การพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา

Develop an Environmental Control System Using Internet of Things (IoT) Technology in a Frog Breeding House

เหล็กไหล จันทะบุตร[1*], จุฑารัตน์ แก่นจันทร์[2], สำราญ พิมพ์ราช[3], พุทธชาติ อิ่มใจ[4], บัณฑิตา สวัสดี[5], ชนวรรณ โทวรรณา[6], สุนทร โชคสวัสดิ์ธนะกิจ[7], วุฒิพล ฉัตรจรัสกูล[8] และกีรติ ทองเนตร[9]

Leklai Chantabut[1*], Chutharat Kanchan[2], Sumran Pimratch[3], Puttachat Imjai[4], Banthita Sawasdee[5], Chanawan Thowanna[6], Suntorn Choksawatthanakit[7], Vuttpol Chatjarasku[8], Keerati Tongnatet[9]

คณะเทคโนโลยีการเกษตร,[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] คณะวิทยาการจัดการ[8] และคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ[9]

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Faculty of Agricultural Technology,[1,2,3,4,5,6,7] Faculty of Management Science[8] and Faculty of Information Technology[9] Rajabhat Maha Sarakham University

EMail:jantabood@hotmail.com[1],Chutharat.ka@rmu.ac.th[2],sumranp@gmai.com[3], puttachat.im@rmu.ac.th[4], banthitas@yohoo.com[5], chanawan.grape@gmail.com[6], “tron27034@gmail.com[7], vutipolc@gmail.com[8] ,keerati.to@rmu.ac.th[9]

(Received: June 25, 2024; Revised: August 30, 2024; Accepted: August 30, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา 2) ทดลองใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของเกษตรที่มีต่อระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกร บ้านคำปลาฝา ตำบลขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา 2) แบบบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ การทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยการตรวจวัด ค่าพารามิเตอร์ ดังต่อนี้ 1) ค่าอุณหภูมิ และ 2) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา พบว่า มีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ (1) ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (2) ระบบป้อนข้อมูล (3) ระบบจัดเก็บข้อมูล และ (4) ระบบประมวล พบว่า การทำงานของระบบที่แสดงข้อมูลผ่านจอแสดงค่าต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) ผลการการทดสอบระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนจำลอง พบว่า ระบบสามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 – 100 °C และความชื้นสัมพัทธ์ได้ตั้งแต่ 20%RH – 80%RH โดยมีค่าความเหมาะสมภายในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา ที่วัดได้คือ อุณหภูมิอยู่ที่ 30 °C และ ความชื่นอยู่ที่ 60%RH ตามลำดับ ระบบยังสามารถแสดงสถานะค่าอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาได้ตลอดเวลา แสดงข้อมูลผ่านจอ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรรับรู้ข้อมูลได้ตลอดและสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์การวางแผนในการเพาะพันธุ์กบนาได้ตลอดทั้งปี แม้ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบดั้งเดิมกับระบบใหม่ พบว่า ระบบใหม่มีประสิทธิภาพมากกว่าในด้านการเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติ ใช้แรงงานคน และใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ น้อยกว่าระบบดั้งเดิม และ 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของเกษตรที่มีต่อระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา โดยภาพรวมอยู่ในระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ($\bar{X}$ = 4.44, SD. = 0.45) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ระบบเป็นประโยชน์ในการต่อยอดอาชีพ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.55, SD. = 0.50)

คำสำคัญ : ระบบอัตโนมัติ, กบนา, เกษตรอัจฉริยะ, เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง

ABSTRACT

This research aimed to 1) develop an environmental control system using Internet of Things (IoT) technology in a frog breeding house, 2) test the environmental control system using IoT technology in a frog breeding house, and 3) study farmers' satisfaction with the environmental control system using IoT technology in a frog breeding house. The target group consisted of 40 farmers in Ban Kham Pla Fa, Khammin Subdistrict, Mueang District, Kalasin Province. The research instruments included: 1) an environmental control system using IoT technology in a frog breeding house, 2) a system performance test record form, and 3) a satisfaction questionnaire. The system performance test measured two parameters: 1) temperature and 2) relative humidity. The statistics used in the research were mean, percentage, and standard deviation.

The research findings were as follows: 1) the development of the environmental control system using IoT technology in the frog breeding house revealed four main components: (1) a temperature and humidity measurement system, (2) a data entry system, (3) a data storage system, and (4) a processing system. The system effectively displayed data on a screen, demonstrating high efficiency, 2) The performance test of the environmental control system in the experimental house found that the system could measure temperatures ranging from 0–100 °C and relative humidity levels from 20% RH to 80% RH. The optimal environmental conditions for the frog breeding house were identified as a temperature of 30 °C and a humidity level of 60% RH. The system displayed real-time temperature and humidity data on a screen, enabling farmers to continuously monitor and analyze information for year-round frog breeding, even during winter. When comparing the traditional system with the new system, the new system proved to be more efficient in terms of automatic water changes, reduced labor requirements, and shorter water change times and 3) the study of farmers' satisfaction with the environmental control system using IoT technology in the frog breeding house showed an overall satisfaction rating at a "very good" level, with an average score of ($\bar{X}$ = 4.44, SD. = 0.45). Specifically, the system was rated as highly beneficial for career development, with an average score of ($\bar{X}$ = 4.55, SD. = 0.50).

Keywords : Automatic System, Frog, Smart Farm, Internet of Things technology

บทนำ

การเพาะเลี้ยงกบนา (Hoplobatrachus Rugulosus) มีความสำคัญในหลายด้าน โดยเฉพาะในเชิงเศรษฐกิจ เนื่องจากกบนาเป็นที่นิยมในตลาด กบนามีขนาดใหญ่ รสชาติหวาน และคุณภาพดี การเพาะเลี้ยงกบนามีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตและส่งออก ซึ่งช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจท้องถิ่นและสร้างงานให้กับชุมชน

อย่างไรก็ตาม การเพาะเลี้ยงกบนาในช่วงฤดูหนาวมีปัญหาหลายประการ เช่น กบนาหยุดการเจริญเติบโตหรือจำศีล ไม่มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์วางไข่ และประสบปัญหาด้านโรคที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่หนาวเกินไป ส่งผลให้อัตราการรอดตายต่ำ การพัฒนาการของลูกอ๊อดใช้เวลา 30 วันในการเจริญเป็นลูกกบที่สามารถจำหน่ายได้ แต่ในช่วงฤดูหนาวอาจใช้เวลานานขึ้นถึง 45-60 วัน ทำให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้น การจัดการบ่อเพาะเลี้ยง การจัดการน้ำ คุณภาพ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ก็เป็นอีกหนึ่งปัญหา เกษตรกรต้องคอยเฝ้าดูและจัดการบ่อเพาะเลี้ยงด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เสียเวลาและเกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้าดับ น้ำไม่ไหล และน้ำเน่าเสีย การนำรูปแบบเกษตรอัจฉริยะ เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการดูแลสามารถช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามา

ปรับปรุงพัฒนาระบบโรงเรือน ทดแทนแรงงานคน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น [1-2] ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิการเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติ และการควบคุมความชื้น ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน เช่น เครื่องทำความร้อนในช่วงฤดูหนาวและระบบระบายความร้อนในช่วงฤดูร้อน

การพัฒนาโรงเรือนอัตโนมัติ ที่ประกอบด้วย ระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติ ติดตั้งระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อรักษาคุณภาพน้ำและลดการใช้น้ำ การใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง มาใช้ในการควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือน เช่น การตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แบบเรียลไทม์ ดังนั้นการพัฒนาระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมได้อย่างแม่นยำ ลดการใช้แรงงานในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ คุณภาพน้ำ ด้านค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโต เพิ่มอัตราการรอดตาย จะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและสามารถเพาะเลี้ยงกบนาได้ตลอดทั้งปี

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา

1.2 เพื่อทดลองใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา

1.3 เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง เป็นเครือข่ายของวัตถุทางกายภาพที่สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการควบคุมหรือตรวจสอบวัตถุต่าง ๆ จากระยะไกลผ่านเครือข่ายที่มีอยู่ แต่ก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่ต้องพิจารณา ข้อดีของเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลและปรับปรุงการทำงานได้ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย การอัตโนมัติและการควบคุมระยะไกลช่วยลดความต้องการในการตรวจสอบด้วยตนเอง ความสะดวกสบาย การควบคุมอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มต่าง ๆ ทำให้ชีวิตง่ายขึ้น ในด้านการเกษตรอัจฉริยะและการเลี้ยงสัตว์น้ำ การใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่งสามารถช่วยในการตรวจสอบสภาพแวดล้อม การควบคุมอุณหภูมิ และการจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งสามารถนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและลดความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอกได้ ข้อเสียของ อาจรวมถึงความซับซ้อนในการติดตั้งและบำรุงรักษา ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูล และความต้องการในการมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มั่นคง ดังนั้น การวางแผนและการประเมินความเสี่ยงเป็นสิ่งสำคัญก่อนการนำ เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง มาใช้ในระบบเกษตร [3]

ฟาร์มอัจฉริยะแตกต่างจากฟาร์มแบบดั้งเดิมในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิต ฟาร์มอัจฉริยะใช้เครื่องมือที่ทันสมัย เช่น เซ็นเซอร์ โดรน และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดการและติดตามขั้นตอนการเกษตรต่าง ๆ ตั้งแต่การปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว ด้วยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ ระดับความชื้นในดิน สุขภาพของพืช และความต้องการสารอาหาร ฟาร์มอัจฉริยะช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจและดำเนินการเฉพาะเจาะจงเพื่อเพิ่มผลผลิต [4] เช่นเดียวกับ เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง ถูกใช้ในการเกษตร เช่น โรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะและการเกษตรแม่นยำออกแบบมาเพื่อให้มีความยืดหยุ่นและคล่องตัวสูง [5] การทำฟาร์มกบนาอัจฉริยะด้วยระบบ เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงกบนา การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอย่างเหมาะสมจะช่วยให้กบเติบโตได้ดีและสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี

ไพฑูรย์ ศรีนิล และ คณะ [6] ได้พัฒนาแอปพลิเคชันระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกเมล่อนในโรงเรือน โดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและการควบคุมฟัซซี ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก คือ การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเรือน การออกแบบตัวควบคุมฟัซซี่ การพัฒนาสมาร์ทโฟนแอปพลิเคชันระบบควบคุม

อัตโนมัติ และการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ แอปพลิเคชันระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยที่ตัวควบคุมฟัซซี่ถูกออกแบบและสร้างจากข้อมูลการเจริญเติบโต ของต้นเมล่อนที่ได้จากการทดลองปลูกจริงในโรงเรือนโดยผู้เชี่ยวชาญ สำหรับส่วนของการพัฒนาสมาร์ท โฟนแอปพลิเคชันระบบควบคุมอัตโนมัติได้ใช้เทคโนโลยี Node-Red ร่วมกับเทคโนโลยี IoT และส่วนของ การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชันระบบควบคุมอัตโนมัติ มีการทดสอบโดยนำค่า น้ำหนักและค่าความหวานของผลเมล่อนที่ได้จากการปลูกด้วยแอปพลิเคชันระบบควบคุมอัตโนมัติเปรียบเทียบกับผลเมล่อนที่ได้จากการปลูกจริงโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ จากผลการทดสอบทางสถิติด้วย z-test พบว่าผลผลิตเมล่อนจากทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือกล่าวได้ว่า แอปพลิเคชันระบบควบคุมอัตโนมัติที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานี้สามารถทำงานทดแทน แรงงานคนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญได้ สอดคล้องกับ [8] ได้ทำการวิจัยผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาลูกผสม และเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการปฏิสนธิและอัตราการเพาะฟักไข่กบนาลูกผสม โดยการเลี้ยงกบพ่อแม่พันธุ์ในบ่อซีเมนต์ในช่วงฤดูหนาว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ 1) ไม่ควบคุมอุณหภูมิ 2) ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส 3) ควบคุมอุณหภูมิที่ 32 องศาเซลเซียส 4) ควบคุมอุณหภูมิที่ 34 องศาเซลเซียส และ 5) ควบคุมอุณหภูมิที่ 36 องศาเซลเซียส จากการศึกษา พบว่า การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาลูกผสมในช่วงฤดูหนาวเพื่อการเพาะพันธุ์กบนาลูกผสมสามารถทำได้ และการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพาะขยายพันธุ์กบนาลูกผสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 30-36 องศาเซลเซียสเช่นเดียวกับการศึกษาของ กาญจนา ดงสงคราม และคณะ [7] ยังได้พัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง ซึ่งช่วยให้การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนมีประสิทธิภาพมากขึ้น การนำเทคโนโลยี เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง มาใช้ในการเพาะเลี้ยงกบนาจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถเพาะเลี้ยงกบนาได้ตลอดทั้งปี เพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

1.1 ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง

1.2 แบบบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 ราย เป็นเกษตรกรบ้านคำปลาฝา ตำบลขมิ้น อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ คัดเลือกโดยเลือกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย ที่สนใจเพาะเลี้ยงกบนา

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง และสภาพทั่วไปการเพาะเลี้ยงกบนาไร่ปรมัตถ์

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับเกษตรอัจฉริยะนั้นเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกษตร โดยเฉพาะในการเพาะเลี้ยงกบนา ระบบดังกล่าวสามารถตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังรวมถึงระบบป้อนและจัดเก็บข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำไปวิเคราะห์เพื่อวางแผนการเพาะเลี้ยงกบนาให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุด ระบบอัตโนมัติที่อาจถูกนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงกบนา ได้แก่

1) ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา โดกยกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ที่ 30-31 องศาเซลเซียส จะใช้ฮีตเตอร์ในการควบคุมอุณหภูมิ โดยการให้ความร้อนหากอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่าค่าที่กำหนด และหากอุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดพัดลมระบายอากาศจะทำงานลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ส่วนระบบพ่นหมอกจะทำงานเมื่อความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด ส่วนความความชื้นกำหนดไว้ที่ 60-70 เพื่อให้สภาพแวดล้อมอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยง

2) ระบบป้อนข้อมูล จะทำการรวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ค่าความชื้น ค่าอุณหภูมิ ในแต่ละวันเพื่อจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

3) ระบบจัดเก็บข้อมูล บันทึกข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงกบนา เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้น และการเปลี่ยนแปลงอากาศในรอบวัน

4) ระบบวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ข้อมูลที่ได้จากระบบจัดเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และวางแผนการเพาะเลี้ยงกบนาให้มีประสิทธิภาพ

5) ระบบแสดงผล ระบบแสดงผลผ่านอุปกรณ์ให้รับรู้การทำงานตามโปรแกรมควบคุมและสั่งการ

6) ทดสอบเก็บข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม 2565 – พฤษภาคม 2566 เป็นเวลา 5 เดือน เพื่อเปรียบเทียบในช่วงฤดูหนาว เข้าฤดูร้อน เพื่อทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

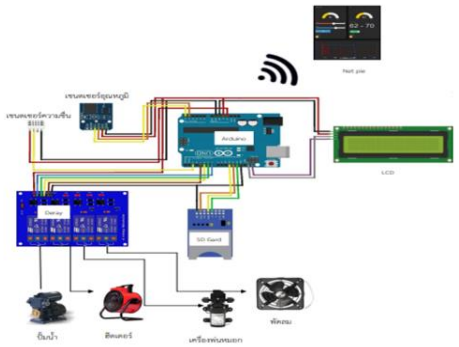
สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน [9] ระดับความพึงพอใจ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

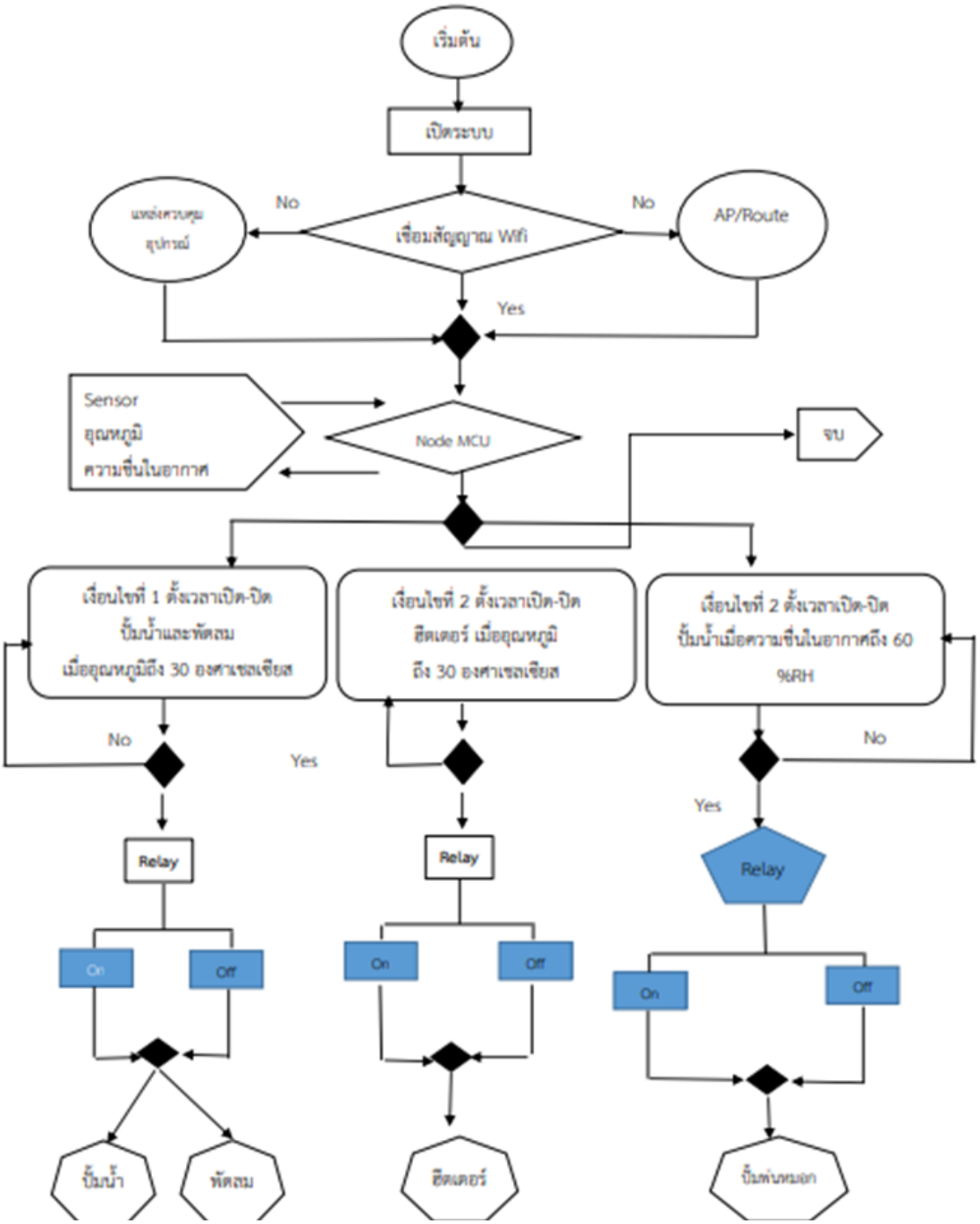
ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา

การพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา ผู้วิจัยที่ออกแบบและพัฒนา ระบบดังนี้ 1) ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น 2) ระบบป้อนข้อมูล 3) ระบบจัดเก็บข้อมูล 4) ระบบประมวลผล แสดงในภาพที่ 1-2 แสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แผงควบคุมวงจรระบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 2 แผนผังการทำงานของระบบโรงเรือนอัตโนมัติ

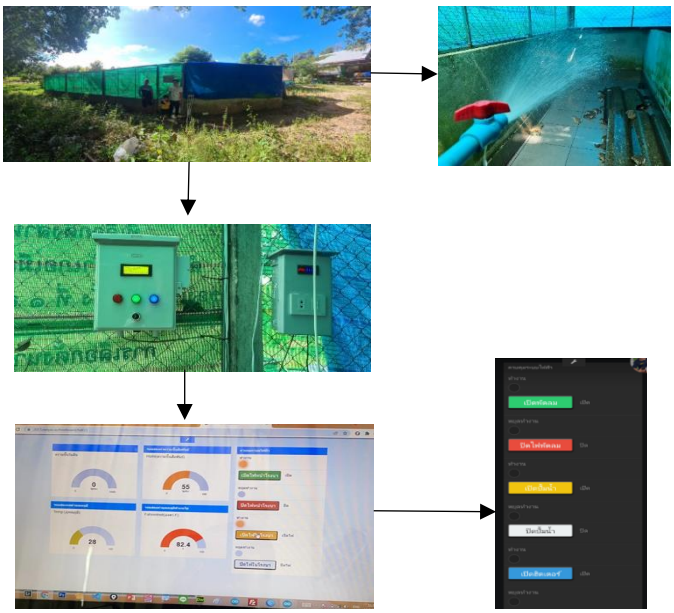
จากภาพที่ 1-2 ระบบการทำงานของแต่ละอีปกรณ์ต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นจะมีขั้นตอนและหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันตามคำสั่งที่ป้อนข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน้าที่ขององค์ประกอบแต่ละส่วน

ระบบทำงาน	หน้าที่ทำงาน	อุปกรณ์
ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา เพื่อให้สภาพแวดล้อมอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยง	- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ(DHT22) - เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื่น (DHT22)
ระบบป้อนข้อมูล	รวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล	- โหนดเอ็มซียู (NodeMCU) - เว็บแอปพลิเคชั่นNetpie
ระบบจัดเก็บข้อมูล	บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และการเปลี่ยนถ่ายอากาศในรอบวัน	-Micro SD Grad
ระบบประมวลผล	แปลงค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ - ควบคุมการดำเนินการต่าง ๆ ในด้านอินพุตและเอาต์พุต -แสดงผล และการตรวจติดตามค่าการตรวจวัดค่าสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนจำลอง	-IOT รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์แสดงค่าผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่
ระบบแสดงผล	แสดงค่าทำงานตามโปรแกรมควบคุมและสั่งการ	- ปั๊มน้ำขนาด 1 นิ้ว - รีเลย์ - ฮีตเตอร์ปรับอุณหภูมิ - พัดลมดูดอากาศ

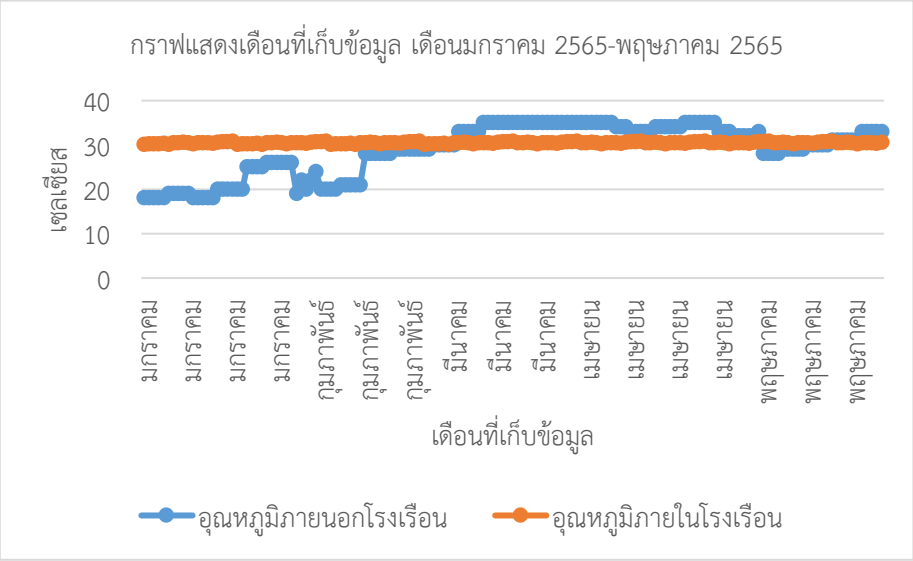
2. ผลการทดลองใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา พบว่า ระบบอัตโนมัติสามารถควบคุมปัจจัยสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม และคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพสิ่งแวดภายนอก โดยระบบสามารถตั้งเวลาการทำงานในการบริหารจัดการน้ำ และระบบแสดงผลตลอดเวลาผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลค่าความชื้นในอากาศ ค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าอุณหภูมิรอบ ๆ มาแสดงในรูปแบบของภาพกราฟิกบนหน้าจออุปกรณ์ เคลื่อนที่ได้ แสดงดังภาพที่ 3

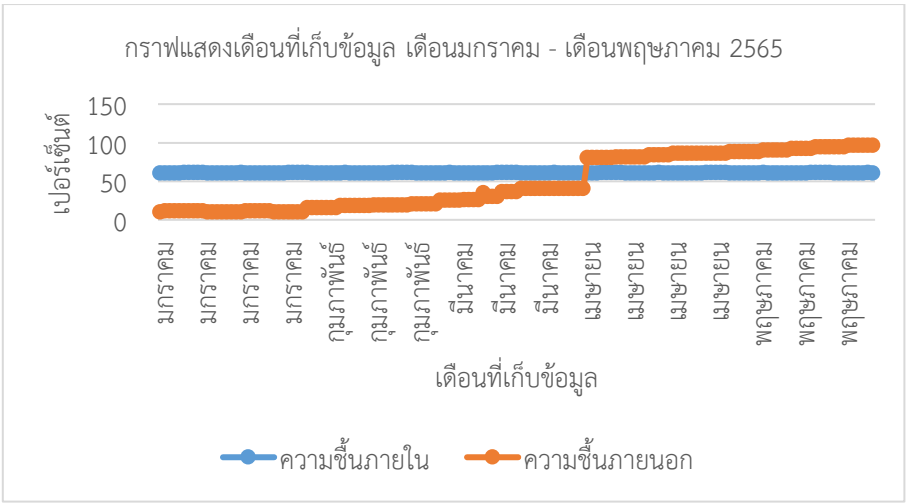


ภาพที่ 3 แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติภายในโรงเรือนกบนาผ่านอุปกรณ์

จากภาพที่ 3 ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา ได้ทำการทดสอบเก็บข้อมูลอุณหภูมิภายนอกในช่วงเดือน มกราคม 2565 – พฤษภาคม 2566 อุณหภูมิภายและความชื้นภายในและนอกโรงเรือน แสดงค่าผ่านหน้าจอและประมวลผลผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ พบว่า ระบบสามารถทำงานตามค่าที่กำหนดไว้ได้อย่างแม่นยำ โดยทำการเกษข้อมูลและนำค่ามาวิเคราะห์ โดยค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.93 องศาเซลเซียส ต่ำสุดอยู่ที่ 18 องศาเซลเซียส สูงสุดอยู่ที่ 35 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ 30.46 องศาเซลเซียส ต่ำสุดอยู่ที่ 30.12 องศาเซลเซียส และสูงสุดอยู่ที่ 30.80 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 4 ส่วนระบบควบคุมความชื้นโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา พบว่า ความชื้นภายนอกเฉลี่ยอยู่ที่ 30.72 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 75.00 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด 10.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความชื้นภายในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 60.42 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 60.88 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุด 60.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือน

จากภาพที่ 4 - 5 แสดงให้เป็นเห็นว่า ภายในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาที่ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ อุณหภูมิและความชื้นจะคงที่และไม่เปลี่ยนแปลงมากเมื่อเทียบกับสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน การควบคุมสภาวะแวดล้อมนี้มีความสำคัญต่อการเจริญพันธุ์และการเจริญเติบโตของกบ เนื่องจากการเพาะเลี้ยงกบในธรรมชาติจะทำได้เฉพาะในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนเท่านั้น ในฤดูหนาวกบจะไม่ผสมพันธุ์และวางไข่หรือที่เรียกว่ากบจำศีล ดังนั้น การใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ในโรงเรือนจำลอง จะช่วยให้เกษตรกรสามารถเพาะเลี้ยงกบได้ตลอดทั้งปี ไม่จำกัดเฉพาะในฤดูฝนและฤดูร้อนเท่านั้น ซึ่งจะเพิ่มโอกาสในการเพาะเลี้ยงและจำหน่ายลูกอ๊อดและลูกกบนาได้ตลอดทั้งปี ทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงและต่อเนื่องมากขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาแบบดั้งเดิมระหว่างระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง

การเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาแบบดั้งเดิมและระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในโรงเรือนจำลอง เพื่อพัฒนาระบบการเพาะกบนาอัตโนมัติต้นแบบ พบว่า โรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาแบบดั้งเดิมไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และระบบอัตโนมัติ การเพาะเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์กลางแจ้งหรือใช้สแลนพลางแสง การเปลี่ยนถ่ายน้ำใช้เวลา 1 วันต่อครั้งและใช้แรงงานจำนวน 3 คน ในขณะที่ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลองมีระบบควบคุมความชื้น ระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบควบคุมปั๊มน้ำอัตโนมัติ การเปลี่ยนถ่ายน้ำใช้แรงงานเพียง 1 คน และใช้เวลาเพียง 15 นาทีต่อครั้ง ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถทำงานตามคำสั่งที่เกษตรกรกำหนดในการเปลี่ยนถ่ายน้ำขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำภายในโรงเรือน การใช้เทคโนโลยี เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการควบคุมสภาวะแวดล้อมของโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาช่วยให้การทำงานสะดวกขึ้น ประหยัดแรงงานและเวลา และสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานตามคุณภาพน้ำภายในโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนาแบบดั้งเดิมระหว่างระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง

รายการ	ระบบดั้งเดิม	ระบบใหม่
1. ระบบความคุมความชื้น	ไม่มี	มีระบบควบคุม
2. ระบบความคุมความอุณหภูมิ	ไม่มี	มีระบบควบคุม
3. ระบบความคุมปั๊มน้ำทำฝนเทียมอัตโนมัติ	ไม่มี	มีระบบอัตโนมัติ
4. ระบบความคุมเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติ	ไม่มี	มีระบบอัตโนมัติ
5. ระบบเติมน้ำอัตโนมัติ	ไม่มี	มีระบบอัตโนมัติ
6. ระบบความคุมสามารถดูผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่	ไม่มี	มีระบบดูผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่
7. จำนวนครั้งในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ	1 วันต่อครั้ง	15 นาทีต่อครั้ง
8. จำนวนแรงงานเปลี่ยนน้ำ (คนต่อวัน)	3	1

จากตารางเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าระบบดั้งเดิมในการเพาะเลี้ยงกบนาใช้แรงงานคนเป็นหลัก ตั้งแต่การเตรียมน้ำ การเตรียมบ่อ การเปลี่ยนถ่ายน้ำ และการติดตั้งระบบสปริงเกอร์เพื่อทำฝนเทียม การจัดการดังกล่าวใช้แรงงานไม่ต่ำกว่า 3 คนในแต่ละครั้ง เนื่องจากการเพาะเลี้ยงกบนาต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยเพื่อให้น้ำสะอาดไม่เน่าเสีย เนื่องจากกบกินอาหารเยอะและการขับถ่ายก็เยอะเช่นเดียวกัน จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำเป็นประจำ ระบบดั้งเดิมนอกจากจะใช้แรงงานในการจัดการน้ำและการล้างบ่อ ยังใช้เวลานาน ตั้งแต่เช้าเวลา 8.00-15.00 น. ใช้ระยะเวลา 8-9 ชั่วโมง หากคิดเรื่องต้นทุนค่าแรงงาน วันละ 300 บาท การเปลี่ยนถ่ายน้ำต่อครั้งใช้แรงงาน 3 คน จะมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 900 บาท ซึ่ง 1 สัปดาห์ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำไม่ต่ำกว่า 2 ครั้ง หรือ 1 เดือนจะจ่าย

ค่าแรงประมาณ 7,200 บาท เมื่อติดตั้งระบบอัตโนมัติแล้ว ระบบจะทำการเติมน้ำอัตโนมัติภายในโรงเรือน ระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำสามารถตั้งเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำ ปล่อยน้ำเสียล้นสู่ท่อระบายน้ำที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเรือน โดยจะใช้เวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 15 นาทีต่อครั้ง ใช้แรงงานจำนวน 1 คน ค่าแรงจะอยู่ที่ 300 บาทต่อครั้ง หรือ 2,400 บาทต่อเดือน ซึ่งต้นทุนค่าแรงในการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะต่ำกว่าระบบดั้งเดิมอย่างมาก การใช้ระบบอัตโนมัติไม่เพียงแต่ช่วยลดต้นทุนค่าแรงงาน แต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการและลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ทำให้เกษตรกรสามารถเพาะเลี้ยงกบนาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของเกษตรที่มีต่อระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง

ผู้วิจัยได้สอบถามความพึงพอใจ พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, SD. = 0.45) ซึ่งหมายถึงผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบเพาะเลี้ยงกบนา ส่วนประโยชน์ในการต่อยอดอาชีพ ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในประโยชน์ทางธุรกิจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.55, SD. = 0.50) ซึ่งหมายถึงระบบเพาะเลี้ยงกบนามีประโยชน์ในการต่อยอดอาชีพของผู้ใช้ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งใน

รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1. ระบบความคุมความชื้นใช้งานได้ง่าย	4.45	0.50	มาก
2. ระบบความคุมความอุณหภูมิใช้งานได้ง่าย	4.43	0.49	มาก
3. ระบบความคุมปั๊มน้ำอัตโนมัติมีความสะดวกในการทำงาน	4.40	0.47	มาก
4. ระบบความคุมมีความเสถียรภาพในการทำงาน	4.53	0.50	มาก
5. ระบบความคุมสั่งการมีความแม่นยำ	4.40	0.45	มาก
6.ระบบเป็นประโยชน์ในการพัฒนาฟาร์มเพาะเลี้ยงเชิงพานิชย์	4.55	0.50	มาก
7. ระบบสมารถทำงานตามที่เกษตรกรตั่งค่าไว้	4.48	0.46	มาก
8. ระบบสามารถดูสถานะค่าต่าง ๆได้ทันท่วงที	4.53	0.47	มาก
10. การแสดงข้อมูลบนจอ	4.43	0.38	มาก
11.โรงเรือนมีความเหมาะสม	4.38	0.30	มาก
12. การทำงานของระบบทำงานได้ดีในภาพรวม	4.35	0.22	มาก
โดยรวม	**4.44**	**0.45**	**มาก**

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบและทดสอบโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบอัตโนมัติเป็นส่วนสำคัญในการสร้างระบบการเพาะเลี้ยงกบนาอัตโนมัติต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโตของกบนาประกอบด้วย 4 ระบบดังนี้ 1) ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น 2) ระบบป้อนข้อมูล 3) ระบบจัดเก็บข้อมูล 4) ระบบประมวล จากการทดสอบ พบว่า ระบบควบคุมความชื้น ระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบควบคุมปั๊มน้ำอัตโนมัติ สามารถทำงานได้ตามค่าที่ป้อนข้อมูล ทำให้ระบบสั่งการควบคุมเปิดปิดเครื่องพ่นหมอกเมื่อความชื้นต่ำ และฮีตเตอร์จะทำงานเมื่ออุณภูมิต่ำ หากอุณหภูมิสูงเกินไปพัดลมระบายอากาศจะทำงานลดความร้อนภายในโรงเรือน และระบบแสดงผลตลอดเวลา เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลค่าความชื้นในอากาศ ค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าอุณหภูมิรอบ ๆ มาแสดงในรูปแบบของภาพกราฟิกบนหน้าจออุปกรณ์ เคลื่อนที่ได้ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกบนา ระบบควบคุมอัตโนมัติถือเป็นปัจจัยหลักที่ช่วยให้การเพาะเลี้ยงกบนามีประสิทธิภาพสูง สอดคล้องกับ [10] ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นก้าวที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตรแบบยั่งยืน ระบบตรวจสอบที่ใช้ เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของ

สรรพสิ่ง สามารถช่วยให้เกษตรกรตรวจจับปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการตายของปลาจากมลพิษและปรับปรุงการดำเนินงานการเลี้ยงปลาได้

2. ผลการทดลองใช้ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา ในส่วนผลการของการทำงานระบบต่าง ๆ ที่ได้ตั้งค่าไว้ร่วมกับเซนต์เซอร์สามารถทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ พบว่า สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในค่าความเหมาะสม อยู่ที่ 30 (°C) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ สามารถควบคุมค่าความเหมาะสมได้อยู่ที่ 60%RH สามารถทำงานตามค่าที่กำหนดไว้ ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง มีการแสดงผลได้ดังนี้ (1) ค่าอุณหภูมิ สามารถวัดได้ตั้งแต่ 0 – 100 (°C) ค่าความเหมาะสม จะอยู่ช่วงระหว่าง 32 – 37 (°C) (2) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ สามารถวัดได้ตั้งแต่ 30 %RH – 100 %RH ค่าความเหมาะสม จะอยู่ช่วงระหว่าง ≤40%RH และ ≥70%RH นอกจากนี้ระบบความคุมสั่งการมีความแม่นยำและทำให้เกษตรกรสะดวกสบายในการจัดการเพาะเลี้ยงกบมากขึ้น นอกจากนี้เกษตรกรยังสามารถเพาะเลี้ยงกบนาได้ตลอดทั้งปีภายในโรงเรือนควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สอดคลอง กับการศึกษาของ ไพฑูรย์ ศรีนิล และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติและความชื้นภายในโรงเรือน พบว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเริ่มทำงานและหยุดการทำงานได้ตามเวลาที่กำหนด ดังนั้น การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25-35 องศาเซลเซียส และสอดคล้องกับ วุธเมธี วรเสริม และคณะ [8] ได้วิจัยผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาลูกผสม และเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการปฏิสนธิและอัตราการเพาะฟักไข่กบนาลูกผสม พบว่าการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาลูกผสมในช่วงฤดูหนาวเพื่อการเพาะพันธุ์กบนาลูกผสมสามารถทำได้ และการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพาะขยายพันธุ์กบนาลูกผสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 30-36 องศาเซลเซียส

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของเกษตรที่มีต่อระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา การพัฒนาระบบอัตโนมัติ การเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในโรงเรือนเพาะเลี้ยงกบนา ช่วยลดระยะเวลา ลดการใช้แรงงาน ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำได้ดีกว่าระบบดั้งเดิม ผลการวิเคราะห์ พบว่า ความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, SD. = 0.45) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ระบบเป็นประโยชน์ในการต่อยอดอาชีพ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.55, SD. = 0.50) สอดคล้องกับ กาญจนา ดงสงคราม และคณะ [7] ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในโรงเรือนจำลอง กรณีศึกษาลูกไก่ชนสายพันธุ์พม่าพบว่าเกษตรมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดระบบเป็นประโยชน์ในการต่อยอดอาชีพ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สมารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมอัตโนมัติในโรงเรือนการเพาะเลี้ยงกบที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเกษตรสามารถเพาะกบได้ตลอดทั้งปี รวมถึงต่อยอดทางพานิชย์ ในอนาคต

งานวิจัยในครั้งต่อไปควรเปรียบเทียบผลผลิตการเพาะเลี้ยงกบ ด้านการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมทั้ง 3 ฤดู และเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนในการเลี้ยงกบนาด้วยระบบโรงเรือนอัจฉริยะ

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Theerawiru, "Smart Farm, environmentally friendly farming." Accessed: 2016. [Online]. Availabld : https://cdc.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/ewt_dl_link.php?nid=37410&filename=Thai_National_Assembly (in Thai)

[2] J. Manwicha, "Smart Farm Technology," Hatyai Academic Journal, vol. 14, no. 2, pp. 201-210, 2016. (in Thai)

[3] K. K. Patel, S. Patel, P. G. Scholar, and C. Salazar, " Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," International Journal of Electronics and Computer Science, vol. 6, no. 5, pp. 6122- 6131, 2016. DOI 10.4010/2016.1482

[4] R. A. Mouha, "Internet of Things (IoT)," Journal of Data Analysis and Information Processing, vol. 9, pp. 77-101, 2021.

[5] W. Fongngen, S. Petchhan, and R. Yajor, "Application of IoT technology to control smart farms in mushroom cultivation greenhouses," Journal of Information Technology Management and Innovation, vol. 5, no. 1, pp. 172-182, 2018. (in Thai)

[6] P. Srinil, T. Puangsuwan, U. Buatoom and S. Kunjet, " Automatic Control System Application for Melon Growth in Greenhouse Using IoT and Fuzzy Control," Journal of Science Ladkrabang, pp. 74-89, 2020. (in Thai

[7] K. Dongsongkram, S. Punpitak, P. Premto and T. Trisakul, "The Development of environment control system using Internet of Things technology in Green House Via Cockfighting," Journal of Applied Information Technology, vol. 8, no. 1, pp. 103-116, 2022. (in Thai)

[8] W. Woraserm, L. Chantabut and S. Pimratch, "Effect of Temperature on Reproductive Performance of Crossbred Frogs in the Winter Season," Prawarun Agricultural Journal, vol. 16, no. 2, pp. 339-348, 2019. (in Thai)

[9] B. Srisaad, Preliminary research, Bangkok: Suwiriyasarn, 2010. (in Thai)

[10] N. Ya’acob, N. N. S. N. Dzulkefli, A. L. Yusof, M. Kassim, N. F. Naim, and S. S. M. Aris, "Water Quality Monitoring System for Fisheries using Internet of Things (IoT)," IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, pp. 1-12, 2021. doi:10.1088/1757-899X/1176/1/012016