# การยกระดับโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมด้วยเทคโนโลยีไอโอที: กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ

# Enhancing Oyster Mushroom Greenhouses Using IoT Technology: A Case Study of Ban Suan Mae Tha Mushroom Cultivation and Processing Community Enterprise

**วราภรณ์ ทุมชาติ, ศุภวุฒิ ผากา*, ประสงค์ หน่อแก้ว และ วราคม วงศ์ชัย**

**Waraporn Tumchat, Suphawut Paka*, Prasong Norkaew & Warakhom Wongchai**

*สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*

*Industrial Electrical Engineering Program, Faculty of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University*

Submitted 30/03/2026 ; Revised 07/05/2026 ; Accepted 03/06/2026

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จังหวัดลำปาง มีการปรับปรุงคานรับน้ำหนักก้อนเห็ดทำให้โรงเรือนบรรจุก้อนเห็ดได้เพิ่มขึ้น 4,150 ก้อน การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที ประกอบด้วยเซนเซอร์ DHT22 ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 สั่งการผ่านรีเลย์ควบคุมปั๊มน้ำพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ แสดงข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ปรับปรุงระบบแสงสว่างเพื่อกระตุ้นการออกดอกของเห็ด การเพาะเห็ดในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ผลการประเมินประสิทธิภาพพบว่าระบบสามารถรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 12–32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงร้อยละ 70–87 ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าโรงเรือนต้นแบบมีผลผลิตเฉลี่ยต่อ 1,000 ก้อน เพิ่มขึ้นร้อยละ 20.7 เมื่อเทียบกับโรงเรือนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.011$) ผลผลิตจากก้อนเห็ด 10,000 ก้อน ทำให้มีรายได้สองเดือนเพิ่มขึ้น 83,950 บาท ผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการเพาะเห็ดในระยะเวลา 4 เดือน/รอบ/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 1.63 ปี

**คำสำคัญ:** โรงเรือนเพาะเห็ด ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ไอโอที

***ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)**

*E-mail: suphawut_p@g.lpru.ac.th*

**Abstract**

The primary aim of this research was to design and develop an automated temperature and humidity control system for a prototype mushroom greenhouse at the Ban Suan Mae Tha Community Enterprise in Lampang Province. Structural modifications to the load-bearing beams were implemented, increasing the greenhouse capacity by 4,150 blocks. The control system integrates IoT technology, using DHT22 sensors and an ESP8266 microcontroller to regulate misting pumps and ventilation fans via relays, while presenting data through the Blynk application. The lighting system was enhanced to promote mushroom fruiting. Performance evaluations conducted from October to December demonstrated that the system maintained temperature within the range of 12–32°C and relative humidity within the range of 70–87%. The results indicated that the prototype achieved a 20.7% increase in average yield per 1,000 blocks relative to conventional greenhouses, a finding that was statistically significant ($p < 0.011$). An economic analysis of 10,000 blocks indicated additional income of 83,950 THB over two months. The system had a payback period of 1.63 years, based on a four-month annual production cycle.

**Keywords:** mushroom greenhouse, temperature and humidity control system, IoT

**บทนำ**

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะจังหวัดลำปาง ตั้งอยู่บ้านแม่วะ ตำบลสันดอนแก้ว อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง เป็นการรวมกลุ่มแม่บ้านของเกษตรกรในชุมชน โดยมีนางณัฐกานต์ วรรณทัศน์ เป็นประธานกลุ่ม ดำเนินงานเพาะและแปรรูปเห็ดครบวงจร โดยเห็ดที่หมุนเวียนเพาะปลูก ได้แก่ เห็ดนางรมเทา เห็ดนางรมฮังการี เห็ดนางฟ้าภูฐาน เป็นหลัก เพื่อจำหน่ายในรูปแบบเห็ดสดและนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด ได้แก่ แหนมเห็ด ข้าวเกรียบเห็ด น้ำพริกเห็ด เห็ดแดดเดียว เห็ดสวรรค์ และเห็ดทอดกรอบ จากการเข้าสำรวจพื้นที่เก็บข้อมูลของคณะวิจัยได้พบประเด็นปัญหาในส่วนของโรงเพาะเห็ดพบว่า โครงสร้างเดิมที่เป็นไม้ ได้มีการผุพังและไม่สามารถรับน้ำหนักก้อนเห็ดได้ ต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างในทุก 1–2 ปี ซึ่งเป็นภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นตามอัตราค่าวัสดุและค่าแรงที่เพิ่มขึ้นทุกปี และประเด็นของกระบวนการเพาะเห็ดในส่วนของการให้ความชื้นในโรงเพาะเห็ดด้วยวิธีการรดน้ำก้อนเห็ดโดยใช้สายยางฉีดน้ำ โดยไม่มีการควบคุมปริมาณน้ำและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมซึ่งส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตเห็ดที่ผลิตได้ เห็ดบางส่วนเกิดการช้ำ เน่าเสีย จากแรงฉีดน้ำของสายยาง การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนได้ไม่ดียังส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและความสมบูรณ์ของดอกเห็ดซึ่งมีผลต่อราคาขายที่ต่ำลงโดยตรง ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพเห็ดคือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ การเพาะเห็ดเบื้องต้นของกรมส่งเสริมการเกษตรในเห็ดสกุลนางรม เช่น นางรม ฮังการี ภูฐาน การดูแลในโรงเรือนเพื่อให้เกิดดอกอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20–32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70–90 ความต้องการแสงเล็กน้อย การถ่ายเทอากาศดี การให้ความชื้นไม่ควรให้น้ำขังภายในก้อนเชื้อและไม่ควรให้น้ำถูกดอกเห็ดโดยตรง [1] จากการพัฒนาระบบควบคุมในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรม ระบบที่ควบคุมอุณหภูมิ 15–35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 80–85 ผลคือโรงเรือนควบคุมให้ปริมาณน้ำหนักดอกเห็ดมากกว่า โดยมีข้อเสนอแนะให้มีช่องระบายอากาศและแสงสว่างเหมาะสมที่เพียงพอ [2] ระบบที่ควบคุมอุณหภูมิให้ไม่สูงเกิน 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70–80 ในโรงเรือนควบคุมให้ผลผลิตมากกว่า [3] จากผลการศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการผลิตเห็ดในระยะเปิดดอกสองปัจจัยแรกสำคัญที่สุดคือ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70–90 และอุณหภูมิ 20–30 องศาเซลเซียส นอกจากยังมีปัจจัยอื่นคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 1,000 พีพีเอ็ม ความเข้มแสงไม่เกิน 500 ลักซ์ [4] การพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมโรงเรือนเพาะปลูกเห็ดทำให้สามารถตรวจจับอุณหภูมิ ความชื้น อากาศ และแสงสว่าง ทำให้โรงเรือนมีสภาพแวดล้อมต่อการเพาะปลูกตลอดเวลา โดยมีการควบคุมอุณหภูมิให้ไม่สูงเกิน 33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70–80 [5] ซึ่งสอดคล้องกับระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) ช่วยควบคุมปัจจัยภายในโรงเรือนเพาะเห็ดให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70–80 [6] และผลจากการพัฒนาตู้เพาะเห็ดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วง 25–33 องศาเซลเซียส ความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 70–90 มีอัตราการงอกและเจริญเติบโตดีกว่า ดอกเห็ดมีลักษณะสมบูรณ์กว่า เก็บผลผลิตได้ในปริมาณมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกแบบไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น [7] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบโรงเรือนที่ควบคุมความชื้นที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.70 โดยใช้ระบบพ่นหมอก ดอกเห็ดมีลักษณะดี มีคุณภาพกว่าโรงเรือนที่ไม่ควบคุมความชื้น [8] การควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิต

ดอกเห็ดส่งผลให้ระยะเวลาช่วงการเก็บผลผลิตเห็ดนานขึ้น เห็ดมีน้ำหนักดี ดอกอวบอิ่มน้ำ เจริญเติบโตสม่ำเสมอ [9] และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำหนักและความแน่นเนื้อเห็ดนางฟ้าหลังการเก็บเกี่ยวของโรงเรือนปกติสูงกว่าจากโรงเรือนอีแวป (evap) ผลผลิตเห็ดที่ได้จากโรงเรือนอีแวปมีสภาพดอกสมบูรณ์กว่าเนื่องจากมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการไหลเวียนอากาศภายในโรงเรือนได้ดีกว่าโรงเรือนปกติ [10] การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ควบคุมปัจจัยสำคัญที่เหมาะสมต่อการผลิตดอกเห็ด ส่งผลดีต่อคุณภาพและปริมาณดอกเห็ดที่ผลิตได้

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จังหวัดลำปาง ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการวิเคราะห์ปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้น ปรับปรุงแสงสว่างภายในโรงเรือน ที่มีผลต่อผลผลิตดอกเห็ด ประเมินประสิทธิภาพของโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบจากปริมาณและคุณภาพของเห็ดที่ผลิตได้ เปรียบเทียบกับโรงเรือนเพาะเห็ดรูปแบบเดิมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เป็นการยกระดับโรงเรือนเพาะเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ท้องถิ่นของจังหวัดลำปาง ด้วยการนำเทคโนโลยีไอโอทีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการผลิตให้มีคุณภาพและเพิ่มปริมาณผลผลิตได้มากขึ้นและนำไปสู่การเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรในชุมชนท้องถิ่นต่อไป

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างคานรับน้ำหนักก้อนเห็ดแบบแขวนแนวตั้ง
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จังหวัดลำปาง
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ

**วิธีดำเนินการวิจัย**

**การออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างคานรับน้ำหนักก้อนเห็ดแบบแขวนแนวตั้ง**

จากการสำรวจโรงเพาะเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ พบว่ามีโรงเรือนจำนวน 10 โรง ในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงโรงเพาะเห็ดต้นแบบจำนวน 1 โรง ออกแบบติดตั้งระบบและทดสอบการควบคุมอุณหภูมิความชื้นในโรงเรือนขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 15 เมตร สูง 2 เมตร คณะวิจัยได้ดำเนินการออกแบบปรับปรุงโรงเพาะเห็ดเพื่อยกระดับโรงเพาะเห็ดให้เหมาะสมกับการติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตเห็ด และคานรับน้ำหนักก้อนเห็ดแบบแขวนแนวตั้งแสดงแบบโรงเรือน โครงสร้างคานรับน้ำหนักก้อนเห็ดก่อนและหลังปรับปรุงดังภาพที่ 1

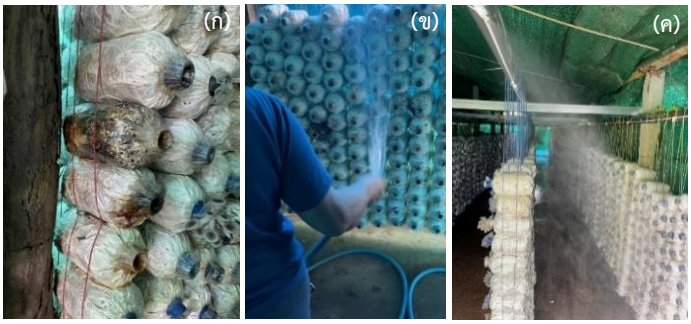



**ภาพที่ 1** (ก) แบบโรงเรือนขนาด 5 x 15 x 2 เมตร (ข) โครงสร้างคานรับน้ำหนักก่อนและหลังปรับปรุง

จากการปรับปรุงโครงสร้างโรงเรือนก่อนปรับปรุงบรรจุก้อนเห็ดได้ประมาณ 5,850 ก้อน และโครงสร้างโรงเรือนหลังปรับปรุงคานรับน้ำหนักก้อนเห็ด สามารถบรรจุก้อนเห็ดได้เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 10,000 ก้อน เนื่องจากคานเหล็กสามารถรับน้ำหนักก้อนเห็ดได้มากกว่าคานไม้แบบเดิม

**การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ**

การรดน้ำก้อนเห็ดภายในโรงเรือนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ใช้แรงงานคนในการปฏิบัติงาน โดยการเปิดน้ำจากท่อผ่านสายยางรดน้ำก้อนเห็ดโดยตรง เพื่อให้ความชื้นภายในโรงเรือนและก้อนเห็ด ลักษณะของน้ำมีความขุ่น มีตะกอน มวลน้ำโดนดอกเห็ดโดยตรง จากวิธีการรดน้ำส่งผลให้ดอกเห็ดช้ำ น้ำเข้าก้อน และสิ่งสกปรกเข้าก้อนเห็ดได้ง่าย ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด คุณภาพดอกเห็ด ก้อนเห็ดเป็นโรคจากเชื้อราลักษณะเชื้อรามีสีเขียว สีดำ สีส้ม หรือสีเหลือง แล้วแต่ชนิดของเชื้อรา ส่วนระยะเวลาและปริมาณน้ำที่รดใช้การประมาณด้วยการสังเกตจากประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ไม่คงที่ และไม่แน่นอน (ภาพที่ 2ก, ข) หากการนำระบบพ่นหมอกเข้ามาใช้จะช่วยให้ความชื้นภายในโรงเรือนสม่ำเสมอ ลดการช้ำของดอกเห็ดที่เกิดจากการโดนน้ำโดยตรง ลดโอกาสที่น้ำเข้าก้อนเห็ด ควบคุมความชื้น ปริมาณน้ำที่ใช้ และลดการใช้แรงงานคน การออกแบบระบบพ่นหมอกใช้ปั๊มน้ำส่งแรงดันน้ำออกทางหัวพ่นฝอย โดยเลือกใช้หัวพ่นขนาดเล็ก 0.1–0.3 มิลลิเมตร เพื่อให้มีละอองฝอยแบบหมอกในการรดน้ำให้ความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดได้ดีที่สุด ดอกเห็ดไม่ช้ำจากการโดนแรงดันของน้ำปริมาณมากและลดความเสี่ยงเรื่องน้ำเข้าก้อนเห็ด ระยะการติดตั้งหัวพ่นหมอกห่างกันจุดละ 1.2 เมตร ซึ่งเพียงพอต่อรัศมีการกระจายตัวให้ความชื้นของละอองพ่นหมอก ติดตั้งแถวละ 11 จุด ทั้งหมด 6 แถว เลือกใช้ปั๊มน้ำไดอะแฟรมดีซี ขนาด 36 โวลต์ แรงดันขณะใช้งาน 70 PSI อัตราการไหล 5.3 ลิตรต่อนาที ซึ่งเพียงพอต่อจำนวนหัวพ่นหมอกทั้งหมด




**ภาพที่ 2** (ก) ลักษณะก้อนเห็ดที่เป็นรา (ข) การรดน้ำโดยใช้สายยาง (ค) ให้ความชื้นด้วยการพ่นหมอก

ออกแบบระบบโดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นของโรงเพาะเห็ดต้นแบบ จำนวน 4 จุด ด้วยเซนเซอร์ DHT22 คำนวณค่าเฉลี่ยประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ กำหนดเงื่อนไขค่าความชื้นและอุณหภูมิเพื่อควบคุมการทำงานของระบบสั่งการทำงานปั๊มน้ำ พัดลมระบายอากาศขนาด 12 นิ้ว 55 วัตต์ จำนวน 2 ตัว สั่งรีเลย์ (relay) ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำในการพ่นหมอก ควบคุมการเปิดปิดพัดลม เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi แสดงผลข้อมูลค่าที่ได้จากการวัดอุณหภูมิและความชื้นบนแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ทโฟน

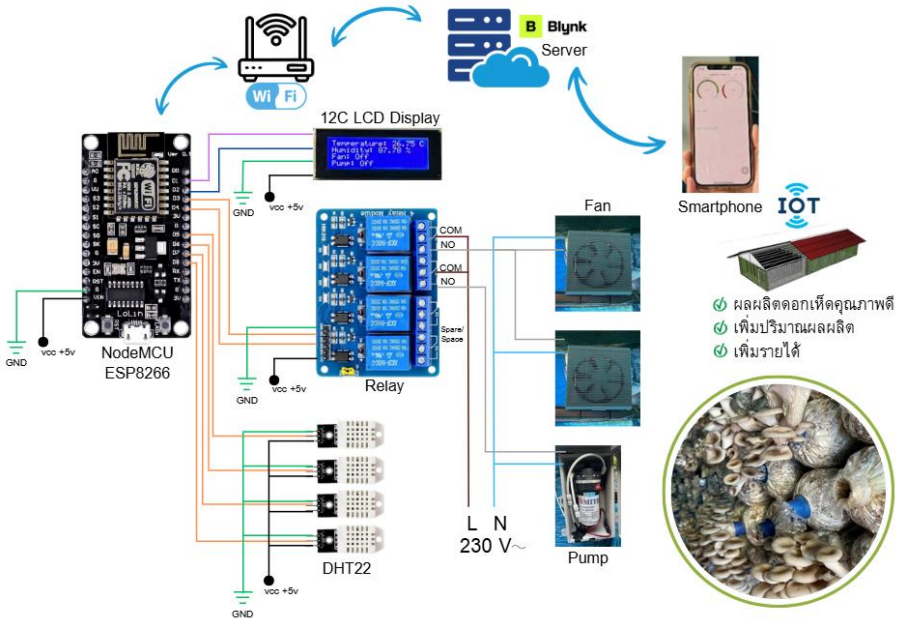



**ภาพที่ 3** (ก) ตู้ควบคุมและหน้าจอแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น (ข) ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

ติดตั้งหลอดไฟสำหรับการเจริญเติบโตของพืชเพื่อปรับปรุงค่าแสงให้เหมาะสมต่อการเพาะเห็ด ในช่วงของการออกดอกเห็ด แสงที่เหมาะสมมีความจำเป็นในการกระตุ้นให้เส้นใยรวมตัวกันเพื่อให้เกิดดอกเห็ดได้เร็วขึ้นและรูปร่างดอกเห็ดที่สมบูรณ์ [4, 5, 7, 11] โดยตั้งค่าเงื่อนไขการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเพาะเห็ดต้นแบบ ดังตารางที่ 1 และแสดงระบบการทำงาน ดังภาพที่ 5

**ตารางที่ 1** เงื่อนไขการทำงานและการทดสอบระบบ

| เงื่อนไขที่ | อุณหภูมิ °C | ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | สถานะพัดลม | สถานะปั๊มน้ำ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | < 30 | ≥ 82 | ไม่ทำงาน | ไม่ทำงาน |
| 2 | < 30 | < 70 | ไม่ทำงาน | ทำงาน |
| 3 | ≥ 30 | ≥ 82 | ทำงาน | ไม่ทำงาน |
| 4 | ≥ 30 | < 70 | ทำงาน | ทำงาน |




**ภาพที่ 4** แผนผังแบบวงจรในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ




**ภาพที่ 5** ติดตั้งระบบส่องสว่างปรับปรุงความเข้มแสงภายในโรงเพาะเห็ดต้นแบบ

**การประเมินประสิทธิภาพของโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ**

ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ วัดผลเก็บค่าข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขระบบให้เหมาะสมกับการทำงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดที่สมบูรณ์และให้ผลผลิตที่สูงขึ้น วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตดอกเห็ด ทำการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักผลผลิตดอกเห็ดระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดแบบเดิมและโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบที่ติดตั้งระบบพ่นหมอกอัตโนมัติ ประเมินผลทางสถิติประเมินรายได้ที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

**ผลการวิจัย**

ด้านปริมาณผลผลิตดอกเห็ดระหว่างโรงเพาะเห็ดรูปแบบเดิมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกับโรงเพาะเห็ดต้นแบบที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยประเมินผลจากผลผลิตดอกเห็ดนางรมเทาของก้อนเห็ดจำนวนโรงเรือนละ 1,000 ก้อน เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีกำลังการผลิตก้อนเห็ดพร้อมกันได้ครั้งละ 2,000 ก้อน โดยมีระยะเวลาในการบ่มก้อนเห็ดในการเปิดดอกครั้งแรกประมาณ 30 วัน



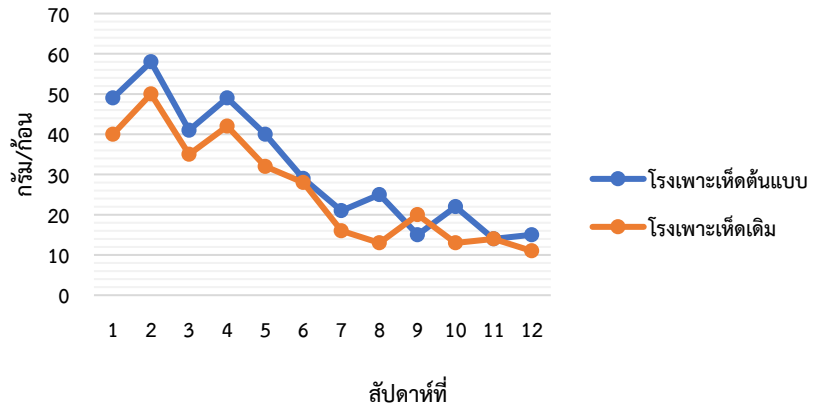
**ภาพที่ 6** การจัดเรียงก้อนเห็ดที่พร้อมบ่มภายในโรงเรือนเพาะเห็ดเพื่อบ่มก้อนเห็ดก่อนการเปิดดอก

**ตารางที่ 2** ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดสัปดาห์ที่ 1 ถึง 12 ในช่วงเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม 2568

| **สัปดาห์ที่** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ผลผลิตเฉลี่ย (กรัม/ก้อน) ในโรงเพาะเห็ดเดิม | 40 | 50 | 35 | 42 | 32 | 28 | 16 | 13 | 20 | 13 | 14 | 11 |
| ผลผลิตเฉลี่ย (กรัม/ก้อน) ในโรงเพาะเห็ดต้นแบบ | 49 | 58 | 41 | 49 | 40 | 29 | 21 | 25 | 15 | 22 | 14 | 15 |
| **ร้อยละการเพิ่ม/ลด** | เพิ่ม 22 | เพิ่ม 16 | เพิ่ม 17 | เพิ่ม 16 | เพิ่ม 25 | เพิ่ม 3 | เพิ่ม 31 | เพิ่ม 92 | ลด 25 | เพิ่ม 69 | - 0 | เพิ่ม 36 |

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบความแตกต่างผลผลิตเฉลี่ยของโรงเพาะเห็ด (สัปดาห์ที่ 1-12)

| **โรงเรือนเพาะเห็ด** | **n** | $\bar{x}$ | **S.D.** | **Var ($x$)** | **RMSE** | **Mean difference** | **t** | **p-value** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| แบบเดิม (ไม่ควบคุม) | 12 | 26.17 | 13.38 | 164.15 | - | 5.42 | 2.67 | 0.011 |
| ต้นแบบ (ควบคุม) | 12 | 31.58 | 14.93 | 204.45 | 6.99 | | | |




**ภาพที่ 7** กราฟแสดงปริมาณผลผลิตดอกเห็ดเฉลี่ย (กรัมต่อก้อน) สัปดาห์ที่ 1 ถึง 12

**ตารางที่ 4** ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ (ต่ำสุด-สูงสุด) ภายในโรงเพาะเห็ด ตุลาคม ถึง ธันวาคม 2568

| ตัวแปร | โรงเรือนเพาะเห็ดเดิม (ใช้สายยางรดน้ำ เช้า กลางวัน เย็น) | | | โรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ (ใช้ระบบควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ตุลาคม | พฤศจิกายน | ธันวาคม | ตุลาคม | พฤศจิกายน | ธันวาคม |
| อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | 22 - 36 | 14 - 35 | 13 - 34 | 20 - 32 | 14 - 31 | 12 - 30 |
| ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ) | 39 - 94 | 28 - 94 | 38 - 94 | 70 - 86 | 70 - 87 | 70 - 82 |

โรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการจัดการสภาพแวดล้อมและสร้างผลผลิตได้ดีกว่าโรงเพาะแบบเดิม โดยโรงเพาะต้นแบบสามารถรักษาอุณหภูมิสูงสุดไม่ให้เกิน 32 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าโรงเพาะเดิม และความชื้นสัมพัทธ์ที่มีความเหมาะสมในช่วงร้อยละ 70–87 โดยที่โรงเพาะเดิมมีความผันผวนสูงตามสภาพอากาศ ในวันที่อากาศแห้งความชื้นลดต่ำลงถึงร้อยละ 28 ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นส่งผลต่อปริมาณการออกดอกเห็ดที่เพิ่มขึ้น เห็นได้จากตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดที่เพิ่มขึ้นของโรงเพาะเห็ดต้นแบบจากก้อนเห็ด 1,000 ก้อน ซึ่งได้ควบคุมปัจจัยช่วงเวลาการเปิดดอกพร้อมกันของทั้งสองโรงเรือน อีกทั้งอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมยังส่งผลต่อระยะเวลาการเดินเชื้อสร้างเส้นใยเห็ดให้เร็วขึ้นเพื่อเตรียมออกดอกในรอบถัดไป ซึ่งจะอยู่ในระยะเวลาประมาณ 3-7 วัน ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตในสัปดาห์ที่ 9–12 เนื่องจากรอบการออกดอกเห็ดเร็วขึ้น อยู่ในช่วงสร้างเส้นใยเห็ดรอบใหม่และช่วงเดือนที่ 3–4 เข้าสู่ช่วงท้ายของการออกดอกเห็ดที่ลดลงชัดเจน

**ตารางที่ 5** ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2568

| เดือน | พฤศจิกายน | ธันวาคม | ลดลงร้อยละ |
|---|---|---|---|
| โรงเพาะเห็ดเดิม บรรจุ 5850 ก้อน ผลผลิต (กิโลกรัม) | 1,104 | 497 | **54.98** |
| โรงเพาะเห็ดต้นแบบ บรรจุ 10,000 ก้อน ผลผลิต (กิโลกรัม) | 2,160 | 1,120 | **48.15** |
| **ผลผลิตเพิ่มขึ้น** | **1,056 กก. ร้อยละ 95.65** | **623 กก. ร้อยละ 125.35** | |

**ตารางที่ 6** ประเมินรายได้การจำหน่ายดอกเห็ดสดเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2568

| โรงเพาะเห็ด | รายได้พฤศจิกายน (บาท) (ราคาขายกิโลกรัมละ 50 บาท) | รายได้ธันวาคม (บาท) (ราคาขายกิโลกรัมละ 50 บาท) |
|---|---|---|
| โรงเพาะเห็ดเดิม บรรจุได้ 5,850 ก้อน | 55,200 | 24,850 |
| โรงเพาะเห็ดต้นแบบ บรรจุได้ 10,000 ก้อน | 108,000 | 56,000 |
| **รายได้เพิ่มขึ้น (บาท)** | **52,800** | **31,150** |

**ตารางที่ 7** ผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

| รายการ | ปีที่ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **ค่าใช้จ่าย** | | | | | | |
| **เงินลงทุน 1 ระบบ** | 170,000 | | | | | |
| O&M (เงินเฟ้อ 3%) | | 2,000 | 2,060 | 2,121.80 | 2,185.45 | 2,251.02 |
| ก้อนเชื้อเห็ด (เงินเฟ้อ 3%) | | 41,500 | 42,745 | 44,027.35 | 45,348.17 | 46,708.62 |
| **ผลตอบแทน** | | | | | | |
| ประหยัดค่าวัสดุค่าช่าง (เงินเฟ้อ 3%) | | 15,000 | 15,450 | 15,913.50 | 16,390.91 | 16,882.63 |
| ประหยัดค่าแรงงานคน (เงินเฟ้อ 3%) | | 24,000 | 24,720 | 25,461.60 | 26,225.45 | 27,012.21 |
| จำหน่ายเห็ดสด (เงินเฟ้อ 3%) | | 107,300 | 110,519 | 113,834.57 | 117,249.61 | 120,767.10 |
| มูลค่าการไหลเงินสด | - 170,000 | 102,800 | 105,884 | 109,061 | 112,332 | 115,702 |
| ผลตอบแทนสุทธิสะสม | - 170,000 | - 67,200 | 38,684 | 147,745 | 260,077 | 375,779 |
| **NPV (บาท)** | **241,467.29** | | | | | |
| **IRR (%)** | **53.74 %** | | | | | |
| **ระยะเวลาคืนทุน** | **1.63 ปี** | | | | | |

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ตารางที่ 7 ในการลงทุนโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบ พบว่าผลผลิตดอกเห็ดคือปัจจัยหลักในการสร้างรายได้ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน คำนวณหารายได้ที่เพิ่มขึ้นจากปริมาณผลผลิตดอกเห็ดที่เพิ่มขึ้น จากตารางที่ 5 โดย คำนวณระยะเวลาการให้ผลผลิตอยู่ที่ 4 เดือน ในเดือนที่ 3 และ 4 คำนวณผลผลิตในอัตราลดลงร้อยละ 50 และคิดรอบการเพาะเห็ด 1 ครั้ง/ปี ได้ปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับ 1,056 + 623 + 311.5 + 155.75 = 2,146 กิโลกรัม คิดราคากิโลกรัมละ 50 บาท เป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้นคือ 107,300 บาท ต้นทุนก้อนเห็ดที่เพิ่มขึ้นจำนวน 4,150 ก้อน ราคาก้อนละ 5 บาท คิดเป็นต้นทุนเท่ากับ 20,750 บาท ค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุ ค่าช่างในการปรับปรุงโครงสร้างไม้ที่มีการผุพังทุกปีอยู่ที่ 15,000 บาท/ปี และค่าบำรุงรักษาระบบ 2,000 บาท/ปี

**อภิปรายผลการวิจัย**

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าก้อนเห็ดจะให้ผลผลิตดอกเห็ดสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 1–2 และผลผลิตมากสุดในช่วง 1–2 เดือนแรก และผลผลิตดอกเห็ดจะลดต่ำลงเรื่อยๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด [3] และการควบคุมความชื้นอัตโนมัติในโรงเพาะเห็ด [8] ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดสัปดาห์ที่ 1 ถึง 12 ของก้อนเห็ด 1,000 ก้อน โรงเพาะเห็ดต้นแบบสามารถเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยได้สูงขึ้นประมาณร้อยละ 20.7 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงกว่าโรงเพาะเห็ดเดิม โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $< 0.05$ ($p < 0.011$) การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเพาะเห็ดให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด ช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพดอกเห็ดได้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ [3, 4, 8–10, 12] และให้ผลผลิตดอกเห็ดอย่างสม่ำเสมอ [2] การเกิดดอกในแต่ละรอบเร็วขึ้นคือการเดินเชื้อสร้างเส้นใยเห็ดเร็วขึ้น [7] และยังส่งผลต่อผลผลิตที่สามารถเก็บได้ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นอีกด้วย [9] โดยความเข้มแสงที่เหมาะสมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นการออกดอกเห็ด [5, 13] การนำเทคโนโลยีไอโอทีมาประยุกต์ใช้ช่วยให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบและควบคุมสภาพแวดล้อมได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากการแปรปรวนของสภาพอากาศ [14] ในการขยายผลใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับก้อนเห็ด 10,000 ก้อน ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดที่ได้มีปัจจัยที่ไม่ควบคุมคือช่วงระยะเวลาการเปิดดอกที่ไม่พร้อมกันเนื่องจากข้อจำกัดด้านแรงงานคนในการทำก้อนเห็ด งานวิจัยในระยะต่อไปอาจมีการติดตั้งระบบตรวจสอบด้วยภาพเพื่อติดตามการเจริญเติบโตของเห็ดในแต่ละระยะแบบอัตโนมัติ [15]

**สรุปผลการวิจัย**

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเรือนเพาะเห็ดต้นแบบด้วยเทคโนโลยีไอโอที สามารถควบคุมระบบได้แบบอัตโนมัติ ประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้วิธีการพ่นหมอกแทนการใช้สายยางฉีดน้ำ ปรับปรุงความเข้มแสงด้วยหลอดไฟ ซึ่งช่วยกระตุ้นการออกดอก ติดตามและแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด ผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอปพลิเคชัน Blynk จากผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการทำงาน สามารถรักษาอุณหภูมิสูงสุดไม่ให้เกิน 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงร้อยละ 70–87 โดยหลังปรับปรุงระบบแสงสว่างความเข้มแสงมีค่า 96 ลักซ์ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเพาะเห็ดให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตดอกเห็ดจากโรงเพาะเห็ดต้นแบบสามารถเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยได้สูงขึ้นประมาณร้อยละ 20.7 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงกว่าโรงเพาะเห็ดเดิม โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $< 0.05$ ($p < 0.011$) ผลผลิตดอกเห็ดมีคุณภาพดี ให้ผลผลิตดอกเห็ดสม่ำเสมอ และผลจากการปรับปรุงโครงสร้างคานรับน้ำหนักก้อนเห็ดแบบแขวนแนวตั้ง ทำให้ภายในโรงเรือนเพาะเห็ดบรรจุก้อนเห็ดได้เพิ่มขึ้น 4,150 ก้อน ปริมาณผลผลิตดอกเห็ด 2 เดือน เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 110.5 คิดเป็นรายได้จากการจำหน่ายดอกเห็ดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเดือนละ 41,975 บาท ผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า งบลงทุนปีแรกเท่ากับ 170,000 บาท ระยะเวลา 5 ปี ผลตอบแทนการลงทุนมีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 55.74 % ผลตอบแทนสุทธิ (NPV) เท่ากับ 241,467.29 บาท และมีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 1.63 ปี การนำเทคโนโลยีไอโอทีมาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ด เป็นการทำเกษตรยุคใหม่ ยกระดับมาตรฐานการผลิต เพิ่ม

ประสิทธิภาพผลผลิตและขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกร ช่วยลดภาระงาน และเพิ่มความแม่นยำในการบริหารจัดการในรูปแบบของเกษตรสมัยใหม่และนำไปสู่การเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรในชุมชนท้องถิ่นได้

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

**เอกสารอ้างอิง**

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558). การเพาะเห็ดเบื้องต้น. [ออนไลน์], สืบค้นจาก http://www.servicelink.doae.go.th/corner%2 0 book/book%2 0 0 5 / Mushroom.pdf (5 พฤษภาคม 2566).

[2] วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 5(1), 172–182.

[3] กายรัฐ เจริญราษฎร์, อาทิตย์ พวงสมบัติ, ชวโรจน์ ใจสิน และณัฐชามญช์ ศรีจำเริญรัตนา. (2562). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยอาศัยเซนเซอร์ตรวจวัดอากาศร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์. Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University, 6(1), 1–12.

[4] ศิวัตม์ กมลคุณานนท์, นัฐพงศ์ ส่งเนียม, ดุษณี ศุภวรรธนะกุล และธนภูมิ ศิริงาม. (2565). การศึกษาปัจจัยการผลิตเห็ดกลุ่มเย็นในฟาร์มอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (หน้า 583–591). ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติราชภัฏเลยวิชาการ ครั้งที่ 8.

[5] ธีรพงศ์ เพ็ญเนตร, คมทอง โยวะผุย, ชูศักดิ์ จาระงับ, ภาณุพงศ์ บุญรมย์, อุดมเดช ทาระหอม และปิยนุช วรบุตร. (2566). การพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมโรงเรือนเพาะปลูกเห็ดนางรมภูฐานโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวไอโอที. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.อีสาน, 4(1), 43–56.

[6] นิติคม อริยพิมพ์ และชัยพร อัดโดดดร. (2563). การออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College, 7(2), 59–72.

[7] อมรรัตน์ คำบุญ, ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ, กัลยา ธนาสินธ์ และสายัณ พุทธลา. (2564). การพัฒนาตู้เพาะเห็ดอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 16(1), 27–40.

[8] ไกรสร รวยป้อม และร้อยทิศ ญาติเจริญ. (2565). การประยุกต์ใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในการควบคุมความชื้นอัตโนมัติในโรงเพาะเห็ด. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 8(1), 58–68.

[9] ธรัช อารีราษฎร์ และวรปภา อารีราษฎร์. (2563). ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 6(1), 7–17.

[10] กสมล ชนะสุข, กนกพัชร กอประเสริฐ, ศานติ ดิฐสถาพรเจริญ และสมพล สุขเจริญพงษ์. (2561). การวิเคราะห์ความสูญเสียของระบบการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดนางฟ้าในจังหวัดนครปฐม. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 5(2), 130–145.

[11] อุราภรณ์ สอาดสุด และคณะ. (2552). การควบคุมคุณภาพและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสกุลนางรม. รายงานการวิจัย. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[12] Rukhiran, M., Sutanthavibul, C., Boonsong, S., & Netinant, P. (2023). IoT-based mushroom cultivation system with solar renewable energy integration: assessing the sustainable impact of the yield and quality. Sustainability, 15(18), 13968.

[13] ศิวัตม์ กมลคุณานนท์, เอกฤทัย ฉัตรชัยเดช, สุทธิดา วิทนาลัย, เกวลี รังษีสุทธาภรณ์, กิตติ เมืองตุ้ม และปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ. (2568). นวัตกรรมการผลิตเห็ดนางฟ้าแบบควบคุมปัจจัยการผลิตในโรงเรือนชุมชนผู้ผลิตเห็ด จังหวัดอุตรดิตถ์. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 17(1), 1–17.

[14] Rahman, H., Faruq, M. O., Hai, T. B. A., Rahman, W., Hossain, M. M., Hasan, M., Islam, S., Moinuddin, M., Islam, M. T., & Azad, M. M. (2022). IoT enabled mushroom farm automation with Machine Learning to classify toxic mushrooms in Bangladesh. Journal of agriculture and food research, 7, 100267.

[15] Nguyen, H. H., Shin, D.-Y., Jun, W.-S., Kim, T.-Y., & Lee, D.-H. (2024). An integrated IoT sensor-camera system toward leveraging edge computing for smart greenhouse mushroom cultivation. Agriculture, 14(3), 489.