



การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16

The 16th Electrical Engineering Network 2024

29-31 พฤษภาคม 2567 ณ โรงแรมอัสสัมชัญ อ.เมือง จ.หนองคาย

นวัตกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่
สำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน
Innovation and Modern Technology
for Sustainable Development

Conference Topic

- Electrical Power (PW) ไฟฟ้ากำลัง
- Electronics, Circuit and Communication (EC) อิเล็กทรอนิกส์ วงจรและสื่อสาร
- Power Electronics (PE) อิเล็กทรอนิกส์กำลัง
- Computer and Information Technology (CP) คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- Control Systems and Instrumentation (CT) ระบบควบคุมและการวัด
- Digital Signal Processing (DS) ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิทัล
- Energy and Conservation of Energy (ES) พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

- Innovation and Invention (IN) นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
- General Electrical Engineering (GN) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า
- Special Session on Electrical Engineering (SS) หัวข้อพิเศษทางวิศวกรรมไฟฟ้า
 - Innovation and invention for junior research in school and college
 - นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ สำหรับนักวิจัยรุ่นเยาว์ ระดับมัธยม ปวช. และ ปวส.
 - Other research related to engineering for junior research in school and college
 - งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรม สำหรับนักวิจัยรุ่นเยาว์ ระดับมัธยม ปวช. และ ปวส.

EENET 2024



บทความสาขานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (IN)

หน้า

IN-823	ระบบการวัดอัตราการไหลบนสายพานลำเลียง บัญชา เหลือแดง สิริวิชญ์ แสงสิน ชวิศ ชนประเสริฐ ปรัญญา มงคลไวย เจษฎาพร สถาณทรัพย์ ทัดยา ปุคคละนันท์ และ วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน	541
IN-824	การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อตรวจสอบคุณภาพดินแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ศุภมงคล กลิ่นบัว สุภชัย แสงพิทักษ์ สิริศักดิ์ พงษ์พลผลศักดิ์ ภาสพิชญ์ ชูใจมิเชล และ ภาณุภูมิ จันทร์ศรี	545
IN-825	การพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งระบบปั๊มความร้อนร่วมกับระบบเก็บรังสีความร้อนแสงอาทิตย์ สำหรับอบแห้งจังหวัด นันทนันท พลพันธ์ และ วลัยกษณ์ เทียงดาห์	549
IN-826	การประยุกต์เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับปลูกพืชแอร์โพนิกส์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ บุญญฤทธิ์ ใจสุข กิตติศักดิ์ รุ่งแจ่ม พิพัฒน์ เข้มงามเหลือ ภาสพิชญ์ ชูใจมิเชล และ ภาณุภูมิ จันทร์ศรี	554
IN-827	การออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว	558
IN-828	การศึกษาผลของฉากกันที่มีต่ออุณหภูมิภายในเครื่องฟ้นฟิล์มหดรแบบอุโมงค์ความร้อน กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม มยุรีย์ สีนุญเรือง ชานนท์ พิมมะเสน โชคอนันต์ รันนะโคตร เสฏฐวุฒิ ประศรี ดวงกมล ดังโพนทอง กลยุทธ ดิจิริง วสันต์ ปินะเต นนทนนท์ พลพันธ์ กันตภณ พรหมนิกร และ วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล	562
IN-830	การศึกษาผลกระทบบของฉากกันที่มีต่อความเร็วลมเครื่องฟ้นฟิล์มหดรแบบอุโมงค์ความร้อน กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ชานนท์ พิมมะเสน โชคอนันต์ รันนะโคตร เสฏฐวุฒิ ประศรี มยุรีย์ สีนุญเรือง ดวงกมล ดังโพนทอง กลยุทธ ดิจิริง วสันต์ ปินะเต นนทนนท์ พลพันธ์ กันตภณ พรหมนิกร และ วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล	566
IN-831	ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที สุวดี ชูวานิชย์ ธิษฐัฐพล หนูพรหม ไพศาล คงเรือง ศุภกร สังข์ทอง ณัฐสิทธิ์ อินทร์คง และอุดมเลิศ แซ่ลี	570
IN-832	การออกแบบและพัฒนาชุดต้นแบบแกนกลขนาดเล็กสำหรับธุรกิจ SMEs นลินี หมู่มั่นศรี ประสพสุข สร้อยทอง และ บัญชา ใต้ศรีโคตร	574
IN-833	เครื่องอบแห้งเศษอาหารสำหรับเลี้ยงปลา ปณิธาน จักจุจันทร์ อภิราชนันต์อดมพิสุทธิ ปิยะรัตน์ บัวทอง อภิสิทธิ์ ราชโยธา และ วารุณี ศรีสงคราม	579
IN-834	แขนหุ่นยนต์สำหรับผสมและเขย่าเครื่องดื่มอัตโนมัติ อัครพงษ์ ขุมเงิน ชัยนุชา สุขสนิท และ นันทิยา ชัยบุตร	582

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที

Temperature and Humidity Control System in The Pleurotus Mushrooms Cultivation House using IoT Technology

สุวดี สุวาณิชย์¹ ตรีษฐ์สพล หนูพรหม² ไพลาล คงเรือง¹ สุกกร สังข์ทอง¹ ณัฐสิทธิ์ อินทร์คง¹ และอุดมเลิศ แซ่ลี้¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม (ต่อเนื่อง) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

E-mail: suvalee.ch@skru.ac.th

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที (Internet of Things: IoT) มีบอร์ด ET-ESP8266-RS485 ทำหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานของระบบ โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจะควบคุมผ่านระบบพ่นหมอกซึ่งสามารถควบคุมได้ 3 รูปแบบคือ 1) การควบคุมการพ่นหมอกแบบอัตโนมัติซึ่งสามารถกำหนดช่วงความชื้นที่เหมาะสมสำหรับเห็ดแต่ละชนิดได้ 2) การเปิด-ปิดระบบพ่นหมอกผ่านแอปพลิเคชัน Blynk 3) การควบคุมการพ่นหมอกจากหน้าผู้ควบคุม และระบบจะแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นบนแอปพลิเคชัน Blynk จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบพบว่าระบบสามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นบนแอปพลิเคชัน Blynk และสามารถสั่งควบคุมการพ่นหมอกได้ทั้ง 3 รูปแบบ โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของค่าอุณหภูมิมีค่า 1.33% และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของค่าความชื้นมีค่า 2.02 % เมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานจากผลการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (โรงเรือนทดลอง) กับการเพาะเห็ดในโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม (โรงเรือนควบคุม) พบว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานในโรงเรือนทดลองมีอายุการเก็บเกี่ยวเห็ดนางฟ้าภูฐานครั้งแรกหลังการเปิดดอกเร็วกว่าการเพาะในโรงเรือนควบคุม สำหรับคุณภาพผลผลิตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานในโรงเรือนทดลองมีแนวโน้มทำให้เห็ดนางฟ้าภูฐานมีคุณภาพผลผลิตสูงกว่าการเพาะในโรงเรือนควบคุมโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนดอก ความกว้างหมวกดอก ความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก และน้ำหนักดอก

คำสำคัญ: เทคโนโลยีไอโอที, เห็ดนางฟ้าภูฐาน, ESP8266

Abstract

The temperature and relative humidity control system in the mushroom cultivation greenhouse using Internet of Things (IoT) technology has an ET-ESP8266-RS48 board to process the system. The fog spraying system can be controlled in three ways: 1) automatic fog spraying control that can determine the appropriate humidity range for

each type of mushroom. 2) turning the fog spraying system on and off through the Blynk application 3) fog spraying control from the front of the control cabinet and displaying temperature and humidity values on the Blynk application. The performance testing results show that the system can display temperature and humidity values on the Blynk application and control fog spraying in all 3 ways. The average temperature error was 1.33% and the average humidity error was 2.02% compared to the standard instrument. The results show that the Bhutan oyster mushroom in the greenhouse that controls temperature and humidity (experimental greenhouse) had a faster first harvest after flowering than those grown in the mushroom greenhouse using traditional methods (control greenhouse). The cultivation of Bhutan oyster mushrooms in experimental greenhouses tends to produce higher yield quality mushrooms more than in control greenhouses by considering the average number of mushrooms, cap width, stipe length, stipe diameter and mushroom weight.

Keywords: Internet of Things, Bhutan Oyster Mushroom, ESP8266

1. บทนำ

การเติบโตของตลาดเห็ดในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี การติดตามและการจัดการสภาพอากาศเป็นคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ด [1] ปัจจุบันมีการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น รวมถึงการรดน้ำในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติสำหรับการเพาะเห็ดชนิดต่างๆ ในโรงเรือนแบบปิดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [2] ซึ่งพบว่าสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรและมีผลผลิตเห็ดสูงกว่าการเพาะเห็ดที่ไม่มีการควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน [2-4]

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมแบบมุ่งเป้า เพื่อให้เกิดการยกระดับกระบวนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มให้สินค้าเกษตรเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ของหมุดหมายที่ 1 ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) โดยเทคโนโลยี IoT เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาในด้านเกษตรอัจฉริยะ หรือ Smart Farming ซึ่งเทคโนโลยีเทคโนโลยีไอโอทีเป็นระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16

16th Conference of Electrical Engineering Network 2024 (EENET 2024)



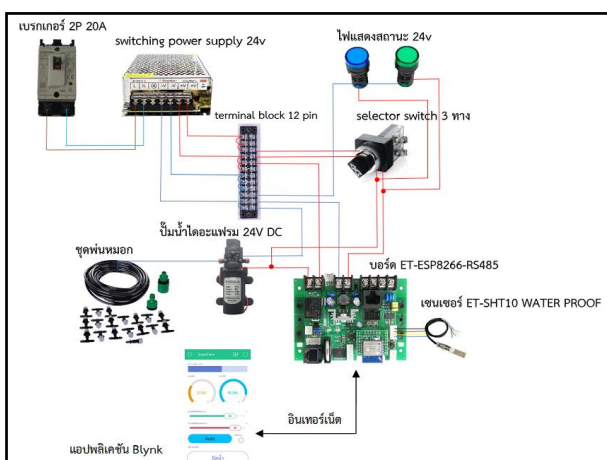
ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิดเข้าด้วยกันและสามารถรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ เช่น ซอฟต์แวร์ สมาร์ทโฟน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ เป็นต้น [5] ซึ่งช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงข้อมูลทางการเกษตร ลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้ [4]

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรม โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเทคโนโลยีไอโอทีมาช่วยในการควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด เกษตรกรสามารถควบคุมการพ่นหมอกแบบอัตโนมัติโดยกำหนดช่วงความชื้นที่เหมาะสมสำหรับเห็ดแต่ละชนิดได้จากสมาร์ตโฟน งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเปรียบเทียบผลผลิตการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานกับวิธีการแบบดั้งเดิมของเกษตรกร ผู้พัฒนาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรมจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการเจริญเติบโตที่ไม่เหมาะสมในบางฤดูกาลและเพิ่มผลผลิตในการเพาะเห็ดให้แก่เกษตรกรได้

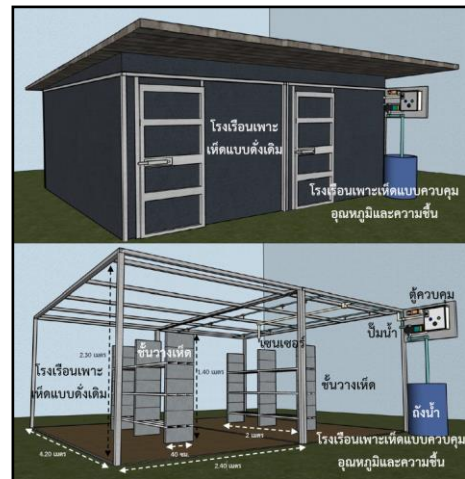
2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบและสร้างระบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด

ผู้พัฒนาได้ออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดโดยใช้เทคโนโลยีไอโอทีโดยมีภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 1 โครงสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดมีขนาดกว้าง 2.40 เมตร ยาว 4.20 เมตร สูง 2.30 เมตร ชั้นวางเห็ดมี 3 ชั้น และมีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 2 เมตร และสูง 1.40 เมตร มีหัวพ่นหมอกจำนวน 8 หัวรอบโรงเรือนจะคลุมด้วยตาข่ายกรองแสง 80 % ภายในโรงเรือนจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในการเพาะเห็ดและส่วนที่ใช้เพาะเห็ดด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ภาพรวมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ



รูปที่ 2 โครงสร้างและตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดจะใช้เซนเซอร์ ET-SHT10 Water Proof ในการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น มีบอร์ด ET-ESP8266-RS485 ทำหน้าที่ประมวลผล โดยอ่านข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งมาจากเซนเซอร์ และส่งข้อมูลในรูปแบบแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตไปที่ Cloud Service และแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นบนแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3 และผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบนบอร์ด ET-ESP8266-RS485 แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 การแสดงผลและควบคุมการพ่นหมอกผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

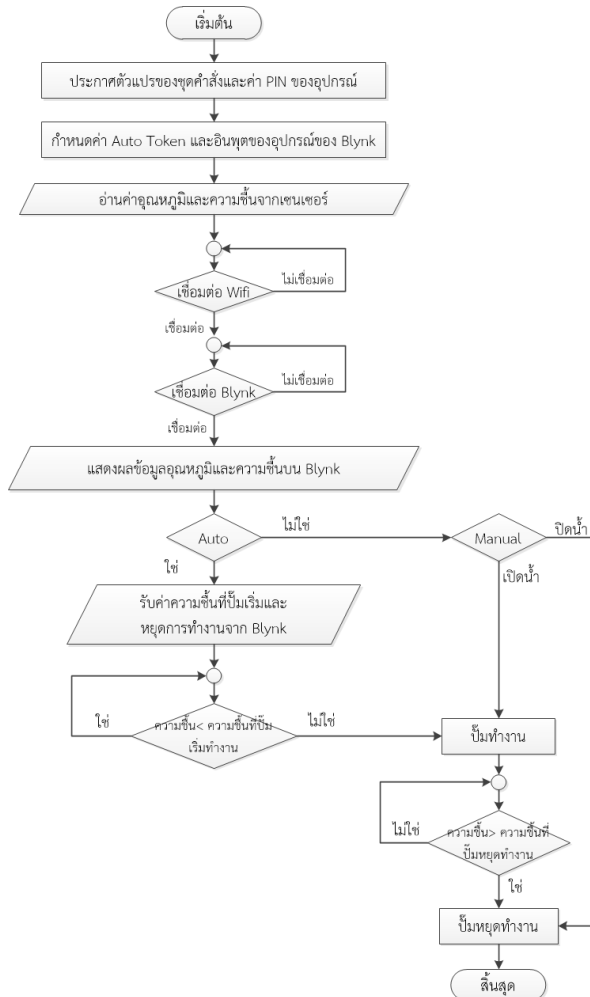
ผู้พัฒนาได้ออกแบบและสร้างให้ระบบสามารถควบคุมการพ่นหมอกได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. การควบคุมการพ่นหมอกแบบอัตโนมัติ (Auto) บนสมาร์ตโฟน บอร์ด ET-ESP8266-RS485 จะอ่านค่าข้อมูลความชื้นจากเซนเซอร์ ET-SHT10 Water Proof ถ้าค่าความชื้นในโรงเรือนสูงเกินกว่าค่าความชื้นที่กำหนดจากแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟน รีเลย์บนบอร์ด ET-ESP8266-RS485 จะถูกสั่งให้อยู่ในโหมด NO โดยสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องปั๊มน้ำเพื่อพ่นหมอกและเมื่อค่าความชื้นในโรงเรือนต่ำกว่าค่าความชื้นที่กำหนดรีเลย์บนบอร์ด ET-ESP8266-RS485 จะถูกสั่งให้อยู่ในโหมด NC ทำให้ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่อง

บิมน้ำ ระบบพ่นหมอกจึงหยุดการทำงานและสามารถควบคุมความชื้นภายในโรงเรือนให้อยู่ภายในช่วงความชื้นที่กำหนดได้

2. การควบคุมโดยผู้ใช้งานระบบ (Manual) ผู้ใช้งานระบบสามารถสั่งเปิด-ปิดเครื่องบิมน้ำจากสวิตช์ควบคุมบนแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ทโฟน

3. การควบคุมการพ่นหมอกจากหน้าผู้ควบคุมที่ติดตั้งบริเวณโรงเรือนเพาะเห็ด



รูปที่ 4 ผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที ได้ดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบในโรงเรือนเพาะเห็ดบนพื้นที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ผู้พัฒนาได้ทดสอบการทำงานของระบบด้วยการทดสอบการพ่นหมอกในโรงเรือนเพาะเห็ดทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การควบคุมการพ่นหมอกแบบอัตโนมัติ (Auto) และการควบคุมโดยผู้ใช้งานระบบ (Manual)

ด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ทโฟน รวมถึงการควบคุมการพ่นหมอกจากหน้าผู้ควบคุมที่ติดตั้งบริเวณโรงเรือนเพาะเห็ด

ผู้พัฒนาได้เพาะเห็ดในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (โรงเรือนทดลอง) กับการเพาะเห็ดในโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม (โรงเรือนควบคุม) และเพาะเห็ดคนางฟ้าภูฐานจำนวนโรงเรือนละ 40 ก้อน แสดงดังรูปที่ 5 การเพาะเห็ดในโรงเรือนควบคุมจะรดน้ำให้วันละ 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที ในเวลา 9.00-9.10 น. 12.00-12.10 น. และ 15.00-15.10 น. ในส่วนของโรงเรือนเพาะเห็ดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที จะควบคุมการพ่นหมอกแบบอัตโนมัติในช่วงเวลากลางวันโดยควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 75-85 % ตั้งแต่เวลา 7.00-16.00 น.



รูปที่ 5 เห็ดนางฟ้าภูฐานในโรงเรือนทดลองและโรงเรือนควบคุมหลังเปิดก้อนเชื้อเห็ด 5 วัน



รูปที่ 6 การเก็บผลผลิตเห็ดและการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเห็ด

3. ผลการวิจัย

3.1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการพ่นหมอกทั้ง 3 รูปแบบของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีที่แสดงดังตารางที่ 1 และการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นที่อ่านได้จากเซนเซอร์ SHT10 ซึ่งแสดงผลบนสมาร์ทโฟนกับเครื่องมือมาตรฐานรุ่น UNI-T UT333 มีความถูกต้องซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของค่าอุณหภูมิมีค่า 1.33% และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของค่าความชื้นมีค่า 2.02 %

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการควบคุมการพ่นหมอกในโรงเรือนเพาะเห็ด

วิธีการควบคุมการพ่นหมอก	จำนวนครั้งที่ทดสอบ		จำนวนครั้งที่ควบคุมการพ่นหมอกได้ถูกต้อง		แสดงสถานะปั๊มถูกต้อง
	พ่น	หยุด	พ่น	หยุด	
1.การควบคุมแบบอัตโนมัติบนสมาร์ตโฟน (ปั๊มทำงานที่ความชื้น 75% และหยุดที่ 85%)	5	5	5	5	10
2. การควบคุมโดยผู้ใช้งานระบบบนสมาร์ตโฟน	5	5	5	5	10
3. การควบคุมจากหน้าตู้ควบคุม	5	5	5	5	10

3.2 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (โรงเรือนทดลอง) กับการเพาะเห็ดในโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม (โรงเรือนควบคุม) โดยเก็บข้อมูลการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ก้อน จำนวน 10 วัน บันทึกข้อมูลอายุการเก็บเกี่ยวครั้งแรก จำนวนดอก ความกว้างหมวกดอก ความยาวก้านดอก เส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก และน้ำหนักดอก จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ จะได้ผลการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าฐาน

ข้อมูลการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าฐาน	โรงเรือนควบคุม	โรงเรือนทดลอง	F-test	C.V. (%)
อายุการเก็บเกี่ยวครั้งแรก (วันหลังเปิดดอก)	6.00 ^a	4.85 ^b	*	3.91
จำนวนดอก	15.20	17.40	ns	8.89
ความกว้างหมวกดอก (cm.)	6.65	7.20	ns	8.59
ความยาวก้านดอก (cm.)	7.92	8.65	ns	5.22
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก (mm.)	7.19	7.99	ns	7.19
น้ำหนักดอก (g)	69.01	78.36	ns	6.69

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ; * = แตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

จากตารางที่ 2 พบว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าฐานในโรงเรือนทดลองที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ทำให้มีอายุการเก็บเกี่ยวเห็ดนางฟ้าฐานครั้งแรกหลังการเปิดดอกเร็วกว่าการเพาะในโรงเรือนทั่วไปเฉลี่ย 1.15 วันหลังเปิดดอก สำหรับคุณภาพผลผลิตของเห็ดนางฟ้าฐาน ได้แก่ จำนวนดอก ความกว้างหมวกดอก ความยาวก้านดอก เส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก และน้ำหนักดอก พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพาะเห็ดนางฟ้าฐานในโรงเรือนทั้ง

สองประเภท อย่างไรก็ตาม พบว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าฐานในโรงเรือนทดลองที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีแนวโน้มทำให้เห็ดนางฟ้าฐานมีคุณภาพผลผลิตสูงกว่าการเพาะในโรงเรือนควบคุม โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนดอก ความกว้างหมวกดอก ความยาวก้านดอก เส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก และน้ำหนักดอก

4. สรุป

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดสกุลนางรมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีที่สามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศและสามารถสั่งควบคุมการพ่นหมอกทั้งระบบอัตโนมัติและควบคุมโดยผู้ใช้งานบนสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ ในส่วนของการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าฐานพบว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าฐานในโรงเรือนทดลองที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีแนวโน้มทำให้เห็ดนางฟ้าฐานมีคุณภาพผลผลิตสูงกว่าการเพาะในโรงเรือนควบคุมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้เทคโนโลยีไอโอทีสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดชนิดอื่น [2,4] โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับการเพาะเห็ดชนิดอื่นได้ เนื่องจากเกษตรกรสามารถปรับช่วงค่าความชื้นที่เหมาะสมกับเห็ดแต่ละชนิดด้วยอุปกรณ์ Slider ในแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อเลือกรูปแบบการทำงานให้อยู่ในระบบอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] H. Rahman et al., "IoT enabled mushroom farm automation with Machine Learning to classify toxic mushrooms in Bangladesh," in Journal of agriculture and food research, vol. 7, pp. 100267, March 2022, doi: 10.1016/j.jafr.2021.100267.
- [2] กฤษฎา พงสุวรรณ และ สุภาวดี มาก้อน. (2565). การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะของโรงเรือนเพาะเห็ดระบบปิด สำหรับก้อนเชื้อเห็ดแครง. วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม, 15(2), 165-174.
- [3] กษัตริย์เจริญราษฎร์ อาทิตย์ พวงสมบัติ ขวโรจน์ ใจสิน และณัฐชานัญญา ศรีจำเริญรัตน์. (2562). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยอาศัยเซนเซอร์ตรวจวัดอากาศร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์. Veridian E-Journal, 6(1), 1-12.
- [4] ธรัช อริราชฤทธิ์ และวราภา อริราชฤทธิ์. (2563). ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ, 6(1), 1-8.
- [5] S. Ismail, A. Jabiru, and S. U. Aminu, "An Internet-of-Things (IoT) System for Smart Farming and Environmental Management," in International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 12, no. 4, April 2023, doi: 10.17148/IJARCCCE.2023.12401.