ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเพาะเห็ดนางฟ้า

อัษฎางค์ บุญศรี
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: pro_ad@hotmail.com โทรศัพท์ 0897073364
รับเมื่อ 26เมษายน 2562 **แก้ไขเมื่อ** 17 พฤษภาคม 2562 **ตอบรับเมื่อ** 10 มิถุนายน 2562

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเพาะเห็ดนางฟ้า พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพระบบที่พัฒนาขึ้นในส่วนของการออกแบบและสร้างระบบจะมุ่งเน้นไปที่การจัดการระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเปรียบเทียบกับการดูแลเห็ดนางฟ้าแบบทั่วไประบบที่นำเสนอจะควบคุมโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ร่วมกับเซนเซอร์ DHT 22 เพื่อใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบผลทดสอบประสิทธิภาพของโรงเพาะเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนพบว่าระบบที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยความชื้นระหว่าง 75-85 % สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อยู่ในช่วง 25-31 องศาเซลเซียสซึ่งใกล้เคียงกับการดูแลเห็ดนางฟ้าแบบโดยทั่วไปในขณะที่อัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้าของระบบที่พัฒนาสามารถให้อัตราการออกดอกที่มากกว่าระบบทั่วไปอยู่ที่ร้อยละ 1.57 ซึ่งระบบที่พัฒนาสามารถปรับปรุงเพื่อพัฒนาผลผลิตที่ดีขึ้นได้ถ้ามีการศึกษาในส่วนของลักษณะโครงสร้างโรงเรือนที่ถูกต้อง

คำสำคัญ: เห็ดนางฟ้า ระบบควบคุม อุณหภูมิและความชื้น

Automatic Temperature and humidity Control Systems for Oyster Mushroom Plant

Ussadang Boonsri
Program in Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, KamphaengPhet Rajabhat University

Corresponding author. E-mail: pro_ad@hotmail.com Tel. 08 9707 3364
Received: April 26, 2019; **Revised:** May 17, 2019; **Accepted:** June 10, 2019

Abstract

This article presents an automatic temperature and humidity control system for Oyster Mushroom Plant. And find the efficiency of the developed system In terms of system design and construction, focus on temperature and humidity control systems is compared to general. The proposed system is controlled by the Arduino Uno R3 and DHT 22 to control the temperature and humidity of the system. The results showed that the temperature with humidity between 75-85% can control the temperature in the range of 25-31 degrees Celsius, which is similar to the general, while the output rate is greater than the general system 1.57 percent. If there is a study of the correct structure of the plant will be able to develop the system for better productivity.

Keywords: Oyster Mushroom, Control Systems, Temperature and Humidity.

1. บทนำ

เห็ดนางฟ้านับได้ว่าเป็นพืชทางเกษตรที่นิยมนำมาบริโภคทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทยโดยปกติทั่วไปชื่อ "เห็ดนางฟ้า" เป็นชื่อที่ตั้งขึ้นในเมืองไทยเรียกอีกอย่างว่าเห็ดแขกพบเห็นครั้งแรกที่ประเทศอินเดียพบขึ้นตามธรรมชาติบนตอไม้เนื้ออ่อนที่กำลังผุชื่อวิทยาศาสตร์คือ Pleurotussajor-caju (Fr.) Singer มีวงจรชีวิตเป็นเห็ดทำลายไม้เมื่อสภาพอากาศชุ่มชื้นก็งอกออกมาเป็นเส้นใยสร้างขึ้นเป็นดอกเห็ดมีลักษณะดอกเป็นวงบานน้ำหนักอยู่ระหว่าง 30 - 120 กรัมสามารถเก็บผลผลิตได้ตามอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมเห็ดนางฟ้ามีรสชาติอร่อยเมื่อนำไปปรุงอาหารจะมีกลิ่นชวนรับประทานสามารถถนอมอาหารได้ด้วยการตากแห้งและคืนรูปได้ด้วยการแช่น้ำนอกจากนี้ยังมีโปรตีนวิตามินซีและกรดอะมิโนสำคัญอยู่หลายชนิดที่ช่วยเพิ่มสรรพคุณเสริมภูมิคุ้มกันลดการติดเชื้อต่างๆป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันโรคเหงือกลดอาการผื่นคันต่างๆป้องกันโรคมะเร็งและลดไขมันในเส้นเลือดด้วยเหตุนี้เกษตรกรในประเทศไทยจึงนิยมนำเชื้อเห็ดมาเพาะปลูกเนื่องจากให้ผลตอบแทนที่น่าพอใจดูแลง่ายและไม่ต้องบำรุงด้วยสารเคมีที่มีราคาสูง

สำหรับการดูแลเห็ดนางฟ้าโดยทั่วไปเกษตรกรจะสร้างโรงเรือนขนาดย่อมเพื่อใช้เพาะดอกเห็ดจากเชื้อถุงเห็ดฟาร์มซึ่งมีการผสมของขี้เลื่อยดินพรุรำปูนขาวเกลือโดยทดลองปลูกหาความรู้จนกระทั่งมีความเชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ผลผลิตปริมาณสูงแต่ทว่าข้อเท็จจริงจากงานวิจัยของเห็ดนางฟ้าพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเพาะเห็ดอยู่ที่ 25 – 30 องศาเซลเซียสและมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 75 – 80 เปอร์เซ็นต์หรืออาจเพาะปลูกในที่ร่มลมพัดถ่ายเทสะดวกเพื่อให้สภาพอากาศเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดด้วยเหตุผลข้างต้นหากอุณหภูมิและความชื้นไม่อยู่ในช่วงสภาพอากาศดังกล่าวแล้วอาจทำให้เกิดการชะงักในการออกดอกเห็ดนางฟ้าส่งผลต่อเนื่องถึงปริมาณผลผลิตไม่เป็นไปตามที่คาดหวังทำให้เกษตรกรเกิดการเบื่อหน่ายในการเพาะเห็ดและต้องหันไปลงทุนเพิ่มกับการปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนดีกว่าจากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าตัวแปรสำคัญของการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าขึ้นอยู่กับสภาพอากาศอุณหภูมิและความชื้นหากเกษตรกรควบคุมตัวแปรเหล่านี้ได้เห็ดนางฟ้าที่เพาะปลูกจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีและได้ผลผลิตในปริมาณที่มากขึ้นซึ่งที่ผ่านมาการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากประเสริฐวุฒิ คัมภีร์ และคณะ [1] ได้ทำการเพาะเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนและนอกโรงเรือนพบว่าเห็ดที่อยู่นอกโรงเรือนให้ปริมาณผลผลิตมากกว่าในโรงเรือนเนื่องจากไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าให้อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียสได้และเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งคือความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่ต่ำกว่า 65 % ส่งผลให้เกิดการชะงักของการออกดอกนอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการประยุกต์ใช้งานอื่นที่ต่างออกไป [2]-[5] ดังนั้นหากควบคุมสองปัจจัยดังกล่าวให้อยู่ในช่วงของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมได้ก็อาจจะทำให้สามารถปลูกเหตุเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนให้ได้ผลิตที่ดีขึ้นทว่าการควบคุมปัจจัยดังกล่าวยังไม่พบในโรงเรือนปิดของเห็ดนางฟ้า

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยควบคุมระบบของอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าและสร้างเป็นระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติหากระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาจนประสบความสำเร็จแล้วคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มเกษตรกรที่เพาะเห็ดนางฟ้าเนื่องจากไม่ต้องห่วงเกี่ยวกับสภาพอากาศที่แปรปรวนและได้ปริมาณการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่สูงขึ้นส่งผลต่อเนื่องให้เกษตรกรมีรายได้ที่ดีขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเพาะเห็ดนางฟ้า

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเพาะเห็ดนางฟ้า

3. สมมติฐานของการวิจัย

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติในเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่ได้พัฒนาและสร้างขึ้น สามารถควบคุมสภาพอากาศที่เหมาะสมให้กับโรงเรือนเพาะเห็ด โดยผลลัพธ์ของการควบคุมด้วยรูปแบบดังกล่าวจะสามารถช่วยให้เห็ดนางฟ้าเจริญเติบโตได้ดีขึ้น และเพิ่มปริมาณผลผลิตของเห็ดนางฟ้าให้กับเกษตรกร

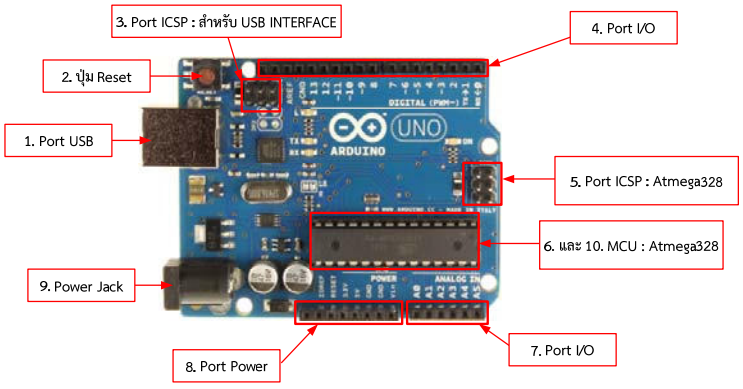
4. ขอบเขตของการวิจัย

ใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าเปรียบเทียบกับการรดน้ำเห็ดนางฟ้าแบบควบคุมตามเวลาโดยใช้ห้องขนาด 1.5 x 2 เมตร

5. ทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ทฤษฎีการวิจัย

5.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 [6]



ภาพที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3เป็นอุปกรณ์ที่นิยมนำมาประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานโดยมีส่วนประกอบตามภาพที่2ดังต่อไปนี้

1.1 Port USB คือพอร์ตที่ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

1.2 Reset Button คือ ปุ่มที่ใช้เมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

1.3 ICSP Port คือ พอร์ตที่ใช้โปรแกรมVisual Com port บน Atmega16U2

1.4 I/OPort และ Digital I/O คืออินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอลตั้งแต่ขา D0 - D13 นอกจากนี้บาง Pin ยังทำหน้าที่อื่น เช่น Pin0 และ Pin1 เป็นขาอนุกรม Tx และ Rx , Pin3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM

1.5 ICSP Port คือ พอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader บน MCU Atmega328

1.6 MCU Atmega328 คือ MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

1.7 I/O Port [A0-A5] คือ ช่องรับสัญญาณอินพุตและเอาพุตดิจิตอลและอนาล็อก

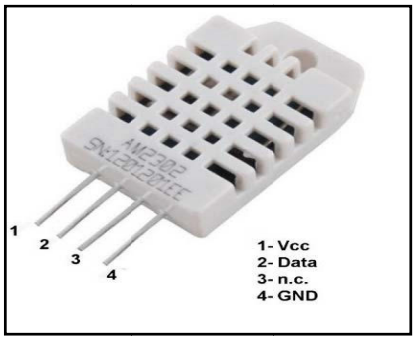
1.8 Power Port คือ ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, GND, โวลต์

1.9 Power Jack : คือ ช่องรับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 โวลต์

1.10 MCU ของAtmega16U2 คือ Microcontroller Unit ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่านAtmega16U2

5.1.2 เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น DHT 22 [7]

DHT 22 คือ โมดูลเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิทัลหรือแบบแอนะล็อก เป็นต้น การใช้งานโมดูล DHT 22 หรือ AM2302 เป็นที่นิยมเนื่องจากมีราคาที่ไม่แพงมากนัก ให้ค่าเป็นแบบดิจิทัล ใช้ขาสัญญาณดิจิทัลเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อแบบบิตอนุกรมสองทิศทาง (serial data, bi-directional) โดยนำมาเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์ดังแสดงตัวอย่างได้ตามภาพที่ 3



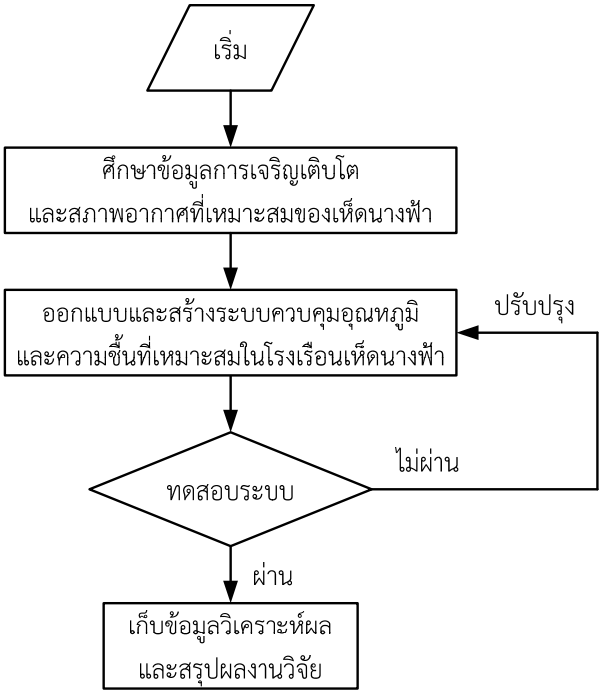
ภาพที่ 3 เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น DHT 22 หรือ AM2302

ข้อมูลทางเทคนิคของเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น DHT 22 หรือ AM2302 ประกอบด้วยแรงดันกระแสตรงซึ่งใช้เป็นไฟเลี้ยงในช่วง: 3.3 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์ สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง: -40 ถึง 80 องศาเซลเซียสและมีค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าไม่เกิน ±0.5 องศาเซลเซียสการวัดความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์และมีค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าไม่เกิน 2 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์อัตราการวัดสูงสุด: 0.5

รอบต่อวินาที ใช้การเชื่อมต่อทั้งหมด 4 ขา โดยที่ขาที่ 1 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อไฟเลี้ยง (VCC) ขาที่ 2 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณข้อมูล (Serial data, bidirectional) ขาที่ 3 ไม่ได้ใช้ในการเชื่อมต่อ ส่วนขาสุดท้ายขาที่ 4 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกราวด์ในระบบ

5.2 กรอบแนวคิด

ผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนการวิจัยออกเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเพาะเห็ดนางฟ้าตามขั้นตอนตามภาพที่ 4 ดังนี้

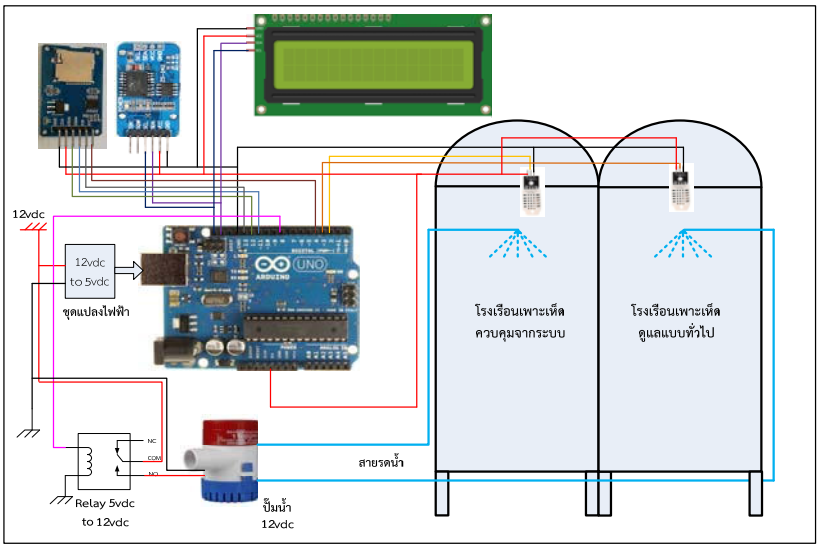


ภาพที่ 4 ขั้นตอนของการวิธีดำเนินการวิจัยโรงเพาะเห็ดนางฟ้า

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน

ในส่วนของขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น DHT22 แสดงผลผ่านจอ LCD ผ่านชุดขยายสัญญาณภาคกำลังเพื่อขับมอเตอร์ปั๊มน้ำแรงดัน 12 Vdc ให้ทำงานโดยระบบจะออกแบบให้มีการทำงานในช่วงความชื้นระหว่าง 75 – 85 % ส่วนอุณภูมิในโรงเรือนจะมีค่าแปรตามผลของความชื้นซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 25- 30 องศาเซลเซียสนอกจากนี้ยังบังคับให้ระบบมีการทำงานในช่วงเวลา 08.00 น. 12.00 น. และ 17.00 น. เพื่อเลี่ยงสภาวะการขาดความชื้นภายในโรงเรือนในช่วงที่มีฝนตก (ในสภาวะฝนตกอากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ 99%) เปรียบเทียบการทำงานกับโรงเพาะเห็ดทั่วไปที่มีการให้น้ำแบบเช้ากลางวันและเย็นในห้องขนาด 1.5 x 2 เมตร ดังแสดงตัวอย่างได้ตามภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน

(ก) ส่วนด้านหน้าของโรงเรือน (ข) ระบบควบคุมส่วนด้านหลังโรงเรือน

ภาพที่ 6 การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน ทั้ง 2 ห้อง

6.2 การวัดประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน

การวัดประสิทธิภาพของระบบแบ่งออกเป็นสองรูปแบบคือ 1) การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและ 2) การวัดผลอัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้าโดยรูปแบบแรกจะวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนที่ออกแบบเปรียบเทียบกับโรงเพาะเห็ดทั่วไปและรูปแบบถัดมาจะทำการวัดอัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนที่ได้ออกแบบเทียบกับโรงเพาะเห็ดทั่วไปโดยผลที่ได้จะแสดงออกในรูปแบบของร้อยละ

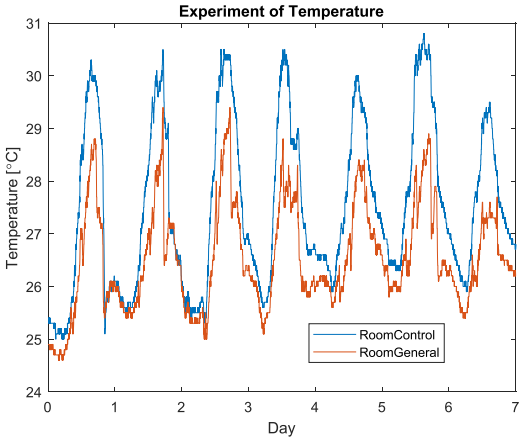
7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวัดประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนในหัวข้อวิธีการดำเนินการสามารถแสดงผลการทดสอบระบบได้ 2 หัวข้อ คือ 1) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และหัวข้อที่ 2) การวัดผลอัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้า โดยทำการทดลองกับจำนวนเห็ด

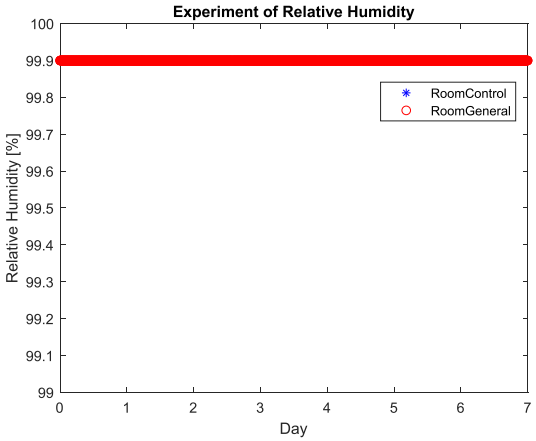
นางฟ้า 200 ก้อน แบ่งเป็นห้องที่ออกแบบด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้น 100 ก้อน และห้องดูแลแบบทั่วไป 100 ก้อน โดยสามารถแสดงผลการทดสอบแต่ละหัวข้อได้ดังนี้

7.1 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ในส่วนของการแสดงผลในขั้นตอนนี้ จะทำการแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นของระบบเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดลองแบบทั่วไป โดยเก็บผลทดสอบทั้งหมด 7 วัน สามารถแสดงกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นได้ตามภาพที่ 7 และภาพที่ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิในโรงเรือนระหว่างห้องควบคุมและห้องดูแลแบบทั่วไป



ภาพที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความชื้นในโรงเรือนระหว่างห้องควบคุมและห้องดูแลแบบทั่วไป

จากผลทดสอบตามหัวข้อที่ 1 ซึ่งเป็นการวัดอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน จะเห็นได้ว่า ในภาพที่ 7 อุณหภูมิของห้องที่ควบคุมจะอยู่ที่ 25 – 31 องศาเซลเซียส ส่วนของที่ดูแลแบบทั่วไป จะอยู่ที่ 24- 29 องศาเซลเซียส ถือว่า อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าทั้งสองห้อง ส่วนภาพที่ 8 เป็นการแสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ซึ่งพบว่า ทั้งสองห้อง มีค่าความชื้นเท่ากันอยู่ที่ 99.9% ซึ่งมีผลมาจากสภาพอากาศที่ทำการทดลองอยู่ในช่วงหน้าฝน ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนมีความชื้นสูง จึงทำให้ไม่เกิดความแตกต่างในการทดสอบ

7.2 การวัดผลอัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้า

ในส่วนของการแสดงผลในขั้นตอนนี้ จะทำการแสดงผลการอัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้าของระบบในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเปรียบเทียบกับห้องทดลองแบบทั่วไป โดยเก็บผลทดสอบทั้งหมด 7 วัน สามารถแสดงภาพตัวอย่างของการวัดผลตามภาพที่ 9 และ แสดงผลอัตราการดอกในรูปแบบค่าร้อยละได้ดังตารางที่ 1

(ก) ห้องแบบควบคุม

(ข) ห้องแบบทั่วไป

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างภาพการเปรียบเทียบการวัดผลอัตราการออกดอกของเห็ดนางฟ้า

ตารางที่ 1 อัตราการดอกของเห็ดนางฟ้าเปรียบเทียบระหว่างห้องควบคุมกับห้องดูแลแบบทั่วไป

วันที่เก็บผล	ห้องที่ใช้ระบบควบคุม [ร้อยละ]	ห้องดูแลแบบทั่วไป [ร้อยละ]	ผลต่าง [ร้อยละ]
1	13	15	-2
2	18	16	2
3	22	19	3
4	25	18	7
5	19	17	2
6	13	12	1
7	14	16	-2

จากผลทดสอบตามหัวข้อที่ 7.2 ซึ่งเป็นการอัตราการดอกของเห็ดนางฟ้า จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้ผลอัตราการออกดอกอยู่ที่ร้อยละ 13 – 25 ในขณะที่ ห้องที่ดูแลแบบทั่วไป มีผลอัตราการออกดอกอยู่ที่ร้อยละ 12 – 19 หากเปรียบเทียบกันในแต่ละวัน ผลรวมของความต่างมีค่าร้อยละเท่ากับ 11 ซึ่งเก็บผลภายใน 7 วัน พบว่าโดยเฉลี่ย ห้องที่ควบคุมอุณหภูมิสามารถให้ผลต่างดีกว่าห้องดูแลแบบทั่วไปร้อยละ 1.57

ผลสรุปในงานวิจัยนี้พบว่าการควบคุมระบบอุณหภูมิและเห็ดนางฟ้าในช่วงหน้าฝนสามารถทำได้แต่ไม่แตกต่างกับการดูแลแบบทั่วไปมากนักเนื่องจากสภาพอากาศในช่วงฤดูกาลดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์สูงอยู่แล้วทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนมีค่าสูงอยู่ตลอดเวลาส่งผลให้อุณหภูมิในโรงเรือนอยู่ในช่วง 24 - 31 องศาเซลเซียสซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าแต่ในทางกลับกันความชื้นที่มากเกินไปอาจส่งผล

ทำให้ดอกเห็ดเปื่อยหรือเน่าได้ส่งผลต่อเนื่องไปยังผลการวัดอัตราการออกดอกได้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกันมากนักโดยห้องที่ควบคุมอุณหภูมิมีอัตราการออกที่มากกว่าไม่เกินร้อยละ 1.57 ถ้าหากจะทำให้ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นควรมีการปรับปรุงกระบวนการในหัวข้อการเสนอแนะถัดไป

8. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเห็ดควรใช้ระบบการพ่นหมอกเพื่อไม่ให้น้ำรดดอกเห็ดมากเกินไปโดยส่วนใหญ่ถ้าเห็ดได้รับปริมาณน้ำมากดอกเห็ดนางฟ้าจะเปื่อยหรือเน่าเสียได้ระบบควบคุมความชื้นควรทดลองต่อในช่วงหน้าหนาวหรือหน้าร้อนเพื่อสังเกตเห็นถึงความแตกต่างในแต่ละฤดูเพื่อได้ระบบควบคุมที่ดีที่สุดนอกจากนี้ควรศึกษาระบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมเพื่อปรับสภาพอากาศภายในโรงเรือนให้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม นายภาณุวัฒน์ รุ่งน้อย นายวรายุทธ พิลึก นายอนุชา เอี่ยมพงศ์ และนายธนวัฒน์ ปะระปิน ที่ให้ความร่วมมือในการสร้างสถานที่ทดลองประกอบชิ้นงานและเก็บผลข้อมูลจนเป็นผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] ประเสริฐ วุฒิคัมภีร์ และคณะ. “การเพาะเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนและนอกโรงเรือน.” รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25. สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2530, หน้า 129-137.

[2] สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย. “การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องอบไม้.” วิทยานิพนธ์สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2536.

[3] สมคิด ไชยรัตน์. “การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ความร้อนจากคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน.” วิทยานิพนธ์สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[4] วัลลภ สำราญบำรุง. “การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนพลาสติก.” วิทยานิพนธ์สาขาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2544.

[5] นิภาพร ไชยมงคล. “การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในไซโลข้าวเปลือกโดยใช้การเป่าลมเย็น.” วิทยานิพนธ์สาขาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[6] อัษฎางค์ บุญศรี และคณะ. “ระบบควบคุมความชื้นในดินสำหรับการให้น้ำเมล่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.” การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 5. สถาบันวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. 2561, หน้า 426-437.

[7] myarduino. “DHT22 Module.” [สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2560]. Online, Available :https://www.myarduino.net/article/64.