X} = 4.79, S.D.=2.68), (\bar{X} = 4.68, S.D.=2.76) และ (\bar{X} = 4.66, S.D.=2.75) ตามลำดับ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ประเด็นสำคัญที่ค้นพบจากการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำมาอภิปรายผล เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงวิชาการได้ดังนี้

คุณภาพของคู่มือการปฏิบัติงาน พิจารณาจากคู่มือได้รับผลการประเมินในระดับมากที่สุด เป็นผลมาจากกระบวนการพัฒนาที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ (Systematic development) เริ่มจากการศึกษาลักษณะและรูปแบบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการกำหนดองค์ประกอบที่ชัดเจน สิ่งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Gelinas et al. (2018) ที่ระบุว่าระบบสารสนเทศทางการบัญชีที่มีประสิทธิภาพต้องเอื้อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการบริหารจัดการสินทรัพย์

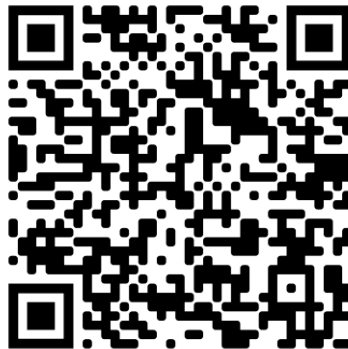
การแก้ไขปัญหาในทางปฏิบัติ พิจารณาจากคู่มือนี้สามารถตอบโจทย์ปัญหาความสับสนในขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ จิราภรณ์ สายแก้ว และสุภา สุทธิเกียรติ (2567) ที่ระบุว่าปัญหาหลักของบัญชีภาครัฐเกิดจากความผิดพลาดในการใช้รหัสบัญชีและการบันทึกข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน. การมีคู่มือที่มีภาพประกอบและตัวอย่างชัดเจน จึงเป็นกลไกสำคัญในการสร้างมาตรฐานการทำงาน ทำให้บุคลากรสามารถทำงานแทนกันได้และลดเวลาในการเรียนรู้งานลง และ การปรับตัวตามเทคโนโลยีภาครัฐ พิจารณาจากผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าผู้ปฏิบัติงานให้ความสำคัญกับ "ความทันสมัย" ของข้อมูลการที่คู่มือรองรับระบบ New GFMS Thai ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการทำงานให้กับบุคลากรซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับธรรมาภิบาลทางการเงินและการคลังของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์คมสัน หมั่นจันทร์ตะ อาจารย์ปวีณา ใจล้ำ และอาจารย์พรพิมล สีนคำอ้าย ผู้เชี่ยวชาญประเมินคู่มือ ตลอดจนให้คำปรึกษา ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ และเพื่อนร่วมงาน ในวิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งร่างกายแรงใจ

References

- กรมบัญชีกลาง. (2564). ระบบสินทรัพย์ถาวร *GFMS Terminal* คลังภาครัฐ แบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ (*New GFMS Thai*) กรมบัญชีกลางกรุงเทพมหานคร. กองระบบการคลังภาครัฐ กรมบัญชีกลาง.
- จิราภรณ์ สายแก้ว และ สุนา สุทธิเกียรติ. (2567). การศึกษาแนวทางการพัฒนาการปฏิบัติงานด้านบัญชีภาครัฐของหน่วยงานราชการด้านบัญชีในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาภาคกลาง. <https://mmm.ru.ac.th/>
- วรวรรณ เหลืองชังทอง และ กวิสรา คามตะสีลา. (2568). รายงานวิจัยจากงานประจำฉบับสมบูรณ์: ปัญหาและแนวทางการพัฒนาการบริหารงานพัสดุที่มีประสิทธิภาพของสำนักงานคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). สุวีริยาสาส์น.
- เขาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 11). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2549). การสร้างและพัฒนาคู่มือการเรียนการสอน. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- Gelinas, U. J., Dull, R. B., & Wheeler, P. (2018). *Accounting Information Systems*. Cengage AU.



คู่มือ GFMS

รูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

Administrative Models to Supporting the Tourism Industry within Education Institutions under the Office of the Vocational Education Commission

นฤมล เพ็ญมาศ^{1*}, สุนทรี วรรณไพเราะ¹, รุ่งรัชดาพร เวหะชาติ¹, และ ศิลป์ชัย สุวรรณมณี¹
Naruemon Penmas^{1*}, Suntaree Wannapiro¹, Rungchatchadaporn Vehachart¹, and Sinchai Suwanmanee¹

Received: 6 January 2026

Revised: 9 April 2026

Accepted: 25 April 2026

Abstract

This research aimed to develop and evaluate administrative models supporting the tourism industry in educational institutions of the Vocational Education Commission. The purposive sampling method was employed to select a sample of 406 participants, comprising directors, deputy directors of academic affairs, heads of curriculum and instruction development, heads of dual vocational education in tourism industry-related, and teachers. Data were analyzed using confirmatory factor analysis, and model evaluation. The results revealed that the administrative models supporting the tourism industry within educational institutions of the Vocational Education Commission consisted of 4 main components, 14 sub-components, and 103 indicators. The main components are included: 1) inputs, 2) processes, 3) outputs, and 4) environment. The developed models demonstrated a good fit with the empirical data. Notably, the most significant sub-components under each main component were policy (for Inputs), supervision and evaluation (for Processes), graduate vocational competencies (for Outputs), and political and economic factors (for Environment), respectively.

Keywords: Administrative models; Tourism industry

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารที่สนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา และเพื่อประเมินรูปแบบการบริหารที่สนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน หัวหน้างานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีของสถานศึกษาด้านอุตสาหกรรมท่องเที่ยว และครูผู้สอน จำนวน 406 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

¹คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ.เมือง จ.สงขลา 90000

¹Faculty of Education, Thaksin University, Mueang Songkhla District, Songkhla Province, 90000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Naruemon17kolk@gmail.com

ดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และประเมินรูปแบบ ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการบริหาร เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก 14 องค์ประกอบย่อย 103 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ด้านปัจจัยนำเข้า 2) ด้านกระบวนการ 3) ด้านผลผลิต 4) ด้านสภาพแวดล้อม รูปแบบการบริหารที่พัฒนาขึ้น เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีองค์ประกอบย่อยที่สำคัญภายใต้ปัจจัยนำเข้า คือ ด้านนโยบาย กระบวนการ คือ ด้านการนิเทศและการวัดประเมินผล ผลผลิต คือ ด้านสมรรถนะวิชาชีพ ผู้สำเร็จการศึกษา สภาพแวดล้อม คือ ปัจจัยด้านการเมืองและปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ตามลำดับ

คำสำคัญ: รูปแบบการบริหาร; อุตสาหกรรมท่องเที่ยว

บทนำ

ธุรกิจ ในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวมีความต้องการทรัพยากรมนุษย์ที่มีสมรรถนะเฉพาะทางการบริหาร การจัดการเรียนการสอนด้านการเป็นผู้ประกอบการในสถานศึกษาจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญในการสร้างทรัพยากรที่มีสมรรถนะความเป็นผู้ประกอบการเฉพาะทาง ความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship) เป็นทักษะสำคัญและเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การผลักดันการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมทักษะความเป็นผู้ประกอบการแก่ผู้เรียนจึงมีความสำคัญเพราะทำให้ประเทศมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีส่วนช่วยผลักดันเศรษฐกิจของประเทศให้เกิดการเจริญเติบโต (Bellance & Brandt, 2011; Comrey & Lee, 2013) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานในการจัดการอาชีวศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคน ในด้านวิชาชีพ ระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งการฝึกอบรมวิชาชีพเพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะอาชีพระยะสั้นและระยะยาว การจัดการศึกษาสาขาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวภายใต้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้มีการบูรณาการเชื่อมโยงผลลัพธ์การเรียนรู้กับระดับสมรรถนะในการปฏิบัติงานเพื่อให้สามารถเทียบเคียงคุณวุฒิ การศึกษากับมาตรฐานอาชีพในระดับชาติและระดับภูมิภาคตามกรอบคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ (National Qualifications Framework: NQF) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552) จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้บริหารสถานศึกษาจึงสนใจพัฒนารูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้เป็นกรอบวางแผนการบริหารจัดการอาชีวศึกษาที่จัดการศึกษาประเภทวิชาอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารที่สนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. เพื่อประเมินรูปแบบการบริหาร ที่สนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ทบทวนวรรณกรรม

Hoy & Miskel (2001) นำเสนอรูปแบบระบบสังคมของโรงเรียนไว้ว่า โรงเรียนเป็นระบบสังคมที่มีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1) ปัจจัยนำเข้า (Inputs) ประกอบด้วย แรงผลักดันจากสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรมนุษย์ และเงินทุน การกิจและนโยบายของคณะกรรมการ โรงเรียน วัสดุและวิธีการ และอุปกรณ์
- 2) กระบวนการแปรสภาพ (Transformation process) ประกอบด้วยระบบโครงสร้าง ระบบวัฒนธรรม ระบบการเมือง และระบบปัจเจกบุคคล
- 3) ผลผลิต (Outputs) ประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ (Achievement) ความพึงพอใจในงาน การขาดเรียน การออกกลางคัน และคุณภาพโดยรวม
- 4) สิ่งแวดล้อม (Environment) คือ สรรพสิ่งที่อยู่นอกองค์กร เนื่องจากโรงเรียนเป็นระบบสังคม ดังนั้นการกำหนดเขตขององค์กรอาจทำได้ไม่ชัดเจน ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่า สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องนั้นส่งผลกระทบต่อภารกิจของโรงเรียน เป็นแหล่งปัจจัยนำเข้าในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ประวัติศาสตร์ ค่านิยม ทรัพยากรต่างๆ เทคโนโลยีและความต้องการของสังคม เป็นต้น

ศีลสุภา วรณสุทธิ (2563) ศึกษาแนวทางการบริหารจัดการอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการไทยร่วมสมัยในประเด็นท้าทายจากการเติบโตของระบบเศรษฐกิจแบ่งปัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์สำคัญ เพื่อนำเสนอแนวทางการบริหารจัดการอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการไทยร่วมสมัย ในประเด็นท้าทายจากการเติบโตของระบบเศรษฐกิจแบ่งปัน โดยใช้วิธีวิจัยเชิงผสมผสาน โดยการวิจัยเชิงคุณภาพ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ภาวคิที่เกี่ยวข้องกับในระบบเศรษฐกิจแบ่งปันและผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบทานการนำเสนอแนวทางการบริหารจัดการอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการไทยให้เกิดความสมดุลลดความขัดแย้ง ถูกต้องตามกฎหมายและนิติธรรมเพื่อความยั่งยืน และการวิจัยเชิงปริมาณข้อมูลนักท่องเที่ยวต่างชาติ 203 คน และนักท่องเที่ยวชาวไทย 478 คน ผลวิจัยพบว่า องค์ประกอบของความขัดแย้งระหว่าง วิสาหกิจเริ่มต้น แพลตฟอร์มร่วมสมัยและรัฐบาลที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการของประเทศไทยจากการเติบโตของระบบเศรษฐกิจแบ่งปันนั้นเกิดจากการเข้าถึงแพลตฟอร์มร่วมสมัยที่ง่ายขึ้น ก่อให้เกิดวิสาหกิจเริ่มต้นเร็ว ขณะที่ต้นทุนต่ำ และเข้าถึงลูกค้าจากแพลตฟอร์มร่วมสมัย ธุรกิจเดิมไม่สามารถแข่งขันด้านราคากับวิสาหกิจเริ่มต้นในแพลตฟอร์มร่วมสมัยเหล่านี้ได้เนื่องจากรัฐบาลไม่มีนโยบาย

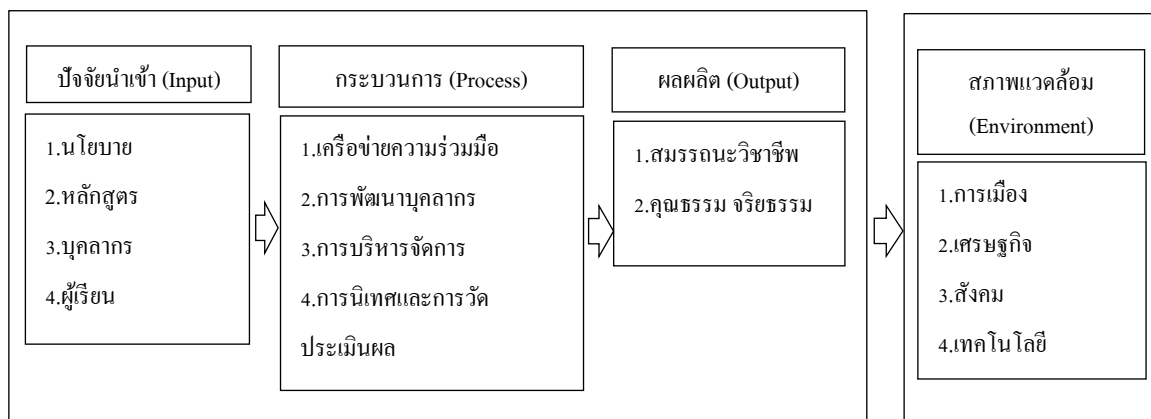
รองรับวิชาชีพเริ่มต้นในแพลตฟอร์มร่วมสมัยจึงไม่มีค่าภาษี ทั้งนี้ไม่ใช่ทุกกลุ่มลูกค้าเนื่องจากอาจจะเกิดความเสียหายของทรัพย์สินที่อาจเกิดขึ้น และความปลอดภัยอันเนื่องมาจากความน่าเชื่อถือของผู้เช่าและผู้ให้เช่า อีกทั้งนี้วิชาชีพเริ่มต้นในแพลตฟอร์มร่วมสมัยสามารถตอบโจทย์สำหรับนักเดินทางกลุ่มย่อยเท่านั้นพฤติกรรมและแนวโน้มพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวในการใช้แพลตฟอร์มร่วมสมัยของชาวต่างประเทศและนักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่เป็นหญิง อายุระหว่าง 21-30 ปี โดยกลุ่มรองของนักท่องเที่ยวต่างประเทศมีอายุระหว่าง 31-40 ปี ขณะที่กลุ่มรองของนักท่องเที่ยวชาวไทยเป็นกลุ่มที่ต่ำกว่า 20 ปี โดยนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักขณะที่นักท่องเที่ยวชาวไทยมีอาชีพด้านบริการและอื่น ๆ โดยมาจากกลุ่มวัยเรียน โดยมีวัตถุประสงค์การเดินทางเพื่อพักผ่อนมีระยะเวลาเข้าพัก 2-4 วัน นักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศนิยมใช้บริการธุรกิจในระบบเศรษฐกิจแบ่งปันและเลือกที่พักในระบบเศรษฐกิจแบ่งปันที่สามารถประหยัดงบประมาณในการท่องเที่ยวได้มากกว่า ขณะที่นักท่องเที่ยวชาวไทยสามารถเลือกที่พักได้หลากหลายกว่า

ทรศินา ศรีธรรมรัตน์ (2565) ศึกษาอนาคตภาพการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวโน้มการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษา 2) เพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์ผลกระทบที่ส่งต่อการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษาในอนาคต 3) เพื่อวิเคราะห์ห่วงล้อนาคตเชิงยืนยันยืนยันการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษา ระยะที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูล จำนวน 21 คน เกี่ยวกับเหตุการณ์อนาคตภาพการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษาโดยใช้เทคนิคการวิจัยอนาคตภาพแบบ EDFR (Ethnographic Delphi Futures Research) ระยะที่ 2 ผลกระทบที่ส่งต่อการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษาโดยการสร้างวงล้อนาคต โปรแกรมวิเคราะห์สมการโครงสร้าง และระยะที่ 3 การเขียนอนาคตภาพการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษา ผลการวิจัยพบว่า เหตุการณ์อนาคตภาพการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต และ ด้านสภาพแวดล้อม 16 ตัวแปรสังเกตได้ และ 182 เหตุการณ์ ครอบคลุมระบบการตรวจสอบคุณภาพของการจัดการอาชีวศึกษาเชิงระบบโดยเป็นเหตุการณ์ที่เป็นอนาคตที่พึงประสงค์ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันและมีความเป็นไปได้ระดับมากที่สุด 115 เหตุการณ์ มีค่าความเป็นไปได้ระดับมาก 56 เหตุการณ์ และมีค่าความเป็นไปได้ระดับปานกลาง 1 เหตุการณ์ แต่มีความคิดเห็นไม่สอดคล้องกัน 6 เหตุการณ์ สำหรับอนาคตภาพที่ไม่พึงประสงค์ และมีความคิดเห็นไม่สอดคล้องกัน 4 เหตุการณ์ คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.772 ถึง 1.109 ($p < 0.01$) ผลการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของการเกิดเหตุการณ์ การประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษา ระหว่าง พ.ศ. 2562-2571 พบว่า $\chi^2 = 285.751$, $df 92$ มีค่าไค-สแควร์

สัมพัทธ์ 3.106 ค่า GFI และ ค่า AGFI เท่ากับ 0.521, 0.292 ตามลำดับ ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ 0.032 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ 0.324 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้ง 4 มีค่าเป็นบวกและเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบที่มีแนวโน้มแนวคิดเหตุการณ์ในอนาคตที่จะเกิดในการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษาพบว่าองค์ประกอบด้านกระบวนการ มีความเป็นไปได้มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ด้านผลลัพธ์ ด้านปัจจัยนำเข้า และด้านสภาพแวดล้อม ตามลำดับ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาและประเมินรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามกรอบแนวคิดการวิจัย (ภาพที่ 1) ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้บริหารสถานศึกษาในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่จัดการเรียนการสอนอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ภาครัฐ 433 แห่ง และภาคเอกชน จำนวน 444 แห่ง รวม 877 แห่ง เลือกจากสถานศึกษาในจังหวัดที่ทำรายได้สูงสุดจากการท่องเที่ยว 10 อันดับในปี พ.ศ. 2566 ได้กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งหมด 406 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือวิจัย

ใช้แบบสอบถามรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษาอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 103 ข้อ ผ่านการตรวจสอบ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 และการทดลองใช้โดยมีความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนารูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษาอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กำหนดกรอบแนวคิด

2. สร้างแบบสอบถามในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน เป็นแบบสำรวจรายการ ตอนที่ 2 แบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 103 ข้อ

3. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยนำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.50–1.00 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยอมรับได้มากกว่า 0.50

4. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือโดยใช้ค่า Cronbach's Alpha Coefficient ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.721 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยอมรับได้ มากกว่า 0.70 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ 0.28-0.92

5. จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรใช้สถิติเชิงพรรณนา แสดงค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

ผลการวิจัย

การพัฒนาและประเมินรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.1 การทดสอบโมเดล ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืน ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน และ ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกของตัวแปร พบว่า ทุกองค์ประกอบมีค่าน้ำหนัก (Factor Loading) ระหว่าง 0.69-1.00 ผ่านเกณฑ์กำหนดทุกตัวบ่งชี้ ($FL > 0.50$) และมีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001 และเมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนเฉลี่ยที่สกัดได้ (AVE) เท่ากับ

0.569-0.816 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ควรมีค่าตั้งแต่ 0.50 และค่าความเชื่อมั่น (CR) เท่ากับ 0.838-0.931 เป็นไปตามเกณฑ์มีค่ามากกว่า 0.60 แสดงในตารางที่ 1

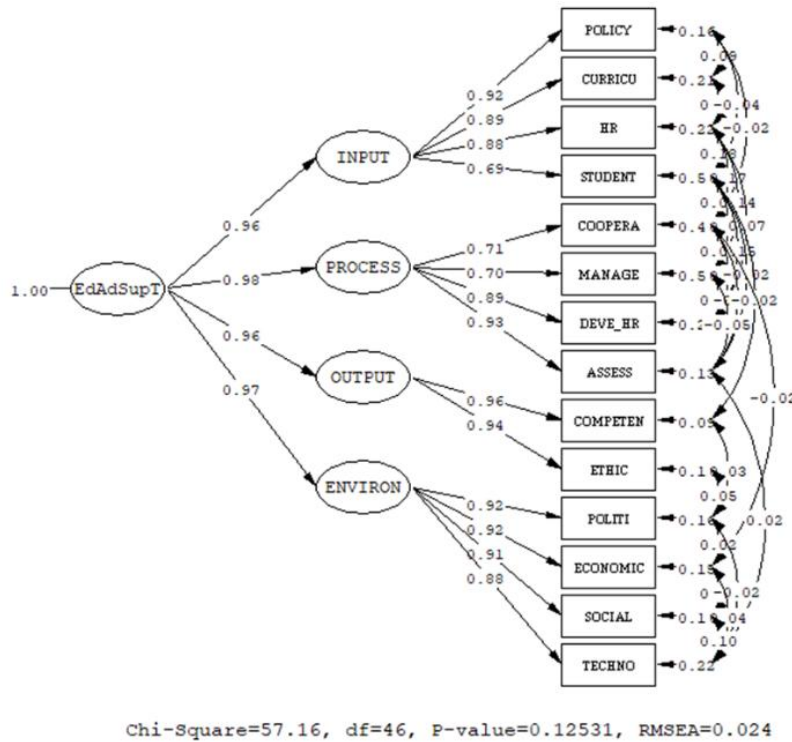
ตารางที่ 1 ตารางแสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

องค์ประกอบ	ตัวแปรสังเกตได้	Factor Loading	<i>t</i>	<i>R</i> ²	AVE	CR
ปัจจัยนำเข้า	นโยบาย	0.97	20.20***	0.94	0.69	0.97
	หลักสูตร	0.97	19.79***	0.94	0.74	0.95
	บุคลากร	0.93	17.43***	0.86	0.58	0.91
	ผู้เรียน	0.69	14.34***	0.48	0.66	0.89
กระบวนการ	เครือข่ายความร่วมมือ	0.94	17.17***	0.88	0.591	0.896
	การพัฒนามูลฐาน	0.99	19.43***	0.99	0.707	0.906
	การบริหารจัดการ	0.96	18.30***	0.93	0.681	0.865
	การนิเทศและวัดประเมินผล	0.69	13.71	0.48		
ผลผลิต	สมรรถนะวิชาชีพผู้สำเร็จการศึกษา	0.99	17.45***	0.98	0.710	0.907
	คุณธรรมจริยธรรมผู้สำเร็จการศึกษา	0.98	18.69***	0.97	0.629	0.870
สภาพแวดล้อม	การเมือง	0.86	14.45***	0.73	0.74	0.96
	เศรษฐกิจ	0.98	17.51***	0.97	0.69	0.92
	สังคม	1.00	22.77***	1.00	0.66	0.91
	เทคโนโลยี	0.95	20.67***	0.90	0.77	0.95

*** $p < 0.001$

1.2 การตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา พบว่า ด้านที่ 4 สภาพแวดล้อม มีค่า χ^2 154.34, df 152 ค่าความน่าจะเป็น 0.43179 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.97 และ 0.94 ตามลำดับ ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน (SRMR) 0.017 และค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน โดยประมาณ (RMSEA) 0.006 โดยมีตัวบ่งชี้ภายใต้ด้านการเมือง คือ กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวกับภาคอุตสาหกรรม การท่องเที่ยวมีผลต่อการปรับปรุงหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา (L=0.94) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ คือภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยที่รัฐบาลอาจลดงบประมาณในการจัดการการศึกษาส่งผลให้งบประมาณมีจำกัดในการดำเนินการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านการท่องเที่ยว (L=0.87) ด้านสังคม คือการเปลี่ยนแปลงค่านิยม เช่น ทัศนคติพฤติกรรมนักท่องเที่ยวส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม

ท่องเที่ยว (L=0.87) และด้านเทคโนโลยี สถานศึกษามีการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านการท่องเที่ยวให้มีความรู้ ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อช่วยให้ผู้ประกอบการพัฒนาสินค้าและบริการ การท่องเที่ยวใหม่ๆ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว (L=0.88) เท่ากัน ตามลำดับ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงความสอดคล้องของกลมกลืนของรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ความสอดคล้องของกลมกลืนของรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา มี 4 องค์ประกอบ 14 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่าค่า χ^2 57.16, df 46 มีค่าไค-สแควร์สัมพันธ์เท่ากับ 1.24 ค่า GFI และ ค่า AGFI เท่ากับ 0.98 และ 0.95 ตามลำดับ ค่า SRMR เท่ากับ 0.011 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.024 แสดงว่า รูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษาที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยมีองค์ประกอบย่อย ที่สำคัญภายใต้ปัจจัยนำเข้า คือ ด้านนโยบาย (L=0.92) กระบวนการคือ ด้านการนิเทศและวัดประเมินผล (L=0.93) ผลผลิต คือ ด้านสมรรถนะวิชาชีพสำเร็จการศึกษา (L = 0.96) และสภาพแวดล้อม คือ ด้านการเมืองและด้านเศรษฐกิจ (L=0.92) เท่ากัน ตามลำดับ

2. การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก 14 องค์ประกอบย่อย 103 คำบ่งชี้ พบว่า

1.1 ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) ประกอบด้วย ด้านนโยบาย หลักสูตร บุคลากรและผู้เรียนมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ของรูปแบบเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.2 ด้านกระบวนการ (Process) ประกอบด้วยด้านเครือข่ายความร่วมมือ การพัฒนาบุคลากร การบริหารจัดการ และการนิเทศและวัดประเมินผล มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ของรูปแบบเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.3 ด้านการผลิต (Output) ประกอบด้วยด้านสมรรถนะวิชาชีพผู้สำเร็จการศึกษา และด้านคุณธรรมจริยธรรมของผู้สำเร็จการศึกษา มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ของรูปแบบเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.4 ด้านสภาพแวดล้อม (Environment) ประกอบด้วยด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ของรูปแบบเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้จากรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า ด้านที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input) ด้านที่ 2 กระบวนการ (Process) ด้านที่ 3 ผลผลิต (Output) และ ด้านที่ 4 สภาพแวดล้อม (Environment) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษาโดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม พบประเด็นที่อภิปรายดังนี้

1. ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) ประกอบด้วยตัว 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

1.1.ด้านนโยบาย นโยบายของรัฐบาลด้านการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีด้านการท่องเที่ยวและการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และการส่งเสริมความร่วมมือกับสถานประกอบการ จะทำให้ผู้สำเร็จการศึกษาสามารถประกอบอาชีพในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับราตรีสวัสดิ์ ธนาคันต์ และคณะ (2564) ที่กล่าวว่าอาชีวศึกษาไทยต้องมีการเปลี่ยนแปลง การปรับตัวของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง มีการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ที่ชัดเจน ให้การส่งเสริม

สนับสนุนการเรียนสายอาชีพ มีการกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศในระยะยาวที่ชัดเจน ติดตามและควบคุม นโยบายอาชีวศึกษาอย่างจริงจังและเพื่อรองรับนโยบายเมืองต้นแบบสามเหลี่ยม “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” โดยมีรูปแบบที่ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติได้แก่ ความร่วมมือแบบเอื้อเพื่อ ความร่วมมือด้านทรัพยากรและความร่วมมือในกระบวนการสอน

1.2 ด้านหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตรเป็นกลไกสำคัญในการตอบสนองความต้องการแรงงาน การพัฒนาหลักสูตรที่มีคุณภาพจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและสมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพ ส่งผลให้ผู้สำเร็จการศึกษามีศักยภาพในการประกอบอาชีพและแข่งขันตลาดแรงงาน การพัฒนาหลักสูตรต้องดำเนินการอย่างรอบคอบและต่อเนื่อง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Kumar & Rewari (2565) ที่ได้ให้ทัศนะไว้ว่าคุณภาพผู้เรียนและทักษะความสามารถทางอาชีพขึ้นอยู่กับคุณภาพของครูและครูฝึกที่ต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งหลักสูตรเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาซึ่งเน้นย้ำถึงการปรับเปลี่ยนหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการในศตวรรษที่ 21

1.3 ด้านบุคลากร ผู้บริหารควรมีวิสัยทัศน์ในการนำสถานศึกษาไปสู่ศูนย์กลางการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษา ให้ความสำคัญในการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ที่จำเป็นสามารถตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมท่องเที่ยว เช่นเดียวกับทรรศินา ศรีธรรมรัตน์ (2565) ที่พบว่าครูและบุคลากรทางการศึกษาได้รับการพัฒนา โดยการอบรม สัมมนา อบรมเชิงปฏิบัติการ หรือฝึกประสบการณ์การบริหารสถานศึกษาแบบมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน โดยสถานศึกษามีการกำหนดเป้าหมายในการบริหารอย่างชัดเจน ครูและบุคลากรทางการศึกษามีคุณวุฒิทางการศึกษาและประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ตรงตามคุณสมบัติที่กำหนด มีการกำหนดภาระงานและอำนาจหน้าที่อย่างชัดเจน ครูและบุคลากรทางการศึกษามีความรู้ มีวิทยฐานะ มีสมรรถนะที่หลากหลายและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

1.4 ด้านผู้เรียน ผู้เรียนสามารถพัฒนาพัฒนาตนเองให้เป็นกำลังคนด้านการท่องเที่ยวที่มีคุณภาพและตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน สถานศึกษาให้ความสำคัญในการคัดเลือกผู้เรียนที่มีความสนใจ มีความตั้งใจที่จะประกอบอาชีพในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว สอดคล้องกับสมพร ปานคำ (2563) ที่กล่าวถึงการผลิตผู้เรียนสายวิชาชีพให้มีความรู้ทั้งทฤษฎีและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในแต่ละสาขาวิชาชีพ มีคุณภาพวิชาชีพไปประกอบอาชีพอิสระและสร้างงาน ได้อย่างมีอิสระตามความต้องการของตลาดแรงงาน สภาพเศรษฐกิจและสังคม

2. ด้านกระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

2.1 ด้านเครือข่ายความร่วมมือ การศึกษาอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีที่เป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือที่สำคัญระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ ร่วมกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของความร่วมมือด้านอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวอย่างมีระบบ บูรณาการความร่วมมือให้ตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมท่องเที่ยวดังที่สมพร ปานคำ (2565) กล่าวว่าการจัดการการศึกษอาชีวศึกษาให้มี

คุณภาพ สถานศึกษาต้องเน้นความร่วมมือสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและสถานประกอบการเพื่อให้มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ กำหนดเป้าหมายและพัฒนาคนที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะการเรียนการสอนกับสถานประกอบการที่มีความพร้อมในทรัพยากรที่มากกว่า ร่วมพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนอาชีวศึกษาให้มีความรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติให้สามารถนำไปปฏิบัติงานและประกอบอาชีพได้จริง

2.2 การบริหารจัดการ กลยุทธ์การบริหารจัดการควรครอบคลุมทั้งในด้านการผลิตและพัฒนากำลังคน การพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา การสร้างเครือข่ายความร่วมมือภาคอุตสาหกรรม การพัฒนานวัตกรรม มีการติดตามและประเมินผลอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับจรรยาบรรณและนุชนา รัตนศิริปราภา (2563) กล่าวว่าอาชีวศึกษาไทยจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นกลุ่มผู้ผลิต ซึ่งหมายถึงผู้กำหนดนโยบายด้านอาชีวศึกษาที่จะต้องกำหนดนโยบายกำหนดกลยุทธ์ที่แน่นอนและชัดเจนในการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนสายอาชีพ มีการกำหนดทิศทางในการพัฒนาประเทศในระยะยาว

2.3 ด้านการพัฒนาบุคลากร ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวอย่างมีคุณภาพ การพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน การฝึกอบรม ครูมีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนตรงตามสาขา สอดคล้องกับณรงค์ชัย เจริญรุ่งทรัพย์ (2564) ว่าด้วยหลักการบริหารแบบมีส่วนร่วมในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วยความไว้วางใจ การติดต่อสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การตัดสินใจร่วมกันและการกระจายอำนาจ ซึ่งมีการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่อาชีวศึกษาฐานความรู้ โดยกำหนดแนวทางจุดเน้นและกลไกการขับเคลื่อนเพื่อมุ่งสู่คุณภาพทุกมิติทั้งการพัฒนาสมรรถนะครู คณาจารย์และผู้เรียนอาชีวศึกษาให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

2.4 ด้านการนิเทศและวัดประเมินผล เป็นกระบวนการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานเพื่อให้สถานศึกษาสามารถพัฒนาคุณภาพการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนิเทศที่มีประสิทธิภาพจะส่งเสริมให้สถานศึกษาสามารถพัฒนาคุณภาพการศึกษาได้อย่างตรงจุดและทันต่อการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว รวมทั้งมีการประเมินผลความพึงพอใจของผู้สำเร็จการศึกษาสอดคล้องกับทรรสินา ศรีธรรมรัตน์ (2565) ที่พบว่าสถานศึกษามีการจัดการศึกษาเป็นไปตามกระบวนการระบบการประกันคุณภาพ จัดองค์กรให้มีความพร้อมในการบริหารจัดการเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา กำหนดวิธีการควบคุมการประกันคุณภาพภายในและภายนอกสถานศึกษาให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด มีการบริหารด้วยระบบคุณภาพอย่างชัดเจน มีการประเมินมาตรฐานวิชาชีพ มาตรฐานฝีมือแรงงานในแต่ละสาขา รวมถึงการประเมินภาพการบริหารจัดการเพื่อนำมาปรับปรุงแผนงาน

3. ด้านการผลิต (Output) ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

3.1 ด้านสมรรถนะวิชาชีพผู้สำเร็จการศึกษา ความพึงพอใจของสถานประกอบการเป็นตัวสะท้อนว่าผู้สำเร็จการศึกษามีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและสมรรถนะสูงสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สำเร็จการศึกษามีงานทำตัวชี้วัดว่าสถานศึกษาสามารถผลิตและพัฒนากำลังคนตามความต้องการของตลาดแรงงานสอดคล้องกับทรรศิษา ศรีธรรมรัตน์(2565) พบว่าผู้สำเร็จการศึกษามีโอกาสศึกษาต่อเพื่อพัฒนาตนเองมากขึ้น ผู้สำเร็จการศึกษามีคุณลักษณะที่พึงประสงค์สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและตลาดแรงงาน มีความรู้ ทักษะมีคุณภาพตามมาตรฐานวิชาชีพ มีทักษะทางวิชาชีพที่เหมาะสมกับเศรษฐกิจสังคมและเทคโนโลยีเทคโนโลยี และมีความสามารถด้านภาษาที่ 2 ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่น ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ

3.2 ด้านคุณธรรมและจริยธรรมของผู้สำเร็จการศึกษา การมีคุณธรรมจริยธรรมสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักท่องเที่ยวรู้สึกปลอดภัยเมื่อใช้บริการ เป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีของประเทศ นักท่องเที่ยวมีความประทับใจในวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนไทยเมื่อสัมผัสกับสถานประกอบการที่มีคุณธรรมจริยธรรม เป็นพื้นฐานสอดคล้องกับวรางคณา เหนือคูเมืองและคณะ (2566) ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงพุทธเพื่อส่งเสริมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านคุณธรรมจริยธรรมวิทยาลัยการอาชีพหนองหาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา

4. ด้านสภาพแวดล้อม (Environment) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

4.1 ด้านการเมือง สถานศึกษาจำเป็นต้องมีนโยบายด้านการท่องเที่ยวอย่างสม่ำเสมอเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง เตรียมความพร้อมในการปรับตัว มีการปรับหลักสูตรการเรียนการสอนตามความต้องการ กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว สอดคล้องกับ ทราคูลย์ นรินดี ผดุงการและนฤมล อนุสนธิ์พัฒน์ (2563) กล่าวว่าแนวโน้มค่านิยมในการเรียนอาชีวศึกษาภายในศตวรรษหน้าจะสูงขึ้นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนต้องร่วมมือกันสร้างและผลักดันให้เกิดค่านิยมการเรียนสายอาชีพ มีการนำเสนอภาพลักษณ์ที่ดีของการอาชีวศึกษา การเปลี่ยนแปลงทางการเมืองส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวไทย ซึ่งจากวิกฤติการณ์การเมืองก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม สังคมและการเมือง เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สุขภาพ และ ความปลอดภัย

4.2 ด้านเศรษฐกิจ ภาวะเศรษฐกิจที่ถดถอย รัฐบาลอาจคงงบประมาณในการจัดการการศึกษา ส่งผลให้การผลิตและพัฒนากำลังคนด้านการท่องเที่ยวลดลง ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนการเดินทางเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อนักท่องเที่ยว หากภาพรวมทางเศรษฐกิจในประเทศดีส่งผลให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเติบโต เป็นไปในทิศทางเดียวกับ ภัคชดา พูนสุวรรณ และ อรพิณ ต้นดีวิรุฬ (2566) กล่าวถึงความสมดุลระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐศาสตร์และการศึกษา มีแนวโน้มในการใช้อุปสงค์ความต้องการแรงงานของสถานประกอบการร่วมกันกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศเป็น

เครื่องมือในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและเปิดโอกาสให้ประกอบการเป็นผู้นำมีส่วนร่วมคิด ร่วมดำเนินการ และร่วมลงทุนในการจัดการศึกษา การผลิตผู้สำเร็จการศึกษาที่มีคุณภาพตอบสนองโจทย์การพัฒนาประเทศ

4.3 ด้านสังคม ทศนคตินักท่องเที่ยวส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว หากนักท่องเที่ยวมีความต้องการทางด้านการท่องเที่ยวที่เปลี่ยนไป สถานศึกษาต้องมีความพร้อมในการปรับตัว ในการการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ภาครัฐจะต้องมีบทบาทในการส่งเสริมการท่องเที่ยว เช่น ออกมาตรการส่งเสริมการท่องเที่ยว การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการท่องเที่ยว สอดคล้องกับกัณฑ์พล แก้วสง่าและคณะ (2563) กล่าวว่า การอาชีวศึกษาไทยภายใน 10 ปีข้างหน้าจะต้องเผชิญกับแนวโน้มสำคัญมากมายไม่ว่าจะเป็นกระแสโลกาภิวัตน์ การแข่งขันทางการค้าระหว่างประเทศและเขตการค้าเสรี

4.4 ด้านเทคโนโลยี เทคโนโลยีช่วยให้การศึกษาสามารถเข้าถึงผู้เรียนได้มากขึ้นและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสถานศึกษาต้องปรับตัวในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี เทคโนโลยียังมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว เช่น การใช้เทคโนโลยีในการวางแผนการเดินทาง จองที่พัก ร้านอาหาร สอดคล้องกับทรรศินา ศรีธรรมรัตน์ (2565) การนำนวัตกรรมเทคโนโลยี ระบบกระบวนการใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ การพัฒนาคุณภาพเครือข่ายเพื่อการศึกษา สื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนที่ทันสมัย จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะด้านการอาชีวศึกษา

สรุปผลการวิจัยรูปแบบการบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่พัฒนาขึ้นพบว่าปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต และสภาพแวดล้อม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้การบริหารเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

References

- กัณฑ์พล แก้วสง่า, บุญบา สุธีธร, และอภิษฐา อยู่ในธรรม. (2563). การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ผ่านเว็บไซต์เครือข่ายสังคม. *วารสารการบริการและการท่องเที่ยวไทย*, (15)2, 14-28.
- จุรีพร รักสบาย และนุชนรา รัตนศิริระประภา. (2563). การบริหารจัดการสถานศึกษาในเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. *Journal of Innovation and Management*, 7(1), 110-122.
- ณรงค์ชัย เจริญรุจิทรัพย์. (2564). การขับเคลื่อนการวิจัยและพัฒนาสู่อาชีวศึกษาฐานความรู้ด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, 1(1), 1-10.

- ตราคุณย์ นรนิติผดุงการ และนฤมล อนุสนธิ์พัฒน์. (2563). การเปลี่ยนแปลงทางการเมืองที่ส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 7(4), 174-189.
- พรรศินา ศรีธรรมรัตน์. (2565). *อนาคตภาพการประกันคุณภาพการศึกษาระดับมาตรฐานสากลของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาคุฎฎิปัตตไม่ไดัตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ภักชดา พูนสุวรรณ และอรพิน ตันติวิรุฬห์. (2566). เศรษฐกิจการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน: การพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์. *วารสารสหวิทยาการนวัตกรรมปริทรรศน์*, 6(3), 118-127.
- ราตรีสวัสดิ์ ชนายนันต์, เรชา ชูสุวรรณ, และชวลิต เกิดทิพย์. (2564). รูปแบบความร่วมมือในการจัดการศึกษาอาชีวศึกษาร่วมกันระหว่างภาครัฐและเอกชน. *วารสารการศึกษาและพัฒนา*, 20(1), 45-60.
- วรางคณา เหนือคูเมือง, สุรกานต์ จังหาร, และสมาน เอกพิมพ์. (2566). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสมรรถนะวิชาชีพของนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 13(1), 1-16.
- ศีลสุภา วรรณสุทธิ. (2563). *แนวทางการบริหารจัดการอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการ ไทยร่วมสมัยในประเด็นท้าทายจากการเติบโตของระบบเศรษฐกิจแบ่งปัน*. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- สมพร ปานดำ. (2565). การพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนวิชาชีพ สาขาช่างอุตสาหกรรม และการติดตามและประเมินผลในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา*, 4(1), 47-57.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *การศึกษาแนวทางการผลิตกำลังคนด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีตามความต้องการของประเทศ: กรณีศึกษาประเภทอุตสาหกรรม*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- Bellanca, J. & Brandt, R. (2011). *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Blooming.
- Comrey, A. L & Lee, H.B. (2013). *A First Course in Factor Analysis*. Psychology Press.
- Hoy, W. K. & Miskel, C.G. (2001). *Educational Administration: Theory-Research- Practice* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Kumar, V., & Rewari, M. (2022). A responsible approach to higher education curriculum design. *International Journal of Educational Reform*, 31(4), 422-441.

การออกแบบและหาประสิทธิภาพเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

Design and Performance Measurement of Real-Time Electricity Meter

ธีรวัฒน์ ทิบบอัย^{1*}, ชัยอดุลย์ เรียนสอน¹, ชัชวาลย์ แสงแก้ว¹, มนต์รี ธีรตระกูล¹, ไชยรัตน์ สุวรรณอำไพ¹,
ธราธิป ภูระหงษ์², และ ธาดาพงศ์ พรหมจันทร์³
Theerawat Tibeye^{1*}, Chaiadul Reanson¹, Chatchawarn Sangkaew¹, Montree Teeratrakul¹,
Chairat Suwanampai¹, Tharathip Phurahong², and Thadapong Pormjan³

Received: 20 January 2026

Revised: 21 May 2026

Accepted: 4 June 2026

Abstract

This research aimed to design a real-time electrical measurement device, evaluate its performance, and assess its usability. The error analysis of the real-time device compared with a kilowatt-hour meter showed mean errors of 1.05 percent for total electrical energy, 0.37 percent for voltage, and 1.38 percent for current. Regarding user satisfaction with the device, its usability achieved a good level, while its overall physical design was rated at a moderate level.

Keywords: Real-time electricity meter

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง และเพื่อหาความเหมาะสมด้านการใช้งานของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของกำลังไฟฟ้าเทียบกับกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ เฉลี่ย 1.05 เปอร์เซ็นต์ ค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันเฉลี่ย 0.37 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนของกระแสเฉลี่ย 1.38 เปอร์เซ็นต์ ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริงพบว่าด้านลักษณะการใช้งาน มีความเหมาะสมในระดับดี และด้านลักษณะทางกายภาพมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

คำสำคัญ : เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

¹วิทยาลัยเทคนิคน่าน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 จ.น่าน

¹Nan Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 2, Nan Province, 55000, Thailand

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม 48000

²Faculty of Industrial Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom Province, 48000, Thailand

³บริษัท พลัส พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด, เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

³Plus Property Company Limited, Bangkok, 10110, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Theerawat110916@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิตและการทำงานในทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาคครัวเรือน อุตสาหกรรม หรือธุรกิจ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังนั้น เครื่องตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริง จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานได้อย่างแม่นยำและทันทีเครื่องมือนี้สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น แรงดัน กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานที่ใช้ ความถี่ไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โดยค่าที่วัดได้จะแสดงผลบนหน้าจอแบบเวลาจริง ทำให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนและปรับปรุงการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยฟังก์ชันการทำงานที่ครบถ้วนและความสามารถในการตรวจวัดแบบเวลาจริง เครื่องตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้านี้จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเฝ้าติดตามและบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรม เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือน อุตสาหกรรม และธุรกิจมักไม่มีระบบติดตามการใช้พลังงานแบบเวลาจริง ส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆ ตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริง สามารถวัดค่าแรงดัน กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานที่ใช้ ความถี่ และตัวประกอบกำลัง พร้อมแสดงผลทันทีบนหน้าจอ และช่วยให้ผู้ใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานผู้ใช้สามารถระบุอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูงเพื่อนำไปปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดค่าไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยข้อมูลที่แม่นยำ ผู้ใช้สามารถปรับพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า เช่น ปิดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น หรือเลือกใช้อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงานช่วยในการวางแผนและบริหารจัดการพลังงานข้อมูลที่ได้สามารถใช้สำหรับวางแผนการลดต้นทุนพลังงานในระยะยาว ทั้งในครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ เครื่องตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริงจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยแก้ปัญหาการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านความแม่นยำและความเสถียรในการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง
3. เพื่อศึกษาความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริงในอาคารหรือสถานประกอบการของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

บททวนวรรณกรรม

เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง (Real-time electrical device)

เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้ ตรวจสอบและแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ทันทีขณะใช้งานจริง ไม่ต้องรออ่านค่า ย้อนหลัง ช่วยให้เห็นพฤติกรรมการใช้ปริมาณไฟฟ้าขณะนั้นและตัดสินใจปรับการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ รวดเร็ว โดยสามารถวัดปริมาณไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า (Voltage) กระแสไฟฟ้า (Current) กำลังไฟฟ้า (Power) พลังงานไฟฟ้า (Energy) ความถี่ไฟฟ้า (Frequency) และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) (Hz) ซึ่งค่าที่วัดได้จะถูกประมวลผลและแสดงผลอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ ระดับวินาทีหรือ ใกล้เคียงเวลาจริง ทำให้ผู้ใช้สามารถรับรู้สถานะการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ทันที (Gonen, 2015; Capehart et al., 2020) การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริงแตกต่างจากเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบดั้งเดิมที่ แสดงผลในลักษณะค่าพลังงานสะสมเท่านั้น โดยเครื่องวัดแบบเวลาจริงสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลง ของค่าทางไฟฟ้าได้ตลอดเวลาซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น ช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานสูง อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากผิดปกติ หรือการเปลี่ยนแปลงของโหลดไฟฟ้า ในระบบได้อย่างแม่นยำ (Capehart et al., 2020) นอกจากนี้ เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ยังมี บทบาทสำคัญต่อการบริหารจัดการพลังงาน (Energy management) โดยข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และ ลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในระยะยาว ทั้งในระดับครัวเรือน อาคารสำนักงาน และภาคอุตสาหกรรม (Gonen, 2015) ในด้านความปลอดภัยและความเสถียรของระบบไฟฟ้า การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริง ช่วยให้สามารถตรวจพบความผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว เช่น สถานะโหลดเกิน (Overload) การเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า ความถี่ไฟฟ้าที่ไม่อยู่ในช่วงมาตรฐาน หรือค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งความผิดปกติเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า ลดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางไฟฟ้า ตามมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้าของ สถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องวัดที่สามารถตรวจวัดและแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้าแบบ เวลาจริง ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการเฝ้าระวังคุณภาพไฟฟ้า (Power quality monitoring) เนื่องจากช่วยให้ผู้ใช้สามารถรับรู้และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าได้ก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อ ระบบโดยรวม (IEEE, 2010) กล่าวโดยสรุป เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริงจึงเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการตรวจสอบ วิเคราะห์ และบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าสมัยใหม่ โดยสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และยั่งยืน

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

เป็นแนวคิดและเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นการเชื่อมต่อ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัตถุ หรือสิ่งต่าง ๆ เข้า กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถรับรู้สภาพ แวดล้อม แลกเปลี่ยนข้อมูล และสั่งการควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติหรือจากระยะไกล อุปกรณ์เหล่านี้มักประกอบด้วยเซ็นเซอร์ ตัวประมวลผล และ

โมดูลสื่อสาร ซึ่งทำให้ระบบสามารถทำงานร่วมกันเป็นเครือข่ายอัจฉริยะได้ (Atzori et al., 2010) โครงสร้างพื้นฐานของระบบ IoT โดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) ส่วนรับรู้ข้อมูล (Perception Layer) ทำหน้าที่ตรวจวัดข้อมูลจากสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น หรือค่าทางไฟฟ้า 2) ส่วนเครือข่าย (Network layer) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสื่อสาร เช่น Wi-Fi, Ethernet หรือเครือข่ายไร้สายอื่น ๆ 3) ส่วนแอปพลิเคชัน (Application layer) ทำหน้าที่ประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Gubbi et al., 2013) ปัจจุบันเทคโนโลยี IoT ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในหลายด้าน เช่น ระบบสมาร์ทโฮม ระบบสมาร์ทบิวดิ้ง ระบบอุตสาหกรรมอัจฉริยะ และระบบจัดการพลังงาน โดยเฉพาะในด้านการตรวจวัดและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่ง IoT ช่วยให้สามารถติดตามการใช้พลังงานได้แบบเวลาจริง และสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Depuru et al., 2011) การประยุกต์ใช้ IoT ในระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าช่วยให้ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัด เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า สามารถถูกส่งไปจัดเก็บบนระบบคลาวด์แบบเวลาจริง ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน ตรวจจับความผิดปกติของระบบไฟฟ้า และสนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการพลังงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น (Al-Fuqaha et al., 2015) นอกจากนี้ IoT ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงานในอาคารและองค์กร เนื่องจากสามารถรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานจากหลายจุดพร้อมกัน และนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงาน ลดการสูญเสีย และลดต้นทุนด้านพลังงานในระยะยาวซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของระบบสมาร์ทกริดและการพัฒนาพลังงานอย่างยั่งยืน (Gubbi et al., 2013) กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาาระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยช่วยให้การรวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลพลังงานไฟฟ้ามีความสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ ส่งผลให้การจัดการพลังงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 สำหรับระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของชิป ESP8266 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ SoC (System-on-Chip) ที่รวมความสามารถด้านการประมวลผลและการสื่อสาร Wi-Fi 2.4 GHz ไว้ในตัว ทำให้เหมาะสมกับงาน IoT ที่ต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายและส่งข้อมูลแบบเวลาจริง จุดเด่นของ ESP8266 คือมีวงจรถ่าย USB-to-Serial ทำให้สามารถโปรแกรมผ่าน USB ได้สะดวก มีขา GPIO ที่พร้อมใช้งานสำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์หรือโมดูลภายนอก เหมาะต่อการพัฒนาโครงการต้นแบบและงานทดลองด้าน IoT (Schwartz, 2016) คุณสมบัติสำคัญของ ESP8266 ที่เกี่ยวข้องกับระบบตรวจวัดพลังงานสำหรับงานตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริง คือการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ หรือ โมดูลวัดพลังงานแล้วทำการประมวลผลข้อมูล และส่งข้อมูลขึ้นระบบออนไลน์ มีดังนี้ 1) Wi-Fi 802.11 b/g/n (2.4 GHz) พร้อมสแตค TCP/IP ในตัวช่วยให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์/คลาวด์ได้โดยตรง 2) CPU 32-

bit Tensilica L106 ทำงานทั่วไปที่ความถี่ 80 MHz. และสามารถปรับสูงขึ้นได้ในบางโหมด (ขึ้นกับซอฟต์แวร์/การตั้งค่า) เหมาะกับการเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลาและประมวลผลเบื้องต้นก่อนส่งขึ้นระบบ PBV et al. (2024) 3) GPIO และบัสสื่อสารมาตรฐาน เช่น UART, SPI, I2C (ทำผ่านซอฟต์แวร์ได้) ทำให้เชื่อมต่อกับโมดูลวัดพลังงานอย่าง PZEM-004T หรือโมดูลอื่น ๆ ได้สะดวก 4) รองรับโหมดประหยัดพลังงาน เช่น Modem-sleep/Light-sleep/Deep-sleep ช่วยลดการใช้พลังงานในงานที่ต้องการทำงานด้วยแบตเตอรี่หรือทำงานเป็นช่วง ๆ (Udeze, 2025) โดย ESP8266 ในระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจะทำหน้าที่ตามลำดับดังนี้ 1) รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์/โมดูลวัดพลังงาน คือ PZEM-004T ส่งค่าพารามิเตอร์ไฟฟ้าออกมาผ่าน UART ทำให้ ESP8266 อ่านค่าทีละช่วงเวลา (ทุก 1 วินาที) 2) ประมวลผลและจัดรูปแบบข้อมูลคือ คำนวณค่าเฉลี่ยรายนาที/ชั่วโมง, จัดข้อมูลเป็น JSON หรือ CSV และ 3) สื่อสารและส่งข้อมูลขึ้นระบบออนไลน์ ESP8266 สามารถส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi ด้วยโปรโตคอล เช่น HTTP, MQTT, WebSocket หรือส่งไปยังฐานข้อมูล/แคชบอร์ดบนคลาวด์ ซึ่งมีไลบรารีรองรับพร้อมใช้งาน

อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณไฟฟ้า PZEM-004T

โมดูลตรวจวัดปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Digital power energy meter module) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการวัดและประมวลผลค่าทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ความถี่ไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โมดูลสามารถทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม (UART) PZEM-004T ทำงานรับสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงจากระบบไฟฟ้า และตรวจวัดกระแสไฟฟ้าผ่านหม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) ซึ่งช่วยแยกวงจรไฟฟ้ากำลังออกจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การวัดมีความปลอดภัยมากขึ้น ข้อมูลแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จะถูกนำไปประมวลผลภายในโมดูลเพื่อคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ก่อนส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิทัลผ่าน UART ซีรีส์ 5V และ 2568) โมดูล PZEM-004T สามารถตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าได้หลายพารามิเตอร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้าใช้ในการตรวจสอบความเสถียรของระบบไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าใช้ระบุปริมาณโหลดที่เชื่อมต่อในระบบ กำลังไฟฟ้าแสดงปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริง พลังงานไฟฟ้าแสดงปริมาณพลังงานที่ใช้สะสมในหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ความถี่ไฟฟ้าใช้ตรวจสอบคุณภาพของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าใช้ประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโหลดไฟฟ้า ซึ่งค่าพารามิเตอร์เหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการบริหารจัดการพลังงาน การตรวจสอบคุณภาพไฟฟ้าในอาคารหรือสถานประกอบการ (Gonen, 2015; IEEE, 2010) PZEM-004T รองรับการสื่อสารข้อมูลผ่าน UART ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ได้โดยตรงและจะทำหน้าที่อ่านข้อมูลที่ได้นำไปประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังระบบจัดเก็บหรือแสดงผลบนแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น เว็บแคชบอร์ดหรือระบบคลาวด์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริง (Kolban, 2018)

การแสดงผลและการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าผ่านระบบคลาวด์ Google Sheets

เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน (Capehart et al., 2020) โดย Google Sheets (Cloud-based spreadsheet) เป็นสเปรดชีตบนคลาวด์ที่รองรับการทำงานและอัปเดตข้อมูลแบบเวลาจริง อีกทั้งยังมีความสะดวกในการจัดรูปแบบข้อมูล การคำนวณพื้นฐาน และการแชร์ให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าดู/ร่วมทำงานได้ (Sukhdeve, 2023; Nguyen, 2023) โดยสามารถจัดเก็บเป็นตาราง, เวลา, ตำแหน่งค่าที่วัดได้เหมาะกับ Time-Series แบบง่าย, แชร์และร่วมกันตรวจสอบข้อมูลได้สะดวก และเชื่อมต่อกับเครื่องมือทำแดชบอร์ดได้ง่าย เช่น Looker Studio ซึ่งการรับ-ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ไปยังคลาวด์ Google Apps Script ในการพัฒนาระบบจะมีตัวกลางรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วเขียนลง Google Sheets ได้แก่ Google Apps Script ทำเป็น Web App/Web API เพื่อรับคำขอแบบ HTTP (GET/POST) และบันทึกข้อมูลลงซีตได้โดยอัตโนมัติ (Peters, 2023) ส่วนการแสดงผลข้อมูลปริมาณไฟฟ้าผ่านแดชบอร์ดออนไลน์ (Online Dashboard) คือการนำข้อมูลจำนวนมากมาแสดงในรูปแบบที่อ่านง่าย เช่น กราฟเส้นแนวโน้ม กราฟแท่ง เปรียบเทียบ KPI (kWh/วัน, kW สูงสุด, PF เฉลี่ย) เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นภาพรวมและตัดสินใจได้เร็วขึ้น ซึ่งเป็นหัวใจของงานจัดการพลังงานไฟฟ้า (Capehart et al., 2020) โดย Looker Studio เป็นเครื่องมือทำรายงานและแดชบอร์ดบนเว็บที่สามารถเชื่อมต่อแหล่งข้อมูลหลายประเภท รวมถึง Google Sheets และนำข้อมูลมาสร้างกราฟ/ตัวชี้วัดได้แบบโต้ตอบและแชร์ให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าดูได้ง่าย (Sukhdeve, 2023) การจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าบนคลาวด์ Google Sheets ร่วมกับการแสดงผลผ่านแดชบอร์ด Looker Studio ทำให้ระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริงโดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้มและตัดสินใจด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ สอดคล้องกับหลักการด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้า (Capehart et al., 2020; Levine, 2016)

ณรงค์ชัย ดิสม และคณะ (2568) ได้ศึกษาการพัฒนาไมเตอร์ไฟฟ้าแบบ IoT จำนวน 5 หน่วย โดยใช้โมดูลวัดพลังงานไฟฟ้า PZEM-004T ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถวัดค่าทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความถี่ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ โดยค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้าอยู่ในช่วง $\pm 0.16\%$, $\pm 0.91\%$ และ $\pm 0.80\%$ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด นอกจากนี้ระบบสามารถส่งข้อมูลไปยังคลาวด์และแสดงผลผ่านแดชบอร์ดแบบเวลาจริง ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลย้อนหลังผ่านเว็บเบราว์เซอร์ นำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์และบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกัน ชีรพงศ์ สงผัดและคณะ (2568) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และพบว่าระบบสามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องแบบเวลาจริง และสามารถแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานของอาคารผ่านแดชบอร์ดที่ใช้งานง่าย ช่วยสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจในการลดการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบ

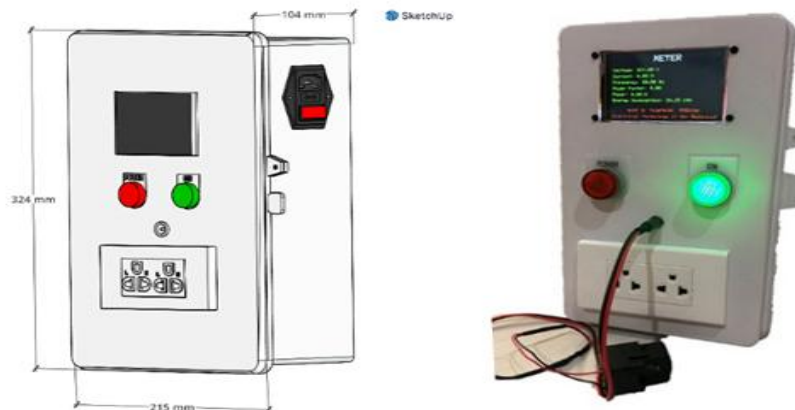
นอกจากนี้การประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าระบบมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนถึงความถูกต้อง ความเสถียร และความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงในอาคารเรียนหรือสำนักงาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการพลังงานขององค์กรเพื่อลดต้นทุนในระยะยาวได้ และผลวิจัยของประธาน กัทธประสงค์ และคณะ (2563) ที่สร้างและหาประสิทธิภาพมิเตอร์อัจฉริยะวัดค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรมแบบเวลาจริง พบว่าประสิทธิภาพมิเตอร์อัจฉริยะ สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับมิเตอร์ที่ได้มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ใช้ในปัจจุบัน โดยมีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 0.816% และการประเมินความพึงพอใจในการสร้างมิเตอร์อัจฉริยะของผู้เชี่ยวชาญพบว่า การออกแบบอุปกรณ์ ประสิทธิภาพในการทำงาน และความพึงพอใจภาพรวมของการใช้งาน อยู่ในระดับปานกลาง เช่นเดียวกัน สุรติ พัฒนา และคณะ (2564) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ระบบตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแบบเวลาจริงบนพื้นฐานแนวคิดสมาร์ตมิเตอร์ พบว่าระบบสามารถตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย และจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีต้นทุนต่ำ สามารถทดแทนการเปลี่ยนวัตต์มิเตอร์รุ่นเก่าให้เป็นสมาร์ตมิเตอร์ได้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงระบบ อีกทั้งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดยังสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน และสนับสนุนการบำรุงรักษาอุปกรณ์เพื่อลดความเสี่ยงการหยุดทำงานในระบบจ่ายไฟฟ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง มีขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าแบบเวลาจริง

หลักในการออกแบบอุปกรณ์ด้าน IoT นี้มุ่งให้มีความสามารถในการทำงานด้านการรับ-ส่งข้อมูลด้วยระบบการสื่อสารแบบไร้สายเป็นอุปกรณ์หลัก และใช้อุปกรณ์สำหรับวัดค่าพลังงานที่มีความสามารถในการรับ-ส่ง ข้อมูลพื้นฐานแบบดิจิทัลมาเป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการวัดค่าพลังงาน และบันทึกในระบบฐานข้อมูล ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าว หาซื้อง่าย มีราคาถูก เป็นที่นิยมของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

2.1 ทำการวัดโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องพักที่ประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น จากนั้นนำ CT ของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ตรวจสอบวัดค่าที่ตู้ Consumer Units นำค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์ของห้องพัก

2.2 ทำการวัดที่ให้เครื่องจ่ายโหลดเป็นเครื่องเป่าลมร้อน Stanley ขนาด 2000 วัตต์ โดยวัดที่สายไฟเข้าเครื่อง จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริงวัดได้ มาเปรียบเทียบกับแคลมป์ออนมิเตอร์แล้ววัดความแม่นยำของการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประเมินประสิทธิภาพ ดำเนินการทดสอบโดยการวัดโหลดที่ตู้ Consumer Units แล้ววัดความแม่นยำของวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของเครื่องที่วัดได้พร้อมบันทึกผล

2. ประเมินความเหมาะสมการใช้งานของเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยประเมินลักษณะการใช้งาน และลักษณะทางกายภาพ

นำข้อมูลที่ได้คำนวณค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

การวิจัยออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ปรากฏผลดังนี้

1. เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าแบบเวลาจริง

ตัวเครื่องสามารถวัดค่าแรงดัน กระแส ความถี่ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ กำลังไฟฟ้า และค่าพลังงานที่ใช้เฉลี่ย ออกแบบโดยใช้กล่องพักสายขนาด สูง 300 มม. x กว้าง 200 มม. x ลึก 104 มม. อุปกรณ์ประกอบด้วย จอแสดงผลขนาด 4.0 inch SPI serial screen backplane module with at least 4 IO drivers โมดูลแปลงไฟ AC-DC HLK-10M05 Power Supply Module AC-DC 220 VAC to 5VDC NodeMCU ESP8266 V2 CH9102 LUA Wifi based ESP8266-12E, โมดูลวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module V3.0 100A ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะภายนอกและภายในเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าแบบเวลาจริง

อุปกรณ์ด้าน IoT นี้สามารถทำงานในด้านการรับ-ส่ง ข้อมูลด้วยระบบการสื่อสารแบบไร้สายเป็นอุปกรณ์หลัก และใช้อุปกรณ์สำหรับวัดค่าพลังงานที่มีความสามารถในการรับ-ส่ง ข้อมูลพื้นฐานแบบดิจิทัลมาเป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการวัดค่าพลังงาน จากนั้นส่งค่าที่วัดได้ให้กับอุปกรณ์หลัก และบันทึกในระบบฐานข้อมูล

2. ประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

2.1 ประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยการวัดโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องพักที่ประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็น พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง จำย โหลดที่ 12 ชั่วโมง มีค่าหน่วยกำลังไฟฟ้ารวมเฉลี่ย 1.89 kWh เมื่อวัดเทียบกับกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์ค่าหน่วยกำลังไฟฟ้ารวมเฉลี่ย 1.91 kWh ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.047% แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยการวัดโหลดเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็น

ชั่วโมงที่	เวลา	วัดด้วยเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง	วัดด้วยกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
		หน่วยปริมาณไฟฟ้ารวม (kWh)	หน่วยปริมาณไฟฟ้ารวม (kWh)	
1	07:00	0.26	0.00	0.58
2	08:00	1.57	1.57	0.0
3	09:00	3.07	3.07	0.0
4	10:00	4.28	4.27	0.71
5	11:00	5.60	5.57	1.08
6	12:00	6.29	6.27	1.45
7	13:00	6.68	6.67	0.30
8	14:00	7.66	7.67	0.13
9	15:00	8.89	8.87	1.02
10	16:00	10.15	10.17	0.50
11	17:00	11.52	11.57	0.17
12	18:00	12.94	12.97	0.32
รวมเฉลี่ย		1.89	1.91	1.05

2.2 ประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยการวัดโหลดเป็นเครื่องเป่าลมร้อน Stanley ขนาด 2000 วัตต์ พบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริงวัดได้เฉลี่ย 229.67 โวลต์ ค่ากระแสวัดได้เฉลี่ย 6.06 แอมป์ เทียบกับการวัดด้วยแคลมป์ออนมิเตอร์ ค่าแรงดันที่วัดได้เฉลี่ย

230.52 โวลต์ ค่ากระแสที่วัดได้เฉลี่ย 6.14 แอมป์ มีค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดแรงดันเฉลี่ย 0.369 เปอร์เซ็นต์และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดกระแสเฉลี่ย 1.380% แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง โดยการวัดโหลด เครื่องเป่าลมร้อน Stanley ขนาด 2000 วัตต์

ช่วงเวลา (นาที)	วัดด้วยเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้า แบบเวลาจริง		วัดด้วยแคลมป์ออนมิเตอร์ (ตรวจวัด)		ค่าความคลาดเคลื่อน (%)	
	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กระแส (A)
5	229.00	6.30	230.30	6.50	0.56	3.07
10	230.00	6.00	230.80	6.22	0.35	3.54
15	231.00	6.10	231.00	6.15	0.00	0.81
20	230.00	6.10	230.80	6.12	0.35	0.33
25	228.00	6.00	229.30	5.99	0.57	0.17
30	230.00	6.00	230.50	6.06	0.22	0.99
35	232.00	5.70	232.00	6.01	0.00	0.17
40	230.00	6.20	231.20	5.83	0.52	2.23
45	229.00	6.20	230.00	6.34	0.44	2.21
50	228.00	6.20	229.90	6.32	0.83	1.90
55	230.00	6.00	230.60	6.08	0.26	1.32
60	229.00	6.10	229.80	6.11	0.35	0.16
รวมเฉลี่ย	229.67	6.06	230.52	6.14	0.37	1.38

3. ความเหมาะสมด้านการใช้งานของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

3.1 ลักษณะการใช้งาน

ผู้ประเมินมีความคิดเห็นต่อเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ด้านลักษณะการใช้งาน โดยภาพรวมเห็นว่ามีเหมาะสมในระดับดี ($\bar{x}= 3.52$) ประเมินรายข้อพบว่ามีความคิดเห็นในระดับดีเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้แก่ ความเร็วในการแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริง ($\bar{x}= 3.80$) ระบบความปลอดภัยของเครื่องและง่ายต่อการบำรุงรักษา ($\bar{x}= 3.60$) ความคิดเห็นระดับปานกลาง ได้แก่ ความแม่นยำในการวัดค่าทางไฟฟ้า ($\bar{x}= 3.40$) และ มีความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{x}= 3.20$) แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

ลำดับ	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับเหมาะสม
1	ระบบความปลอดภัยของเครื่อง	3.60	0.89	ดี
2	ความสะดวกในการใช้งาน	3.20	0.45	ปานกลาง
3	ความแม่นยำในการวัดค่าทางไฟฟ้า	3.40	0.89	ปานกลาง
4	ความเร็วในการแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริง	3.80	0.84	ดี
5	ง่ายต่อการบำรุงรักษา	3.60	0.89	ดี
	ผลรวมเฉลี่ย	3.52	0.23	ดี

3.2 การประเมินลักษณะทางกายภาพ

ผู้ประเมินมีความคิดเห็นต่อเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ด้านลักษณะทางกายภาพ โดยภาพรวมเห็นว่ามีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.18$) และมีความคิดเห็นในระดับดี เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้แก่ ระบบสามารถปรับปรุงข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ($\bar{x}=4.00$) และขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม ($\bar{x}=3.80$) ความคิดเห็นระดับปานกลาง เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยได้แก่ ความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ($\bar{x}=3.40$) หน้าจอแสดงผล แสดงข้อมูลครบถ้วน ชัดเจนหรือไม่ ($\bar{x}=3.20$) และ วัสดุที่ใช้ แข็งแรง ทนทาน ($\bar{x}=3.00$) แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง

ลำดับ	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับเหมาะสม
1	ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	3.80	0.84	ดี
2	ความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล	3.40	0.89	ปานกลาง
3	ระบบสามารถปรับปรุงข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้	4.00	1.00	ดี
4	วัสดุที่ใช้ แข็งแรง ทนทาน	3.00	0.01	ปานกลาง
5	หน้าจอแสดงผล แสดงข้อมูลครบถ้วน ชัดเจน	3.20	1.10	ปานกลาง
	ผลรวมเฉลี่ย	3.18	0.37	ปานกลาง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการออกแบบและสร้างเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง สามารถวัดค่าแรงดัน กระแส ความถี่ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ กำลังไฟฟ้า และค่าพลังงานที่ใช้เฉลี่ย ออกแบบโดยใช้ผู้กัณฑ์ขนาดกว้าง

209.5 มม. x ยาว 318 มม. x ลึก 151 มม. ภายในประกอบด้วย จอแสดงผลขนาด 4.0 inch SPI serial screen backplane module with at least 4 IO drivers โมดูลแปลงไฟ AC-DC HLK-10M05 Power supply module AC-DC 220 VAC to 5VDC NodeMCU ESP8266 V2 CH9102 LUA Wifi based ESP8266-12E โมดูลวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า PZEM-004T AC Digital power energy meter module V3.0 100A ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริง ด้านความคลาดเคลื่อนของการวัดค่ากำลังไฟฟ้า เปรียบเทียบด้วยการเทียบกับมิเตอร์มาตรฐานพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของหน่วยพลังงานไฟฟ้า รวมเฉลี่ย 1.047 เปอร์เซ็นต์ ด้านความแม่นยำในการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า พบว่า ความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเปรียบเทียบกับกระแสและแรงดันด้วยมัลติมิเตอร์ มีค่าความคลาดเคลื่อนของกระแสเฉลี่ย 1.380 เปอร์เซ็นต์ ค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันเฉลี่ย 0.369 เปอร์เซ็นต์ และ สอดคล้องกับประธาน ภัทรประสงค์ และคณะ (2563) ที่รายงานผลการสร้างและหาประสิทธิภาพมิเตอร์อัจฉริยะวัดค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม แบบเวลาจริง ผลจากทดสอบสามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับมิเตอร์ที่ได้มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ใช้ในปัจจุบัน มีค่าผิดพลาดเพียง 0.816 เปอร์เซ็นต์ ความเหมาะสมของเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบเวลาจริงในลักษณะการใช้งานมีความเหมาะสมระดับดี และลักษณะทางกายภาพมีความเหมาะสมระดับปานกลาง

References

- ณรงค์ ชัยศิสม, บุตรี มะลัยทอง, ปรัชญา ประยงค์หอม, จ่านงค์ พันสนิท, และ บุญเจตน์ แจ่มจันทร์. (2568). การพัฒนามิเตอร์ไฟฟ้าแบบ IoT (Internet of Things) 5 หน่วย. *วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.อีสาน*, 6(2), 86-96.
- ธีรพงศ์ สงค์, สุวิชาบุรณ์ บุญช่วย, และ จิรวัดน์ บุญवास. (2568). การพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. *Journal of Computer and Creative Technology*, 3(2), 230-243.
- ประธาน ภัทรประสงค์, สุทธิพันธ์ สุวรรณรัตน์, และ สมยศ สุวรรณรัตน์. (2563). การสร้างและหาประสิทธิภาพมิเตอร์อัจฉริยะวัดค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรมแบบ Real Time. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1*, 5(1), 82-92.
- สุรติ พัฒนา และ ยอดธง เม่นสิน. (2564). การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบ ตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแบบเรียล ไทม์ บนพื้นฐานแนวคิดสมาร์ตมิเตอร์. [ปริญญาานิพนธ์คุุณบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE communications surveys & tutorials*, 17(4), 2347-2376.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.

- Capehart, B. L., Turner, W. C., & Kennedy, W. J. (2020). *Guide to energy management*, (8th ed.). Fairmont Press.
- Depuru, S. S. S. R., Wang, L., Devabhaktuni, V., & Gudi, N. (2011, March). Smart meters for power grid-Challenges, issues, advantages and status. In *2011 IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition* (pp. 1-7). IEEE.
- Gonen, T. (2015). *Electric power distribution engineering*, (3rd ed.). CRC Press.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
- IEEE. (2010). *IEEE standard for electric power quality* (IEEE Std 1159-2009). Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Kolban, M., & Szwed, A. (2018). Application of the SPineCOR dynamic corrective brace in treating idiopathic scoliosis. *Chir. Narzadow Ruchu Ortop. Pol*, 83(1), 1-4.
- Levine, J. S., Fukai, I., Soeder, D. J., Bromhal, G., Dilmore, R. M., Guthrie, G. D., ... & Goodman, A. L. (2016). US DOE NETL methodology for estimating the prospective CO₂ storage resource of shales at the national and regional scale. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 51, 81-94.
- Nguyen, P. (2023). Google Workspace for Education: A study and case usage of Google apps in the classroom. *敬和学園大学研究紀要*, 32, 105-119.
- PBV, R. R., Mandapati, V. S., Pilli, S. L., Manojna, P. L., Chandana, T. H., & Hemalatha, V. (2024, April). Home security with iot and esp32 cam-ai thinker module. In *2024 International Conference on Cognitive Robotics and Intelligent Systems (ICC-ROBINS)* (pp. 710-714). IEEE.
- Peters, C. (2023). Apple and google App stores v. developers. *Wash. U. Global Stud. L. Rev.*, 22, 87.
- Schwartz, M. (2016). *Internet of Things with ESP8266: Build amazing Internet of Things projects using the ESP8266 Wi-Fi chip*. Packt Publishing Ltd.
- Sukhdeve, D. S., & Sukhdeve, S. S. (2023). Google Cloud Platform for Data Science. *Apress: Berkeley, CA, USA*.
- Udeze, J. C. (2025, September). Internet of things enabled smart environmental monitoring system based on the espressif system 32 microcontroller. In *conference proceedings of association of science eductors anambra* (pp. 95-106).

ระบบตรวจจับและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับ ระบบสำรองไฟเพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร

IoT-Based Automated Smoke Detection and Ventilation System with Backup Power Supply for Building Safety

ธฤต ไชยมงคล^{1*} ศุภเกียรติ สุภสินธุ์² และ อนุชาติ รังสิยานนท์¹
Tharit Chaimongkol^{1*}, Supakiat Supasin² and Arnuchart Rangsiyanon¹

Received: 2 February 2026

Revised: 17 May 2026

Accepted: 29 May 2026

Abstract

This research aimed to develop Internet of Things (IoT)-based automated smoke detection and ventilation system with backup power supply for building safety, and to evaluate the technical performance of a IoT-based automated smoke detection and ventilation system with backup power supply for building safety. This study employed a research and development approach. The system consisted of an MQ-2 smoke sensor, a Raspberry Pi Pico W microcontroller, a ventilation fan, a 12V 8Ah backup power supply, a web server, and a network-based notification system. When smoke concentration exceeded 400 ppm, the system automatically triggered the fan, transmitted data to the monitoring system, and instantly notified users. Experiments were conducted in an enclosed 2×2×2.5 meters simulated area, with an approximate volume of 10 cubic meters. Data from five trials were analyzed using mean, standard deviation, and the percentage reduction of smoke concentration. The results showed that, the efficiency of the smoke detection and automatic smoke exhaust system on the IoT network can operate continuously under the main power outage and was able to reduce the smoke concentration by 75.7 percent in an average time of 48.6 seconds. It can work with uninterruptible power systems continuously and can be used to enhance safety in small enclosed spaces.

Keywords: Smoke detection system; Smoke ventilation system; Internet of Things

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับควันและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรองไฟเพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร และเพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของระบบตรวจจับควันและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรอง

¹วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 จ.เชียงใหม่ 50300

¹Chiang Mai Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 1, Chiang Mai Province, 50300, Thailand

²มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่ 50300

²Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai Province, 50300, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: tharitc@gmail.com

ไฟเพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย เซนเซอร์ตรวจจับควัน MQ-2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W พัดลมระบายอากาศ แหล่งจ่ายไฟสำรอง 12V 8Ah ระบบ Web Server และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย โดยเมื่อค่าความเข้มข้นของควันเกิน 400 ppm ระบบจะสั่งให้พัดลมระบายอากาศทำงาน โดยอัตโนมัติพร้อมส่งข้อมูลไปยังระบบแสดงผลและแจ้งเตือนผู้ใช้งานทันที การทดสอบดำเนินการในพื้นที่จำลองแบบปิดขนาด 2×2×2.5 เมตร ปริมาตรประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร ทดลองซ้ำ 5 ครั้ง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละการลดลงของความเข้มข้นของควัน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพ ระบบตรวจจับควันและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ภายใต้สภาวะไฟฟ้าหลักขัดข้องและสามารถลดค่าความเข้มข้นของควันลงร้อยละ 75.7 ภายในเวลาเฉลี่ย 48.6 วินาที ค่าความแม่นยำของการตรวจจับ ตอบสนอง และแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายร้อยละ 100 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการตรวจจับช่วยเร่งระบายควัน สามารถทำงานร่วมกับ ระบบสำรองไฟได้อย่างต่อเนื่องและประยุกต์ใช้เสริมความปลอดภัยในพื้นที่ปิดขนาดเล็กได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: ระบบตรวจจับควัน; ระบบระบายควัน; อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

บทนำ

อัคคีภัยในอาคารเป็นหนึ่งในภัยพิบัติที่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างรุนแรง ไม่ว่าจะเป็นอาคารพักอาศัย อาคารสำนักงาน หรืออาคารอุตสาหกรรม งานวิจัยด้านวิศวกรรมป้องกัน อัคคีภัยได้ระบุอย่างชัดเจนว่าสาเหตุการเสียชีวิตส่วนใหญ่ในเหตุเพลิงไหม้ไม่ได้เกิดจากเปลวไฟโดยตรง หากแต่เกิดจากการสูดดมควันพิษที่สะสมอยู่ในพื้นที่ปิด (Hurley et al., 2016) ควันไฟประกอบด้วย ก๊าซอันตราย เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซพิษอื่น ๆ ที่สามารถทำให้ผู้ประสบภัยหมดสติและเสียชีวิตได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงลดทัศนวิสัยในการมองเห็นเส้นทางหนีไฟจนเป็นอุปสรรคต่อการอพยพ (Rattanaburi, 2020) ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาอาคารทั่วไปมักไม่มีระบบระบายควัน การระบายอากาศที่มีอยู่ ส่วนใหญ่เป็นเพียงพัดลมทั่วไปที่ออกแบบมาสำหรับสภาวะการใช้งานปกติ มิใช่เพื่อรับมือกับปริมาณ ควันพิษที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงในสถานการณ์เพลิงไหม้ มาตรฐานความปลอดภัยอัคคีภัยระดับสากล จึงได้กำหนดให้ระบบควบคุมและระบายควัน เป็นองค์ประกอบสำคัญในการลดการสะสมของ ควันและเพิ่มความปลอดภัยในการอพยพ (National Fire Protection Association, 2021) และมาตรฐาน ASHRAE ที่เน้นถึงความสำคัญของระบบระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพอากาศ และลดความเข้มข้นของมลพิษภายในอาคาร (ASHRAE, 2019) และปัญหาซ้ำเติมสถานการณ์ให้รุนแรงยิ่งขึ้นเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระบบไฟฟ้าหลักของอาคารมักหยุดทำงานส่งผลให้พัดลมระบายอากาศหยุด

ทำงานทันที ทำให้ควันพิษสะสมตัวอย่างรวดเร็วโดยไม่มีระบบใดช่วยระบายออก (Klote & Milke, 2002) งานวิจัยด้าน IoT สำหรับความปลอดภัยจากอัคคีภัยได้ชี้ให้เห็นว่าระบบตรวจจับและตอบสนองแบบ Real-time สามารถเพิ่มความรวดเร็วในการเฝ้าระวังและการแจ้งเตือนเหตุฉุกเฉินได้ Park et al. (2023) จำแนกรูปแบบสัญญาณของระบบตรวจจับอัคคีภัยบน IoT ด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการตรวจจับ เช่นเดียวกัน Zhao et al. (2023) ที่เสนอระบบตอบสนองล่วงหน้าแบบ Real-time สำหรับอัคคีภัยในอาคารสูงบนพื้นฐาน IoT อย่างไรก็ตามระบบลักษณะดังกล่าวต้องมีความต่อเนื่องในการทำงานเมื่อไฟฟ้าหลักขัดข้องซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญในสถานการณ์เพลิงไหม้จริง

จากการทบทวนงานวิจัยพบว่าระบบอัคคีภัยบนฐาน IoT ส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการตรวจจับควันหรือเปลวไฟ วิเคราะห์สัญญาณจากเซนเซอร์และแจ้งเตือนผู้ใช้งาน ขณะที่การบูรณาการระบบตรวจจับควัน การช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติ การติดตามผลผ่าน Web-based Monitoring การแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย และแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้ในระบบต้นทุนต่ำเดียวกันยังมีจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดพัฒนาจัดการไว้ในระบบเดียวเพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับ แจ้งเตือน ควบคุมพัดลมระบายควันและทำงานต่อเนื่องได้แม้ไฟฟ้าหลักขัดข้อง โดยเลือกใช้ Raspberry Pi Pico W เป็นหน่วยควบคุมหลักของระบบในการรับค่าความเข้มข้นของควันจากเซนเซอร์ MQ-2 เปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดที่กำหนด และสั่งงานพัดลมระบายอากาศได้โดยอัตโนมัติทันที ใช้ระบบ Web Server เพื่อแสดงผลและติดตามสถานะการทำงานของระบบแบบ Real-time ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบระดับควัน สถานะพัดลม และสถานะการแจ้งเตือนได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการรับรู้เหตุการณ์ โดยเฉพาะในสถานการณ์เพลิงไหม้ที่ผู้ใช้งานอาจไม่ได้อยู่ในพื้นที่เกิดเหตุโดยตรง

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาระบบระบบตรวจจับควันและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรองไฟเพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของระบบระบบตรวจจับควันและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรองไฟเพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร

ทบทวนวรรณกรรม

ระบบตรวจจับควันและก๊าซสามารถใช้เซนเซอร์เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของก๊าซในอากาศ โดยเซนเซอร์ MQ-2 เป็นเซนเซอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจจับก๊าซไวไฟและควัน โดยทำงานบนหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของสารกึ่งตัวนำเมื่อสัมผัสกับก๊าซ (Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd., 2015) และสามารถนำมาใช้ร่วมกับไมโคร

คอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมระบบระบายอากาศแบบอัตโนมัติ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับระบบความปลอดภัยในอาคารมีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้เซนเซอร์เพื่อตรวจจับควัน ก๊าซ อุณหภูมิ และสถานะความเสี่ยงในพื้นที่ปิด Shaharuddin et al. (2023) สรุปได้ว่า IoT sensor ในบริบทอาคารอัจฉริยะสามารถสนับสนุนการตรวจจับอัคคีภัยในอาคาร การติดตามสถานะแบบ Real-time และการสื่อสารข้อมูลเพื่อการตอบสนองเหตุฉุกเฉินได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยจำนวนมากยังเน้นการรับรู้สัญญาณและการแจ้งเตือนเป็นหลัก จึงยังมีพื้นที่สำหรับการพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงการตรวจจับ การแสดงผล และการสั่งงานอุปกรณ์ระบายควันร่วมกัน ข้อจำกัดที่สำคัญของระบบระบายอากาศและระบบป้องกันอัคคีภัยในปัจจุบันคือ การพึ่งพาแหล่งจ่ายไฟหลักของอาคาร (Rattanaburi, 2020) เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ระบบไฟฟ้าหลักมักจะถูกตัดขาดหรือได้รับความเสียหาย ส่งผลให้ระบบระบายควันและระบบแจ้งเตือนหยุดทำงานในจังหวะที่จำเป็นที่สุด การบูรณาการระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองเข้ากับระบบระบายควันอัตโนมัติ จึงเป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยอุดช่องโหว่ดังกล่าว ทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างเป็นอิสระและช่วยลดความเข้มข้นของควันเพื่อยืดเวลาในการอพยพได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด งานวิจัยสมัยใหม่ในปี ค.ศ. 2023 แสดงให้เห็นว่าระบบ IoT ด้านอัคคีภัยพัฒนาไปสู่การตรวจจับแบบ Real-time การวิเคราะห์สัญญาณและการตอบสนองอัตโนมัติ โดย Park et al. (2023) ศึกษาการจำแนกรูปแบบสัญญาณของระบบตรวจจับอัคคีภัยบน IoT ด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการแจ้งเตือน ขณะที่ Zhao et al. (2023) นำเสนอระบบตอบสนองล่วงหน้าแบบ Real-time สำหรับอัคคีภัยในอาคารสูงบนพื้นฐาน IoT ซึ่งให้ความสำคัญกับการจำกัดการแพร่กระจายของไฟและควัน เมื่อพิจารณาพร้อมกับข้อเสนอของ Shaharuddin et al. (2023) จะเห็นว่าช่องว่างสำคัญคือการบูรณาการระบบตรวจจับควัน ระบบช่วยเร่งระบายควัน Web-based monitoring การแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย และแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้ในต้นแบบเดียวที่มีต้นทุนเหมาะสมสำหรับอาคารทั่วไปหรือพื้นที่ปิดขนาดเล็ก

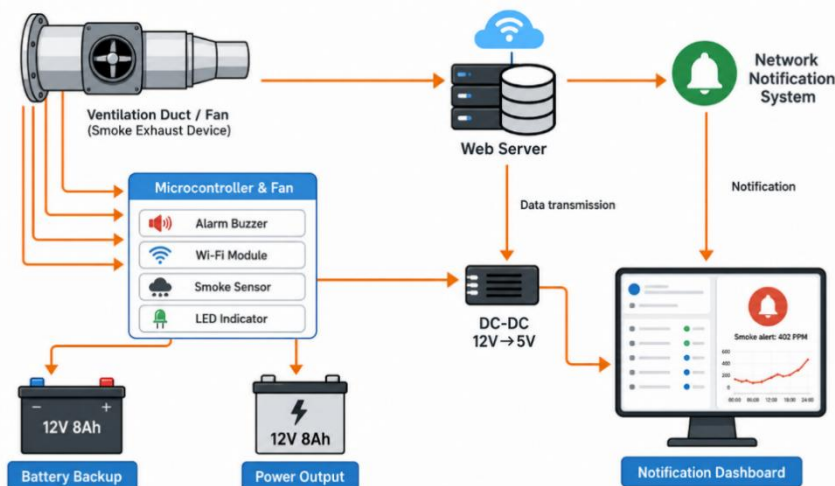
จากแนวคิดดังกล่าวสรุปกรอบการพัฒนาระบบในเชิงแบบจำลองเป็น 3 ระดับ ได้แก่ แบบจำลองทางกายภาพ แบบจำลองระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ และแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้กำหนดให้พื้นที่จำลองทางกายภาพเป็นแบบปิดสภาพแวดล้อมที่มีการสะสมของควัน และใช้พัดลมระบายอากาศเป็นกลไกช่วยเร่งการไหลของอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของควันภายในพื้นที่ แบบจำลองระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ ใช้เซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดค่าความเข้มข้นของควัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W สำหรับประมวลผลและควบคุมการทำงานของระบบวงจรควบคุมพัดลมระบายอากาศ ระบบ Web Server สำหรับแสดงผลสถานะแบบ Real-time ระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย และแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในกรณีไฟฟ้าหลักขัดข้อง สำหรับแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ใช้ค่าความเข้มข้นของควันก่อนและหลังการทำงาน of ระบบเป็นตัวแปรหลักในการประเมินประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยดำเนินการวิจัย ดังนี้

การออกแบบระบบ (System Design)

ระบบตรวจจับและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ได้แก่ เซนเซอร์ตรวจจับควันทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มข้นของควันในอากาศและส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล ควบคุมการทำงานของระบบ และสื่อสารผ่านเครือข่าย Wi-Fi เมื่อค่าความเข้มข้นของควันสูงกว่าค่าที่กำหนด (400 ppm) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้พัดลมระบายอากาศทำงานโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งส่งข้อมูลไปยัง Web Server แจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย ที่สำคัญแหล่งจ่ายไฟสำรองถูกออกแบบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในกรณีที่ไฟฟ้าหลักขัดข้อง โดยโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างการทำงานของระบบตรวจจับและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรองไฟ

การพัฒนาแบบต้นแบบ (System Development)

การพัฒนาแบบต้นแบบดำเนินการโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W เป็นหน่วยประมวลผลหลัก โดยเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจจับควันชนิด MQ-2 เพื่อวัดความเข้มข้นของควันในอากาศ ระบบควบคุมพัดลมถูกพัฒนาเพื่อให้สามารถทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อค่าความเข้มข้นของควันเกินค่าที่กำหนด พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนภายในพื้นที่ ได้แก่ Buzzer และ LED Indicator โดยสื่อสารข้อมูลดำเนินการผ่านโมดูล Wi-Fi ที่ติดตั้งอยู่ใน Raspberry Pi Pico W ข้อมูลจากเซนเซอร์จะถูกส่งไปยัง Web Server และจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล จากนั้นแสดงผลผ่าน Dashboard แบบ Real-time เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของระบบได้ และระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน

เครือข่ายเมื่อค่าความเข้มข้นของควันทันทีที่กำหนด และมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟสำรองขนาด 12V 8Ah เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในกรณีไฟฟ้าดับ

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีสถาปัตยกรรมแบบ 3 ชั้น (Three-layer IoT Architecture) ดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นการรับรู้ (Perception layer) ประกอบด้วยเซนเซอร์ MQ-2 ทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มข้นของควันทันทีและก๊าซไวไฟในช่วง 0–1,000 ppm โดยส่งสัญญาณอนาล็อกไปยัง Controller

ชั้นที่ 2 ชั้นเครือข่าย (Network layer) ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W ทำหน้าที่เป็นทั้ง Edge Controller สำหรับประมวลผลสัญญาณเซนเซอร์ และ Gateway สำหรับสื่อสารข้อมูลผ่านโปรโตคอล Wi-Fi (IEEE 802.11b/g/n, 2.4 GHz) ไปยัง Web Server

ชั้นที่ 3 ชั้นการประยุกต์ใช้ (Application layer) Web Server ทำหน้าที่จัดเก็บและแสดงผลข้อมูลแบบ Real-time ผ่าน Dashboard และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย

การทำงานของระบบ ระบบจะทำงานตามขั้นตอน ดังนี้

1. เซนเซอร์ MQ-2 วัดค่าความเข้มข้นของควันทันทีอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 1 วินาที และส่งสัญญาณอนาล็อกไปยัง Raspberry Pi Pico W

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงค่าสัญญาณอนาล็อกเป็นหน่วย ppm โดยใช้สมการสอบเทียบของเซนเซอร์ MQ-2

3. ระบบเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่า Threshold ที่กำหนดไว้ที่ 400 ppm

4. หากค่าความเข้มข้นของควันทันทีไม่เกิน 400 ppm ระบบจะบันทึกข้อมูล และแสดงผลบน Dashboard โดยไม่มีการแจ้งเตือน

5. หากค่าความเข้มข้นของควันทันทีเกิน 400 ppm ระบบจะดำเนินการพร้อมกัน 4 ส่วน ได้แก่ สั่งงานพัดลมระบายอากาศผ่าน GPIO วัตต์โนมิตี เปิดสัญญาณเตือน Buzzer และ LED Indicator ภายในพื้นที่ ส่งข้อมูลไปยัง Web server ผ่าน HTTP POST และ ส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย

6. เมื่อค่าความเข้มข้นของควันทันทีลดลงต่ำกว่า 400 ppm ระบบจะหยุดพัดลมและส่งสัญญาณกลับสู่สถานะปกติ

7. ในกรณีไฟฟ้าหลักขัดข้อง วงจรสลับไฟอัตโนมัติจะเปลี่ยนไปใช้แหล่งจ่ายไฟสำรอง 12V 8Ah โดยไม่หยุดการทำงานของระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ (System Performance Testing)

ดำเนินการในพื้นที่จำลองแบบปิด ขนาด 2×2×2.5 เมตร ซึ่งออกแบบให้ใกล้เคียงกับห้องปิดในอาคารพักอาศัยหรืออาคารสำนักงานขนาดเล็ก ควันทันทีใช้ในการทดสอบเกิดจากการเผาไหม้ของวัสดุที่กำหนดในปริมาณคงที่เพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นในช่วง 480-510 ppm ก่อนการทดสอบ อุณหภูมิในพื้นที่ทดสอบอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 55-70% ทำซ้ำ 5 ครั้งในสภาวะ

เดียวกัน และทดสอบภายใต้สภาวะไฟฟ้าดับ โดยตัดแหล่งจ่ายไฟหลักและให้ระบบทำงานผ่านแหล่งจ่ายไฟสำรอง โดยกำหนดพารามิเตอร์ประเมิน ได้แก่

1. ค่าความเข้มข้นของควันทันก่อน และ หลังการทำงานของระบบ (ppm)
2. ระยะเวลาในการลดความเข้มข้นของควันทัน (วินาที)
3. ระยะเวลาในการตอบสนองของระบบ
4. ความถูกต้องของการแจ้งเตือนผ่าน Web Server และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย

การวิเคราะห์ข้อมูล

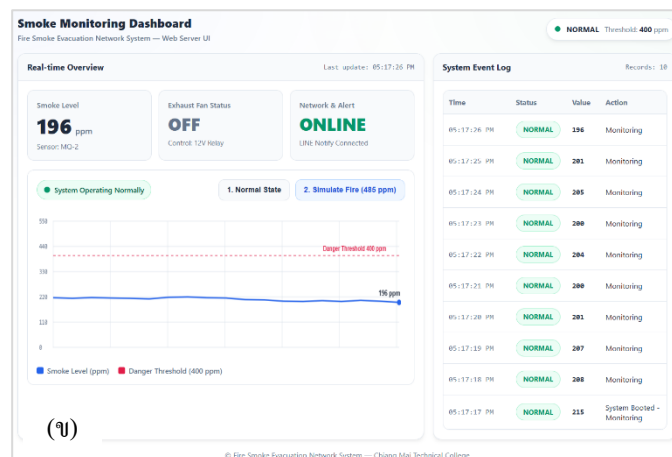
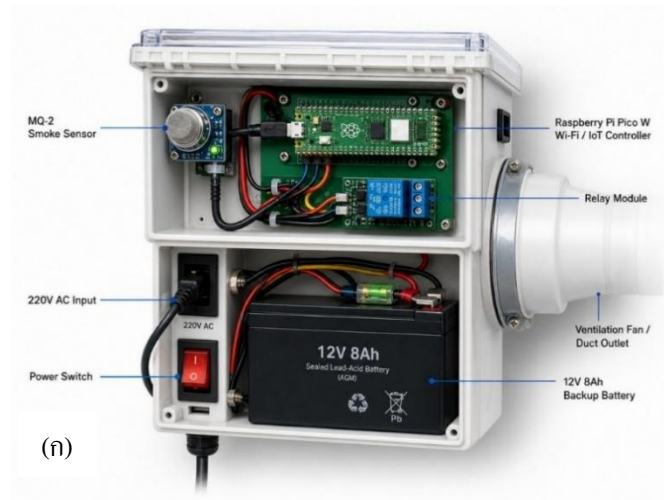
การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละการลดลงของความเข้มข้นของควันทัน จำนวนโดยใช้ สูตร:

$$\% \text{Reduction} = \frac{C_{\text{before}} - C_{\text{after}}}{C_{\text{before}}} \times 100$$

ผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบเครือข่ายช่วยเร่งระบายควันทัน

จากการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับและช่วยเร่งระบายควันทัน อัตโนมัตินบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบสำรองไฟเพื่อเสริมความปลอดภัยในอาคาร พบว่าได้ค้นแบบอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซนเซอร์ตรวจจับควันทัน MQ-2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W โมดูลรีเลย์ พัฒนาระบายอากาศ แหล่งจ่ายไฟสำรองขนาด 12V 8Ah และส่วนเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก โดยองค์ประกอบทั้งหมด ถูกติดตั้งรวมอยู่ภายในชุดเดียวกัน รวมทั้งโมดูล Wi-Fi ระบบ Web Server และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย สำหรับแสดงผลและติดตามสถานะของระบบ ประกอบด้วยข้อมูลระดับควันทัน สถานะพัฒนาระบายอากาศ สถานะการเชื่อมต่อเครือข่าย และบันทึกเหตุการณ์ การทำงานของอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างอิสระและมีประสิทธิภาพ การทำงานของระบบเริ่มด้วย เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบค่าความเข้มข้นของควันทันเกินค่าที่กำหนด (400 ppm) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลและส่งให้พัฒนาระบายอากาศทำงานโดยอัตโนมัติพร้อมทั้งส่งข้อมูลไปยัง Web Server ผ่านเครือข่าย Wi-Fi และแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านระบบแจ้งเตือน ซึ่งช่วยให้สามารถติดตามสถานะของระบบได้แบบ Real-time แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 (ก) แสดงต้นแบบระบบตรวจจับและช่วยเร่งระบายควันอัตโนมัติบนเครือข่าย IoT ร่วมกับระบบ
 ตำรองไฟ และ (ข) ระบบ Web Server สำหรับแสดงผลและแจ้งเตือนสถานะแบบ Real-time

ในส่วนของความแตกต่างการระบายควันของระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นกับการระบายควันแบบ
 ธรรมชาติในเชิงลักษณะการทำงานภายใต้พื้นที่จำลองเดียวกัน สามารถอธิบายได้ดังนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้น
 สามารถมองเห็นถึงความแตกต่างด้านกลไกการตรวจจับ การสั่งงานอัตโนมัติ การช่วยเร่งระบายควัน การ
 แจ้งเตือนผ่านเครือข่าย การช่วยเร่งระบายควันอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะความสามารถในการทำงาน
 อัตโนมัติเมื่อค่าความเข้มข้นของควันเกินเกณฑ์ที่กำหนด และการทำงานต่อเนื่องได้ภายใต้สภาวะไฟฟ้า
 หลักขัดข้อง แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความแตกต่างลักษณะการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นกับการระบายควันแบบธรรมชาติ

รายการเปรียบเทียบ	ระบบที่พัฒนาขึ้น	การระบายควันแบบธรรมชาติ
กลไกการตรวจจับควัน	ตรวจจับค่าความเข้มข้นของควันด้วยเซนเซอร์ MQ-2 แบบต่อเนื่อง	ไม่มีระบบตรวจจับควันอัตโนมัติ
การตอบสนองเมื่อค่าควันเกินเกณฑ์	ระบบสั่งงานพัดลมระบายอากาศอัตโนมัติเมื่อค่าควันเกิน 400 ppm	ไม่มีการสั่งงานอุปกรณ์ระบายควันโดยอัตโนมัติ
การช่วยเร่งระบายควัน	มีพัดลมช่วยเร่งระบายควันออกจากพื้นที่จำลอง	อาศัยการกระจายตัวของอากาศและช่องเปิดตามธรรมชาติ
ผลเชิงปริมาณจากการทดลอง	ลดค่าควันเฉลี่ยจาก 492 ppm เหลือ 119.6 ppm ภายในเวลาเฉลี่ย 48.6 วินาที คิดเป็นร้อยละ 75.7	ไม่รายงานเชิงปริมาณ เนื่องจากไม่ได้ออกแบบเป็นการทดลองวัดค่าการระบายแบบธรรมชาติ
การแจ้งเตือนผู้ใช้งาน	แจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายเมื่อค่าควันเกินเกณฑ์	ไม่มีระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ
การติดตามสถานะ	แสดงผลผ่าน Web Server /Dashboard แบบ Real-time	ไม่มีระบบติดตามสถานะแบบ Real-time
การทำงานเมื่อไฟฟ้าหลักขัดข้อง	ทำงานต่อเนื่องได้ด้วยแหล่งจ่ายไฟสำรอง 12V 8Ah	ไม่ต้องใช้ระบบไฟฟ้าควบคุม แต่ไม่มีระบบตรวจจับแจ้งเตือน หรือช่วยเร่งระบายควันโดยอัตโนมัติ
แนวโน้มนำประสิทธิผล	สามารถตรวจจับแจ้งเตือน และช่วยเร่งลดความเข้มข้นของควันได้อย่างเป็นระบบ	เหมาะกับการระบายอากาศทั่วไป แต่ไม่สามารถควบคุมหรือตอบสนองต่อเหตุควันไฟได้โดยอัตโนมัติ

การทดสอบประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของควัน

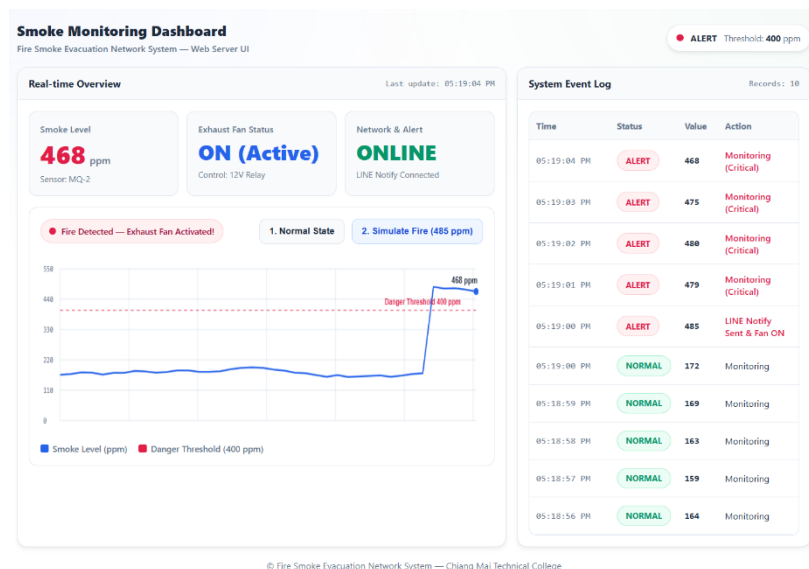
ประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของควันพบว่า ระบบสามารถลดค่าความเข้มข้นของควันจากค่าเฉลี่ย 492 ppm ลงเหลือ 119.6 ppm ภายในเวลาเฉลี่ย 48.6 วินาที คิดเป็นร้อยละ 75.7 แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นของควัน

ครั้งที่	ค่าวันก่อน (ppm)	ค่าวันหลัง (ppm)	ระยะเวลา (วินาที)	%Reduction
1	485	125	52	74.23
2	498	118	47	76.31
3	505	115	46	77.23
4	492	122	49	75.20
5	480	118	49	75.42
ค่าเฉลี่ย	492.0	119.6	48.6	75.70

การประเมินประสิทธิภาพการตรวจจับ การตอบสนอง และการแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย

ผลการประเมินพบว่า ระบบสามารถตรวจจับความเข้มข้นของควันได้อย่างถูกต้องโดยใช้เซนเซอร์ MQ-2 และประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W เมื่อค่าความเข้มข้นของควันเกินค่าที่กำหนด ระบบจะสั่งให้พัดลมทำงานทันที และส่งข้อมูลค่าความเข้มข้นของควันสถานะการทำงานของพัดลม สถานะการแจ้งเตือนไปยัง Web Server ผ่านเครือข่าย Wi-Fi อย่างต่อเนื่อง และแสดงผลทางหน้า Dashboard แบบ Real-time ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ระบบแสดงผลการตรวจจับและติดตามสถานะผ่าน Web-based Monitoring Interface

การทำงานของระบบ Web Server และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย

พบว่า ระบบสามารถรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จัดเก็บข้อมูลค่าความเข้มข้นของควันสถานะพัฒนา และสถานะการแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้อง โดยข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาแสดงผลในรูปแบบตัวเลข กราฟแสดงแนวโน้ม และบันทึกเหตุการณ์ ในส่วนของระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย พบว่า เมื่อค่าความเข้มข้นของควันเกินค่าที่กำหนด ระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังและตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายเมื่อค่าความเข้มข้นของควันเกินค่าที่กำหนด

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบต้นแบบสามารถทำงานได้ครบตามหน้าที่ที่กำหนดได้แก่ การตรวจจับควัน การควบคุมพัฒนาบรรยากาศ การแสดงผลผ่าน Web Server การแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายและการทำงานด้วยระบบสำรองไฟ ระบบสามารถลดความเข้มข้นของควันได้ถึงร้อยละ 75.7 ภายในเวลาเฉลี่ย 48.6 วินาที สะท้อนให้เห็นว่าการผสานเซนเซอร์ตรวจจับควัน หน่วยควบคุม IoT พัฒนาระบายอากาศและระบบสำรองไฟ สามารถช่วยให้ระบบตอบสนองต่อสถานการณ์ควันในพื้นที่จำลองได้อย่างเป็นระบบ แม้ว่าการทดลองดังกล่าวเป็นผลจากการทดสอบในสภาพแวดล้อมจำลอง มิใช่รับรองผ่านมาตรฐาน NFPA 92 อย่างไรก็ตามผลการประเมินเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวทางการควบคุมและระบายควันตามหลักการ NFPA 92 (2021) ที่มุ่งลดการสะสมของควันเพื่อสนับสนุนความปลอดภัยในการอพยพและสอดคล้องกับ ASHRAE (2019) ที่ให้ความสำคัญกับการระบายอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของมลพิษภายในอาคาร สอดคล้องกับ Shaharuddin et al. (2023); Park et al. (2023); Zhao et al. (2023) ที่ชี้ให้เห็นบทบาทของ IoT sensor ในการเฝ้าระวังอัคคีภัยภายในอาคาร การตรวจจับ แจ้งเตือนและสนับสนุนการตอบสนองต่อเหตุอัคคีภัยแบบ Real-time สรุปได้ว่าระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับค่าความเข้มข้นของควัน ด้วยเซนเซอร์ MQ-2 ประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi Pico W ควบคุมพัฒนาบรรยากาศ และ แจ้งเตือนผ่านเครือข่าย ทำงานต่อเนื่องได้ด้วยแหล่งจ่ายไฟ

สำรอง 12V 8Ah ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการบูรณาการทุกส่วนไว้ในระบบเดียว สามารถใช้เป็นแนวทางพัฒนาระบบเสริมความปลอดภัยในอาคารหรือพื้นที่ปิดขนาดเล็ก แม้ว่าผลการวิจัยจะไม่สามารถสรุปผลโดยตรงสำหรับอาคารขนาดใหญ่หรือสถานการณ์เพลิงไหม้จริงที่มีตัวแปรด้านอุณหภูมิ ทิศทางลม ชนิดวัสดุเชื้อเพลิง ปริมาณควัน และโครงสร้างอาคารแตกต่างกันได้ ดังนั้นงานวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควรมีการทดสอบระบบในอาคารหรือพื้นที่ปิดที่มีขนาดใหญ่ รูปแบบช่องเปิดและทิศทางการไหลเวียนอากาศแตกต่างกัน เพิ่มจำนวนจุดตรวจจับควันในตำแหน่งต่าง ๆ ของพื้นที่ ศึกษาการจัดวางพัดลมและช่องระบายอากาศที่เหมาะสมตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย มีการบันทึกข้อมูลในระยะยาวต่อเนื่อง มีการสำรองข้อมูลบน Cloud หรือ Edge Server รวมทั้งพิจารณาประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกระดับความเสี่ยงของควัน และสนับสนุนการตัดสินใจของระบบ แจ้งเตือนอัตโนมัติในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 ที่ให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบและพัฒนา ระบบต้นแบบจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

References

- ASHRAE. (2019). *ASHRAE handbook-HVAC applications*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Hurley, M. J., Gottuk, D. T., Hall, J. R., Harada, K., Kuligowski, E. D., Puchovsky, M., Watts, J. M., Wieczorek, C. J., & Torero, J. L. (2016). *SFPE handbook of fire protection engineering* (5th ed.). Springer.
- Klote, J. H., & Milke, J. A. (2002). *Principles of Smoke Management*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- National Fire Protection Association. (2021). *NFPA 92: Standard for smoke control systems*. NFPA.
- Park, S. H., Kim, D. H., & Kim, S. C. (2023). Recognition of IoT-based fire-detection system fire-signal patterns applying fuzzy logic. *Heliyon*, 9(2), e12964.
- Rattanaburi, P. (2020). Fire safety management in industrial buildings. *Thai Safety Engineering Journal*, 12(1), 15-22. (in Thai)
- Shaharuddin, S., Abdul Maulud, K. N., Syed Abdul Rahman, S. A. F., Che Ani, A. I., & Pradhan, B. (2023). The role of IoT sensor in smart building context for indoor fire hazard scenario: A systematic review of interdisciplinary articles. *Internet of Things*, 22, 100803.
- Zhao, H., Yu, Z., & Zhu, J. (2023). A real-time pre-response experiment system for high-rise building fires based on the Internet of Things. *Fire*, 6(7), 271.
- Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd. (2015). *MQ-2 semiconductor sensor for flammable gas: Manual, version 1.4*. <https://www.winsen-sensor.com>

การเสริมสมรรถนะเชิงปฏิบัติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต
ด้วยชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน
Enhancement of Practical Competencies of Manufacturing
Technology Undergraduate Students using a Friction Stir
Welding Training Kit

อชฌาวิรินทร์ สายะพงษ์¹, เอกลักษณ์ ตันติพิริยะ^{1*}, สิทธิเดช ทรุทสี¹, ไพรัช ชัยวรรณ¹, และ ต่อศักดิ์ ปายแสง²
Achawin Sayamong¹, Ekaluck Tantiphiriya^{1*}, Sittidech Krutsee¹, Pairat Chaiwan¹, and Torsak Paisang²

Received: 16 March 2026

Revised: 7 May 2026

Accepted: 25 May 2026

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the academic achievement, practical competencies, and satisfaction of the trainees. This study employed a single-group, pretest-posttest quasi-experimental design. The sample consisted of 20 undergraduate students selected through purposive sampling. The research instruments included an achievement test, a learning behavior and practical performance assessment, and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using mean, standard deviation, and a paired-samples t-test. The results indicated that the post-training mean score was significantly higher than the pre-training score at the .05 level. Furthermore, the learners' learning behavior, practical performance, and overall satisfaction were at the highest level. These findings suggest that the developed training kit is effective and viable for application in higher education instruction.

Keywords: Training-based learning; Friction stir welding; Practical competency

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อศึกษาสมรรถนะเชิงปฏิบัติ และความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตที่มีต่อชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน การวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติจริง และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม อย่างมี

¹วิทยาลัยเทคนิคนันท์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 จ.น่าน 55000

¹Nan Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 2, Nan Province, 55000, Thailand

²บริษัท วาชิ อินเตอร์เทค จำกัด อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี 20000

²Washi Intertech Company Limited, Muang, Chonburi Province, 20000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: ekaluck.tantiphiriya@gmail.com

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ การปฏิบัติจริง และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนว่าชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาได้

คำสำคัญ: การจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ; การเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน; สมรรถนะเชิงปฏิบัติ

บทนำ

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตสมัยใหม่ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์ อากาศยาน และอุตสาหกรรมวิศวกรรมขั้นสูง ให้ความสำคัญกับการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ ลดความสูญเสีย และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม กระบวนการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน (Friction Stir Welding: FSW) จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นกระบวนการเชื่อมในสถานะของแข็งที่ถูกคิดค้นและจดสิทธิบัตรโดย Training Within Industry (TWI) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1991 และได้รับการยอมรับว่าสามารถสร้างแนวเชื่อมที่มีคุณภาพดี มีประสิทธิภาพในการเชื่อมวัสดุที่เชื่อมยากด้วยวิธีหลอมเหลว โดยเฉพาะอะลูมิเนียมอัลลอยกำลังสูงและโลหะผสมอื่น ๆ ทั้งยังช่วยลดปัญหาตำหนิที่มักเกิดจากการเชื่อมแบบหลอมละลาย เช่น รูพรุนและการแตกร้าวได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามแม้เทคโนโลยี FSW จะมีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม แต่การถ่ายทอดองค์ความรู้และทักษะด้านกระบวนการดังกล่าวสู่ผู้เรียนในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ยังต้องอาศัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการลงมือปฏิบัติจริง เนื่องจาก FSW มีความเกี่ยวข้องกับความเข้าใจเชิงวิศวกรรมหลายด้าน ทั้งกลไกการเกิดความร้อน การไหลของเนื้อโลหะ และอิทธิพลของพารามิเตอร์กระบวนการต่อคุณภาพแนวเชื่อม ขณะที่งานด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ชี้ว่าแนวทางการเรียนรู้เชิงรุกและการเรียนรู้จากการปฏิบัติ ช่วยส่งเสริมความเข้าใจและผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีกว่าการบรรยายเพียงอย่างเดียว ดังนั้น การฝึกปฏิบัติจริงจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะเชิงปฏิบัติ และความพร้อมของผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะเชิงปฏิบัติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ภายหลังจากใช้ชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ที่มีต่อชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน

บททวนวรรณกรรม

แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน การเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน (Friction Stir Welding: FSW) เป็นกระบวนการเชื่อมแบบสถานะของแข็งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย TWI ในปี ค.ศ. 1991 โดยใช้ทูลที่ไม่สิ้นเปลืองหมุนและกดลงบนรอยต่อของชิ้นงาน ทำให้เกิดความร้อนจากแรงเสียดทานจนวัสดุอ่อนตัว และเกิดการกวนผสมของเนื้อโลหะจนเกิดแนวเชื่อมโดยไม่ต้องหลอมละลายโลหะฐาน กระบวนการดังกล่าวช่วยลดปัญหาที่พบได้บ่อยในการเชื่อมแบบหลอม เช่น รูพรุน การแตกร้าวจากการแข็งตัว และการบิดตัวของชิ้นงาน จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในงานเชื่อมโลหะสมัยใหม่ (Mishra & Ma, 2005) สำหรับการถ่ายทอดความรู้ด้าน FSW ผู้เรียนจำเป็นต้องเข้าใจทั้งหลักการของกระบวนการ เครื่องมือและอุปกรณ์ การตั้งค่าพารามิเตอร์ การปฏิบัติงานเชื่อม และการตรวจสอบคุณภาพแนวรอยเชื่อม ดังนั้น การจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสม เพราะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้เชิงทฤษฎีกับทักษะการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเป็นระบบ และส่งเสริมผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ในเชิงวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Prince, 2004)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยเกี่ยวกับ FSW ส่วนใหญ่มุ่งศึกษาในมิติของกระบวนการเชื่อมและคุณภาพของชิ้นงาน โดยเฉพาะผลของพารามิเตอร์กระบวนการต่อโครงสร้างจุลภาค สมบัติเชิงกล และความสมบูรณ์ของแนวเชื่อม งานของ Mishra & Ma (2005) รวมถึง Threadgill et al. (2009) ต่างยืนยันถึงความสำคัญของการควบคุมตัวแปรกระบวนการต่อประสิทธิภาพของแนวเชื่อมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในมิติทางการศึกษา พบว่างานที่มุ่งพัฒนารูปแบบการจัดฝึกอบรมหรือการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้าน FSW สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยตรงยังมีจำนวนจำกัด งานส่วนใหญ่เน้นด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมกระบวนการมากกว่าการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้และการประเมินสมรรถนะเชิงปฏิบัติของผู้เรียน ช่องว่างดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติที่บูรณาการความรู้เชิงทฤษฎีกับการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะปฏิบัติ และความพร้อมต่อการทำงานในภาคอุตสาหกรรม (Mishra & Ma, 2005; Prince, 2004; Threadgill et al., 2009) สรุปได้ว่า FSW เป็นเทคโนโลยีการเชื่อมสมัยใหม่ที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิต และต้องอาศัยทั้งความรู้เชิงทฤษฎีและทักษะเชิงปฏิบัติในการปฏิบัติงานจริง ขณะเดียวกันแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกสนับสนุนว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ดีกว่าวิธีบรรยายเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติด้าน FSW สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีจึงมีความเหมาะสมทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงการประยุกต์ใช้ทางการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการฝึกอบรม (One group pretest–posttest design) ทำการประเมินผลตามแนวทางการประเมินประสิทธิผลของการฝึกอบรม (Baldwin & Ford, 1988; Salas et al., 2012) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตที่เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 20 คน ได้มาโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง จากกลุ่มที่มีพื้นฐานด้านงานช่างและเทคโนโลยีการผลิต และมีความพร้อมในการเข้าร่วมการฝึกอบรมครบตาม

ระยะเวลาที่กำหนด ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนได้รับการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและให้ความยินยอมก่อนการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดฝึกอบรวมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน

ลักษณะเครื่องมือ เป็นชุดฝึกอบรวมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการถ่ายทอดความรู้และฝึกทักษะการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการกระบวนการเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ พารามิเตอร์การเชื่อม ขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อม และการตรวจสอบคุณภาพแนวรอยเชื่อม โดยออกแบบกิจกรรมในลักษณะการฝึกปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ

คุณภาพเครื่องมือ ชุดฝึกอบรวมได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ด้วยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence, IOC) พบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.50 แสดงว่าชุดฝึกอบรวมมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ (Hambleton & Rovinelli, 1986)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลักษณะเครื่องมือ เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรวม ใช่วัดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการ และเทคนิคการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน

คุณภาพเครื่องมือ แบบทดสอบได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

3. แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติจริง

ลักษณะเครื่องมือ ใช้ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างการฝึกอบรวม ได้แก่ ความตั้งใจในการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การปฏิบัติงานตามขั้นตอนอย่างปลอดภัย ความรับผิดชอบ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

คุณภาพเครื่องมือ แบบประเมินได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าเครื่องมือมีความเหมาะสมในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติจริง

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดฝึกอบรวม

ลักษณะเครื่องมือ ใช้ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรวมต่อชุดฝึกอบรวมในด้านเนื้อหา วิธีการฝึกอบรวม สื่อและอุปกรณ์ ระยะเวลาและกิจกรรม และการนำความรู้ไปใช้ในงานจริง โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

คุณภาพเครื่องมือ แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นเตรียมการ พัฒนาชุดฝึกอบรวมและเครื่องมือวิจัย จัดเตรียมสถานที่ เครื่องจักร และอุปกรณ์สำหรับการฝึกปฏิบัติการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน

ขั้นดำเนินการฝึกอบรม ดำเนินการทดสอบก่อนการฝึกอบรม จากนั้นจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติที่บูรณาการการบรรยายสั้นกับการฝึกปฏิบัติจริง โดยเน้นการตั้งค่าพารามิเตอร์การเชื่อม การปฏิบัติงานเชื่อม และการควบคุมความปลอดภัยในการทำงาน

ขั้นประเมินผล ดำเนินการทดสอบหลังการฝึกอบรม ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติจริง และเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการฝึกอบรม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการใช้ชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวนกับกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมโดยคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมเท่ากับ 12.48 คะแนน (S.D. = 2.51) และคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรมเท่ากับ 22.76 คะแนน (S.D. = 2.19) ผลการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์พบค่า t เท่ากับ 17.42 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการฝึกอบรม (N = 20)

การทดสอบ	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึกอบรม (Pre-test)	12.48	2.51	17.42*	0.000
หลังการฝึกอบรม (Post-test)	22.76	2.19		

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การประเมินพฤติกรรม การเรียนรู้ และการปฏิบัติจริง

ผลการประเมินพฤติกรรม การเรียนรู้ และการปฏิบัติจริง ระหว่างการฝึกอบรม พบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรม การเรียนรู้ และการปฏิบัติจริงอยู่ในระดับ “มากที่สุด” มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 (S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านการปฏิบัติงานตามขั้นตอนอย่างปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านความตั้งใจและความสนใจในกิจกรรม และด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดฝึกอบรมสามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วม ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างการฝึกอบรม (N = 20)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. ความตั้งใจและความสนใจในกิจกรรม	4.60	0.49	มากที่สุด
2. ความสามารถในการทำงานกลุ่ม	4.48	0.58	มาก
3. การปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างปลอดภัย	4.72	0.45	มากที่สุด
4. ความรับผิดชอบและความตรงต่อเวลา	4.56	0.50	มากที่สุด
5. การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้	4.60	0.49	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.60	0.51	มากที่สุด

3. ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวนพบว่ามีความเฉลี่ยในระดับ “มากที่สุด” ทุกด้าน ดังแสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกอบรม (N = 20)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. เนื้อหาที่น่าสนใจและทันสมัย	4.78	0.42	มากที่สุด
2. วิธีการสอนและการฝึกอบรมมีความชัดเจน	4.72	0.46	มากที่สุด
3. สื่อและอุปกรณ์การสอนมีคุณภาพ	4.68	0.50	มากที่สุด
4. เวลาและกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน	4.65	0.48	มากที่สุด
5. สามารถนำความรู้ไปใช้ในงานจริงได้	4.80	0.40	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.73	0.45	มากที่สุด

ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ในทุกด้าน โดยเฉพาะการนำความรู้ไปใช้จริงในสถานประกอบการ ชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการเชื่อมโลหะสมัยใหม่ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพของผู้เรียนระดับอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตในยุคปัจจุบัน ซึ่งสะท้อนว่าการออกแบบเนื้อหาและกิจกรรมสอดคล้องกับบริบทของงานอาชีพจริง และสามารถพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดความรู้เรื่องการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวนด้วยชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ และศึกษาผลของการจัดฝึกอบรมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะเชิงปฏิบัติ และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถนำประเด็นสำคัญมาอภิปราย ได้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน และช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างชัดเจนผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยด้านการฝึกอบรมงานเชื่อมที่รายงานว่า การจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะเชิงวิชาชีพของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (ศิริพงษ์ ลัมภาพิวัฒน์ และ ชัยยศ คำรงกิจ โภศล, 2566; Yotee et al., 2025)

พฤติกรรมกรเรียนรู้และการปฏิบัติจริงระหว่างการฝึกอบรม พบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมกรเรียนรู้และการปฏิบัติจริงอยู่ในระดับ “มากที่สุด” เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านการปฏิบัติงานตามขั้นตอนอย่างปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านความตั้งใจและความสนใจในกิจกรรม และด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดฝึกอบรมสามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วม ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ และพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดกรเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและการเรียนรู้ในบริบทการปฏิบัติงานจริง ซึ่งช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วม ความรับผิดชอบ และความปลอดภัยในการทำงานของผู้เรียน (Kolb, 1984; Prince, 2004; ดวงใจ ปรัชญาณัชญ์ และคณะ, 2568)

ความพึงพอใจต่อการจัดฝึกอบรม พบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ “มากที่สุด” โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.73 (S.D. = 0.45) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านการนำความรู้ไปใช้ในงานจริงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านเนื้อหาที่มีความน่าสนใจและทันสมัย และด้านวิธีการสอนและการฝึกอบรมมีความชัดเจน ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนว่าการออกแบบเนื้อหาและกิจกรรมการฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับบริบทของงานวิชาชีพ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความพึงพอใจในระดับสูง โดยเฉพาะด้านการนำความรู้ไปใช้จริงสะท้อนถึงการถ่ายโอนการฝึกอบรมสู่การปฏิบัติงานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ (Baldwin & Ford, 1988; Noe, 2020)

จากผลวิจัยสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมการเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวนที่พัฒนาขึ้นสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาสมรรถนะเชิงปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนและการฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีการเชื่อมโลหะในสถาบันการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตในยุคปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นสถาบันอุดมศึกษาสามารถนำแนวทางการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติที่บูรณาการความรู้เชิงทฤษฎีกับการฝึกปฏิบัติจริงไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน พร้อมทั้งจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการฝึกปฏิบัติ เช่น การเตรียมเครื่องจักร อุปกรณ์ สื่อการสอน และมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสม รวมถึงออกแบบกิจกรรมที่มุ่งเน้นการควบคุมพารามิเตอร์การเชื่อม การตรวจสอบคุณภาพงาน และการปลูกฝังความรับผิดชอบเชิงวิชาชีพแก่ผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงต่อผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะอันทรงคุณค่าทางวิชาการ ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคนิคน่าน

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ เครื่องจักร อุปกรณ์ และทรัพยากรที่จำเป็น ตลอดจนคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง

References

- ดวงใจ ปรัชญาฉัตร, สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร, และ สันติรัฐ นันสะอาง. (2568). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะวิชาชีพช่างเชื่อมโลหะของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ในวิทยาลัยเทคนิค ประเทศไทย. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 3(5), 29, 1-11.
- ศิริพงศ์ ลัมภภาพิวัฒน์ และ ชัยยศ คำรงกิจโกศล. (2566). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมแบบผสมผสานงานเชื่อมทิกรอยเชื่อมชนท่อกที่สอดคล้องกับมาตรฐานฝีมือแรงงานและข้อกำหนด IIW-IAB 086. *วารสารวิจัยวิชาการ*, 6(6), 65-80.
- Baldwin, T. T., & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41(1), 63-105.
- Hambleton, R. K., & Rovinelli, R. J. (1986). Assessing the dimensionality of a set of test items. *Applied psychological measurement*, 10(3), 287-302.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- Mishra, R. S., & Ma, Z. Y. (2005). Friction stir welding and processing. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 50(1-2), 1-78.
- Noe, R. A. (2020). *Employee Training and Development* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Salas, E., Tannenbaum, S. I., Kraiger, K., & Smith-Jentsch, K. A. (2012). The science of training and development in organizations. *Psychological Science in the Public Interest*, 13(2), 74-101.
- Threadgill, P. L., Leonard, A. J., Shercliff, H. R., & Withers, P. J. (2009). Friction stir welding of aluminium alloys. *International Materials Reviews*, 54(2), 49-93.
- Yotee, S., Dhinnabutra, P., Khruaphue, T., Thammasang, S., & Laoha, C. (2025). Development and evaluation of a visual welding inspection skills training package using the SCHEMA teaching model for industrial technicians. *Journal of Technical and Engineering Education*, 16(2), 67-75.

ศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะ การเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียน วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

Study the Needs Assessment in Integrated Management for Developing Entrepreneurial Competencies of Chiang Rai Vocational College Students

ศุภกฤต กันทา*

Supakrit Kantha*

Received: 31 March 2026

Revised: 2 May 2026

Accepted: 20 May 2026

Abstract

The research aims to study the needs assessment in integrated management for developing entrepreneurial competencies of Chiang Rai Vocational College students. The informants, selected through purposive sampling, consisted of 106 administrators and teachers from Chiang Rai Vocational College. The research instrument was a questionnaire designed to assess the current state, desirable state, and needs in integrated management for developing the students' entrepreneurial competencies. The researcher analyzed the basic statistics and ranked the needs using the Modified Priority Need Index (PNI_{modified}) technique. The findings revealed that the current state and desirable state were at a high level, and the prioritization of the needs is necessary in integrated management to develop entrepreneurial competencies for students of Chiang Rai Vocational College. It was found that the development of teachers and entrepreneurial personnel has the highest needs assessment, followed by monitoring evaluation and continuous development, Integrated management principles, Integrated management, Structure system and stakeholder collaboration engagement and Integrated leadership, respectively. In terms of the structure and system of integrated management and entrepreneurial learning management, there is good management, and there is no need for urgent development.

Keywords: Need assessment; Integrated management; Entrepreneurial competency development

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วยผู้บริหารและคณะครู วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย จำนวน 106 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามเพื่อศึกษาสภาพที่เป็นจริง สภาพที่ควรจะเป็น และความต้องการจำเป็นในการบริหาร

¹วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย จ.เชียงราย 57000

¹Chiang Rai Vocational College, Chiang Rai Province, 57000, Thailand

* Corresponding Author, E-mail: Kanta.supakrit@gmail.com

แบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ผู้วิจัยวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน และจัดลำดับความต้องการจำเป็น โดยใช้เทคนิค Modified Priority Need Index (PNI_{modified}) ผลการวิจัยพบว่าในภาพรวม สภาพที่เป็นจริง และสภาพที่ควรจะเป็นอยู่ในระดับมาก และการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย พบว่า การพัฒนาครูและบุคลากรเชิงผู้ประกอบการ มีค่าดัชนีความต้องการจำเป็นสูงสุด (PNI_{modified}) รองลงมาเป็นการติดตาม ประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หลักการบริหารแบบบูรณาการ โครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และภาวะผู้นำเชิงบูรณาการ ตามลำดับ ในส่วนของโครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้เชิงผู้ประกอบการมีการบริหารที่ดียังไม่จำเป็นที่ต้องพัฒนาเร่งด่วน

คำสำคัญ: ความต้องการจำเป็น; การบริหารแบบบูรณาการ; การพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการ

บทนำ

ในยุคศตวรรษที่ 21 ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม ส่งผลให้ระบบเศรษฐกิจและสังคมโลกเปลี่ยนแปลงไปสู่ระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-based Economy) อย่างรวดเร็ว ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องเร่งปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ที่มุ่งเน้นการสร้าง "ผู้ประกอบการยุคใหม่" (Smart Entrepreneur) ที่มีทักษะดิจิทัลและมีความคิดเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2566) เพื่อเป็นการสอดคล้องกับกระแสความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้กำหนดนโยบายสำคัญในการยกระดับอาชีวศึกษาเพื่อสร้างผู้เรียนสู่การเป็นผู้ประกอบการใหม่ ผ่านกลไกการจัดตั้งศูนย์บ่มเพาะผู้ประกอบการอาชีวศึกษา เพื่อเป็นฐานปฏิบัติการในการพัฒนาทักษะธุรกิจและการสร้างรายได้ระหว่างเรียน อย่างไรก็ตามแม้จะมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติกลับพบว่าการขับเคลื่อนงานบ่มเพาะยังมีความท้าทายเชิงระบบ โดยเฉพาะช่องว่างระหว่างนโยบายกับการปฏิบัติที่ยังขาดความต่อเนื่องและมีความกระจัดกระจายของรูปแบบการดำเนินงาน (สำนักมาตรฐาน การอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, 2567)

ปรากฏการณ์เชิงระบบดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสถานศึกษาในพื้นที่ โดยเฉพาะวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ซึ่งจากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเชิงกลยุทธ์ (SWOT Analysis) พบข้อจำกัดสำคัญคือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดเชิงธุรกิจ (Business Mindset) ในระดับที่เข้มข้น ไม่สามารถจัดทำแผนธุรกิจที่เชื่อมโยงกับความเป็นจริงได้อย่างเป็นระบบ ตลอดจนยังขาดทักษะด้านการตลาดดิจิทัลที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลง (ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย, 2566) ซึ่งปัญหาเหล่านี้

มีสาเหตุสำคัญมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่สามารถบูรณาการแนวคิดการเป็นเจ้าของกิจการเข้ากับทักษะวิชาชีพหลักได้อย่างเป็นรูปธรรม สภาพการณ์นี้สอดคล้องกับ ข้อเสนอแนะของ UNESCO-UNEVOC (2021) ที่ระบุว่า การพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการที่มีประสิทธิภาพนั้น สถานศึกษาต้องไม่เพียงแค่เพิ่มรายวิชาเรียน แต่ต้องอาศัย "ระบบสนับสนุน" และ "รูปแบบการบริหารจัดการ" ที่เป็นเอกภาพทั้งองค์กร

จากความจำเป็นและสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงในการพัฒนาผู้เรียน ตระหนักถึงความสำคัญของการบริหารจัดการสถานศึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการบริหารแบบบูรณาการที่สามารถเชื่อมโยงนโยบาย โครงสร้าง ภาวะผู้นำ การจัดการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสภาพที่เป็นจริง สภาพที่ควรจะเป็น และความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย โดยมุ่งศึกษาประเด็นสำคัญของการบริหารแบบบูรณาการ อันประกอบด้วย หลักการบริหาร วัฒนธรรม นโยบายและกลยุทธ์ โครงสร้างและระบบการบริหาร ภาวะผู้นำ การจัดการเรียนรู้ การพัฒนาครูและบุคลากร ความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดจนการติดตามและประเมินผล ผลการศึกษาดังกล่าวจะเป็นสารสนเทศสำคัญในการกำหนดแนวทางและเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษา และความต้องการของตลาดแรงงานต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

ทบทวนวรรณกรรม

องค์ประกอบของการบริหารแบบบูรณาการ

Sahney et al. (2008) กล่าวว่าองค์ประกอบของการบริหารแบบบูรณาการประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 หลักการบริหารแบบบูรณาการ เป็นองค์ประกอบฐานรากของรูปแบบโดยยึดหลักว่า การบริหารสถานศึกษาไม่สามารถใช้ทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยการผสมผสานแนวคิด ทฤษฎี และประสบการณ์อย่างเหมาะสมกับบริบทจริง ผู้บริหารต้องใช้ทั้งศาสตร์และศิลป์ในการบริหารจัดการ มององค์กรในเชิงองค์รวม และพร้อมปรับตัวต่อภาวะวิกฤติ ความไม่แน่นอน

และการเปลี่ยนแปลง โดยยังคงยึดเป้าหมายสูงสุดคือคุณภาพ ความเป็นเลิศและการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการ

องค์ประกอบที่ 2 วิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์เชิงผู้ประกอบการ หมายถึง การที่ผู้บริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาเขียงรายกำหนด วิสัยทัศน์ นโยบายและกลยุทธ์การพัฒนาสถานศึกษาให้การวิเคราะห์บริบท (SWOT) และกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร ครู บุคลากร และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย มุ่งเน้นการเสริมสร้างสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียนอย่างชัดเจน และสามารถถ่ายทอดนโยบายดังกล่าวไปสู่แผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการ และโครงการต่าง ๆ ของวิทยาลัยได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในระดับสถานศึกษา ระดับแผนกวิชา และระดับรายวิชา จัดสรรและใช้ทรัพยากรของวิทยาลัย ได้แก่ งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ และพื้นที่การเรียนรู้ อย่างคุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติจริง สอดคล้องการพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียน โดยคำนึงถึงบริบทเศรษฐกิจ สังคม และทรัพยากรตามบริบทเชิงพื้นที่

องค์ประกอบที่ 3 โครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดองค์กรในด้านโครงสร้าง งาน และบุคลากรให้เหมาะสม กำหนดหน้าที่ งาน กิจกรรม และโครงการต้องรองรับกลยุทธ์และเป้าหมายเชิงผู้ประกอบการอย่างสมดุลและเป็นเอกภาพ เอื้อต่อการทำงานร่วมกัน ส่งเสริมการทำงานเชิงรุก การประสานงานข้ามฝ่าย และสนับสนุนการจัดกิจกรรมและ โครงการที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียนเป็นหลัก

องค์ประกอบที่ 4 ภาวะผู้นำเชิงบูรณาการ หมายถึง ผู้บริหารต้องพัฒนาตนเองให้มีภาวะผู้นำสร้างศรัทธา และขับเคลื่อนการดำเนินงานด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม บริหารตามหลักธรรมาภิบาลมีการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง ใช้วงจรคุณภาพ (PDCA) เป็นกลไกหลัก กระจายอำนาจ ร่วมคิดร่วมทำร่วมรับผิดชอบ และคำนึงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อให้การพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการเกิดขึ้นจริงในทุกกิจกรรมของวิทยาลัย

องค์ประกอบที่ 5 การจัดการเรียนรู้เชิงผู้ประกอบการ หมายถึง การบริหารและจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการหลักสูตร การเรียนการสอน และการประเมินผลบนฐานสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ผ่านโครงการ กิจกรรมธุรกิจจำลอง การเรียนรู้จากปัญหา และการฝึกประสบการณ์ในสถานประกอบการหรือชุมชน ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงองค์ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นต่อการเป็นผู้ประกอบการ

องค์ประกอบที่ 6 การพัฒนาครูและบุคลากรเชิงผู้ประกอบการ หมายถึง การบริหารจัดการเพื่อพัฒนาครูและบุคลากรให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการจัดการเรียนรู้เชิงผู้ประกอบการ รวมถึงการส่งเสริมบทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก โค้ช หรือที่ปรึกษาทางธุรกิจให้แก่ผู้เรียน ตลอดจนการสร้างแรงจูงใจ ระบบสนับสนุน และโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่องเพื่อขับเคลื่อนวิทยาลัยสู่การเป็นองค์กรในฐานชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

องค์ประกอบที่ 7 ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หมายถึง การบูรณาการความร่วมมือระหว่างวิทยาลัยกับชุมชน สถานประกอบการ ผู้ประกอบการท้องถิ่น วิสาหกิจชุมชน และภาคีเครือข่ายในพื้นที่เพื่อร่วมกันพัฒนาแหล่งเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ประสบการณ์จริงด้าน ผู้ประกอบการให้แก่ผู้เรียนและสร้างเครือข่ายทางวิชาชีพในอนาคต โดยใช้ระบบความร่วมมือเป็นกลไกสำคัญในการเสริมสร้างสมรรถนะผู้เรียน และเชื่อมโยงการศึกษาเข้ากับบริบทเศรษฐกิจและสังคม

องค์ประกอบที่ 8 การติดตาม ประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หมายถึง การจัดให้มีระบบติดตามและประเมินผลแบบบูรณาการ โดยใช้ค่าเป้าหมาย ตัวชี้วัด และเกณฑ์มาตรฐานในการกำกับปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์อย่างต่อเนื่อง โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์และผลการประเมิน ถูกนำมาใช้สะท้อนกลับเพื่อการวางแผนปรับปรุง การเรียนรู้ร่วมกัน และการริเริ่มนวัตกรรมหรือโครงการใหม่ เพื่อมุ่งสู่คุณภาพ ความเป็นเลิศ และความยั่งยืนของการพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการของผู้เรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ประกอบด้วยผู้บริหารและคณาครูวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงรายจำนวน 106 คน (ฝ่ายบริหารทรัพยากร วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย, 2568) โดยการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อศึกษาถึงสภาพที่เป็นจริง สภาพที่ควรจะเป็น และความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียน วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สภาพที่เป็นจริง สภาพที่ควรจะเป็น และความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อมูลเพิ่มเติม

3. การสร้างและการหาคูณภาพของเครื่องมือ โดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย (Index of Item Objective Congruence: IOC) และพิจารณาเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป พบว่า ข้อคำถามในแบบสอบถามใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อคำถาม จากนั้นนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) ที่วิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงและไม่ใช้กลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ คณะผู้บริหารสถานศึกษา และคณะ

ครู จำนวน 30 คน และนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) คัดแปลงมาจากสูตร KR-20 ของ Kuder – Richardson (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) โดยกำหนดความเชื่อมั่นค่า α ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป พบว่าแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.94 หมายความว่าแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นสูงจึงสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจัดลำดับความต้องการจำเป็น โดยใช้เทคนิค Modified Priority Need Index (PNI_{modified}) (สุวิมล ว่องวานิช, 2550)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ซึ่งได้ผลการประเมิน แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ผลการประเมินสภาพที่เป็นจริงในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย พบว่า โครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.63 รองลงมา การจัดการเรียนรู้เชิงผู้ประกอบการ 4.52 และน้อยที่สุดองค์ประกอบวิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์เชิงผู้ประกอบการ เฉลี่ย เท่ากับ 4.15

ผลการประเมินสภาพที่ควรจะเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย พบว่า องค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ การพัฒนาครูและบุคลากรเชิงผู้ประกอบการ เฉลี่ย 4.64 รองลงมาเป็นการติดตาม ประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เฉลี่ย เท่ากับ 4.59 และองค์ประกอบวิสัยทัศน์ นโยบายและกลยุทธ์เชิงผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 4.24

เมื่อทำการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความต้องการจำเป็น พบว่า การพัฒนาครูและบุคลากรเชิงผู้ประกอบการ มีค่าดัชนีความต้องการจำเป็นสูงสุด (PNI_{modified}) เท่ากับ 0.107 รองลงมาได้แก่ การติดตาม ประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หลักการบริหารแบบบูรณาการ โครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และภาวะผู้นำเชิงบูรณาการ มีค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) เท่ากับ 0.083, 0.081, 0.029, 0.022, 0.020 ตามลำดับ และในส่วนของโครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ การจัดการเรียนรู้เชิงผู้ประกอบการ มีค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) เท่ากับ -0.036 และ -0.060 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย (N=106)

รายการ	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่ควรจะเป็น			PNI _{Modified}	ลำดับ
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	\bar{X}	S.D.	แปลผล		
หลักการบริหารแบบบูรณาการ	4.18	0.16	มาก	4.52	0.12	มากที่สุด	0.081	3
วิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์เชิงผู้ประกอบการ	4.15	0.10	มาก	4.24	0.21	มาก	0.022	5
โครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ	4.63	0.07	มากที่สุด	4.48	0.18	มาก	-0.032	7
ภาวะผู้นำเชิงบูรณาการ	4.48	0.04	มาก	4.57	0.08	มากที่สุด	0.020	6
การจัดการเรียนรู้เชิงผู้ประกอบการ	4.52	0.06	มากที่สุด	4.25	0.22	มาก	-0.060	8
การพัฒนาครูและบุคลากรเชิงผู้ประกอบการ	4.19	0.09	มาก	4.64	0.09	มากที่สุด	0.107	1
ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	4.16	0.12	มาก	4.28	0.16	มาก	0.029	4
การติดตาม ประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง	4.24	0.18	มาก	4.59	0.07	มากที่สุด	0.083	2
รวมเฉลี่ย	4.32	0.05	มาก	4.44	0.06	มาก		

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียน วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย พบว่า ระดับสภาพที่เป็นจริง อยู่ในระดับมาก สะท้อนให้เห็นว่าวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย มีการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการของผู้เรียนในระดับที่ดี ทั้งในด้านการจัดการเรียนการสอน การส่งเสริมทักษะอาชีพ และการสร้างประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบธุรกิจ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทั้งด้านวิชาชีพและการเป็นผู้ประกอบการ รวมถึงการปรับตัวของสถานศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม แม้ผลการดำเนินงานจะอยู่ในระดับมาก แต่ยังไม่ถึงระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่ายังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การบูรณาการองค์ความรู้ระหว่างสาขาวิชา การเชื่อมโยงกับสถานประกอบการ

หรือการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการพัฒนาอย่างเต็มรูปแบบ

การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นในการบริหารแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการสำหรับผู้เรียน วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย โดยพิจารณาค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ลำดับแรกคือ การพัฒนาครูและบุคลากรเชิงผู้ประกอบการ รองลงมาการติดตาม ประเมินผล และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างและระบบการบริหารแบบบูรณาการ ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และภาวะผู้นำเชิงบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการประเมินความต้องการจำเป็นที่ระบุว่า เมื่อมีความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นจริงกับสภาพที่ควรจะเป็น ย่อมสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนา โดยเฉพาะประเด็นดังกล่าวมีความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ เช่น การพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการของผู้เรียนอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ระดับความต้องการจำเป็นที่สูงมากอาจเป็นผลมาจากการที่การบริหารจัดการในปัจจุบันยังขาดความเป็น “ระบบบูรณาการ” อย่างแท้จริง กล่าวคือ ยังมีลักษณะการดำเนินงานแบบแยกส่วนระหว่างฝ่ายงานหรือหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา เช่น ความร่วมมือกับสถานประกอบการ ชุมชน หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชนยังไม่เข้มแข็งเพียงพอ ส่งผลให้การพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการของผู้เรียนยังไม่ครอบคลุมในทุกมิติ ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อีกทั้ง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีดิจิทัลและการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบธุรกิจในปัจจุบัน เช่น ธุรกิจออนไลน์และแพลตฟอร์มดิจิทัลได้เพิ่มระดับความซับซ้อนของสมรรถนะผู้ประกอบการ ทำให้สถานศึกษาจำเป็นต้องปรับรูปแบบการบริหารและการจัดการเรียนการสอนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ซึ่งอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินความต้องการจำเป็นในระดับสูงที่สุด ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า แม้วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย จะมีการดำเนินงานด้านการพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการของผู้เรียนในระดับที่ดีแล้ว แต่ยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนารูปแบบการบริหารแบบบูรณาการให้เป็นระบบ เชื่อมโยง และสอดคล้องกับบริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น เพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้สามารถเป็นผู้ประกอบการที่มีศักยภาพและแข่งขันได้ในระดับประเทศและนานาชาติ ซึ่งสอดคล้องกับสรณัฐ เทศารินทร์ และสิทธิชัย สอนสุภี (2568) ที่พบว่าการบริหารแบบบูรณาการของสถานศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ เรวดี โรจน์ประโคน และคณะ (2567) ที่พบว่าสภาพที่พึงประสงค์สูงกว่าสภาพปัจจุบัน และมีความต้องการจำเป็นในระดับสูง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างระหว่างสภาพจริงกับสภาพที่คาดหวัง เช่นเดียวกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่าความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งยังสอดคล้องกับ เทือน ทองแก้ว และคณะ (2562) ที่ใช้การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารแบบบูรณาการ และพบว่าสามารถยกระดับคุณภาพองค์กรได้ ตลอดจนสอดคล้องกับ Karimi (2023) และ Nuraeni et al. (2022) ที่เน้นการพัฒนารูปแบบบูรณาการเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะผู้ประกอบการในบริบทอาชีวศึกษา ซึ่งยืนยันว่าการบริหารแบบบูรณาการเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มี

สมรรถนะผู้ประกอบการในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดการอาชีวศึกษาในปัจจุบันมีการปรับตัวให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนากำลังคนที่มีแนวโน้มสมรรถนะผู้ประกอบการส่งผลให้สถานศึกษามีการดำเนินงานด้านการบริหารแบบบูรณาการในระดับที่ดี อย่างไรก็ตามการดำเนินงานดังกล่าวยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการในทุกมิติได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากการพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการทั้งด้านหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ เทคโนโลยี ดิจิทัล ความร่วมมือกับสถานประกอบการและชุมชนอย่างเป็นระบบ จึงทำให้เกิดช่องว่างระหว่างสภาพที่เป็นจริงกับสภาพที่ควรจะเป็น ส่งผลให้ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ อาจเนื่องมาจากบริบทของเศรษฐกิจ สังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการขยายตัวของเศรษฐกิจดิจิทัลและธุรกิจรูปแบบใหม่ ทำให้สมรรถนะผู้ประกอบการที่ผู้เรียนควรมี มีความซับซ้อนและหลากหลายมากยิ่งขึ้น ขณะที่รูปแบบการบริหารจัดการของสถานศึกษายังอยู่ในช่วงของการพัฒนาและปรับตัว ส่งผลให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความคาดหวังในสูงต่อการพัฒนารูปแบบการบริหารแบบบูรณาการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการบริหารจัดการในลักษณะบูรณาการยังต้องอาศัยความร่วมมือของหลายภาคส่วน ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ซึ่งในทางปฏิบัติอาจยังมีข้อจำกัดด้านโครงสร้างระบบการประสานงาน และทรัพยากร ส่งผลให้การดำเนินงานยังไม่สามารถบรรลุผลในระดับที่คาดหวังได้อย่างเต็มที่ จึงทำให้ระดับความต้องการจำเป็นในการพัฒนายังคงอยู่ในระดับสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.อรพิน ดวงแก้ว ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ครูกฤตภัทร พุทธเศรษฐานนท์ ที่ให้คำปรึกษาการเขียนบทความวิจัย คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดา ครู อาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่าน

References

- เทือน ทองแก้ว, พันธศักดิ์ พลสารมย์, และ ศรเนตร อารี โสภณพิเชฐ. (2562). การพัฒนารูปแบบกลยุทธ์การบริหารจัดการเชิงบูรณาการตามแนวคิดการบริหารจัดการขั้นสูงและระบบประกันคุณภาพสมบูรณแบบสำหรับสถาบันอุดมศึกษารัฐ: กรณีศึกษา 10 สถาบันอุดมศึกษา. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 47 (Suppl. 1), 156-176.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น.
- ฝ่ายบริหารทรัพยากร. (2568). *จำนวนข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย*. วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย.

- ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ. (2566). รายงานผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเชิงกลยุทธ์ (SWOT Analysis). วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย.
- เรวดี โรจน์ประโคน, สุวดี อุปปินใจ, และไพโรภรัตน์ ชวงศ์. (2567). รูปแบบการบริหารโรงเรียนส่งเสริมวิสาหกิจที่มุ่งผลลัพธ์การเรียนรู้ สำหรับการสร้างสมรรถนะผู้ประกอบการในโลกอนาคต. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, 16(3). 212-226.
- สรณัฐ เทศารินทร์ และ สิทธิชัย สอนสุภี. (2568). การบริหารแบบบูรณาการที่ส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2. *วารสารวิชาการปัญญาภิวัฒน์*, 10(1). 293-306.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2566). *สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560-2564*. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ. (2567). *การสร้างผู้ประกอบการอาชีวศึกษารุ่นใหม่ LEARN TO EARN*. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศุวิมล ว่องวานิช. (2550). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น* (พิมพ์ครั้งที่ 2). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Karimi, S., Harm J.A. Biemans, Thomas L., Martin M., & Mohammad C. (2023). The role of entrepreneurship education in shaping students' entrepreneurial intentions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Business Venturing Insights*, 19, e00393.
- Nuraeni, E., Suryana, N., & Rahmat, A. (2022). The influence of project-based learning on students' creative thinking skills and learning outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 2157 (1), 012028.
- Sahney, S., Banwet, D. K., & Karunes, S. (2008). An integrated framework of indices for quality management in education: A faculty perspective. *The TQM Journal*, 20(2), 173-197.
- UNESCO-UNEVOC. (2021). *BILT-Entrepreneurship in TVET*. UNESCO-UNEVOC.

การทดสอบประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของบาล์มขมิ้นชันต่อการสมานแผลสุนัข

Comparative Efficacy Test of Turmeric Balm on Dogs Wound Healing

อุทัย แย้มกล้า¹, สหรัถ ตั้งแสงทอง¹, ระพีพร แผงไพรี^{1*} และ พีระพงษ์ แผงไพรี²

Utai Yamklum¹, Saharut Tungsangthong¹, Rapeporn Phaengphairee¹ and Pheeraphong Phaengphairee²

Received: 5 February 2026

Revised: 18 May 2026

Accepted: 28 May 2026

Abstract

This research aimed to compare the clinical efficacy of povidone-iodine and turmeric-based balm at concentrations of 15, 25 and 35% on acute wound healing in dog. The study focused on evaluating tissue regeneration rates and the duration required for complete wound closure using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 6 sample dog (24 wounds). The results indicated that turmeric-based balm at 25% and 35% concentrations yielded superior therapeutic outcomes, achieving complete wound closure within 7 days. This recovery period was significantly shorter than that of the povidone-iodine and 15% turmeric balm groups, which exceeded 9 days ($p < 0.01$). In conclusion, turmeric-based balm at a minimum concentration of 25% demonstrates significant potential as an innovative veterinary nursing intervention. It effectively enhances wound healing by accelerating the transition from the inflammatory to the proliferative phase, providing a safe and efficient alternative for dog wound management

Keywords: Turmeric balm; Wound healing; Dog; Povidone-iodine; Comparative efficacy

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงพยาบาลในการสมานแผลสดในสุนัข ระหว่างการใช้โพวิโดน-ไอโอดีน และบาล์มสมุนไพรจากขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 15, 25 และ 35 โดยประเมินจากระยะเวลาการฟื้นฟูของเนื้อเยื่อและการปิดสนิทของบาดแผล ทดลองโดยใช้แผนแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก ใช้สุนัขกลุ่มตัวอย่าง 6 ตัว (รวม 24 บาดแผล) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการจัดการแผลด้วยบาล์มขมิ้นชันความเข้มข้นร้อยละ 25 และ 35 ให้ประสิทธิภาพในการสมานแผลสูงสุด โดยแผลสามารถปิดสนิทสมบูรณ์ ภายในระยะเวลา 7 วัน ซึ่งรวดเร็วกว่ากลุ่มที่ใช้โพวิโดน-ไอโอดีนและบาล์มขมิ้นชันที่เข้มข้นร้อยละ 15 ที่ใช้เวลามากกว่า 9 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p <$

¹วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีราชบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคกลาง จ.ราชบุรี 70000

¹Ratchaburi College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education in Central Agricultural Region, Ratchaburi Province, 70000, Thailand

²สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Maung Khonkaen District, Khonkaen Province, 40002, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: poidafreaky@gmail.com

0.01) สรุปได้ว่า บาล์มขมิ้นชันความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป มีศักยภาพสูงในการเร่งกระบวนการสมานแผลและระยะเวลาการอักเสบ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นนวัตกรรมการพยาบาลสัตว์ทางเลือกที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ขมิ้นชัน; การสมานแผล; สุนัข, โปวีโดน-ไอโอดีน; ประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ

บทนำ

การจัดการบาดแผลในสุนัขถือเป็นบทบาทหน้าที่ที่สำคัญประการหนึ่งของพยาบาลสัตว์ โดยเป้าหมายหลักคือการลดระยะเวลาการอักเสบ ป้องกันการติดเชื้อ และส่งเสริมกระบวนการหายของแผล (Wound healing) ให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วที่สุด ปัจจุบัน โปวีโดน-ไอโอดีน (Povidone-iodine) เป็นสารระงับเชื้อที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในคลินิกสัตว์เพื่อล้างแผลสด อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจส่งผลกระทบต่อเซลล์ที่สร้างเนื้อเยื่อ (Cytotoxicity) ทำให้เกิดการระคายเคือง หรือทำให้กระบวนการสร้างเซลล์ผิวหนังใหม่ล่าช้าในสุนัขบางตัว ด้วยเหตุนี้ การแสวงหาผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติอย่าง "ขมิ้นชัน" ซึ่งมีสารเคอร์คูมินที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและเร่งการสมานแผล จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามช่องว่างของงานวิจัยในปัจจุบัน คือการขาดการทดสอบเปรียบเทียบหา "ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด" ของสารสกัดขมิ้นชันในรูปแบบบาล์มสำหรับการพยาบาลแผลสดในสุนัขโดยเฉพาะ ข้อมูลส่วนใหญ่มักจำกัดอยู่ในห้องปฏิบัติการหรือยังขาดการเปรียบเทียบเชิงสถิติกับวิธีมาตรฐานในทางปฏิบัติจริง ผู้วิจัยในฐานะพยาบาลสัตว์จึงสนใจศึกษาประสิทธิภาพของบาล์มขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 15, 25 และ 35 เพื่อสร้างแนวทางใหม่ในการจัดการบาดแผลที่มีประสิทธิภาพลดผลข้างเคียงจากสารเคมี และส่งเสริมศักยภาพด้านนวัตกรรมการพยาบาลสัตว์ทางเลือกที่เป็นรูปธรรมและปลอดภัยยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงพยาบาลในการสมานแผลสดในสุนัขระหว่างการใส่โปวีโดน-ไอโอดีน และบาล์มสมุนไพรจากขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน (15, 25 และ 35%)

บททวนวรรณกรรม

ข้อมูลทั่วไปและกายวิภาคของสุนัข (*Canis lupus familiaris*)

สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมในวงศ์ Canidae ที่มีวิวัฒนาการมาจากสัตว์กินเนื้อและนักล่า มีโครงสร้างฟันที่แข็งแรงและกล้ามเนื้อที่ทรงพลังสำหรับการวิ่งและการเคลื่อนไหวที่คล่องแคล่ว สุนัขมีสัญชาตญาณในการรวมกลุ่มและการเล่นที่ซุกซน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดบาดแผลทางกายภาพได้ง่ายจากการเล่นหรืออุบัติเหตุ

กระบวนการสมานบาดแผล (Wound healing process)

กระบวนการหายของแผลเป็นกลไกทางชีวภาพที่ซับซ้อน อัจฉริยะ สาโรวาท (มปป.) แบ่งออกเป็น 4 ระยะหลัก ดังนี้

1. ระยะเลือดออกและการอักเสบ (Hemorrhage & Inflammation) หลอดเลือดจะหดตัวเพื่อห้ามเลือด จากนั้นเม็ดเลือดขาว (WBCs) และแมคโครเฟจ (Macrophages) จะทำหน้าที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมและแบคทีเรีย

2. ระยะสร้างเนื้อเยื่อเส้นใย (Proliferative phase) เริ่มในวันที่ 3-4 ร่างกายจะสร้าง Granulation tissue ซึ่งประกอบด้วยคอลลาเจนและหลอดเลือดฝอยใหม่เพื่อปิดช่องว่างบาดแผล

3. ระยะเนื้อเยื่อเจริญเต็มที่ (Maturation phase) เป็นการปรับแต่งคอลลาเจนให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยจะมีความแข็งแรงประมาณ 80-85% ของเนื้อเยื่อเดิม

4. ระยะแผลหดตัว (Wound contraction) ขอบแผลเคลื่อนเข้าหากันเพื่อให้แผลมีขนาดเล็กลง นอกจากนี้ การหายของแผลยังแบ่งตามลักษณะแผล เช่น การหายแบบปฐมภูมิ (แผลสะอาด เย็บปิดได้) และ การหายแบบทุติยภูมิ (แผลขนาดใหญ่ที่มีการสูญเสียเนื้อเยื่อ ต้องอาศัยการสร้างเนื้อเยื่อใหม่)

สารเคมีมาตรฐานในการรักษาแผล โปวิดอน-ไอโอดีน (Povidone-iodine)

โปวิดอน-ไอโอดีน (Povidone-iodine) เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Complex) ของโปวิดอน (Povidone) กับไอโอดีน (Iodine) ประกอบด้วยไอโอดีนประมาณร้อยละ 10 โปวิดอน ที่เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่จะช่วยให้ไอโอดีนละลายได้ดีในน้ำ ยาเตรียมประเภทนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้แอลกอฮอล์เพื่อช่วยการละลายและสามารถใช้แทนทิงเจอร์ไอโอดีน (Tincture iodine) ในการรักษาบาดแผลได้ เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อชนิดเดียวกัน คือไอโอดีน โดยโปวิดอน-ไอโอดีนค่อยๆ ปล่อยไอโอดีนอิสระออกมาฆ่าเชื้อ เป็นที่นิยมใช้มากกว่าทิงเจอร์ไอโอดีน แม้ว่ายาโปวิดอน-ไอโอดีนมีความแรงน้อยกว่าแต่ก็มีความเป็นพิษน้อยกว่าทิงเจอร์ไอโอดีนเช่นกัน โปวิดอนไอโอดีนในรูปสารละลาย ในสภาวะอุณหภูมิสูง จะมีการเสื่อมสลายและสูญเสียสารออกฤทธิ์ไอโอดีนได้ (Mazzo et al., 1986; Maloney & Neill, 1986)

สมุนไพรขมิ้นชันและสารเคอร์คูมิน (Curcumin)

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) มีสารสำคัญกลุ่มโพลีฟีนอลคือ เคอร์คูมิน (Curcumin) ซึ่งมีคุณสมบัติทางยาที่โดดเด่น ได้แก่ ฤทธิ์ต้านการอักเสบและอนุมูลอิสระ: ช่วยลดการบวมแดงและป้องกันการเสื่อมของเซลล์ ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์: ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เช่น *Staphylococcus aureus* การสมานแผล: กระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อและเร่งกระบวนการสมานแผลสดให้เร็วขึ้น (พิพัฒน์ สมภาร และ ชินวัฒน์ จันทร โคตร, 2564) สอดคล้องกับ ปิยะมาศ ศรีรัตน์ และคณะ (2560) ที่รายงานพบสารกลุ่ม Curcuminoids ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Phenolic compound มีสีเหลืองส้มเป็นส่วนประกอบอยู่ในขมิ้นชัน ซึ่งสรรพคุณของสาร Curcuminoids นี้ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อหรือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ

เชื้อแบคทีเรียไปเป็นแบบที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วยเช่นเดียวกับ
 ชรินญา พิมพ์สอน (2561) รายงานไว้ว่าพืชเหล่านี้มีสารกลุ่ม Curcuminoids เป็นองค์ประกอบหลักจึงทำ
 ให้มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* ได้

บทบาทของปิโตรเลียมเจลลี่ (Petroleum jelly)

ปิโตรเลียมเจลลี่ (Petroleum jelly) หรือปิโตรลาตัม (Petrolatum) เป็นผลพลอยได้จากการกลั่น
 น้ำมันดิบมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำในผิว ทำให้ผิวชุ่มชื้น ปิโตรเลียมเจลลี่ถูกค้นพบเมื่อ ปี ค.ศ. 1859
 โดยนักเคมีชาวอังกฤษ โรเบิร์ต ออกัสตัส ชีส โบรห์ ได้เดินทางไปยังเมืองโททัสวิลล์ ในรัฐเพนซิลวาเนีย
 ประเทศสหรัฐอเมริกาในพื้นที่ที่มีการขุดน้ำมัน เขาได้สังเกตเห็นคนงานขุดบ่อน้ำมันใช้สารซึ่งมีลักษณะ
 คล้ายขี้ผึ้งที่หลงเหลือจากการขุดน้ำมันมาใช้ในการบรรเทาบาดแผลที่เกิดจากความร้อนหรือผิวที่ไหม้
 จากแรงบันดาลใจนี้ โรเบิร์ตออกัสตัสชีสโบรห์ จึงเริ่ม ศึกษาศาสตร์ของน้ำมันผ่านกระบวนการต่างๆ ใน
 การกลั่นถึง 3 ขั้นตอนจนกลายเป็นปิโตรเลียมเจลลี่ ที่สะอาดและบริสุทธิ์ มีน้ำหนักเบา และมีความโปร่ง
 แสง เป็นผลิตภัณฑ์วาสลีนเจลลี่และได้จดสิทธิบัตรไว้ใน ปี ค.ศ. 1865 (Jayakumar & Micheletti, 2017)
 เจลลี่ในการป้องกันและดูแลแผลกดทับ จากหลักฐานเชิงประจักษ์พบว่าในบรรดามอยส์เจอร์ไรเซอร์
 ทั้งหมดปิโตรเลียมเจลลี่เป็นมอยส์เจอร์ไรเซอร์ที่เข้มข้นที่สุดและมีประสิทธิภาพในการลดการสูญเสีย
 ของชั้นผิว (Transepidermal water loss) ได้ถึงร้อยละ 98 ในขณะที่มอยส์เจอร์ไรเซอร์อื่นช่วยลดการ
 สูญเสียของชั้นผิวหนังเพียงร้อยละ 20-30 นอกจากนี้ยังช่วยบรรเทาอาการคันและระคายเคืองในสภาพ
 ผิวต่างๆ รวมถึงช่วยป้องกันไม่ให้ผิวแห้ง ผิวอักเสบและช่วย ลดอาการผื่นแพ้ผ้าอ้อม (Sethi et al., 2016)
 สอดคล้องกับ Zahara et al. (2016) ที่กล่าวว่าปิโตรเลียมเจลลี่มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ป้องกันและ
 รักษาแผลกดทับได้ผลดี เป็นสารให้ความชุ่มชื้นที่มีความสามารถในการล็อกความชื้นในชั้นผิวได้สูงกว่า
 น้ำมันมะกอกถึง 170 เท่า เมื่อนำมาใช้ร่วมกับขมิ้นชันจะช่วยเคลือบปิดบาดแผล ป้องกันการติดเชื้อและ
 สร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการฟื้นฟูเซลล์ผิวหนัง

ในมนุษย์จากการศึกษาของชนวัฒน์ งามศรี (2562) พบว่าการใช้ วาสลีนกอซขมิ้นชัน ช่วยให้
 แผลลอกหายเร็วขึ้นเฉลี่ยภายใน 4 วัน เทียบกับการทำแผลปกติที่ใช้เวลา 8 วัน ในสัตว์ทดลองไก่ชนโดย
 พิพัฒน์ สมภาร และชินวัฒน์ จันทรโคตร (2564) พบว่าการใช้ขมิ้นชันช่วยให้ขนาดแผลลดลงถึง 89%
 ภายใน 8 วัน ซึ่งดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญและมีการใช้ครีมเคอร์คูมินความเข้มข้น 10% ช่วยลด
 ปริมาณอนุมูลอิสระและรักษาผิวหนังอักเสบจากเชื้อแบคทีเรียได้ดี

ศึกษาการใช้ ปิโตรเลียมเจลลี่ในการรักษาแผลกดทับระดับสอง โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 13 คน ที่ใช้
 ปิโตรเลียมเจลลี่ในการทำแผล โดยทาบาง ๆ ไปที่แผลและปิดด้วยวัสดุปิดแผล พบว่า ปิโตรเลียมเจลลี่
 ช่วยให้แผลกดทับดีขึ้นภายใน 12-32 วัน (Kuribayashi et al., 2018) ทั้งนี้ยังมีการศึกษาในประเทศไทยที่มี
 การนำปิโตรเลียมเจลลี่มาใช้เพื่อป้องกันผิวหนังอักเสบ โดยการใช้น้ำมันปิโตรเลียมเจลลี่กับแป้งที่มีส่วนผสม
 ของซิงค์ออกไซด์มาใช้ในการป้องกันผิวหนังอักเสบ พบว่า ผลิตภัณฑ์สูตรผสมทั้งสองชนิดสามารถลด

อุบัติเหตุการเกิดภาวะผิวหนังอักเสบจากการสัมผัสอุจจาระ/ปัสสาวะได้เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้เป็นสูตรผสมที่มีคุณสมบัติในการช่วยลดและปกป้องผิว จากการระคายเคืองดูดซับความชื้น ป้องกันการสูญเสีย น้ำทางผิวหนัง (พัฒนา พิงศิริ, 2559) แสดงให้เห็นว่าการใช้ปิโตรเลียมสามารถป้องกันการเกิด แผลกดทับและลดอาการอักเสบจากการสัมผัสอุจจาระ/ปัสสาวะได้ การใช้ปิโตรเลียมเจลลี่เป็นอีกทางเลือกที่เหมาะสมในการดูแลผิวหนังเพื่อป้องกันและดูแลแผลกดทับ เนื่องจากมีราคาถูกหาซื้อได้ง่ายและมีความปลอดภัยหากใช้อย่างถูกต้อง (ศิรินันท์ อ่อนพุทธา และคณะ, 2566)

เยาวลักษณ์ วรรณะพิสิษฐ์ และคณะ (2533) ศึกษาความคงสภาพของยาน้ำที่ใช้ภายนอกโพวิโดน-ไอโอดีนที่ผลิตในประเทศ 5 ตำรับ โดยสุ่มตัวอย่างแบบอิสระจาก 33 โรงงาน ทำการตรวจสอบคุณภาพตัวอย่างโดยคุณลักษณะยา วัดความเป็น กรด-ด่าง ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีน และทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อด้วยวิธีทางชีววิทยา หาค่า phenol coefficient ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ที่เก็บในสถานะแบบแรงอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 75 เป็นเวลา 4 เดือน และที่สภาวะแบบระยะยาวเก็บในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน ผลการตรวจหาปริมาณไอโอดีน พบว่าการเสื่อมสลายของยาโพวิโดน-ไอโอดีน เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่อัตราในการสูญเสียไอโอดีนของแต่ละตำรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยใช้สัตว์ทดลองเป็นสุนัขจำนวน 6 ตัว ประกอบด้วยแผลจำนวน 24 แผล แบ่ง 6 แผลต่อสิ่งทดลองแต่ละชนิด แผลจะถูกเตรียมโดยการโกนขนและทำความสะอาดบริเวณรอบแผลด้วยน้ำเกลือ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สุนัข, ผงขมิ้น 75 กรัม, วาสลีน 225 กรัม, โพวิดีน ไอโอดีน 50 มิลลิลิตร, ปีกเกอร์, เครื่องชั่งน้ำหนัก, และไซริงค์ 3 มิลลิลิตร

การวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, CRD) โดยกำหนดสิ่งทดลอง 4 ชนิด ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1: โพวิดีน ไอโอดีน ปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อแผล

สิ่งทดลองที่ 2: บาล์มสมุนไพรผงขมิ้นความเข้มข้น 15% (ผงขมิ้น 15 กรัมผสมกับวาสลีน 85 กรัม)

สิ่งทดลองที่ 3: บาล์มสมุนไพรผงขมิ้นความเข้มข้น 25% (ผงขมิ้น 25 กรัมผสมกับวาสลีน 75 กรัม)

สิ่งทดลองที่ 4: บาล์มสมุนไพรผงขมิ้นความเข้มข้น 35% (ผงขมิ้น 35 กรัมผสมกับวาสลีน 65 กรัม)

สุนัขทดลอง 6 ตัว แต่ละตัวใช้เป็นบล็อกได้รับการรักษาทั้ง 4 แบบ เป็นไปอย่างสุ่ม มีการวัดความยาวของแผลทั้งก่อนและหลังการรักษา สังเกตลักษณะของแผล และบันทึกระยะเวลาการสมานแผลในแต่ละวันจนกว่าแผลจะหายสนิท

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบการใช้โพรวิติน ไอโอดีนในการรักษาแผลกับการใช้บาล์มขมิ้นในการรักษาแผล โดยวิธี Linear Contrast และวิเคราะห์แนวโน้มการใช้ความเข้มข้นของบาล์มขมิ้นในระดับต่างๆ โดยวิธี Orthogonal Polynomial ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการภายใต้จริยธรรมทางสัตว์ โดยได้รับความยินยอมจากเจ้าของฟาร์ม และอยู่ภายใต้การดูแลของผู้ได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ No. U1-09327-2564 ปฏิบัติตามหลักสวัสดิภาพสัตว์ โดยลดความเครียดและความเจ็บปวดให้น้อยที่สุด และติดตามอาการสัตว์อย่างใกล้ชิดตลอดการทดลอง

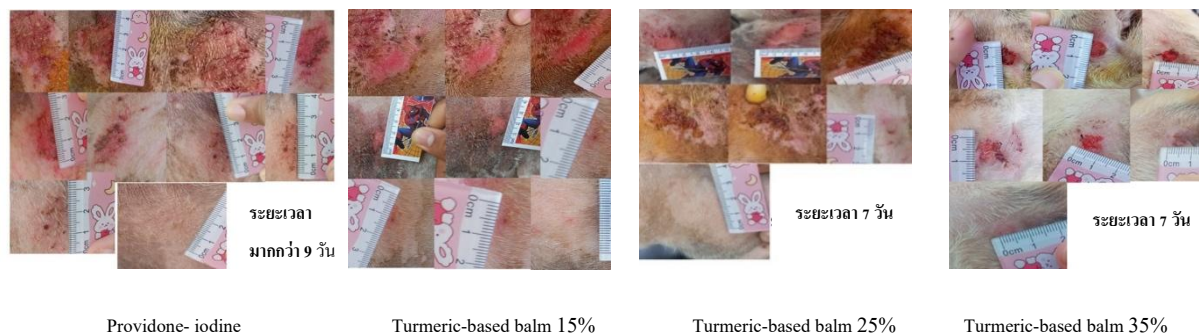
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของโพรวิติน ไอโอดีนกับบาล์มขมิ้นชันแตกต่างกัน ($p < 0.01$) และยังพบว่าการใช้บาล์มขมิ้นชันทุกระดับความเข้มข้นให้ผลการสมานแผลที่ดีกว่าการใช้โพรวิติน ไอโอดีน โดยมีแนวโน้มทั้งแบบเส้นตรง (Linear Trend, $p < 0.01$) อย่างชัดเจนในเกือบทุกช่วงการทดลอง และเริ่มแสดงแนวโน้มเชิงเส้นโค้ง (Quadratic trend, $p < 0.05$) ในบางช่วง แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความเข้มข้นของบาล์มขมิ้นชันทำให้ประสิทธิภาพการออกฤทธิ์รักษาแผลดีขึ้นและจะเริ่มดีขึ้นในอัตราชะลอตัว (Table 1) และยังพบว่า แผลของสุนัขในทุกสิ่งทดลองจะดีขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการรักษา จนหายสนิท โดยพบว่าการใช้บาล์มขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 35% จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยแผลมีขนาดเล็กลงเร็วที่สุดและปิดสนิทสมบูรณ์ภายใน 7-8 วัน รองลงมาคือ การใช้บาล์มขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 25% และการใช้บาล์มขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 15% โดยแผลในสุนัขจะหายในมากกว่า 9 วัน (Figure 1)

Table 1 Effectiveness of the experimental item on wound healing in dogs

Days	Treatment					Contrast Providone- iodine with Turmeric-based balm			Trend analyze of Turmeric-based balm usage	
	Providone-iodine	Turmeric-based balm 15%	Turmeric-based balm 25%	Turmeric-based balm 35%	SEM	Providone-iodine	Turmeric-based balm	<i>p</i> - value	Linear <i>p</i> - value	Quadratic <i>p</i> - value
1	2.433	2.367	2.300	2.233	0.018	2.433 ^a	2.300 ^b	<0.01	<0.01	1.000
2	2.283	2.150	2.017	1.850	0.063	2.283 ^a	2.006 ^b	0.012	0.033	0.833
3	2.183	1.950	1.750	1.533	0.047	2.183 ^a	1.744 ^b	<0.01	<0.01	0.887
4	2.067	1.767	1.617	1.267	0.045	2.067 ^a	1.550 ^b	<0.01	<0.01	0.087
5	1.867	1.650	1.383	0.933	0.054	1.867 ^a	1.322 ^b	<0.01	<0.01	0.181
6	1.600	1.267	1.083	0.617	0.067	1.600 ^a	0.989 ^b	<0.01	<0.01	0.103
7	1.333	0.800	0.550	0.167	0.118	1.333 ^a	0.506 ^b	<0.01	0.012	0.650
8	0.817	0.367	0.317	0.017	0.081	0.817 ^a	0.233 ^b	<0.01	0.066	0.225
9	0.483	0.200	0.000	0.000	0.045	0.483 ^a	0.067 ^b	<0.01	0.055	0.087

^{a,b} Mean with different superscripts in the same row indicating a significant different ($p < 0.01$).


Figure 1 Comparative study of experimental use of wounds in dogs

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาขั้นต้นกับการสมานแผลสุนัข ทดสอบประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบพบว่า ประสิทธิภาพครีมสมุนไพรผงขมิ้นชันมีศักยภาพในการเร่งกระบวนการหายของแผลได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยความเข้มข้นที่ร้อยละ 25 และ 35 สามารถสมานแผลให้หายสนิทในระยะเวลาเพียง 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้โพวิโดน ไอโอดีน ผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าสารเคอร์คูมิน (Curcumin) ในขมิ้นชันมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่โดดเด่นในการต้านการอักเสบและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยย่นระยะเวลาในระยะการอักเสบ (Inflammatory phase) และส่งเสริมการเข้าระยะการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ (Proliferative phase) ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งการเตรียมในรูปแบบบาล์มที่มีปิโตรเลียมเจลลี่เป็นพื้นฐานยังช่วยรักษาความชุ่มชื้นในบริเวณบาดแผล (Moist wound healing) ซึ่งเป็นสภาวะที่เอื้ออำนวยต่อการเคลื่อนที่ของเซลล์และการสร้างคอลลาเจนมากกว่าการใช้สารละลาย ไอโอดีนที่ทำให้เนื้อเยื่อแห้งและอาจเกิดการระคายเคืองในบางกรณี สอดคล้องกับ เรวัตร์ ส่งแสง และ กัญทร ยินเจริญ (2564) ที่สรุปการศึกษาผลของเคอมีนที่ออกฤทธิ์รักษาบาดแผลในผู้มารับบริการรักษาบาดแผล

การใช้กลุ่มแผลเย็บพลาติน ร้อยละ 100 สิ่งคัดหลั่งพื้นผิวบาดแผล ลดลง พื้นผิวบาดแผลเรียบ และมีเนื้อเยื่อสีชมพูตั้งแต่การติดตามครั้งที่ 1 (3 วัน) และบาดแผลหายสนิทภายใน 15 วัน สำหรับกลุ่มแผลเรื้อรังร้อยละ 70 สิ่งคัดหลั่งพื้นผิวบาดแผลลดลง พื้นผิวบาดแผลเรียบ และมีเนื้อเยื่อสีชมพู ตั้งแต่การติดตามครั้งที่ 1 (3 วัน) เมื่อเทียบกับก่อนการรักษา ส่งผลให้ผู้เข้ารับบริการมีความพึงพอใจในนวัตกรรมเคอมีนทือซรัรักษาบาดแผล ผลการศึกษาในครั้งนี้ จึงเป็นข้อมูลที่สนับสนุนประสิทธิภาพของขมิ้นชันในการรักษาบาดแผล ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการดูแลรักษาบาดแผล ช่วยให้บาดแผลหายเร็วขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้ว่าผลการทดลองในทางคลินิกจะได้ผลเชิงประจักษ์ แต่ยังพบว่าในระดับเชิงลึกยังขาดการศึกษาในระดับจุลพยาธิวิทยา เพื่อยืนยันคุณภาพการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและเส้นเลือดใหม่ รวมทั้งยังไม่ได้มีการทดสอบความคงตัวของตำรับยาสกัด ภายใต้การเก็บรักษาที่ต่างกันและสมุนไพรที่ต่างพื้นที่กันจะมีผลต่อสารเคอร์คูมิน (Curcumin) ในขมิ้นชันที่ต่างกัน

References

- ชรินญา พิมพ์สอน, หนึ่งฤทัย ผาระกรรม, พัชราภรณ์ นันทเพชร, จิรัฐติ ธรรมศิริ, เนตรดาราร จันทร์ อุตสาห์, และพีชานิกา ชอบจิตร. (2561). ฤทธิ์สารสกัดขมิ้นชันในการรักษาผิวหนังอักเสบในกระต่าย. *เชียงใหม่สัตวแพทยสาร*, 16(1), 1-13.
- ชนวัฒน์ งามศรี (2562). การศึกษาผลของวาสลินทือซรัรักษาบาดแผลถลอก. วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร.
- ปิยะมาศ ศรีรัตน์, สิริภัทร์ พรหมณีย์, สาโรจน์ ศิริตันสนียกุล, ประมุข กระจุกสุขสถิตย์, และวิรัตน์ วาณิชศรีรัตน. (2560). การชักนำให้เกิดแคลล์สของขมิ้นชันและผลของการเติมสารต้นตอในการสังเคราะห์ต่อการผลิตสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัฒนา พึ่งศิริ. (2559). ผลของการใช้แนวทางปฏิบัติการดูแลผิวหนังผู้ป่วยที่มีปัญหาการควบคุมการขับถ่าย ใน ผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อภาวะผิวหนังอักเสบจากการสัมผัสอุจจาระ/ปัสสาวะ. *วารสารวิชาการแพทย์เขต 11*, 30(1), 59-67.
- พิพัฒน์ สมภาร และ ชินวัฒน์ จันทโรตตร. (2564). ฤทธิ์ของขมิ้นชันต่อการหายของบาดแผลในพ่อไก่ชน. *แก่นเกษตร*, 49(suppl. 1), 458-462.
- เยาวลักษณ์ วรรณพิธิษฐ์, วัลลาวัลย์ สุนทรารักษ์, และ จุไรรัตน์ รัควาทิน. (2533). การศึกษาความคงสภาพของยาน้ำที่ใช้ภายนอก โทวิโคน-ไอโอดีน. *Thai J. Pharm. Sci.*, 23(2), 75-90.
- เรวัตร์ ส่งแสง และ กัญญา ยินเจริญ. (2564). เคอมีนทือซรัรักษาบาดแผล. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 30(5), 928-934.

- ศิรินันท์ อ่อนพุทธา, ดารารัตน์ ชูวงศ์อินทร์, ศิริกร กิ่งวัฒนะกุล, และ รัตนา จุลสวัสดิ์. (2566). บทบาทของพยาบาลกับการใช้ปิโตรเลียมเจลลี่เพื่อป้องกันและดูแลแผลกดทับ: การทบทวนวรรณกรรม. *วารสารพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยคริสเตียน*, 10(2), 116-128.
- อัจฉริย สาโรวาท. (ม.ป.ป.). *Wound healing and wound care*. ภาควิชาศัลยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. <https://www.rama.mahidol.ac.th/>
- Jayakumar, K. L., & Micheletti, R. G. (2017). Robert Chesebrough and the dermatologic wonder of petroleum jelly. *JAMA Dermatology*, 153(11), 1157-1157.
- Kuribayashi, K., Takeuchi, H., Endo, Y., Tomita, S., & Nishikouri, Y. (2018). Macrogol versus Vaseline in the treatment of superficial sacral pressure ulcers: A retrospective, Comparative study. *An Official Journal of the Japan Primary Care Association*, 41(2), 60-64.
- Maloney, T. & B. O. Neill. (1986). Stability of povidoneiodine antiseptic solution stored at 37 degree C. *Med. J. Aust.* 144 (7), 389.
- Mazzo, D. J., T. Bujak, & R. Martin. (1986). Chemical equivalence of two polyetherpolyurethane foams as a vehicle for povidone-iodine solution: Kinetic model for the loss of available iodine. *J. Pharm. Biomed.* 7(6), 677-683.
- Sethi, A., Kaur, T., Malhotra, S. K., & Gambhir, M. L. (2016). Moisturizers: The slippery road. *Indian Journal of Dermatology*, 61(3), 279.
- Zahara, Y., Dewi, R., & Saptarini, E. (2016). Efektifitas penggunaan white petroleum jelly untuk perawantalukatekan stage1 di rawatanapsiloam hospitals lippo village. *Indonesian Journal of Nursing Health Science*, 1(1). 15-32.

ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ต่อกระบวนการสมานแผล ภายหลังการตอนลูกสุกร

Effect of *Chromolaena Odorata* Leaf Extract on Wound Healing Process After Castration in Piglets

ชัญลภัทร์ศิกานต์ จันทร์เขียว^{1*}, ณัฐกร จินตนาวัฒน์¹, การะเกด จันทร์หอม², และกมลชนก ฟองตระกูล²
Chinlapat Sikanjankhiew^{1*}, Nuttakhon Jintanawat¹, Karaged Junhom², and Kamolchanok Phongtakool²

Received: 2 February 2026

Revised: 22 May 2026

Accepted: 30 May 2026

Abstract

This study aimed to evaluate the efficacy of *Chromolaena odorata* leaf extract on wound healing time and inflammatory responses in piglets after castration. A Completely Randomized Design (CRD) was conducted using 30 male piglets aged 12-14 days, randomly assigned to three groups: 1) control group treated with povidone-iodine solution, 2) spray formulation of *Chromolaena odorata* leaf extract, and 3) gel formulation of *Chromolaena odorata* leaf extract. Open castration without suturing was performed. Inflammatory parameters, including redness and swelling, were evaluated, and the duration required for complete wound healing was recorded. Data were analyzed using analysis of variance, and mean comparisons were conducted using the least significant difference test. The results showed that piglets treated with the *Chromolaena odorata* extract in both spray and gel formulations had significantly shorter healing times than those in the control group ($p < 0.01$). In addition, redness was significantly reduced ($p < 0.01$). However, swelling showed no statistically significant difference ($p > 0.05$), except for the 2nd day, the spray group had less swelling, and no differences between the spray and gel forms were found in the other parameters evaluated. In conclusion, *Chromolaena odorata* leaf extract effectively enhances wound healing and reduces inflammatory responses following castration in piglets.

Keywords: *Chromolaena odorata* leaf extract; Wound healing; Piglet castration;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือ ต่อการสมานแผลและระดับการอักเสบของบาดแผลในลูกสุกรภายหลังการตอน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ลูกสุกรเพศผู้ อายุ 12-14 วัน จำนวน 30 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมที่ใช้สารละลาย

¹สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดพะเยา อำเภอเมือง จ.พะเยา

¹Payao Provincial Livestock Office, Muang, Payao Province, Thailand, 56000

²วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 จ.เชียงใหม่

²Chiang Mai College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education Northern Region 1, Chiang Mai Province, 50120, Thailand

*Corresponding Author, Email: Chinlapat2554@gmail.com

โพวิโดน-ไอโอดีน กลุ่มที่ใช้สารสกัดใบสาบเสือในรูปแบบสเปรย์ และ กลุ่มที่ใช้สารสกัดใบสาบเสือรูปแบบเจล ทำการตอนแบบเปิดโดยไม่เย็บแผล ประเมินอาการอักเสบได้แก่ อาการแดง อาการบวม หลังการตอน และระยะเวลาการสมานแผลสมบูรณ์ นำข้อมูลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดใบสาบเสือรูปแบบสเปรย์และเจล มีระยะเวลาการสมานแผลสั้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้อาการแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แม้อาการบวมจะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นวันที่ 2 กลุ่มสเปรย์จะมีอาการบวมน้อยกว่า และไม่พบความแตกต่างระหว่างรูปแบบสเปรย์และเจลในพารามิเตอร์อื่นที่ประเมิน สรุปได้ว่าสารสกัดจากใบสาบเสือสามารถส่งเสริมกระบวนการสมานแผลและลดการอักเสบของบาดแผลภายหลังการตอนลูกสุกร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สารสกัดใบสาบเสือ; การสมานแผล; การตอนลูกสุกร

บทนำ

การตอนลูกสุกร (Castration) เป็นกระบวนการจัดการสุกรเพศผู้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดพฤติกรรมก้าวร้าว ลดการต่อสู้ และป้องกันการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อสุกร การตอนลูกสุกรเป็นการผ่าตัดที่ทำให้เกิดบาดแผลเปิด ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ การอักเสบ และการหายของแผลที่ล่าช้า หากไม่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการผลิต โดยทั่วไปจะใช้ยาปฏิชีวนะแต่หากใช้ไม่เหมาะสมหรือใช้เป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดปัญหาการติดเชื้อของเชื้อจุลินทรีย์และการตกค้างของสารในผลิตภัณฑ์สัตว์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม การค้นหาทางเลือกอื่นที่มีความปลอดภัยและสามารถส่งเสริมการสมานแผลได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญ สารสกัดจากใบสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) มีสารสำคัญ เช่น ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ ลดการอักเสบ กระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ ส่งผลให้กระบวนการสมานแผลเกิดขึ้นได้รวดเร็วขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2564) และยังมีคุณสมบัติช่วยห้ามเลือด ลดความเสี่ยงของการติดเชื้อ จึงมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นทางเลือกในการดูแลแผลภายหลังการตอนลูกสุกร การศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อกระบวนการสมานแผลภายหลังการตอนลูกสุกร ข้อมูลที่ได้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรสำหรับใช้ในฟาร์มสุกรต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อการสมานแผลและระดับการอักเสบของบาดแผลภายหลังการตอนลูกสุกร

บททวนวรรณกรรม

สาบเสือ (*Chromolaena odorata*)

เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกากลาง อเมริกาใต้ ในประเทศไทยพบได้ทั่วไปในพื้นที่กร้าง และพื้นที่เกษตรกรรม จัดเป็นวัชพืชชนิดหนึ่ง พืชชนิดนี้ได้รับการยอมรับในการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์พื้นบ้านมานาน โดยเฉพาะการใช้ใบในการห้ามเลือด รักษาบาดแผล และลดการอักเสบ ใบของสาบเสือนำมาสกัดเพื่อใช้รักษาโรคต่าง ๆ ได้แก่ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) แทนนิน (Tannins) ซาโปนิน (Saponins) และสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ ช่วยลดความเสียหายของเซลล์และเนื้อเยื่อในระหว่างการอักเสบ และส่งเสริมการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ ขณะที่แทนนินมีคุณสมบัติช่วยห้ามเลือดและทำให้เนื้อเยื่อหดตัวส่งผลให้บาดแผลปิดเร็วขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2564; สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, 2565)

กระบวนการสกัดสารจากใบสาบเสือ

การสกัดสารจากใบสาบเสือเป็นกระบวนการสำคัญในการแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพออกจากเนื้อเยื่อพืช เพื่อให้ได้สารสกัดเข้มข้น แบ่งได้ 3 วิธีหลัก (ภัทรวดี พงษ์สุขเจริญกุล และคณะ, 2568) ดังนี้

1. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด ใช้ตัวทำละลาย เช่น เอทานอล เมทานอล หรือน้ำบริสุทธิ์ สำหรับใบสาบเสือ นิยมใช้เอทานอลความเข้มข้นประมาณ 70% เนื่องจากสามารถละลายสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกได้ดี มีความปลอดภัยเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในสัตว์ เริ่มจากการทำความสะอาดใบ ทำให้แห้งในที่ร่ม บดให้ละเอียดนำไปแช่ในตัวทำละลายเป็นเวลา 3-7 วัน จากนั้นกรองและระเหยตัวทำละลายออก

2. การสกัดด้วยความร้อน (Heat extraction) ใช้ความร้อนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายสารสำคัญ เช่น การต้ม หรือการชง วิธีนี้สามารถดำเนินการได้ง่าย แต่อาจทำให้สารบางชนิดเสื่อมสภาพได้ หากใช้ความร้อนสูงเกินไป

3. การสกัดด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง (Advanced extraction techniques) ได้แก่ การสกัดด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ ไมโครเวฟ และของไหลวิกฤตยิ่งยวด ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกสารสำคัญและลดระยะเวลาในการสกัด เหมาะสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเพื่อการใช้งาน

รูปแบบผลิตภัณฑ์ใบสาบเสือที่ใช้สำหรับแผลภายหลังการตอนลูกสุกร ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า pH เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และสามารถคงประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ได้ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภัทรวดี พงษ์สุขเจริญกุล และคณะ, 2568) เช่น

1. เจล (Gel formulation) ช่วยให้สารสกัดยึดเกาะผิวแผลได้ดีและปลดปล่อยสารออกฤทธิ์อย่างต่อเนื่อง

2. สเปรย์ (Spray formulation) ใช้งานสะดวก ลดการสัมผัสแผลโดยตรง

การสมานแผล (Wound healing)

การสมานแผลเป็นกระบวนการทางชีววิทยาที่ซับซ้อน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บให้กลับคืนสู่สภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด มีวัตถุประสงค์เพื่อปิดบาดแผล ป้องกันการติดเชื้อ และฟื้นฟูโครงสร้างของเนื้อเยื่อ การสมานแผลเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันของเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์ไฟโบรบลาสต์ เซลล์เยื่อบุผิว เซลล์บุผนังหลอดเลือด รวมถึงสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ เช่น Cytokines และ Growth factors ซึ่งมีบทบาทในการควบคุมการอักเสบ การสร้างเนื้อเยื่อใหม่ และการปรับโครงสร้างของเนื้อเยื่อ (อัจฉริย สาโรวาท, มปป.)

ระยะของการสมานแผล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะหลัก ได้แก่

1. ระยะการอักเสบ (Inflammatory phase) เป็นระยะที่เกิดขึ้นทันทีหลังการเกิดบาดแผล โดยหลอดเลือดบริเวณแผลจะหดตัวในระยะแรกเพื่อหยุดเลือด จากนั้นจะเกิดการขยายตัว ส่งผลให้มีการไหลเวียนของเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดอาการบวม แดง และร้อน เซลล์เม็ดเลือดขาว โดยเฉพาะนิวโทรฟิล (Neutrophils) และแมคโครฟาจ (Macrophages) จะเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณแผล เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ สิ่งแปลกปลอม และเนื้อเยื่อที่เสียหาย ระยะนี้มีความสำคัญต่อการป้องกันการติดเชื้อ และเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ จะเกิดขึ้นในช่วง 1-3 วันแรก

2. ระยะการเพิ่มจำนวนและสร้างเนื้อเยื่อใหม่ (Proliferative phase) จะเริ่มต้นหลังการอักเสบลดลง เซลล์ไฟโบรบลาสต์ (Fibroblasts) จะเพิ่มจำนวน สร้างคอลลาเจน และองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ขณะเดียวกันจะเกิดการสร้างเส้นเลือดฝอยใหม่ เพื่อเพิ่มการลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังบริเวณแผล นอกจากนี้เซลล์เยื่อบุผิว จะเคลื่อนที่เข้าปกคลุมพื้นผิวแผล ส่งผลให้ขอบแผลหดตัวและเริ่มปิด ระยะนี้มักเกิดขึ้นในช่วงประมาณวันที่ 3-10 ภายหลังการเกิดแผล

3. ระยะการปรับสภาพเนื้อเยื่อ (Remodeling phase) เป็นระยะสุดท้ายของกระบวนการสมานแผล เส้นใยคอลลาเจนจะมีการจัดเรียงตัวใหม่ให้มีความเป็นระเบียบและแข็งแรงมากขึ้น ส่งผลให้เนื้อเยื่อมีความแข็งแรง ความทนทานเพิ่มขึ้น ในระยะนี้ความหนาแน่นของเส้นเลือดใหม่จะลดลง เนื้อเยื่อแผลจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นเนื้อเยื่อแผลเป็น ระยะนี้อาจใช้เวลาหลายสัปดาห์ถึงหลายเดือน ขึ้นอยู่กับขนาดและความรุนแรงของบาดแผล รวมถึงสุขภาพโดยรวมของสัตว์

ปัจจัยที่มีผลต่อการสมานแผลในสัตว์

การสมานแผลในสัตว์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ อายุของสัตว์ โดยสัตว์อายุน้อยมักมีการสมานแผลเร็วกว่า สุขภาพโดยรวมและภาวะโภชนาการ การติดเชื้อบริเวณบาดแผล วิธีการดูแลและการจัดการบาดแผล และ สภาพแวดล้อม เช่น ความสะอาด ความชื้น และอุณหภูมิ

ซาสวานี อีเต และคณะ (2566) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เจลจากสารสกัดหยาบใบสาบเสือ และประเมินฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* โดยใช้วิธี Agar well diffusion เปรียบเทียบเจล สูตรไม่มีสารสกัด และสูตรมีสารสกัดใบสาบเสือ ผลการศึกษาพบว่าเจลทั้งสองสูตรมีลักษณะเป็นเนื้อ

เดียวกัน มีค่า pH 7.22 และ 6.38 ตามลำดับ ซึ่งเหมาะสมต่อการใช้งานบนผิวหนัง นอกจากนี้พบว่าเจลที่มีสารสกัดใบสาบเสือสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใสเฉลี่ยเท่ากับ 10.03 ± 0.05 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าสารสกัดใบสาบเสือมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เจลสำหรับป้องกันการติดเชื้อในบาดแผลสด และสนับสนุนการนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการสมานแผลในสัตว์เศรษฐกิจ เช่นเดียวกัน ตยาคี พลกล้า และคณะ (2565) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดยาจากใบสาบเสือต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยใช้วิธี disc diffusion ในการหาค่า MIC และ MBC ผลวิจัยพบว่าสารสกัดใบสาบเสือมีค่า MIC เท่ากับ 6.25 mg/mL และค่า MBC เท่ากับ 25.0 mg/mL แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญในการป้องกันการติดเชื้อในบาดแผล เช่นเดียวกัน ภัทรวดี พงษ์สุขเจริญกุล และคณะ (2568) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เจลห้ามเลือดจากสารสกัดใบสาบเสือ เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรตำรับเจลที่มีประสิทธิภาพในการห้ามเลือด และมีมาตรฐานการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานภาคสนาม ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ Scutellarein tetramethyl ether ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์พบว่า วิธีมีความจำเพาะที่ดี มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 6.25–200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation Coefficient (r) 0.9998 แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นในระดับสูงมาก นอกจากนี้ การทดสอบความถูกต้อง (Accuracy) พบค่า recovery เท่ากับ $101.12 \pm 3.78\%$ และความแม่นยำ (Precision) มีค่า %RSD เท่ากับ 3.74 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานการวิเคราะห์ทางเภสัชกรรม สูตรตำรับเจลประกอบด้วยสารสกัดใบสาบเสือ 5% โดยน้ำหนัก (w/w) ใช้เอทานอล 70% และโพรพิลีนไกลคอลเป็นตัวทำละลาย และใช้ Carbopol® 940 ความเข้มข้น 2% โดยน้ำหนักเป็นสารก่อกเจล ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเจลสีน้ำตาลอมเขียว ค่า pH 4.16 และมีความหนืด 626 centipoise (cP) ปริมาณสาร Scutellarein tetramethyl ether มีค่า 68.95 mg/ml ซึ่งอยู่ในช่วงความเข้มข้นที่แสดงฤทธิ์ในการห้ามเลือดได้ ผลการศึกษาพบว่าสามารถพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เจลห้ามเลือดจากสารสกัดใบสาบเสือ ขนาดบรรจุ 100 กรัม ในหลอดพลาสติกสีขาว ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและมีปริมาณสารสำคัญในระดับที่ให้ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา และผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้นำไปใช้ภาคสนามในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการวิจัยทดลองในลักษณะเชิงเปรียบเทียบ (Comparative study) ใช้ลูกสุกรเพศผู้ อายุ 12-14 วัน จำนวน 30 ตัว คัดเลือกจากฟาร์มเดียวกัน มีสุขภาพแข็งแรง และไม่มีความผิดปกติทางกายภาพ ลูกสุกรทุกตัวเลี้ยงในโรงเรือนเดียวกัน ได้รับอาหาร น้ำ และการจัดการเหมือนกัน วางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Comple Randomized Design, CRD) โดยสุ่มลูกสุกร 30 ตัว ออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว ดังนี้

กลุ่มที่ 1: ใช้สารละลายโพวิโดน-ไอโอดีน (Control)

กลุ่มที่ 2: ใช้สารสกัดใบสาบเสือในรูปแบบสเปรย์ (Spray)

กลุ่มที่ 3: ใช้สารสกัดใบสาบเสือในรูปแบบเจล (Gel)

การดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสกัดสารจากใบสาบเสือ จุฑามณี แสงสว่าง และคณะ (2565) (ภาพที่ 1 ก, ข)

1. เก็บใบสาบเสือจากแหล่งที่ปลอดสารเคมี เลือกใบลำดับที่ 3 จากยอดอ่อน ล้างทำความสะอาด ฝรั่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2. บดใบแห้งให้เป็นผงหยาบ ร่อนให้ได้ขนาดสม่ำเสมอ และเก็บในภาชนะปิดสนิท

3. สกัดด้วยเอทานอล ชั่งผงใบแห้ง 200 กรัม แช่ในเอทานอล 70% อัตราส่วน 1:5 (w/v) ที่อุณหภูมิห้อง 48-72 ชั่วโมง โดยคนสารวันละ 2 ครั้ง

4. กรองแยกกากพืชออกจากสารละลายจนได้สารสกัดใส

5. เก็บรักษา บรรจุในขวดแก้วสีชา ปิดสนิท และเก็บที่อุณหภูมิ 4°C



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการสกัดสารจากใบสาบเสือ (ก) การเก็บและคัดเลือกใบสาบเสือ (ข) บดใบแห้ง และแช่สกัดสาร (ค) การทำผลิตภัณฑ์รูปแบบสเปรย์และเจล

ระยะที่ 2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ สมบูรณ์ เจตลีลา และวาริ ลิมป์วิกรานต์ (2551) (ภาพที่ 1 ค)

1. รูปแบบสเปรย์ เจือจางสารสกัดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อให้ได้ความเข้มข้น 10% w/v กรองเข้าบรรจุในขวดสเปรย์ทึบแสง และเก็บที่ 4°C

2. รูปแบบเจล เตรียมเจลดพื้นฐานด้วย Aristoflex® AVC ซึ่งมีความคงตัวดี ให้ความหนืดเหมาะสม และช่วยให้สารออกฤทธิ์สัมผัสแผลได้นานขึ้น ในความเข้มข้น 0.8% w/w เติมสารสกัดให้ได้ความเข้มข้น 10% w/v (วรวิทย์ จันทรสุวรรณ, 2565) กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุในภาชนะทึบแสง

ระยะที่ 3 การทดลองในลูกสุกร

1. การตอนลูกสุกร ที่อายุ 10 วัน ทำการจับบังคับขาหลังทั้งสองข้างของลูกสุกรห้อยหัวลง ใช้สาลิชูบน้ำยาฆ่าเชื้อเช็ดบริเวณถุงอ้นตะ ใช้นิ้วดันลูกอ้นตะให้เต่งตึง จากนั้นใช้มีดกรีดตามแนวยาวของถุงอ้นตะทีละข้าง ให้แผลยาวประมาณ 1 เซนติเมตร บีบลูกอ้นตะให้ทะลุผ่านรอยแผลออกมา ดึงท่อน้ำน้ำเชื้อและเส้นเลือดให้ขาด ไม่ต้องเย็บแผล จากนั้นใช้สารผลิตภัณฑ์ตามกลุ่มทดลอง บริเวณแผล

2. ใช้สารผลิตภัณฑ์ วันละ 1 ครั้ง ในเวลาเดียวกันของทุกวันทำต่อเนื่องจนแผลสมานสนิท กลุ่มควบคุม: ทาโพวิโดน-ไอโอดีน, กลุ่มสเปรย์: ฟัน 3 ครั้ง ห่างจากแผล 10-15 เซนติเมตร และกลุ่มเจล: ทาเจล บริเวณแผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อมูลตั้งแต่ Day 0 จนแผลสมานสนิท ดังนี้

1. การวัดขนาดและพื้นที่แผล: ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และคำนวณพื้นที่แผลโดยใช้สูตร:

$$\text{พื้นที่แผล} = \pi r^2$$

$$\text{กำหนด } \pi = 3.14 \quad r = \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \div 2$$

2. การประเมินการอักเสบ: ประเมินวันละ 1 ครั้ง โดยให้คะแนน 0 - 3

1) ความแดง: 0 = ไม่มี 1 = เล็กน้อย 2 = ปานกลาง 3 = รุนแรง

2) การบวม: ประเมินการเปลี่ยนแปลงของขนาดแผล โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดของแผลด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

3. ระยะเวลาการสมานแผล พิจารณาจากแผลแห้ง ไม่บวม แดง ร้อน ไม่มีหนอง และขอบแผลเชื่อมติด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ANOVA ตามแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี Least of significant different (LSD)

งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินภายใต้จริยธรรมทางสัตว์ โดยได้รับความยินยอมจากเจ้าของฟาร์มอยู่ภายใต้การดูแลของสัตวแพทย์ ปฏิบัติตามหลักสวัสดิภาพสัตว์และแนวทางการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อกระบวนการสมานแผลภายหลังการตอนลูกสุกร ทำการประเมินตั้งแต่วันที่แรกภายหลังการตอนจนถึงวันที่ 7 ดังนี้

1. ผลการสกัดสารจากใบสาบเสือ

ผลการวิเคราะห์พบว่า สารสกัดใบสาบเสือมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 79.75 ± 1.39 milligram quercetin equivalent per gram of extract; mg QE/g extract (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์สารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดใบสาบเสือ

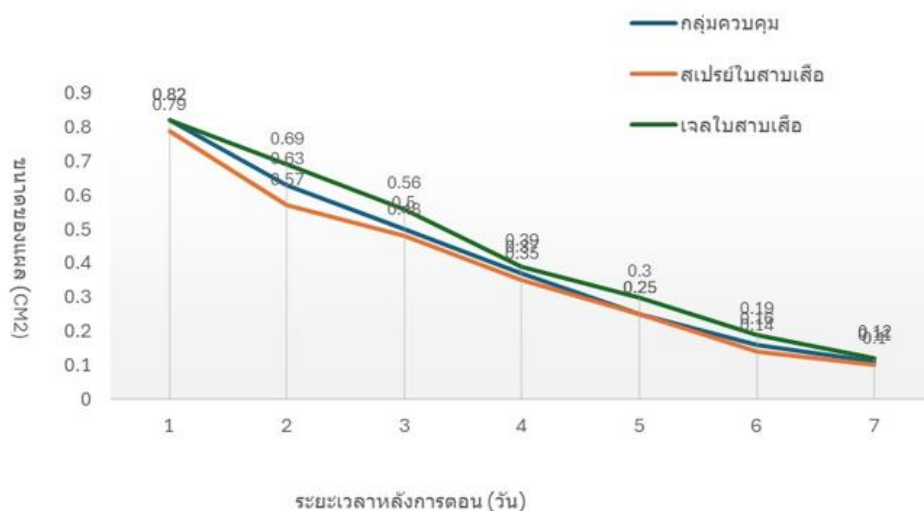
Total Flavonoid Content (TFC) (mg QE/g extract)	ครั้งที่วิเคราะห์			เฉลี่ย±SD
	1	2	3	
	78.45	81.20	79.60	79.75 ± 1.39

ที่มา: ห้องปฏิบัติการศุนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน (2569)

2. ประสิทธิภาพของสารสกัดใบสาบเสือต่อการสมานแผลหลังการตอนลูกสุกร

2.1 ผลของสารสกัดใบสาบเสือต่อพื้นที่แผล

ค่าเฉลี่ยพื้นที่แผล (cm^2) ของลูกสุกร พบว่าพื้นที่แผลของลูกสุกรทุกกลุ่มมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ภายหลังการตอน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองในแต่ละช่วงเวลา พบว่าในวันที่ 2 กลุ่มที่ได้รับสารสกัดใบสาบเสือรูปแบบสเปรย์มีค่าเฉลี่ยพื้นที่แผลน้อยที่สุด ($0.57 \pm 0.04 \text{ cm}^2$) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดในรูปแบบเจล ($0.69 \pm 0.12 \text{ cm}^2$) และกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามในช่วงวันอื่น ๆ ของการทดลอง ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p > 0.05$) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพื้นที่แผล (cm^2) ของลูกสุกรภายหลังการตอน

2.2 ผลของสารสกัดใบสาบเสือต่อคะแนนอาการแดงของแผลภายหลังการตอน

อาการแดงของแผลหลังการตอน พบว่าค่าคะแนนอาการแดงของแผลมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการทดลองในทุกกลุ่ม เมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มทดลองในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ในวันที่ 1 และ 2 ภายหลังการตอน กลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือในรูปแบบสเปรย์และเจลมีคะแนนอาการแดงเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างรูปแบบสเปรย์และเจล ในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 7 ภายหลังการตอน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$) โดยทุกกลุ่มมีคะแนนอาการแดงเฉลี่ยใกล้เคียงกันมีการอักเสบในระดับเล็กน้อยและกระบวนการสมานแผลที่ดำเนินไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนอาการแดงของแผล (Redness score) ของลูกสุกรภายหลังการตอน

วันที่	ควบคุม	สเปรย์	เจล	<i>p</i> - value
วันที่ 1	2.60±0.52 ^b	1.90±0.32 ^a	1.70±0.48 ^a	<0.01
วันที่ 2	1.50±0.53 ^b	1.05±0.01 ^a	1.06±0.01 ^a	<0.01
วันที่ 3-7	1.09±0.01	1.02±0.01	1.01±0.01	0.080

^{a,b} อักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

2.3 ผลของสารสกัดใบสาบเสือต่ออาการบวมของแผล

ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางอาการบวมของแผล (เซนติเมตร) ของลูกสุกรภายหลังการตอน แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของอาการบวมของแผล (เซนติเมตร) ของลูกสุกรในแต่ละกลุ่มทดลองภายหลังการตอน

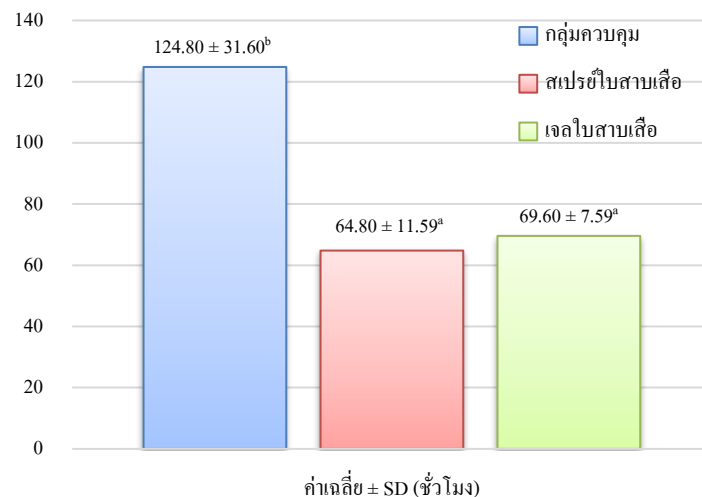
วันที่	ควบคุม	สเปรย์	เจล	<i>p</i> - value
1	0.46±0.03	0.44±0.03	0.45±0.03	0.489
2	0.40±0.04 ^a	0.37±0.03 ^b	0.41±0.05 ^a	<0.05
3	0.35±0.03	0.35±0.03	0.38±0.04	0.099
4	0.30±0.03	0.30±0.04	0.31±0.05	0.486
5	0.25±0.04	0.25±0.04	0.27±0.05	0.240
6	0.19±0.04	0.18±0.03	0.21±0.05	0.203
7	0.15±0.04	0.14±0.04	0.17±0.05	0.654

^{a,b} อักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการทดลองพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของอาการบวมของแผลมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลาการติดตามผล ซึ่งสะท้อนถึงกระบวนการลดลงของการอักเสบและการสมานแผลตามลำดับเวลา เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของอาการบวมของแผลในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับสารสกัดใบสาบเสือในรูปแบบสเปรย์ และรูปแบบเจล ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลาของการทดลอง ($p > 0.05$) ยกเว้นชั่วโมงที่ 2 รูปแบบสเปรย์จะมีอาการต่ำกว่ากลุ่มเจล และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือนำมาแสดงค่าอาการบวมลดลงอย่างต่อเนื่องในลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

2.4 ผลของสารสกัดใบสาบเสือต่อระยะเวลาการหายของแผล

ระยะเวลาการหายของแผล (ชั่วโมง) ของลูกสุกรภายหลังการตอน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < 0.01$) โดยกลุ่มควบคุมมีระยะเวลาการหายของแผลยาวนานที่สุด 124.80 ± 31.60 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือทั้งในรูปแบบสเปรย์และรูปแบบเจล เท่ากับ 64.80 ± 11.59 ชั่วโมง 69.60 ± 7.59 ชั่วโมง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้รับสารสกัดในรูปแบบสเปรย์และเจล ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบสาบเสือทั้งสองรูปแบบมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันในการช่วยเร่งการสมานแผล (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการหายของแผล (ชั่วโมง) ของลูกสุกรในแต่ละกลุ่มทดลอง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือนำมาผสมกับฟลาโวนอยด์รวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงของเซลล์ที่เกิดจากอนุมูลอิสระและภาวะ Oxidative stress ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการอักเสบและการทำลาย

เนื้อเยื่อบริเวณบาดแผล สารดังกล่าวยังสามารถยับยั้งการสร้างสาร เช่น Prostaglandins และ Cytokines ส่งผลให้กระบวนการอักเสบลดลง เอื้อต่อการเข้าสู่ระยะการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ได้รวดเร็วขึ้น รวมถึงช่วยส่งเสริมการทำงานของไฟโบรบลาสต์และการสังเคราะห์คอลลาเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ สอดคล้องกับรายงานของ ปิยาภรณ์ วรานุสันติกุล และคณะ (2559) ซึ่งรายงานว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยฤทธิ์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีบทบาทในการลดการอักเสบ ส่งเสริมกระบวนการสมานแผล และสอดคล้องกับรายงานของ จรุงญู สันทวีวรกุล และคณะ (2551) ซึ่งพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือสามารถช่วยเร่งการหายของแผลภายหลังการตอนลูกสุกรได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสอดคล้องของผลการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนศักยภาพของสารสำคัญในใบสาบเสือ โดยเฉพาะสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีบทบาทลดการอักเสบและส่งเสริมการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ ส่งผลให้กระบวนการสมานแผลเกิดขึ้นได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น การลดลงของอาการแดงในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารสกัดในการควบคุมกระบวนการอักเสบ การลดการอักเสบช่วยลดความเสียหายของเนื้อเยื่อ ยังส่งเสริมกระบวนการฟื้นฟูเนื้อเยื่อให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าผลของอาการบวมจะไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ความไม่แตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากข้อจำกัดด้านขนาดตัวอย่าง ความแปรปรวนทางสรีรวิทยาของสัตว์ทดลอง หรือพฤติกรรมของลูกสุกร เช่น การเคลื่อนไหว การเสียดสีบริเวณแผล ที่สำคัญกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือมีระยะเวลาการหายของแผลสั้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสารสกัดในการเร่งกระบวนการสมานแผลและลดระยะเวลาการฟื้นตัว จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าสามารถใช้สารสกัดจากใบสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ทั้งในรูปแบบสเปรย์และเจล ช่วยลดการอักเสบและเร่งกระบวนการสมานแผลภายหลังการตอนลูกสุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากคุณวิณะศักดิ์ ถนอม เจ้าของสถานที่ฝึกประสบการณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่วิจัย และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

References

- กรมวิชาการเกษตร. (2564). *ฐานข้อมูลพืชสมุนไพรไทย*. สืบค้นจาก <http://www.doa.go.th>
- จรุงญู สันทวีวรกุล, วริษา สันทวีวรกุล, และมนุญ หาญทิวี. (2551). *การใช้สารสกัดหายาจากใบสาบเสือรักษาบาดแผลจากการตอนลูกสุกร*. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาสัตวแพทยศาสตร์. 115-121.

- จุฑามณี แสงสว่าง, พัชรี อารุง, ชัยณัฐพงศ์ ประทุม, และ ศรันยา เฟือกผ่อง. (2565). ปริมาณสารอัลฟาอะไมริน (α -amyrin) ในสารสกัดจากใบสาบเสือ (*Chromolaena odorata* L.) ที่สกัดด้วยเอทานอลและฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Propionibacterium acnes*. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 10(2), 91-105.
- ชาสวานี อีแด, ฟาคิลละห์ เต๊ะมาลอ, และ พูรคอน นิมุซอ. (2566). การพัฒนาเจลสมุนไพรสาบเสือและฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus*. *วารสารสัตว์เศรษฐกิจไทย*, 17(1), 22-30.
- ตยาดี พลกล้า, รสจรินทร์ แซ่โซ, จุฑาวดี ฤทธิสอน, ชนภัทร สืบราศรี, และ อรุมา นทร์เสถียร. (2565). การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดใบสาบเสือ. *วารสารวิจัยเกษตรและชีววิทยา*, 14(2), 33-41.
- ปิยาภรณ์ วรานุสันติกุล, สุชาดา โทผล, เจษฎา แพนาค, นิวัฒน์ กังวานรังสรรค์, และ ศรีสุดา หาญภาคภูมิ. (2559). การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาดจากสาบเสือ. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 9(2), 31-57.
- ภัทรวดี พงษ์สุขเจริญกุล, กุลธิดา บัณฑราภิวัดน์, รจนา อินทะไชย, และ รุจิรา วิไลรัตน์. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์: เจลห้ามเลือดจากสารสกัดใบสาบเสือ. *เวชสารแพทย์ทหารบก*, 78(2), 85-92.
- วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2565.) *เคมีวิเคราะห์ (หลักการและเทคนิคการคำนวณเชิงปริมาณ)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบุรณ์ เจตลีลา และวาริ ลิมปวีกรานต์. (2551). ผลิตภัณฑ์สมุนไพรตอนที่ 3: สุนัขกับการผลิตเจลสมุนไพร. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. <https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/195>
- สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน). (2565). *พืชสมุนไพรไทยและการใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจ*. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ.
- ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน. (2569). *รายงานการวิเคราะห์สารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดใบสาบเสือ*. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน.
- อัจฉริย สาโรวาท. (มปป). *Wound healing and wound care*. ภาควิชาศัลยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. <https://www.rama.mahidol.ac.th/>

ผลของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันต่อการเติบโตและต้นทุนของการผลิตกัญชา ในโรงเรือน

Effect of Various Growing Media on Growth and Cost of Cannabis Production in Greenhouses

สุภัตตรา แสงขำ^{1*}, ทวี ปิงสุแสน¹, อรทัย แสงมณีจรัส¹, และ เดชบุญ ตูย์แก้ว²
Supatra Sangkham^{1*}, Tawee Pingsusan¹, Orathai Sangmaneejaras¹, and Detboon Tuikaew²

Received: 29 April 2026

Revised: 26 May 2026

Accepted: 29 May 2026

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of various growing media on the growth of the cannabis in greenhouse and to compare the cost of growing media for greenhouse cannabis production at Chativa Glow Co., Ltd., Chiang Mai Province. The experimental was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments with 24 replications as follows: Treatment 1: peat moss to perlite (2:1) (control); Treatment 2: peat moss to perlite to raw rice husk (1:1:1), Treatment 3: peat moss to perlite to rice husk ash (1:1:1), and Treatment 4: peat moss to perlite to coconut coir dust (1:1:1). The results revealed that Treatment 4 (peat moss: perlite: coconut coir dust) yielded the highest average number of branches at 9.29. Treatment 3 (peat moss to perlite to rice husk ash) provides the maximum stem diameter on average 1.34 mm. Most importantly, it produced the highest fresh flower weight at 110 days, reaching 3.65 kg, which was highly significantly different ($p < 0.05$) from the other treatments. Regarding the number of leaves, Treatment 1 (peat moss: perlite) provided the highest average leaf count of 11.37 leaves, but showed no statistical difference compared to the other treatments. In terms of growing media costs, the peat moss and perlite formula exhibited the highest cost, followed by the formulas containing coconut coir dust, rice husk ash, and raw rice husk, respectively. In conclusion, Treatment 3: (peat moss to perlite to rice husk ash) is a highly potent formula for growing cannabis in greenhouses, as it can promote stem growth, increases the weight of fresh flowers and the cost of growing media was relatively low.

Key words: Growing media; Cannabis; Growth; Growing media cost

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันต่อการเติบโตของกัญชาในโรงเรือนและเปรียบเทียบต้นทุนวัสดุปลูกในการผลิตกัญชา ณ บริษัทชาทิวา โกลว์ จำกัด 85 จังหวัด

¹วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 จ.เชียงใหม่ 50120

¹Chiang Mai College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education Northern Region 1, Chiang Mai Province, 50120, Thailand

²บริษัท ชาทิวา โกลว์ จำกัด อำเภอคอยหล่อ จ.เชียงใหม่ 50160

²Sateewa Glow CO., LTD. Doi Lo District, Chiang Mai Province, 50120, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Supatra7319@gmail.com

เชียงใหม่ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 24 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 พิทมอส: เพอร์ไลท์ (2:1) (ควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 พิทมอส: เพอร์ไลท์: แกลบคิบ (1:1:1) กรรมวิธีที่ 3 พิทมอส: เพอร์ไลท์: แกลบดำ (1:1:1) และ กรรมวิธีที่ 4 พิทมอส: เพอร์ไลท์: ขุยมะพร้าว (1:1:1) ผลการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่ 4 พิทมอส: เพอร์ไลท์: ขุยมะพร้าว ให้จำนวนการแตกกิ่งดีที่สุดใน 9.29 กิ่ง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น กรรมวิธีที่ 3 (พิทมอส: เพอร์ไลท์: แกลบดำ) ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุดเฉลี่ย 1.34 มิลลิเมตร ที่สำคัญให้น้ำหนักดอกสดที่ 110 วัน สูงสุด เท่ากับ 3.65 กก./ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) จากกรรมวิธีอื่น ในส่วนจำนวนใบกัญชา พบว่า กรรมวิธีที่ 4 (พิทมอส: เพอร์ไลท์: ขุยมะพร้าว) ให้ค่าเฉลี่ยการแตกใบมากที่สุด 11.70 ใบ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น เมื่อพิจารณาต้นทุนวัสดุปลูก พบว่า สูตรพิทมอส: เพอร์ไลท์ มีอัตราต้นทุนสูงสุด รองลงมา เป็นสูตรพิทมอส: เพอร์ไลท์: ขุยมะพร้าว สูตรพิทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดำ และ สูตรพิทมอส:เพอร์ไลท์: แกลบคิบ ตามลำดับ สรุปได้ว่ากรรมวิธีที่ 3 (พิทมอส: เพอร์ไลท์: แกลบดำ) เป็นสูตรที่มีศักยภาพสูงสำหรับการปลูกกัญชาในโรงเรือน เนื่องจากสามารถส่งเสริมการเติบโตของลำต้น เพิ่มน้ำหนักดอกสด และมีต้นทุนวัสดุปลูกค่อนข้างต่ำ

คำสำคัญ : วัสดุปลูก; กัญชา; การเติบโต; ต้นทุนวัสดุปลูก

บทนำ

พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562 จัดกัญชาเป็นประเภทที่ 5 อนุญาตให้ใช้เฉพาะในทางการแพทย์เพื่อการดูแล รักษาผู้ป่วยและการวิจัย ซึ่งสารประกอบ Cannabinoids สามารถใช้รักษาโรค สาร Delta-9-Tetrahydrocannabinol (THC) จะออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท สาร Cannabinoids ออกฤทธิ์ผ่าน Cannabinoid receptor หลัก คือ CB1 receptor ซึ่งพบมากในสมองและร่างกาย มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจ ความจำ ความเข้าใจ อารมณ์ การรับรู้ความปวดและการเคลื่อนไหว CB2 receptor พบที่ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบประสาทส่วนปลาย ม้าม ทอนซิล ต่อมไทมัส กระจก ผิวหนัง และ เลือด Monocyte, Macrophages, B-cells และ T-cells ในร่างกายสามารถสร้าง endocannabinoid ซึ่งส่งผลเกี่ยวข้องกับการทำงานของความจำ อารมณ์ ความอยากอาหาร การนอนหลับ ความปวด การคิด และการอักเสบ รวมถึงบทบาทในการป้องกันการทำงานของสมอง ระบบ metabolism ของร่างกาย (กรมการแพทย์, 2565) การจัดการวัสดุปลูกถือเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการผลิตกัญชาในเชิงพาณิชย์ วัสดุปลูกพิทมอสมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีและมีการระบายอากาศที่ดีแต่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาค่อนข้างสูงไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และยังมีรายงานว่าหากความชื้นไม่เพียงพอจะทำให้พิทมอสไม่สามารถกลับมาอุ้มน้ำได้เหมือนเดิม นอกจากนี้พิทมอสยังก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับเชื้อราและตะไคร่น้ำได้ง่าย (กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ และ ไกรยศ แซ่ลิ้ม, 2565) มีการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุปลูกที่สามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้

พืชมอส เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ขุยมะพร้าว แกลบเผา และขี้เถ้า ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ และระบายอากาศได้ดี วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นหรือในครัวเรือน เปลือกปื้ม้ (พื้มพรรณ พื้มลร์คณ์ และคณะ, 2565) หญ้าทะเล (*Posidonia oceanica*) หรือปุ้ยม้กจากเศษอาหาร (นิตย์ตะยา ผาสุขพันธุ์ และคณะ, 2564) ซึ่งวัสดุปลูกแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีที่แตกต่างกัน การใช้วัสดุปลูกที่หาได้ง่ายสามารถผลิตได้เองน่าจะเป็นทางเลือกในการผลิตกัญชาต้นทุนต่ำ จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของวัสดุปลูกสูตรที่แตกต่างกันต่อการเติบโตของกัญชาและเปรียบเทียบต้นทุนวัสดุเพาะในการผลิตกัญชาในโรงเรือน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกสูตรที่แตกต่างกันต่อการเติบโตของการผลิตกัญชาในโรงเรือน
2. เพื่อศึกษาต้นทุนวัสดุปลูกสูตรที่แตกต่างกันในการผลิตกัญชาในโรงเรือน

บททวนวรรณกรรม

กัญชา (*Cannabis sativa* L.)

กัญชา มีลักษณะลำต้นเป็นเหลี่ยมขนสีเขียวอมเทา ใช้เมล็ดขยายพันธุ์ มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย พบปลูกมากในทวีปยุโรปประเทศบราซิล อเมริกันแถบตะวันออก และปลูกมากตามแนวเขาทางภาคเหนือของประเทศไทย ลักษณะใบกัญชาเป็นใบเดี่ยวรูปฝ่ามือออกเรียงตรงข้ามลักษณะของใบแตกออกเป็นแฉกๆ ประมาณ 5-8 แฉก แต่ละแฉกเป็นรูปยาวรีปลายและโคนสอบขอบใบทุกแฉกเป็นหยักแบบฟันเลื่อยขนาดกว้างประมาณ 0.3-1.5 เซนติเมตรและยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตรผิวใบด้านบนเป็นสีเขียวเข้มด้านล่างท้องใบมีสีเทาอ่อนเล็กน้อย มีขนต่อมกระจายทั่วผิวใบด้านบนด้านล่างมีขนอ่อนนابไปกับแผ่นใบ ก้านใบยาวประมาณ 4-15 เซนติเมตรในก้านหนึ่งจะมีใบเดี่ยว 3-11 ใบ มีกลิ่นเหม็นเขียวใบกัญชา ใบเดี่ยว เป็นรูปฝ่ามือ ออกเรียงตรงข้ามลักษณะของใบแตกออกเป็นแฉก ๆ ประมาณ 5-8 แฉก แต่ละแฉกเป็นรูปยาวรี ปลายและ โคนสอบ ขอบใบทุกแฉกเป็นหยักแบบฟันเลื่อย ขนาดกว้างประมาณ 0.3-1.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนเป็นสีเขียวเข้ม ด้านล่างท้องใบมีสีเทาอ่อนเล็กน้อยขนต่อมกระจายทั่วผิวใบด้านบน ด้านล่างมีขนอ่อนนابไปกับแผ่นใบ ก้านใบยาวประมาณ 4-15 เซนติเมตรในก้านหนึ่งจะมีใบเดี่ยว 3-11 ใบ มีกลิ่นเหม็นเขียวดอกกัญชา เป็นแบบแยกเพศ ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียจะแยกกันอยู่คนละต้น ออกดอกเป็นช่อที่ง่ามใบหรือปลายกิ่ง ดอกเป็นสีเหลืองหรือสีเขียว มีทั้งดอกช่อเพศผู้และดอกช่อเพศเมีย โดยช่อดอกและใบของต้นเพศผู้จะจัดเรียงตัวกันแบบห่าง ๆ ต้นเพศเมียดอกเรียงชิดกัน ดอกเล็ก และดอกเพศเมียจะมีกลีบเลี้ยงหุ้มอยู่ ลักษณะของผลกัญชาเป็นรูปไข่ กว้าง ผิวผลเรียบเป็นมัน สีน้ำตาลแกมเทาหรือสีเทาเข้ม มีใบประดับหุ้ม ในผลจะมีเมล็ดขนาดเล็ก เมล็ดมีลักษณะกลม ผลแห้งขนาดเล็ก เมล็ดอ่อน ไม่แตก (สุรศักดิ์ อิมเอี่ยม และคณะ, 2562)

ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกกัญชา

การเจริญเติบโตของต้นกัญชามักขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ (หนึ่ง เดียวอาร์ง, 2564) ดังนี้

- 1) น้ำ ให้ประมาณ 5-10 นาฬิกา/ครั้ง/วัน ระยะเวลาการให้น้ำจะปรับเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นกัญชา และพิจารณาจากความชื้นของดินและสภาพอากาศ
- 2) แสง ในระยะอายุ 1-3 เดือน เปิดไฟแสงสีขาวให้ต้นกัญชา เริ่มตั้งแต่ย้ายต้นกัญชาลงดินจนถึงช่วงทำดอก เปิดไฟเวลา 18.00 – 08.00 น. เพื่อเพิ่มระยะเวลาการสังเคราะห์แสง
- 3) การตกแต่งใบ โดยตัดแต่งใบส่วนล่างของต้น ลดความหนาแน่นของใบและช่วยให้แสงส่องได้ทั่วทั้งต้น และเทคนิคการโน้มกิ่ง การตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่งโล่ง เพื่อให้แสงส่องถึงโคนต้น
- 4) การลดแสง กางผ้าใบคลุมต้นกัญชาหรือย้ายต้นกัญชาไปไว้ยังที่ร่มในช่วงเวลากลางวัน โดยเฉพาะช่วงบ่าย การลดระยะเวลารับแสง จะทำให้ กัญชาออกดอกได้ดีขึ้น

การปลูกกัญชาและดูแลรักษา

1. การเตรียมดินปลูก ใช้ดินร่วนซุย ระบายน้ำได้ดี มีอินทรีย์วัตถุสูง มีค่า pH 5.8-6.0
2. การปลูกกัญชา มี 2 วิธี คือ การเพาะเมล็ดกัญชาและการปักชำกิ่ง หรือการโคลนนิ่งกัญชา โดยใช้ต้นแม่พันธุ์ที่มีความแข็งแรง จะได้ต้นโคลนที่มีพันธุ์ดีมีลักษณะเช่นเดียวกับต้นแม่พันธุ์
3. การรดน้ำและใส่ปุ๋ยต้นกัญชา น้ำสำหรับปลูกกัญชาควรมีค่า pH 6.3-6.8 และสามารถใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มูลไก่ มูลวัว มูลไส้เดือน หรือมูลค่างควา ไส้รอบ ๆ โคนต้นกัญชา
4. การคัดต้นกัญชา จะคัดเฉพาะช่อดอกกัญชาเพศเมีย เนื่องจากมีสารสกัดสำคัญมากกว่ากัญชาเพศผู้ ซึ่งจะคัดแยกได้หลังปลูกกัญชาประมาณ 45 วัน
5. การเก็บเกี่ยวต้นกัญชา เก็บเกี่ยวตั้งแต่อายุได้ 4 เดือนขึ้นไปในช่วงที่มีแสงแดดจัด จะได้ต้นกัญชาที่มีสาร THC สูง

วัสดุปลูกกัญชา

พีทมอส เป็นวัสดุที่ได้จากการทับถมของพืชน้ำหลายชนิด โดยเฉพาะ Sphagnum moss เป็นวัสดุที่สะอาด น้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้ มากถึง 10-20 เท่าของน้ำหนักแห้ง มีค่า pH ประมาณ 6.0 (สุรวิษวรรณไกร โรจน์ และคณะ, 2562) มีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง มีธาตุอาหารสำคัญที่พืชต้องการ สามารถในการเก็บกักความชื้นได้ดี มีความโปร่ง ระบายน้ำและอากาศได้ดี เหมาะเป็นวัสดุเพาะกล้าหรือวัสดุปลูก และเป็นวัสดุทางธรรมชาติที่มีเกิดขึ้นใหม่ได้ซ้ำ (สมเพียร เกษมทรัพย์, 2524)

ขุยมะพร้าว เป็นวัสดุอินทรีย์ที่อุ้มน้ำได้ดี มีค่า pH ประมาณ 6-7 มีความพรุนสูง คงทนต่อการสลายตัว น้ำหนักเบา หาง่าย ราคาถูก การผสมในวัสดุปลูกควรคำนึงถึงอัตราการใช้ที่เหมาะสม จากหากใช้มากเกินไปอาจทำให้เกิดการอุ้มน้ำ ทำให้เกิดความเสียหายในการระบายอากาศที่รากพืช และการสะสมของโรคพืชได้ (อภิชาติ ศรีสะอาด และพัชรี สำโรงเย็น, 2559)

แกลบดิบ เป็นวัสดุเกษตรที่ใช้ปรับปรุงดินให้ร่วนซุย ระบายน้ำดี ใช้เป็นวัสดุคลุมดินเก็บความชื้นได้ดี แต่หากใช้ผิดวิธีจะเกิดความร้อนจากการย่อยสลายแ่งใน ไตรเจนจากพืช ทำให้ดินแน่น ถ้าพบมหนากินไปควรมักก่อนใช้เพื่อป้องกันรากพืชถูกทำลาย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2560)

แกลบดำ ได้จากการเผาแกลบดิบแบบไม่มีออกซิเจน หรือออกซิเจนต่ำ เพื่อไม่ให้เกิดเปลวไฟ ลูกไหม้จนแกลบดิบกลายเป็นขี้เถ้า มีน้ำหนักเบา ดูดซับน้ำได้ดี มีฟอสฟอรัสสูงเร่งรากให้แตกออกเร็ว และมีค่าอัตราคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 500:1 – 2,500:1 ควรใช้ร่วมกับวัสดุอื่นหรือเติมสารใน ไตรเจนลงไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (สมเพียร เกษมทรัพย์, 2524)

เพอร์ไลท์ (Perlite) วัสดุจากการสลายตัวของหินภูเขาไฟ เป็นซิลิกาสีขาวอมเทาได้จากลาวาของภูเขาไฟ นำไปผ่านการบดและสภาพความร้อนสูงถึง 760 องศาเซลเซียส จึงขยายตัวพองเหมือนฟองน้ำ น้ำหนักเบา อุ่นน้ำได้ 3-4 เท่าไม่มีธาตุอาหารพืช ไม่สามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ มีความหนาแน่นประมาณ 95 - 145 kg/m³ เพอร์ไลท์เมื่อขยายตัวแล้วมีเสถียรภาพดี มีการยุบตัวน้อย (อ่างมณี ศรีสำโรง และสิโรรัตน์ จันทาม, 2565)

ชมพู โทวรรณ และคณะ (2551) ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ตามแผน RCBD ใช้วัสดุเพาะ 18 สูตร 4 ซ้ำ พบว่า วัสดุเพาะกล้าสูตรพีทมอส:แกลบเผา (1:1) มีอัตราการงอกที่สูง (>90%) และเร็วใกล้เคียงกับสูตรพีทมอส ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้าพบว่า สูตรขุยมะพร้าว:แกลบดิบ:แกลบดำ:filter cake อัตรา 1:0.5:1:1, สูตรพีทมอส:filter cake อัตรา 1:1, สูตรพีทมอส:แกลบดิบ อัตรา 1:1 และสูตรพีทมอส:แกลบเผา อัตรา 1:1 มีการเติบโตที่ดี เช่นเดียวกับ ปิยาภัทร์ เข้มวิชัย (2565) ที่ศึกษาวัสดุเพาะเพื่อทดแทนการใช้พีทมอสในการเพาะกล้าผักสลัด คือ พีทมอส (ควบคุม) พีทมอส:ขุยมะพร้าว:แกลบ (1:1:1), ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ปุ๋ยคอก (1:1:1), ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ปุ๋ยคอก (1:1:0.5), ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1), ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยคอก (1:1) และ แกลบดำ:ปุ๋ยคอก (1:1) พบว่า ผักสลัดที่เพาะโดยแกลบดำผสมกับปุ๋ยคอกในอัตราส่วน 1:1 มีเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีการงอก และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกดีที่สุดใน ต้นทุนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ที่ไม่มีส่วนผสมของพีทมอส เช่นเดียวกัน สวัสดิ์ พิมพ์สุวรรณ (2555) ทดลองปลูกต้นหอยแครง (*Dionaea muscipula*) ในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ ขุยมะพร้าว พีทมอส แกลบดิบผสมนุ่น (1:1) กาบมะพร้าวผสมแกลบเผา (1:1) พีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (1:1) และแกลบดิบผสมทราย (1:1) พบว่า กาบหอยแครงที่ปลูกใน กาบมะพร้าว สับผสมเพอร์ไลท์ (1:1) เติบโตได้ดีกว่าวัสดุอื่นๆ ($p < 0.01$) มีความกว้างทรงพุ่ม ความสูง ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ ความยาวกาบใบ ความกว้างกาบใบเฉลี่ย 6.38, 0.93, 2.68, 1.23, 0.95, 0.80 เซนติเมตร ตามลำดับ มีจำนวนใบ 15.25 ใบ และอัตราการรอดตาย 98.75 เปอร์เซ็นต์

อาทิตยา ดวงสุพรรณ และคณะ (2565) อธิบายผลวิธีการที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์ต้นโปรงแก้ว ให้ได้ต้นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี และเจริญเติบโตได้เร็ว ซึ่งทดลองการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดในวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน ได้แก่ พีทมอส (ชุดควบคุม), แกลบดำ, หน้าดิน, ดินผสม:หน้าดิน:พีทมอส:ใบก้ามปู:

ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 2:1:1:1 และ ดินผสม:หน้าดิน:แกลบดิบ:แกลบค 1:พีทมอส อัตราส่วน 2:1:1:1 พบว่า เมล็ดโปร่งกั่วที่เพาะโดยใช้พีทมอส และ ดินผสม สูตร:หน้าดิน:แกลบดิบ:แกลบค 1:พีทมอส อัตราส่วน 2:1:1:1 มีแนวโน้มให้ร้อยละการงอกที่สูงคือ ร้อยละ 64.14 และร้อยละ 46.2 ตามลำดับ รวมถึงมีการ เจริญเติบโตที่ดีโดยในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2564 (เดือนที่ 7) พบว่าการเพาะด้วยพีทมอส ให้ค่าเฉลี่ย ความสูงต้น จำนวนใบและจำนวนกิ่งเท่ากับ 23.0 เซนติเมตร 24.6 ใบ และ 10.6 กิ่ง ตามลำดับ

วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Comple Randomized Design, CRD) ใช้วัสดุเพาะ 4 สูตร สิ่งทดลองละ 24 หน่วย รวมทั้งหมด 96 หน่วยทดลอง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	พีทมอส:เพอร์ไลท์	อัตรา 2:1 ส่วน
กรรมวิธีที่ 2	พีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดิบ	อัตรา 1:1:1 ส่วน
กรรมวิธีที่ 3	พีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบค	อัตรา 1:1:1 ส่วน
กรรมวิธีที่ 4	พีทมอส:เพอร์ไลท์:ขุยมะพร้าว	อัตรา 1:1:1 ส่วน

การเตรียมต้นพันธุ์

1. เลือกกิ่งกัญชาสายพันธุ์ถูก บริษัทซาทีวา โกลว์ จำกัด 85 ต้นที่มีลักษณะแข็งแรงไม่มีโรค และแมลง ข้างในกิ่งพันธุ์ไม่กลวง เนื้อเยื่อเต็ม เลือกที่มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด และเด็ดใบให้เหลือ 4-5 ใบ

2. ตัดกิ่งพันธุ์กัญชาให้มีขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ตรงบริเวณปล้องที่ต่ำกว่าข้อประมาณ 2 เซนติเมตร

3. ทำการชุบเบาๆ บริเวณเนื้อเยื่อ รอบกิ่งพันธุ์ส่วนที่ต่ำกว่าข้อล่างสุด

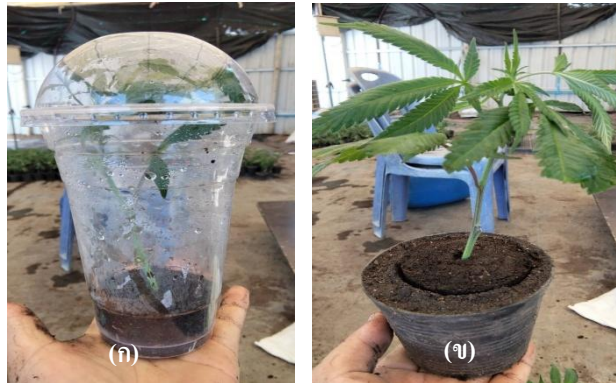
4. นำต้นพันธุ์ไปแช่ในน้ำยาเร่งรากให้น้ำยาท่วมบริเวณข้อแรกของกิ่งเป็นเวลา 3 นาที

การปักชำกิ่งพันธุ์

1. เตรียมวัสดุปักชำประกอบด้วยพีทมอส 25 กิโลกรัมผสมกับน้ำ 2 ลิตรคลุกเคล้าให้เข้ากัน

2. บรรจุพีทมอส ลงในแก้วพลาสติกใสขนาด 24 ออนซ์สูงจากก้นแก้วประมาณ 3 เซนติเมตร และนำกิ่งพันธุ์ที่เตรียมไว้มาปักชำลงบริเวณกลางภาชนะปลูกให้ลึก 1 เซนติเมตร ทำการควบแน่นเพื่อควบคุมความชื้นโดยปิดด้วยฝาแก้วใส (ภาพที่ 1 ก) จากนั้นนำไปวางไว้ในโรงเรือนเพาะชำที่ควบคุมอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียสและเปิดไฟตลอด 24 ชั่วโมง

3. เมื่อกัญชาแตกรากอายุประมาณ 14 วัน หลังการปักชำนำไปปรับสภาพอากาศ โดยการเปิดฝาแก้วที่ครอบออกเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำกิ่งพันธุ์ที่ได้ไปปลูกลงในกระถางขนาด 4 นิ้ว เพื่อให้กิ่งพันธุ์ฟื้นตัวและมีความแข็งแรงสมบูรณ์ยิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้ในการทดลอง (ภาพที่ 1 ข)



ภาพที่ 1 การเตรียมปักชำกิ่งพันธุ์กัญชา (ก) การควมแน่นเพื่อควบคุมความชื้นโดยปิดด้วยฝาแก้วใส (ข) เมื่อกัญชาแตกราก นำกิ่งพันธุ์ปลูกลงในกระถาง

การทดลองวัสดุปลูกสูตรที่ต่างกันต่อการเติบโตของกัญชาในโรงเรือน

1. เตรียมวัสดุปลูกสูตรที่ต่างกันตามกรรมวิธีในการทดลอง
 2. นำวัสดุปลูกบรรจุลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว สูง 12 นิ้ว (ขนาดบรรจุ 25 ลิตร) สิ่งทดลองละ 24 กระถาง จำนวนทั้งสิ้น 96 กระถาง นำไปวางในโรงเรือนตามแผนการทดลอง (ภาพที่ 2 ก)

3. รดน้ำวัสดุปลูกจนชุ่ม นำกิ่งพันธุ์กัญชามาปลูกกระถางละ 1 ต้น เติมวัสดุปลูกให้เต็มกระถาง และทำการเปิดไฟในโรงเรือนเพื่อให้แสงสว่างทุกวันตั้งแต่เวลา 18.00 น. – 24.00 น. จนถึงระยะออกดอก (ภาพที่ 2 ข และ ค)



ภาพที่ 2 การทดลองวัสดุปลูกสูตรที่ต่างกันต่อการเติบโตของกัญชาในโรงเรือน (ก) นำวัสดุปลูกบรรจุลงในกระถาง (ข) และ (ค) นำกัญชาปลูกในโรงเรือน ให้แสงสว่างทุกวันจนถึงระยะออกดอก

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปลูกได้ 14 วัน และบันทึกข้อมูลทุก 2 สัปดาห์ รวม 4 ครั้ง ดังนี้

1. จำนวนกิ่งแขนงโดยนับเฉพาะกิ่งแขนงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร

2. จำนวนใบที่รองกิ่งแขนงของแต่ละต้น
3. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือระดับดิน 10 เซนติเมตรในระยะทำดอกหลังการปิดไฟเพื่อเร่งการออกดอกที่อายุ 56 วัน (ภาพที่ 3 ก)
4. ชั่งน้ำหนักดอกสดหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตช่อที่กัญชาอายุ 110 วัน (ภาพที่ 3 ข)
5. คำนวณต้นทุนวัสดุปลูก ที่บรรจุในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว สูง 12 นิ้ว
6. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนสุ่มสมบูรณ์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มด้วยวิธี Least Significant Differences (LSD)



ภาพที่ 3 การบันทึกข้อมูล (ก) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและ (ข) เปรียบเทียบน้ำหนักช่อดอกสด

ผลการวิจัย

1. การเติบโตและผลผลิตของกัญชา

จำนวนกิ่งที่แตกแขนงจากลำต้นหลัก ที่อายุ 56 วัน พบว่าวัสดุปลูกทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ให้จำนวนการแตกกิ่งกัญชา 7.65-9.29 กิ่ง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของวัสดุปลูกที่แตกต่างต่อการเติบโตของกัญชาในโรงเรือน และต้นทุนวัสดุปลูก

พารามิเตอร์	วัสดุเพาะปลูกกัญชาในโรงเรือน				P-value	cv.%
	พีทมอส:เพอร์ไลท์ (2:1)	พีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดิบ (1:1:1)	พีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดำ (1:1:1)	พีทมอส:เพอร์ไลท์:ขุยมะพร้าว (1:1:1)		
การแตกแขนงกิ่งรวม (กิ่ง)	9.06±1.42	7.65±1.50	9.23±1.42	9.29±1.55	0.840	33.50
จำนวนใบที่รองกิ่งแขนง (ใบ)	11.37±0.94	9.52±1.00	11.35±0.95	11.70±1.05	0.479	17.20
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ม.ม.)	1.22±0.22 ^b	1.00±0.02 ^c	1.34±0.06 ^a	1.27±0.05 ^{ab}	<0.01	6.61
น้ำหนักดอกสดรวม (ก.ก./ต้น)	3.23±0.08 ^{ab}	2.30±0.13 ^b	3.65±0.36 ^a	3.18±0.18 ^{ab}	<0.01	12.38
ต้นทุนวัสดุปลูก (บาท/กระถาง)	236.00	136.00	141.00	153.50	-	-

^{a,b,c} อักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

จำนวนใบที่รองกิ่งแขนง ที่อายุ 56 วัน พบว่าวัสดุปลูกทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ให้จำนวนใบ 9.52-11.70 ใบ (ตารางที่ 1)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ที่อายุ 56 วัน พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดำ (1:1:1) ให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด 1.34 ± 0.06 มิลลิเมตร กับสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:ขุยมะพร้าว (1:1:1) 1.27 ± 0.05 มิลลิเมตร สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์ (2:1) 1.22 ± 0.22 มิลลิเมตร และสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดิบ (1:1:1) 1.00 ± 0.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

น้ำหนักดอกสดรวม ที่อายุ 110 วัน พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดำ (1:1:1) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักดอกสด 3.65 ± 0.36 ก.ก. สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์ (2:1) 3.23 ± 0.08 ก.ก. สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:ขุยมะพร้าว (1:1:1) 3.18 ± 0.18 ก.ก. และสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดิบ (1:1:1) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักดอกสดน้อยที่สุด 2.30 ± 0.13 ก.ก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2. ต้นทุนวัสดุปลูก

ต้นทุนวัสดุปลูกต่อกระถาง (ขนาดบรรจุ 25 ลิตร) พบว่า สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดิบ (1:1:1) มีต้นทุนต่ำสุด 136 บาท/กระถาง รองลงมาคือ สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดำ (1:1:1) 141 บาท/กระถาง สูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:ขุยมะพร้าว (1:1:1) 153.50 บาท/กระถาง ตามลำดับ และสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์ (2:1) มีต้นทุนสูงสุด 236.0 บาท/กระถาง (ตารางที่ 1)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองมีประเด็นที่นำมาอภิปรายผลได้ดังนี้ วัสดุปลูกทุกสูตรมีผลต่อจำนวนกิ่งแขนง และจำนวนใบของกัญชาไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะวัสดุปลูกแต่ละชนิดมีข้อดีในการช่วยส่งเสริมการแตกกิ่งและแตกใบของกัญชาได้ พีทมอสเป็นวัสดุที่ได้จากการทับถมของพืชน้ำหลายชนิด โดยเฉพาะ Sphagnum moss ซึ่งผูกพันเป็นเวลานาน สามารถอุ้มน้ำได้ 10-20 เท่าของน้ำหนักแห้ง มีค่า pH 6.0 เหมาะสมต่อการเติบโตของพืช มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง และมีธาตุอาหารสำคัญที่พืชต้องการ เมื่อขยายตัวแล้วมีเสถียรภาพดี ยุบตัวน้อย ดังรายงาน อ่างมณี ศรีสำโรง และศิริรัตน์ จันทาม (2565) ในส่วนของขุยมะพร้าวนั้น เป็นวัสดุอินทรีย์ที่อุ้มน้ำได้ดี มีค่า pH 6-7 มีความพรุนสูง คงทนต่อการสลายตัว (อภิชาติ ศรีสะอาด และพัชรี สำโรงเย็น, 2559) ในส่วนของแกลบดิบพบว่าช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และลดวัชพืชเมื่อคลุมดิน และแกลบดำ ให้ธาตุอาหารโพแทสเซียมและแคลเซียม ช่วยปรับค่า pH ในดินได้ดี (สมเพียร เกษมทรัพย์, 2524) สอดคล้องกับ หนึ่ง เดียวอรุณ (2564) ที่รายงานว่า การปลูกในกระถางใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรองอัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร ให้ผลผลิตกัญชาไม่แตกต่างกันกับการปลูกลงดิน แต่การปลูกในกระถางนั้น จำเป็นจะต้องมีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมมากกว่าการปลูกลงดิน

น้ำหนักรวมและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของกัญชาที่ปลูกในพีทมอส: เพอร์ไลท์: แกลบดำ (1:1:1) จะสูงกว่าวัสดุปลูกสูตรอื่น ($p < 0.01$) อาจเป็นเพราะว่าแกลบดำสามารถช่วยปรับปรุงดินได้ มีน้ำหนักเบาและดูดซับน้ำได้มาก เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นรูพรุน ในแกลบดำยังมีซิลิกอนสูง สามารถช่วยสร้างความแข็งแรงของรากและเร่งรากให้แตกออกมาเร็วขึ้น (สมเพียร เกษมทรัพย์, 2524) และแกลบดำในประเทศไทยมีสารประกอบซิลิกา (SiO_2) สูงถึงร้อยละ 92.28 ส่วนที่เหลือเป็นออกไซด์ของโซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็กฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ จึงช่วยให้พืชเติบโตได้ดี (อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์ และคณะ, 2549) และมีผลทำให้ได้น้ำหนักรวมมากกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนต้นท่อนวัสดุปลูก พบว่าสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์ (2:1) มีต้นทุนสูงกว่าวัสดุปลูกสูตรอื่นซึ่งในสูตรนี้จะใช้พีทมอสในปริมาณที่สูงและเนื่องจากพีทมอสเป็นวัสดุที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาค่อนข้างแพง และเป็นวัสดุทางธรรมชาติที่มีเกิดขึ้นใหม่ได้ช้า สมเพียร เกษมทรัพย์ (2524)

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าวัสดุปลูกสูตรพีทมอส:เพอร์ไลท์:แกลบดำ (1:1:1) สามารถใช้ผลิตกัญชาในโรงเรือนได้ดี นอกจากจะช่วยให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เพิ่มการแตกกิ่ง ที่สำคัญให้น้ำหนักรวมได้ดีที่สุด ประกอบกับต้นทุนวัสดุปลูกไม่สูงมากเกินไป อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัสดุปลูกควรพิจารณาปัจจัยอื่นร่วม เช่น ความสะดวกในการจัดหา สภาพแวดล้อมในการปลูก และการจัดการน้ำ

References

- กรมการแพทย์. (2565). *คำแนะนำการใช้กัญชาทางการแพทย์* (ปรับปรุงครั้งที่ 5). กระทรวงสาธารณสุข. กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ และ ไกรยศ แซ่ลี้ม. (2565). ความสัมพันธ์ของวัสดุปลูกที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนผักบุ้ง. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*. 14(2), 485-496.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2560). *ปฐพีวิทยาพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 13). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชมพู โทวรรณ, ชานนท์ ตากจิตร, และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. (2551). ผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 39(3) (พิเศษ). 277-280.
- นิศย์ตะยา ผาสุขพันธุ์, น้ำฝน เอกตาแสง, ญาณสินี สุมา, และ ธนิกา ส่องกล้า. (2564). ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากขยะเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวัน. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*. 26(2): 927-940.
- ปิยาภัทร์ เข็มวิชัย. (2565). *การศึกษาวัสดุเพาะเพื่อทดแทนการใช้พีทมอสในการเพาะกล้าผักสลัด*. สำนักงานพิพิธภัณฑสถานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (องค์การมหาชน), ปทุมธานี.

พิมพ์พรรณ พิมพ์รัตน์, นิตระวี รอดน้อย, กนกกานต์ แสนคำ, และ พรพิมล พิมพ์รัตน์. (2565). ผลของการใช้เปลือกปูม้าปนเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของไมโครกรีน. *วารสารแก่นเกษตร*. 50(1) (พิเศษ), 556-561.

สมเพียร เกษมทรัพย์. (2524). *ไม้ดอกกระถาง*. อักษรพิทยา.

สวัสดิ์ พิมพ์สุวรรณ. (2555). *การทดลองปลูกต้นกาบหอยแครง (Dionaea muscipula) ในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์, ปริยานุช จุลกะ, วสันต์ หนูนัง และเจนวิทย์ สมอคร. (2562). วัสดุทดแทนพีทมอสในระยะอนุบาลของการผลิตต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง. *วารสารแก่นเกษตร* 47(1), 169-176

สุรศักดิ์ อิ่มเอี่ยม, ศรีณณัฐ แสนเสนาะ, ประเสริฐ สุขเจริญ, และ นัทรชัย สวัสดิไชย. (2562). กัญชา (Cannabis). *วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า*, 36(4), 356-362.

หนึ่ง เตียอำรุง. (2564). การใช้ประโยชน์จากกัญชาเพื่อการวิจัยและพัฒนาด้านการแพทย์และการรักษาโรค. *วารสารการเมือง การบริหารและกฎหมาย*, 13(2), 415-430.

อภิชาติ ศรีสะอาด และ พัชรี สำโรงเย็น. (2559). *การใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกพืช*. สำนักพิมพ์เกษตร.

อ่ามณี ศรีสำโรง และ สิโรรัตน์ จันทงาม. (2565). *การใช้เพอร์ไลท์เป็นวัสดุปลูกพืช*. สำนักพิมพ์เกษตร.

อาทิตยา ดวงสุวรรณ, วสา วงศ์สุขแสง, สมชญา ศรีธรรม, วันเพ็ญ ชลอเจริญยิ่ง, และ โสธิดา เรืองมะณี. (2565). การศึกษาวิธีขยายพันธุ์โปรงกิวเพื่อการอนุรักษ์ไว้ซึ่งพันธุกรรมพืชในท้องถิ่นของจังหวัดสุรินทร์. *Science, Technology, and Social Sciences Procedia*, 2022(4), rspg038-rspg038.

อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์, วิเชียร ชาลี, และ ปริญญา จินดาประเสริฐ. (2549). การศึกษาการชะงักงันหินลิกไนต์และกำลังอัดของวัสดุอิโพลีเมอร์จากเถาถ่านหิน. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 29(4), 437-446.

ผลของปุ๋ย AB, ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโตและผลผลิตของ มะเขือเทศพันธุ์โทมัส

Effects of AB Fertilizer and Fertilizer Formulations 8-24-24 and 20-20-20 on Growth and Yield of 'Thomas' Tomato

นิชารีย์ เผ่าพงศ์วานา^{1*}, สมบัติ กล้าจริง², นุชสิวา สัจจะวงษ์¹, และสิวารินทร์ โพชา²

Nicharee Phaopongwana^{1*}, Sombat Khlachring², Nuchsiwa Sajchawong¹, and Siwarin Posa²

Received: 29 April 2026

Revised: 25 May 2026

Accepted: 30 May 2026

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of AB fertilizer and fertilizer formulations 8-24-24 and 20-20-20 on the growth and yield of 'Thomas' tomato. The experiment was conducted in Huai Kieng Village, Mae Wang District, Chiang Mai Province, from July to October 2025. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 15 replications. The treatments consisted of: treatment 1: AB fertilizer (control), treatment 2: granulated fertilizer 8-24-24 formula, treatment 3: crystalline fertilizer 8-24-24, and treatment 4: crystalline fertilizer 20-20-20 formula. The results showed that applying 20-20-20 crystalline fertilizer resulted in the highest average plant height of tomatoes at 60, 90, and 120 days of age. It showed a highly statistically significant difference ($p < 0.01$) compared to other methods, including internode length at 60 days of age. As for the stem diameter at 30 and 60 days of age, there was no statistical difference ($p > 0.05$). In terms of yield, it was found that the 20-20-20 formula fertilizer gave the highest total yield weight and number of fruits in the harvest, where statistically significant differences were observed in the 1st and 3rd clusters ($p < 0.05$). Finally, yield quality included sweetness, pulp thickness, fruit size, and residual weight after 14 days of storage, there was no statistical difference ($p > 0.05$). It can be concluded that the use of crystalline fertilizers with the formula 20-20-20 is most suitable for promoting growth and increasing the yield of 'Thomas' tomato. This is due to the presence of macronutrients nitrogen, phosphorus and potassium in balanced proportions.

Key words: 'Thomas' tomato; 20-20-20 Fertilizer; 8-24-24 Fertilizer

¹วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1 จ.เชียงใหม่ 50120

¹Chiang Mai College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education Northern Region 1, Chiang Mai Province, 50120, Thailand

²ห้างหุ้นส่วนจำกัด สอยดาวกิจเกษตร จ.เชียงใหม่ 50000

²Soidaokitkaset Limited partnership, Chiang Mai Province, 50000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nicharee@cmcat.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของให้ปุ๋ย AB, ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส ทำการทดลอง ณ หมู่บ้านห้วยเกียง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 15 ซ้ำ ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ย AB (ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 กรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 และกรรมวิธีที่ 4 ให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ส่งผลให้มะเขือเทศพันธุ์โทมัส มีความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 60, 90 และ 120 วัน มากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น รวมทั้งความยาวปล้องที่อายุต้น 60 วัน ให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 30 และ 60 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้านผลผลิตพบว่า การให้ปุ๋ยสูตร 20-20-20 ให้ค่าน้ำหนักผลผลิตรวมและจำนวนผลมากที่สุดในการเก็บเกี่ยว ซ่อที่ 1 และ ซ่อที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับคุณภาพผลผลิต ได้แก่ ความหวาน ความหนาเนื้อ ขนาดผล และน้ำหนักคงเหลือหลังการเก็บรักษา 14 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี ($p > 0.05$) ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเติบโตและเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัสมากที่สุด เนื่องจากมีธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสัดส่วนที่สมดุล

คำสำคัญ : มะเขือเทศพันธุ์โทมัส; ปุ๋ยสูตร 20-20-20; ปุ๋ยสูตร 8-24-24

บทนำ

มะเขือเทศ เป็นพืชผักเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นพืชที่มีความต้องการของตลาดสูงสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล และเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของเกษตรกร บัณฑิตการศึกษาระดับปริญญาโท โดยเฉพาะปุ๋ยเคมี มีผลโดยตรงต่อการเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการเลือกให้ปุ๋ยที่เหมาะสมในแต่ละระยะการเติบโตของพืช (วิภากร ที่รัก, 2563) เกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศจำนวนมากนิยมใช้ปุ๋ยสูตร 8-24-24 เนื่องจากเป็นสูตรที่มีฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) สูง เหมาะสำหรับการพัฒนาระบบราก การออกดอก การติดผล และการเพิ่มคุณภาพ ช่วยให้ได้ผลผลิตที่มีขนาดใหญ่ สีสม่ำเสมอและมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด ส่วนปุ๋ยสูตร 20-20-20 ซึ่งเป็นสูตรสมดุลของธาตุอาหารหลัก N-P-K มักใช้ในระบบให้น้ำผสมปุ๋ย (Fertigation) มีความเหมาะสมต่อการบำรุงต้นในระยะเจริญทางลำต้น ใบ และการเพิ่มมวลชีวภาพของพืชผักรวมทั้งมะเขือเทศ (กรมวิชาการเกษตร, 2560) และ (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2567) แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่มุ่งศึกษารูปแบบของปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดและชนิดเกล็ด ภายใต้สูตรธาตุอาหารที่แตกต่างกันต่อมะเขือเทศพันธุ์โทมัส การขาดข้อมูลเชิงเปรียบเทียบนี้ทำให้เกษตรกรยังไม่สามารถตัดสินใจเลือกให้ปุ๋ยได้อย่าง

แม่นยำเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและคุ้มค่าต้นทุนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของปุ๋ย AB และปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของให้ปุ๋ย AB, ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

บททวนวรรณกรรม

มะเขือเทศโทมัส (*Solanum lycopersicum*)

มะเขือเทศโทมัส เป็นมะเขือเทศผลขนาดใหญ่สำหรับรับประทานบริโภคสด จัดอยู่ในกลุ่มมะเขือเทศเนื้อ มีถิ่นกำเนิดบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แถบประเทศเปรู ชิลี และเอกวาดอร์ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศมีลำต้นและกิ่งก้านแตกแขนงสลับกัน ลำต้นอ่อนมีขนปกคลุม ลำต้นแก่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ในระยะแรกของการเติบโต ลำต้นตั้งตรง แต่เมื่อสูง 1-2 ฟุต ลำต้นมักเริ่มทอดเอนไปตามแนวราบ ใบเป็นใบประกอบ เรียงสลับบนลำต้น ขอบใบหยัก และมีขนอ่อนรวมถึงต่อมสารระเหยบนผิวใบ ซึ่งสามารถปลดปล่อยสารที่มีกลิ่นเฉพาะเมื่อถูกรบกวน ระบบรากเป็นรากแก้วเติบโตได้รวดเร็ว ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นช่อแบบสลับ ช่อดอกสามารถแตกกิ่งได้มากกว่าสองกิ่ง และหยุดแตกกิ่งช่อดอกเมื่อดอกช่อแรกบาน มะเขือเทศส่วนใหญ่ผสมตัวเอง ผลเป็นแบบ berry สีของผลที่ปรากฏ เช่น สีแดง สีชมพู หรือสีเหลือง เกิดจากรงควัตถุภายในเนื้อผลมากกว่าสีของผิวผลโดยตรง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญในการจำแนกพันธุ์ การจัดการการผลิตและการประเมินคุณภาพผลผลิตสำหรับการบริโภคสด การปลูกมะเขือเทศในอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะให้ผลผลิตและคุณภาพที่แตกต่างกัน ผลผลิตจะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิมิอิทธิพลต่อการติดและการพัฒนาของผล อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเติบโตอยู่ระหว่าง 15-25 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำกว่า 12.8 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 32.2 องศาเซลเซียส อาจทำให้ละอองเกสรเป็นหมัน การงอกของละอองเกสรและการเจริญของหลอดละอองเกสรลดลง ส่งผลให้การปฏิสนธิและการติดผลลดลง ช่วงแสงที่เหมาะสมสำหรับการเติบโต และผลผลิตมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 8-16 ชั่วโมงต่อวัน ช่วงแสงไม่เกิน 12 ชั่วโมงต่อวัน ช่อดอกจะเติบโตและติดผลเร็ว คุณภาพแสงสีน้ำเงินจะช่วยให้มะเขือเทศมีข้อสั้นกว่าสีแดง และสามารถเติบโตได้ดีในดินที่ร่วนซุย มีหน้าดินลึก ระบายน้ำได้ดี มีอินทรีย์วัตถุสูง ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.0-6.5

การปลูกและดูแลรักษา

1. การเตรียมกล้า เพาะกล้ามะเขือเทศในถาดเพาะ ที่บรรจุวัสดุเพาะกล้า มีการระบายน้ำได้ดี หยอดเมล็ด ระวังอย่าให้ลึกเกินไป เพราะจะทำให้เมล็ดเน่าง่าย ไม่งอก ก่อนเมล็ดงอกควรรีบน้ำ 2 เวลาคือ เช้าและเย็น หลังจากเมล็ดงอกควรรีบน้ำ 1-2 วันต่อครั้ง พิจารณาจากความชื้นของวัสดุปลูก ย้ายปลูกเมื่อ

ต้นกล้ามะเขือเทศ มีใบจริง 8-10 ใบ หรืออายุ 20-25 วัน การเพาะกล้ามะเขือเทศควรเพาะในโรงเรือนมุ้งตาข่ายเพื่อป้องกันแมลงปากดูดที่เป็นพาหะของเชื้อไวรัส การปลูกมะเขือเทศในพื้นที่ ที่มีประวัติของการระบาดของโรคเหี่ยว ควรใช้มะเขือเทศที่ต้านทานโรคเหี่ยว ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงได้

2. การเตรียมดิน โถดินตากแดดทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เก็บวัชพืชออกจากแปลง ตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง หากมีค่าต่ำควรปรับสภาพโดยการใส่ปูนขาว คลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว ทิ้งไว้ประมาณ 3-4 สัปดาห์ จากนั้นใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก เช่น มูลไก่ อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ตารางเมตร เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในพื้นที่พบปัญหาโรคเหี่ยว ปรับสภาพดินให้เป็นกรดโดยใส่กำมะถันผง อัตรา 14-20 กิโลกรัม/ไร่ ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงใช้ปูนขาวปรับสภาพดินให้เป็นกลางก่อน

3. การปลูก เตรียมแปลงกว้าง 1 เมตร ทางเดิน 70 เซนติเมตร ระยะห่างหลุม 40-50 เซนติเมตร ก่อนย้ายปลูกรองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยสูตร 15-0-0 จำนวน 10 กรัมต่อตารางเมตร

4. การให้น้ำและปุ๋ย จะให้ไปพร้อมกันโดยชนิด ปริมาณปุ๋ยขึ้นกับระยะการเติบโตของพืชดังนี้
ระยะที่ 1 หลังปลูก 15 วัน ปุ๋ย 46-0-0 (1 ส่วน) ปุ๋ย 20-20-20 (1.2 ส่วน) หรือสูตรใกล้เคียง อัตรา ใช้ 0.25-1 กรัม/ตารางเมตร/วัน

ระยะที่ 2 หลังปลูก 30 วัน ปุ๋ย 46-0-0 (1 ส่วน) ปุ๋ย 20-20-20 (1.2 ส่วน) หรือ 20-10-30 หรือสูตรใกล้เคียง อัตรา 1-3 กรัม/ตารางเมตร/วัน

ระยะที่ 3 หลังปลูก 60 วัน ปุ๋ย 0-0-51 (1 ส่วน) ปุ๋ย 20-10-30 (5 ส่วน) หรือ 20-10-30 หรือสูตรใกล้เคียง อัตรา 3 กรัม/ตารางเมตร/วันหรือมากกว่า

5. การทำค้าง เพื่อพยุงลำต้น เมื่อมะเขือเทศเติบโตประมาณ 1 ฟุต ตั้งเสาสูง 3 เมตรเป็นแถวขนานกับความยาวแปลง ตั้งเสาให้อยู่ชิดด้านในของต้นมะเขือเทศ ระยะห่างของเสาแต่ละคู่ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเสา จากนั้นจึงเชือกหรือตาข่าย กรณีสวนในโรงเรือนใช้เชือกฝ้ายหรือเชือกฟางพยุงลำต้น กรณีที่แสงไม่เพียงพอ ข้อจะยึด ลำต้นสูง ใบมีขนาดเล็ก การติดผลต่ำ ดังนั้นควรบังคับให้ต้นมะเขือเทศเจริญขนานกับพื้นประมาณ 1 ฟุต โดยหย่อนเชือกที่พันลำต้นลง แต่ให้ดึงยอดขึ้นให้ใบได้รับแสงเพิ่มขึ้น การลดความสูงของต้นช่วยให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยว การดูแลรักษา และยืดอายุเก็บเกี่ยวให้นานขึ้น

6. การตัดแต่งกิ่ง ทำการตัดแต่งลำต้นมะเขือเทศให้เป็นต้นเดี่ยว จะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูง ควรปลิดหน่อข้างขณะยังต้นเล็ก เพื่อให้มีรอยแผลขนาดเล็ก และป้องกันลำต้นฉีกขาด โรคเข้าทำลายได้ง่าย แต่ควรเหลือหน่อข้าง 2-3 หน่อ เพื่อทดแทนกรณีที่ยอดถูกทำลาย ตัดแต่งช่อผล โดยปลิดผลที่มีขนาดเล็ก ผลไม่สมบูรณ์ หรือมีรอยตำหนิออก เพื่อให้ผลในช่อมีความสม่ำเสมอ ขนาดใกล้เคียงกัน

7. การป้องกันศัตรูพืช แมลงศัตรูพืชที่สำคัญของมะเขือเทศเชอร์รี่ ได้แก่ เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว และหนอนชอนใบ เข้าทำลายส่วนของใบ ยอดทำให้เกิดโรคไวรัส ระบาดมากในช่วงฤดูแล้ง โรคอื่น ๆ เช่น ราแป้ง ช่วงฤดูฝนมักพบโรคเลทไพลท์ โรคทางดินได้แก่ โรคเหี่ยว ที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรีย

8. การเก็บเกี่ยว เริ่มเก็บเกี่ยวหลังย้ายปลูก 75-80 วัน ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ และสภาพอากาศในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิสูงผลมะเขือเทศจะสุกเร็ว ส่วนฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้การสุกของผลล่าช้า ใช้ระยะเวลานานขึ้น

ปุ๋ยเคมี (Fertilizer)

คือสารประกอบอนินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารพืช เมื่อใส่ลงไปดินที่มีความชื้นที่เหมาะสม ปุ๋ยเคมีจะละลายให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยพวกแอมโมเนียมซัลเฟต โปแทสเซียมคลอไรด์ ฯลฯ มีธาตุอาหาร N-P-K เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยหนึ่งหรือสองธาตุแล้วแต่ชนิดของสารประกอบที่เป็นแม่ปุ๋ยนั้น ๆ มีปริมาณของธาตุอาหาร ปุ๋ยที่คงที่ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต มี N 20% ส่วนโปแทสเซียมไนเตรต มี N 13% และโปแทสเซียม 46% (K_2O) อยู่ร่วมกันสองธาตุ

2. ปุ๋ยผสม ได้แก่ ปุ๋ยที่มีการนำเอาแม่ปุ๋ยหลาย ๆ ชนิดมาผสมรวมกัน เพื่อให้ได้ปริมาณและสัดส่วนธาตุอาหาร N-P-K ตามที่ต้องการ เหมาะที่จะใช้กับพืชและดินที่แตกต่างกัน ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน สามารถผลิตปุ๋ยผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นเม็ดขนาดสม่ำเสมอสะดวกในการใช้ สามารถเก็บไว้นานไม่จับเป็นก้อนแข็ง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2553)

ปุ๋ย AB

เป็นสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ ประกอบด้วยสารละลาย A และ B (ตารางที่ 1) ซึ่งแยกเก็บเพื่อป้องกันการตกตะกอนของธาตุอาหาร ก่อนใช้ต้องนำมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้พืชสามารถดูดธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการเกษตร, 2562) ส่วนประกอบปุ๋ย AB ที่ใช้กับมะเขือเทศ แม่ปุ๋ย A ปริมาตรน้ำ 100 ลิตร ประกอบด้วย Calcium Nitrate (15-0-0) 1,500 g, Potassium Nitrate (13-0-46) 6,000 g และ Chelated Iron (Fe-EDTA) 150 g แม่ปุ๋ย B ปริมาตรน้ำ 100 ลิตร ประกอบด้วย Mono- Potassium Phosphate (0-52-34) 5,000 g, Potassium Chloride (0-0-50) 3,000 g, Magnesium Sulphate 8,000 g, Manganese Sulphate 30 g, Boric acids 40 g, Zinc Sulphate 30 g, Copper Sulphate 20 g และ Sodium Molybdate 5 g (มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยพัฒนาพื้นที่สูง องค์การมหาชน, 2564)

ปุ๋ยสูตร 20-20-20

เป็นปุ๋ยเคมีชนิดละลายน้ำที่มีธาตุอาหารหลักสำหรับพืชในสัดส่วนเท่ากัน ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 20% ฟอสฟอรัส (P) 20% และโปแทสเซียม (K) 20% จัดเป็นปุ๋ยสูตรสมดุลที่มีประสิทธิภาพสูง นิยมใช้ในงานเกษตรกรรม พืชสวน และการจัดสวน เนื่องจากมีสัดส่วนธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเติบโตของพืชหลายชนิด เช่น พืชไร่ พืชผัก ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ และหญ้า

1. ปุ๋ยสูตร 20-20-20 ช่วยเสริมธาตุอาหารให้แก่พืชอย่างครบถ้วน ส่งเสริมการพัฒนาของระบบราก การเติบโตของลำต้นและใบ รวมถึงช่วยกระตุ้นการออกดอกและการติดผล ทำให้พืชเติบโตแข็งแรง และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

2. ธาตุอาหารในปุ๋ย N-P-K 20-20-20 มีบทบาทสำคัญต่อการเติบโตของพืช ดังนี้

2.1 ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตทางลำต้นและใบ ช่วยส่งเสริมการพัฒนาของใบให้มีสีเขียวสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างคลอโรฟิลล์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืช

2.2 ฟอสฟอรัส (P) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบราก การงอกของเมล็ด การออกดอก นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทพลังงานภายในพืช เช่น การสร้างสารพลังงานเอทีพี (ATP) ซึ่งช่วยกระตุ้นการเติบโตของพืชในระยะแรก

2.3 โพแทสเซียม (K) ช่วยควบคุมการใช้น้ำของพืช เพิ่มความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและโรคพืช มีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน การกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ และช่วยพัฒนาคุณภาพของผลผลิต รวมถึงยืดอายุการเก็บรักษาของพืชผล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2567)

3. ปุ๋ยสูตร 20-20-20 เป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลัก N-P-K ในสัดส่วนเท่ากัน ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งด้านลำต้น ใบ ราก การออกดอก และการพัฒนาคุณภาพผลผลิต โดย N ช่วยในการสร้างคลอโรฟิลล์และการเติบโตทางลำต้นและใบ P ช่วยในการพัฒนารากและการถ่ายเทพลังงาน ส่วน K ช่วยควบคุมการใช้น้ำ เพิ่มความแข็งแรงและการต้านทานต่อโรค (กรมวิชาการเกษตร, 2560)

การพัฒนาเทคนิคการผลิตกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม ในระยะการปลูกเลี้ยงในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ มีการนำปุ๋ย 20-20-20 ไปใช้ร่วมกับปุ๋ยสูตรอื่นในโปรแกรมการให้ปุ๋ย 2 วิธี ซึ่งช่วยส่งเสริมการออกดอกและคุณภาพต้นกล้วยไม้ โดยเฉพาะวิธีการให้ปุ๋ยแบบที่ 1 ที่ทำให้กล้วยไม้ออกดอกเร็วที่สุด เฉลี่ย 43 วัน (Phetxomphou, 2020)

ปุ๋ยสูตร 8-24-24

ประกอบด้วยธาตุ N 8% P 24% และ K 24% ซึ่งมีสัดส่วนของ P-K ค่อนข้างสูง เหมาะสำหรับการใช้ในระยะสะสมอาหารของพืช ช่วยส่งเสริมการพัฒนาของราก การออกดอก และการติดผลของพืช นิยมใช้กับพืชไร่ ไม้ผล และพืชสวน เช่น ทูเรียน มังคุด ลำไย และส้ม แบ่งได้เป็น 2 รูป ได้แก่

1. ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 มีลักษณะเป็นเม็ดแข็ง สำหรับหว่านลงในดินหรือโรยรอบโคนต้นพืช ธาตุอาหารจะค่อย ๆ ละลายในดินและถูกดูดซึมผ่านระบบรากของพืช ปุ๋ยชนิดนี้ช่วยกระตุ้นการสะสมอาหารของพืชก่อนการออกดอก ช่วยให้ต้นพืชมีความสมบูรณ์ แข็งแรง และสามารถออกดอกติดผลได้ดี ช่วยลดการหลุดร่วงของดอก N 8% ช่วยส่งเสริมการเติบโตของลำต้นและใบ P_2O_5 24% ช่วยการพัฒนาของระบบรากและออกดอก K_2O 24% ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตและความแข็งแรงของพืช สำหรับไม้ผล

ขนาดกลาง ทำการหว่านรอบโคนต้นหรือฝังในดิน อัตราประมาณ 1-2 กิโลกรัมต่อต้น ใ้ทุก 15-20 วัน หรือปรับตามชนิดของพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2. ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือผง เมื่อนำไปผสมน้ำจะเปลี่ยนเป็นสารละลายทันที ทำให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้รวดเร็ว นิยมใช้สำหรับฉีดพ่นทางใบหรือใช้ในระบบให้น้ำแบบน้ำหยด มินิสปริงเกอร์ และสปริงเกอร์ ซึ่งช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอและลดการสูญเสียธาตุอาหารในดิน ผสมปุ๋ยประมาณ 50-170 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้ทุก 7-10 วัน ตามความต้องการของพืช ช่วยเร่งออกดอกและเพิ่มการติดผล (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2567)

เจนจิรา ชมภูคำและคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของสูตรปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพผลมันเบอรรี่พันธุ์เชียงใหม่ 60 ตามแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 6 ทริตเมนต์ ได้แก่ ไม้ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 ปุ๋ยมูล ค้างคาว (6-3-3) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ร่วมกับปุ๋ยมูล ค้างคาว และ ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 ร่วมกับปุ๋ยมูลค้างคาว ทุกทริตเมนต์ ใส่ปุ๋ยอัตรา 10 กรัม/ต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 มีผลทำให้มีจำนวนตารวม (33.62 ตา) มีน้ำหนักผล (2.39 กรัม) จำนวนผลต่อช่อ (3.79 ผล) จำนวนผลต่อต้น (45.91 ผล/ต้น) ปริมาณผลผลิต (92.29 กรัม/ต้น) และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงที่สุด (15.61 ปริกซ์) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลมันเบอรรี่พันธุ์เชียงใหม่ 60 ได้

ชัยพร เถลิ้มพัคตร์ (2552) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการสร้างใบใหม่หลังการเก็บเกี่ยวและคุณภาพของผลผลิตมันกูด ตามแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก โดยใช้ต้นมันกูดทำการทดลอง 33 ต้น แบ่งการใส่ปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยว 11 สิ่งทดลอง คือ ชุดควบคุมไม้ใส่ปุ๋ย (tr1) ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 3 กก./ต้น (tr2) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 + 46-0-0 อัตรา 2 : 1 ใส่จำนวน 3 กก./ต้น (tr3) และ ใส่ 15-15-15 จำนวน 3 กก./ต้น (tr11) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 + ฮิวมิคแอซิด อัตราปุ๋ย 1 กก./ฮิวมิคแอซิด 30 ซีซี ใส่จำนวน 3 กก./ต้น (tr4) ปุ๋ยมูลไก่เนื้อจำนวน 10 กก./ต้น + 15-15-15 จำนวน 1.5 กก./ต้น (tr6) และปุ๋ยชีวภาพจำนวน 5 กก./ต้น + 15-15-15 จำนวน 1.5 กก./ต้น (tr9) ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อจำนวน 10 กก./ต้น (tr5) ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อจำนวน 20 กก./ต้น (tr7) ใส่ปุ๋ยชีวภาพจำนวน 5 กก./ต้น (tr8) และใส่ปุ๋ยชีวภาพจำนวน 10 กก./ต้น (tr10) ทำการใส่ปุ๋ยก่อนการออกดอก 1 เดือน ใส่ปุ๋ย 8-24-24 จำนวน 2 กก./ต้น เหมือนกันทุกสิ่งทดลอง ส่วนการใส่ปุ๋ยบำรุงผลหลังติดผล 1 เดือนใน 1 สิ่งทดลองมีดังนี้ ชุดควบคุมไม้ใส่ปุ๋ย (tr1) ใส่ปุ๋ยเคมี 13-13-21 จำนวน 2 กก./ต้น (tr2, tr3, tr4, tr5, tr6, tr8 และ tr9) ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อจำนวน 10 กก./ต้น (tr7) และใส่ปุ๋ยชีวภาพจำนวน 5 กก./ต้น (tr10 และ tr11) ปรากฏผลดังนี้ การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการสร้างใบใหม่หลังการเก็บเกี่ยว ไม้ใส่ปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวจะทำให้ปริมาณการแตกใบใหม่หลังการเก็บเกี่ยวน้อย การให้ปุ๋ยแก่ต้นมันกูดหลังการเก็บเกี่ยวทำให้ปริมาณการแตกใบใหม่มาก ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ใบแก่ถึงระยะแตกใบใหม่และลงทุนค่าปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวถูกกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ การใส่ปุ๋ยเคมีควรใช้สูตร 15-15-15 + 46-0-0 อัตรา 2:1 จำนวน 3 กิโลกรัม/ต้น ลงทุนค่าปุ๋ย 76 บาท/ต้น (1,900 บาท/ไร่) การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับ

ปุ๋ยอินทรีย์ควรรใช้มูลไก่เนื้อ จำนวน 10 กิโลกรัม/ต้น ร่วมกับปุ๋ย 15-15-15 จำนวน 1.5 กิโลกรัม/ต้น ลงทุนค่าปุ๋ย 60.50 บาท/ต้น (1,512 บาท/ไร่) ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เนื้อควรรใช้จำนวน 20 กิโลกรัม/ต้น ให้ผลดีกว่า 10 กิโลกรัม/ต้น ลงทุนค่าปุ๋ย 40 บาท/ต้น (1,000 บาท/ไร่) ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์หลังการเก็บเกี่ยวและหลังติดผลทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติในเรื่องเปอร์เซ็นต์ออกดอก การติดผล และจำนวนผลผลิตต่อต้น แต่การไม่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การออกดอกและการติดผล จำนวนผลผลิตต่อต้นน้อยที่สุด ส่วนคุณภาพผลพบว่าการใช้ปุ๋ยบำรุงผลด้วยปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 2 กิโลกรัม/ต้น ให้น้ำหนักผลเฉลี่ย 83.67-96.67 กรัม/ผล การให้มูลไก่เนื้อจำนวน 10 กิโลกรัม/ต้น ให้น้ำหนักผลเฉลี่ย 90.67 กรัม/ผล และการให้ปุ๋ยชีวภาพจำนวน 5 กิโลกรัม/ต้น ให้น้ำหนักผลเฉลี่ย 80-84 กรัม/ผล ส่วนไม่ใส่ปุ๋ยบำรุงผลให้น้ำหนักผลเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 76 กรัม/ผล สำหรับความหนาเปลือก อากาศเนื้อแก้วและยางไหลในเนื้อผล และความหวาน (TSS) ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการวิจัยโดยใช้มะเขือเทศพันธุ์โทมัส ตามแผนการดำเนินการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 กรรมวิธีละ 15 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธี 1 : ปุ๋ย AB (ชุดควบคุม)

กรรมวิธี 2 : ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24

กรรมวิธี 3 : ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-2

กรรมวิธี 4 : ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20

การเพาะกล้า เตรียมเมล็ดพันธุ์และถาดเพาะกล้า นำเมล็ดเพาะกล้ามาใส่ลงในถาดให้เต็ม ทำการสเปรย์น้ำให้ชุ่ม ทำร่องเพื่อหยอดเมล็ดความลึก 1 ส่วน 3 ของถาดเพาะ จากนั้นหยอดเมล็ดหลุมละ 1 เมล็ด นำเมล็ดมาโรยกลบพอปิดเมล็ด สเปรย์น้ำให้ชุ่ม นำพลาสติกคลุม รดน้ำทุกวันให้ชุ่ม เมื่อเมล็ดงอกมีใบเลี้ยงคู่แรก ให้ย้ายต้นกล้าไปในที่แสงแดดรำไร เป็นเวลา 20 วัน ได้ต้นกล้าสมบูรณ์พร้อมลงปลูก

การเตรียมวัสดุ และพื้นที่ปลูก ปลูกด้วยพลาสติกคลุมแปลง บรรจุแกลบดำใส่ถุงปลูกสีขาวขนาดกว้าง 7 นิ้ว x ยาว 13 นิ้ว ทำการเจาะรูจากก้นถุงปลูกขึ้นมา 18 เซนติเมตร เพื่อระบายน้ำ นำถุงมาเรียงในพื้นที่ตามแผนทดลอง ระยะห่างระหว่างถุง 50 เซนติเมตร เตรียมระบบน้ำ โดยติดตั้งแท่งค้ำผสมปุ๋ยและถังปุ๋ย AB เชื่อมต่อระบบน้ำหยดโดยใช้สายพีอีและสายไมโครเชื่อมต่อ ระยะห่าง 50 เซนติเมตร

การปลูกมะเขือเทศ นำต้นกล้ามะเขือเทศโทมัสที่สมบูรณ์ขนาดใกล้เคียงกัน มาปลูกในถุงปลูกที่เตรียมไว้ จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 15 ซ้ำ ๆ ละ 2 ต้น รวมจำนวนทั้งสิ้น 120 ต้น

การดูแล ให้น้ำ ให้ปุ๋ยและจัดตั้งกิ่งแขนง หลังปลูกระยะ 1-5 วัน ทำการปรับสภาพโดยรดน้ำผสมปุ๋ย AB (ค่า EC =2.5 ค่า pH=5.5-6.5) วันที่ 6 ทำการใส่สิ่งทดลอง กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำผสมปุ๋ย AB กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 และกรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ทุกกรรมวิธีควบคุมค่า EC =2.5 ค่า pH=5.5-6.5 และในวันที่ 7 ของสัปดาห์ ทำการให้น้ำเปล่าจนถึงสิ้นสุดการผลิต ทำการตัดแต่งกิ่งแขนง สัปดาห์ละ 2 ครั้งและทำการพ่นสารป้องกันโรคและแมลง

การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทำการวัดความสูงลำต้น วัดจากโคนต้นจนถึงยอด อายุ 30, 60, 90 และ 120 วัน
2. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น วัดจุดตรงกลางลำต้น และ วัดความยาวปล้อง จากจุดกลาง ขึ้นไป 1 ปล้อง และลงมา 2 ปล้อง อายุ 30 และ 60วันนำข้อมูลมารวมกันแล้ว หาค่าเฉลี่ยความยาวปล้อง
3. วัดขนาดผล ทำการวัดจากขั้วผลถึงก้นผล และวัดแนวยาวจากซ้ายไปขวา นับจำนวนผลและชั่งน้ำหนักผล อายุ 120 วัน นับจำนวนผลที่ ออกในช่อที่ 1, 3 และ 10
4. ความหนาเนื้อ และความหวาน นำมะเขือเทศโทมัสมา ผ่าออก 2 ซีก แล้ววัดขนาดความหนาเนื้อ จากนั้นวัดความหวานโดยคั้นน้ำมะเขือเทศใส่เครื่องวัดความหวาน (Brix refractometer)
5. น้ำหนักคงเหลือหลังการเก็บรักษา 14 วัน ทำการชั่งมะเขือเทศโทมัส 1,000 กรัม วางในสภาพอุณหภูมิห้องปกติ (25-35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 14 วัน ชั่งน้ำหนักคงเหลือ และทำการคำนวณนำข้อมูลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Different (LSD)

ผลการวิจัย

1. การเติบโตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

การเติบโตของมะเขือเทศโทมัส ประกอบด้วย ความสูงต้น ความยาวปล้องและ เส้นศูนย์กลางผ่านศูนย์กลางลำต้น แสดงในตารางที่ 2

ความสูงต้น ที่อายุ 30 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีให้ความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ย 67.26–77.2 เซนติเมตร ที่อายุ 60 วัน พบว่าปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้ความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 เฉลี่ย 208.43 ± 7.39 และ 194.90 ± 2.35 ซม. ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ยเม็ด 8-24-24 และปุ๋ย AB (ควบคุม) ซึ่งให้ความสูงเฉลี่ย 185.86 ± 2.93 และ 179.96 ± 4.58 ซม. ตามลำดับ ที่อายุ 90 วัน พบว่าใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 และสูตรเกล็ด 8-24-24 ให้ความสูงไม่แตกต่างกันเฉลี่ย 304.96 ± 7.51 และ 288.03 ± 4.76 ซม. ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 และการใส่ปุ๋ย AB (ควบคุม) เฉลี่ย 267.93 ± 7.11 และ 241.83 ± 9.25 ซม. ตามลำดับ ที่อายุ 120 วัน พบว่าใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้ความสูงต้นมากที่สุดเฉลี่ย 327.06 ± 9.90 ซม. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24, ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 และ ปุ๋ย AB (ควบคุม) เฉลี่ย 350.70 ± 4.42 , 327.06 ± 9.90 และ 303.33 ± 1.95 ซม. ตามลำดับ

ความยาวปล้อง ที่อายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ความยาวปล้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉลี่ย 7.13 – 7.66 เซนติเมตร ที่อายุ 60 วัน พบว่าใส่ปุ๋ยเกล็ด 20-20-20 ให้ความยาวปล้องยาวที่สุดเท่ากับ 12.08 ± 0.21 ซม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ยเม็ด 8-24-24

และ ปุ๋ยเกล็ด 8-24-24 และปุ๋ย AB (ควบคุม) เท่ากับ 10.65 ± 0.21 , 10.48 ± 0.39 และ 10.35 ± 0.34 ซม. ตามลำดับ

เส้นศูนย์ผ่านศูนย์กลางลำต้น ที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) วัดได้เฉลี่ย $11.23-12.00$ และ $19.50-19.93$ ซม. ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลของปุ๋ย AB, ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

พารามิเตอร์	สูตรปุ๋ย				p - value	cv.%
	ปุ๋ย AB	ปุ๋ยเม็ด 8-24-24	ปุ๋ยเกล็ด 8-24-24	ปุ๋ยเกล็ด 20-20-20		
ความสูงต้น (ซม.)						
30 วัน	77.20 ± 1.62	67.26 ± 2.94	73.43 ± 2.18	75.86 ± 7.63	0.479	7.5
60 วัน	179.96 ± 4.58^b	185.86 ± 2.93^b	194.90 ± 2.35^{ab}	208.43 ± 7.39^a	<0.05	4.2
90 วัน	241.83 ± 9.25^c	267.93 ± 7.11^b	288.03 ± 4.76^{ab}	304.96 ± 7.51^a	<0.05	4.6
120 วัน	303.33 ± 1.95^d	327.06 ± 9.90^c	350.70 ± 4.42^b	372.96 ± 5.44^a	<0.05	33.6
ความยาวปล้อง (ซม.)						
30 วัน	7.66 ± 0.04	7.13 ± 0.21	7.20 ± 0.19	7.44 ± 0.25	0.277	4.5
60 วัน	10.35 ± 0.34^b	10.65 ± 0.21^b	10.48 ± 0.39^b	12.08 ± 0.21^a	<0.05	4.81
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)						
30 วัน	11.23 ± 0.14	11.37 ± 0.14	12.00 ± 0.15	11.27 ± 0.39	0.148	3.54
60 วัน	19.50 ± 0.88	19.37 ± 1.00	19.73 ± 0.57	19.93 ± 1.20	0.277	1.78

^{a,b,c,d} อักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลผลิตมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

ผลของน้ำหนักเฉลี่ยรวม (กรัม) จำนวนผลรวม (ผล) ความหวาน (องศาบริกซ์) ความหนาเนื้อ (มิลลิเมตร) ขนาดผล (มิลลิเมตร) และ น้ำหนักหลังเก็บรักษา 14 วัน แสดงในตารางที่ 3

น้ำหนักรวม พบว่า ซ่อที่ 1 ใช้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้น้ำหนักเฉลี่ยรวมมากที่สุดเท่ากับ 5.60 ± 0.46 ก.ก. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ย AB (ควบคุม) ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 และ ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 ให้น้ำหนักเฉลี่ยรวม 4.99 ± 0.26 , 4.92 ± 0.63 และ 4.62 ± 0.35 ก.ก. ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยรวม ซ่อที่ 3 ใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 และปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (4.04 ± 0.79 และ 3.54 ± 0.73 ก.ก. ตามลำดับ) แต่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ยเม็ด 8-24-24 และปุ๋ย AB น้ำหนักเฉลี่ย 3.41 ± 0.12 และ 3.34 ± 0.11 ก.ก. และซ่อที่ 10 ใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้น้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 2.16 ± 0.86 กรัม ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติกับใส่ปุ๋ย AB, ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 และปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 ± 0.12 , 1.78 ± 0.79 และ 1.65 ± 0.56 ก.ก. ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลของปุ๋ย AB, ปุ๋ยสูตร 8-24-24 และ 20-20-20 ต่อการเติบโตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

พารามิเตอร์	สูตรปุ๋ย				p - value	cv.%
	ปุ๋ย AB	ปุ๋ยเม็ด 8-24-24	ปุ๋ยเกล็ด 8-24-24	ปุ๋ยเกล็ด 20-20-20		
น้ำหนักเฉลี่ยรวม (ก.ก.)						
ข้อที่ 1	4.99 ± 0.26^b	4.92 ± 0.63^b	4.62 ± 0.35^b	5.60 ± 0.46^a	<0.05	6.8
ข้อที่ 3	3.34 ± 0.11^b	3.41 ± 0.12^{ab}	3.54 ± 0.73^a	4.04 ± 0.79^a	<0.05	4.8
ข้อที่ 10	1.93 ± 0.12^{ab}	1.65 ± 0.56^c	1.78 ± 0.79^b	2.16 ± 0.86^a	<0.05	8.1
จำนวนผลรวม (ผล)						
ข้อที่ 1	98 ± 0.88^b	105 ± 1.00^b	102 ± 0.57^b	118 ± 1.20^a	<0.05	0.1
ข้อที่ 3	81 ± 1.00^d	90 ± 1.73^c	91 ± 0.33^{bc}	99 ± 0.57^a	<0.05	6.0
ข้อที่ 10	70 ± 1.76	74 ± 0.88	75 ± 1.00	83 ± 0.67	0.136	7.9
ค่าความหวาน (องศาบริกซ์)	6.67 ± 0.33	5.67 ± 0.67	6.33 ± 0.33	8.00 ± 0.58	0.056	12.9
ค่าความหนาเนื้อ (มล.)	9.0 ± 0.58	9.67 ± 0.33	9.33 ± 0.33	10.67 ± 0.33	0.089	7.3
ขนาดผล (มล.)						
สูง	43.93 ± 0.62	41.73 ± 0.47	42.23 ± 1.07	41.80 ± 0.55	0.185	3.65
กว้าง	51.13 ± 1.08	49.10 ± 0.65	49.23 ± 1.13	41.80 ± 0.43	0.381	4.62
น้ำหนักหลังเก็บรักษา (กรัม)	695.0 ± 3.60	684.3 ± 2.72	695.7 ± 2.90	688.7 ± 5.92	0.221	1.00

^{a,b,c,d} อักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จำนวนผลรวม พบว่า ข้อที่ 1 ใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 118 ± 1.20 ผล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24, ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24 และปุ๋ย AB เท่ากับ 105 ± 1.00 , 102 ± 0.57 และ 98 ± 0.88 ผล ตามลำดับ เช่นเดียวกันในข้อที่ 3 ใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้จำนวนผลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 99 ± 0.57 ผล ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใส่ปุ๋ยเกล็ดสูตร 8-24-24, ปุ๋ยเม็ดสูตร 8-24-24 และปุ๋ย AB เฉลี่ยเท่ากับ 91 ± 0.33 , 90 ± 1.73 และ 81 ± 1.00 ผล ตามลำดับ ส่วนในข้อที่ 10 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ย 70-83 ผล

ความหนาเนื้อ ค่าเฉลี่ยความหนาเนื้อมะเขือเทศพันธุ์โทมัส พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ค่าความหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ความหวานอยู่ในช่วง 9.0-10.67 มิลลิเมตร

ขนาดผล ค่าเฉลี่ยความสูงและความกว้างของผลมะเขือเทศ พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 41.73-43.93 มิลลิเมตร และ 49.10-51.13 มิลลิเมตร ตามลำดับ

น้ำหนักคงเหลือหลังเก็บรักษา 14 วัน น้ำหนักคงเหลือหลังเก็บรักษา 14 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีให้น้ำหนักคงเหลือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อยู่ในช่วง 684.33-695.00 กรัม

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ให้ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดในด้านความสูงต้น ความยาวปล้อง น้ำหนักรวม และจำนวนผลรวม แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยสูตรดังกล่าวสามารถส่งเสริมการเติบโตและการสร้างผลผลิตของมะเขือเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปุ๋ยสูตร 20-20-20 เป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก N-P-K ในสัดส่วนที่สมดุล จึงเอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืชในหลายด้านพร้อมกัน ในโตรเจนมีบทบาทสำคัญในการสร้างคลอโรฟิลล์และโปรตีน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ส่งผลให้พืชมีการยึดตัวของลำต้นและความยาวปล้องเพิ่มขึ้น ขณะที่ฟอสฟอรัสช่วยในการพัฒนาระบบราก การถ่ายเทพลังงานในรูป ATP และกระตุ้นการออกดอกและติดผล ทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ในการสร้างผลผลิตได้ดี ส่วนโพแทสเซียมมีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ และช่วยในการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตไปยังผล ส่งผลให้จำนวนผลและน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้น ที่สำคัญความสมดุลของธาตุอาหาร อาจทำให้พืชสามารถรักษาสมดุลทางสรีรวิทยาได้ดีกว่าปุ๋ยสูตร 8-24-24 ซึ่งมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง แต่มีไนโตรเจนต่ำ จึงอาจเหมาะกับช่วงการออกดอกและติดผลมากกว่าระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ส่วนปุ๋ย AB แม้จะมีธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดใช้ได้ง่าย แต่ประสิทธิภาพขึ้นกับความเข้มข้นและสัดส่วนของธาตุอาหารที่ใช้ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืช สอดคล้องกับ Phetxomphou (2020) ที่รายงานผลวิจัยการพัฒนาเทคนิคการผลิตกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสมในระยะเวลาปลูกเลี้ยงในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ มีการนำปุ๋ย 20-20-20 ร่วมกับปุ๋ยสูตรอื่นในโปรแกรมการให้ปุ๋ย 2 วิธี ซึ่งช่วยส่งเสริมการออกดอกและคุณภาพต้นกล้วยไม้ โดยเฉพาะวิธีการให้ปุ๋ย 20-20-20, 0-0-50, 10-52-17, 0-52-34, 21-0-0 และ 10-20-30 ที่ทำให้กล้วยไม้ออกดอกเร็วที่สุด เฉลี่ย 43 วัน สรุปได้ว่าปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 สามารถส่งเสริมการเติบโตและการสร้างผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์โทมัสได้ดีที่สุด อันเนื่องจากบทบาททางสรีรวิทยาของธาตุอาหารหลัก N-P-K ที่ทำงานร่วมกันอย่างสมดุล

References

- กรมวิชาการเกษตร. (2562). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics). กรมวิชาการเกษตร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2567). ความสำคัญของธาตุอาหารพืช N-P-K ต่อการเจริญเติบโตของพืช. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- เจนจิรา ชุมภูคำ, อัครพล ศรีวิชัย, และอารยา อาจเจริญ เทียนหอม. (2560). ผลของสูตรปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพผลมันเบอรรี่พันธุ์เชียงใหม่ 60. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(3), 231-238.
- ชัยพร เฉลิมพัทธ์. (2552). ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการสร้างใบใหม่หลังการเก็บเกี่ยวและคุณภาพผลผลิตมันคูด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.
- มูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). (2564). การใช้ปุ๋ย AB สำหรับการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์. เชียงใหม่.
- วิภากร ที่รัก. (2563). การจัดการธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชผัก. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การเกษตร.
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2567). ข้อมูลปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 และการใช้งานทางการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. (2553). ปุ๋ยเคมีและการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม. กรมพัฒนาที่ดิน.
- Phetxomphou, T. (2020). *Development of Production Technique for Phalaenopsis Hybrid*. [Unpublished doctoral dissertation]. Maejo University.

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1

INSTITUTE OF VOCATIONAL EDUCATION : NORTHERN REGION 1

<https://tve.iven1.ac.th>