

การออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF AUTOMATIC TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL SYSTEM FOR OYSTER MUSHROOM HOUSE CONTROLLED BY MICROCONTROLLER

นิติคม อริยพิมพ์¹ และชัยพร อัดโดดดร^{2*}

Nitikom Ariyapim¹ and Chaiporn Addoddorn^{2*}

¹อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น

² อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น

*Corresponding author, E-mail : chaiporn.add@neu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้ระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบกับก้อนเห็ดนางฟ้า โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลกระทบต่อโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าโดยตรง ซึ่งโรงเรือนจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแล้วส่งค่าไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมให้ปั๊มน้ำสำหรับชุดพ่นละอองน้ำ พัดลมระบายอากาศ และหลอดไฟทำงาน สามารถปรับค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นได้ตามที่ต้องการ มีการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นผ่านหน้าจอแสดงผลเจ็ดส่วน โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้ามีขนาดความกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 200 เซนติเมตร จากผลการทดลองพบว่า การเพาะเห็ดนางฟ้าแบบอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนมากกว่าหรือเท่ากับ 33 องศาเซลเซียสและความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70% ปั๊มน้ำจะทำงานเพื่อเพิ่มความชื้นและระบายความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิในโรงเรือนลดลงให้ต่ำกว่า 33 องศาเซลเซียส เมื่อความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 80% พัดลมจะทำงานและปั๊มน้ำจะหยุดทำงาน สามารถตอบสนองตรงกับความต้องการของผู้ใช้และสามารถนำระบบไปใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์

คำสำคัญ: อุณหภูมิ ความชื้น โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า อัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ABSTRACT

Automatic temperature and humidity control system for the mushroom house has the objective to apply technology to help make the system inside the mushroom house to be more efficient. To control the factors affecting the mushroom cube, the temperature and humidity has a direct effect on the mushroom house cultivation. The mushroom houses are equipped with temperature and humidity sensors that send the signal data to the microcontroller to control the water pump of the spray unit, ventilation fan and lamps so that the temperature and humidity can be adjusted as needed. The temperature and humidity are displayed using a seven-segment display. Oyster Mushroom house has the dimension as follows, the width is 150 cm, the length

<http://jeet.siamtechu.net>

is 200 cm and the height is 200 cm. From the experiment, it was found that, for automatic mushroom cultivation, when the indoor temperature is greater than or equal to 33 °C and the humidity is less than or equal to 70%, the water spray pump will be driven to increase the humidity and cool down the environment to bring the house temperature down to below 33 °C. When the humidity is greater than or equal to 80 %, the fan will be driven and the water spray pump will stop. From the results, it can be seen that this system can be used in practice in accordance with its objectives.

Keywords: Temperature, Humidity, Oyster Mushroom house, Automatic, Microcontroller.

1. บทนำ

เห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่เพาะเป็นการค้าในประเทศไทย เห็ดชนิดนี้สามารถพบได้ตามธรรมชาติ ชอบเจริญตามไม้เนื้ออ่อนที่กำลังผุ เห็ดนางฟ้ามีคุณค่าทางโภชนาการมาก ถือได้ว่าเป็นเห็ดที่ได้รับความนิยมสูงมาก ปัจจุบันการเพาะเห็ดนางฟ้าเป็นอาชีพที่มีความสำคัญในทางเศรษฐกิจอาชีพหนึ่งของประเทศไทย การเพาะเห็ดนางฟ้าสามารถเพาะเห็ดนางฟ้าได้เองและมีความสะดวกสบายในการเพาะเห็ดนางฟ้ามากยิ่งขึ้น โดยอาศัยคุณสมบัติของแผ่นนำความเย็น คือ เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าแล้วเปลี่ยนเป็นความเย็น โดยการนำความเย็นโดยตรงจากเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์และใช้พัดลมช่วยพาความเย็นออกจากเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อนำความเย็นมาใช้กับระบบเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดโดยในตัวโรงเรือนจะมีระบบต่างๆ อีก [1] และได้นำเสนอระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดโดยในตัวโรงเรือนจะมีระบบตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นอยู่ตลอดเวลาหากไม่เป็นตามที่ต้องการ เช่น เมื่ออุณหภูมิสูงระบบควบคุมก็จะสั่งให้พัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนและถ้าหากความชื้นภายในโรงเรือนต่ำระบบควบคุมก็จะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับโรงเรือน [2] ส่วนในงานวิจัยนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องพ่นละอองน้ำ หลอดไฟและพัดลมระบายอากาศ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเพื่อนำค่าไปประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์ [3,4] ควบคุมให้ปั๊มน้ำพ่นละอองน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้แก่โรงเรือน ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อทำให้เห็ดเจริญเติบโตได้ดีขึ้นในอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม การเพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือนใช้หลอดไฟเป็นอุปกรณ์ในการเพิ่มอุณหภูมิและพัดลมระบายอากาศเป็นอุปกรณ์ในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน [4] [5] โดยมีจอแสดงผลแสดงส่วนแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการเพาะเห็ดนางฟ้า ระบบจะตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นอยู่ตลอดเวลาและปรับการทำงานของอุปกรณ์ตามต้องการให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดนางฟ้า ปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถนำเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการควบคุมกระบวนการทำงานภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและช่วยให้ประหยัดเวลาในการดูแล จึงได้ออกแบบและสร้างระบบชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นขึ้นมา การทำงานของระบบชุดอุปกรณ์ในโรงเรือนนั้นช่วยในระบบการจัดการควบคุมการทำงานของเครื่องพ่นละอองน้ำ หลอดไฟและพัดลมระบายอากาศ ซึ่งสามารถตั้งโปรแกรมให้ทำงานโดยอัตโนมัติได้โดยมีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน และระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงเรือนทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติ เงื่อนไขเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 33 องศาเซลเซียส อุปกรณ์ตรวจจับจะทำงานโดยสั่งให้พัดลมทำงานเพื่อรักษาอุณหภูมิไม่ให้สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เมื่อความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70% อุปกรณ์ตรวจจับจะสั่งให้พ่นละอองน้ำออกมาและเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 27 องศาเซลเซียส ระบบจะทำงานอัตโนมัติและให้แสงสว่างภายในโรงเรือนเพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นตามกำหนด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเตรียมโรงเรือนสำหรับเพาะเห็ดนางฟ้า

สำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าโรงเรือนควรเป็นแบบที่สร้างง่าย ลงทุนน้อย สำหรับการสร้างโรงเรือนให้เหมาะสมนั้นควรสร้างในที่เย็นชื้นและสะอาดปราศจากศัตรูของเห็ดที่จะเข้ามารบกวน หลังคามุงจากหรือแฝก การ

<http://jeet.siamtechu.net>

คลุมหลังคาขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดด้วย เพื่อป้องกันลมแรง ลมค้อย ลมหนาว ลมแห้งแล้ง สภาพลม สภาพอากาศ มีผลกระทบต่อการออกดอกของเห็ดได้เช่นเดียวกัน ปิดประตูด้วยกระสอบป่านหรือแผ่นยางปูพื้นด้วยทราย เพื่อเก็บความชื้น ทิศทางลมก็มีส่วนสำคัญในการโรงเพาะเห็ด ต้องดูทิศทางของลมเหนือลมใต้ เพื่อป้องกันการพัดพาเชื้อโรค ที่จะมีผลต่อก่อนเห็ด และการออกดอกของเห็ด วัสดุในการทำงานก็ใช้ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ ไม้ยูคา ตัวเสา ก็อาจจะใช้ไม้ที่มีขนาดใหญ่เพื่อความแข็งแรงของโรงเรือน หลังคาใช้หญ้าแฝก ซึ่งเป็นวัสดุที่เหมาะสมกับการทำโรงเรือนเป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถกักเก็บความร้อนขึ้นได้ดีเป็นภูมิอากาศที่เหมาะสมกับเห็ดนางฟ้า

2.2 การเก็บเกี่ยวผลผลิตเห็ดนางฟ้า

หลังจากทำการบ่มเชื้อเห็ดนางฟ้าเรียบร้อยแล้ว เป็นช่วงระยะเวลาของการเปิดดอกและทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเห็ดนางฟ้า เห็ดนางฟ้าจะออกดอกเมื่อมีความชื้นสูงพอและอากาศไม่ร้อนมาก เมื่อถูกเหนี่ยวนำด้วยอากาศเย็น ตอนกลางคืนก็จะออกดอกได้ดี เทคนิคที่ให้ออกดอกสม่ำเสมอและดอกใหญ่สามารถทำได้ดังนี้ เมื่อเก็บดอกเสร็จต้องทำความสะอาดหน้าก้อนเชื้อโดยเช็ดเห็ดออกให้หมด งดให้น้ำสัก 3 วัน เพื่อให้เชื้อพักตัวแล้วก็กลับมาให้น้ำอีกตามปกติเห็ดก็จะเกิดเยื่อเหมือนเดิมหรือเมื่อเก็บดอกเห็ดเสร็จทำความสะอาดหน้าก้อนเชื้อเหมือนเดิม ปิดปากถุงไม่ให้อากาศเข้า ทั้งระยะเวลาประมาณ 2 – 3 วัน ให้น้ำปกติหลังจากนั้นก็เปิดปากถุงก็จะเกิดดอกที่สม่ำเสมอเป็นการเหนี่ยวนำให้ออกดอกพร้อมกัน เมื่อเห็ดออกดอกและบานจนได้ขนาดตามที่ต้องการ ให้เก็บดอกโดยจับที่โคนดอกทั้งช่อแล้วดึงออกจากถุงเห็ด ระวังอย่าให้ปากถุงเห็ดบาน ถ้าดอกเห็นโคนขาดติดอยู่ให้แกะออกทิ้งให้สะอาดเพื่อป้องกันการเน่าเสีย เป็นสาเหตุทำให้เกิดหนอนจากการวางไข่ของแมลงได้ ลักษณะดอกเห็ดที่ควรเก็บดอกไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป

2.3 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

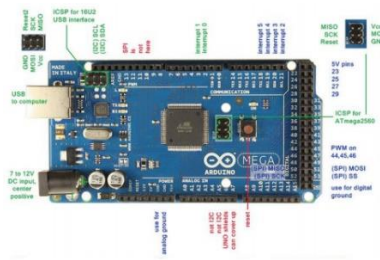
อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ และความชื้นในห้อง เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิตอลหรือแบบอนาล็อก เป็นต้น การทดลองใช้งานโมดูล DHT22 / AM2302 ซึ่งมีราคาถูก ให้ค่าเป็นแบบดิจิตอล ใช้ขาสัญญาณดิจิตอลเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อแบบบิตอนุกรมสองทิศทาง (serial data, bidirectional) โดยนำมาเชื่อมต่อกับอาดูโน (Arduino) เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์ ดังนี้



รูปที่ 1 DHT22 Temperature-Humidity Sensor

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

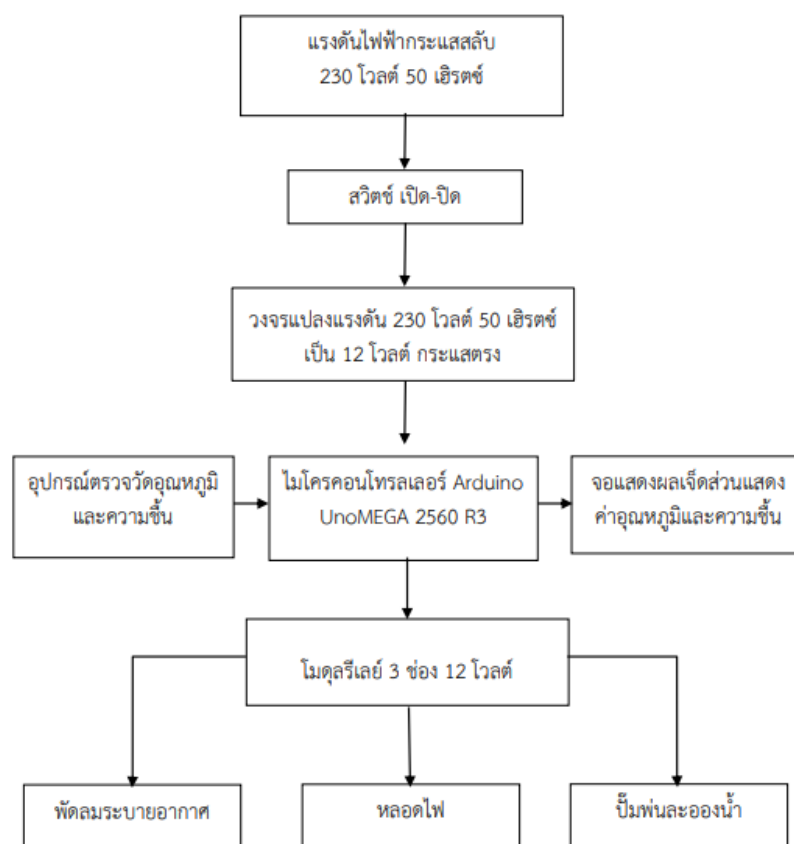
Arduino Mega2560 เป็นบอร์ดในตระกูล Arduino มีคุณสมบัติต่างๆ เพิ่มขึ้นจาก Arduino Uno R3 โดยมีหน่วยความจำแฟลช (Flash) 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7-12 โวลต์ แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 โวลต์ มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และโปรแกรมผ่าน USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการบอร์ด Arduino ที่มีหน่วยความจำและขาสัญญาณต่างๆ ให้ต่อใช้งานมากขึ้น ดังนี้



รูปที่ 2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา Arduino Mega2560

3. การออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

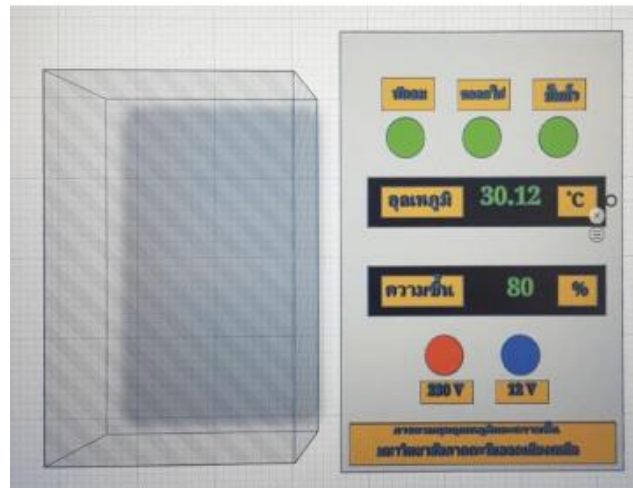


รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

จากบล็อกไดอะแกรมการทำงานประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นอินพุต และส่วนที่เป็นเอาต์พุต โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 เป็นตัวกลางรับข้อมูลจากอุปกรณ์ทางด้านอินพุตเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลส่งอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้โดยอัตโนมัติซึ่งค่าอุณหภูมิและความชื้นจะแสดงผลบนจอแสดงผลเจ็ดส่วน

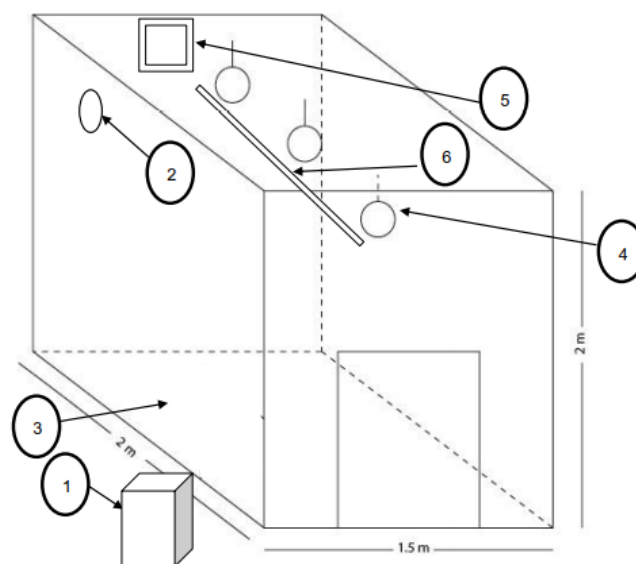
3.2 โครงสร้างของโรงเรือนเพาะเห็ด

3.2.1 การออกแบบตู้คอนโทรล



รูปที่ 4 ตู้คอนโทรล

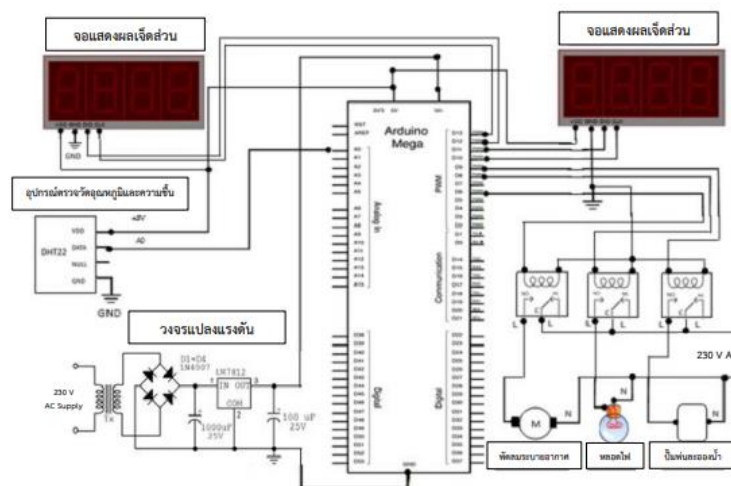
3.2.2 การออกแบบโรงเรือน



รูปที่ 5 โครงสร้างของโรงเรือน

1. ตู้คอนโทรล
2. อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น
3. อุปกรณ์วางก้อนเห็ด
4. หลอดไฟชนิดไส้
5. พัดลมระบายอากาศ
6. อุปกรณ์พ่นละอองน้ำ

3.3 วงจรควบคุมการทำงาน



รูปที่ 6 วงจรควบคุมการทำงาน

จากวงจรอุปกรณ์ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้า เริ่มจากส่วนแรกคือวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้วงจร Rectifier โดยมีหม้อแปลงทำหน้าที่แปลงแรงดันจาก 230 โวลต์ไฟฟ้ากระแสสลับ ให้เหลือ 12 โวลต์กระแสสลับ ต่อมาไดโอดที่ต่อแบบบริดจ์จะทำหน้าที่แปลงแรงดันจากกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงและใช้คาปาซิเตอร์ 1,000 μF และ 100 μF กรองสัญญาณให้เรียบยิ่งขึ้นและผ่านไปยังไอซีเบอร์ 7812 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้ใกล้เคียง 12 โวลต์กระแสตรง และใช้คาปาซิเตอร์อีกหนึ่งตัวทางด้านเอาต์พุตเพื่อกรองสัญญาณอีกรอบเมื่อได้ไฟ 12 โวลต์กระแสตรงไปเป็นแหล่งจ่ายให้กับบอร์ด Arduino Mega 2560 R3 อุปกรณ์ที่ต่อกับบอร์ด Arduino Mega2560 R3 ส่วนที่เป็นอินพุตประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยโมดูลที่ใช้คือ DHT11 ซึ่งคุณสมบัติคือสามารถตรวจวัดได้ทั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นส่งค่าเป็นค่าอนาล็อก ส่วนต่อมาเป็นส่วนที่เป็นด้านเอาต์พุตเริ่มจากโมดูลจอแสดงผลเจ็ดส่วน ที่ใช้เป็นจอชนิด 4 digit จอจะแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัด ส่วนที่สองคือรีเลย์ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 3 ชนิด ประกอบด้วย ปั๊มน้ำ ฟันละอองน้ำ หลอดไฟ และพัดลมดูดอากาศ การเขียนโปรแกรมเครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติให้รักษาอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับการเพาะเห็ดนางฟ้า

3.4 การออกแบบกระบวนการทำงาน

ในการออกแบบระบบจะเป็นการนำความรู้ในหลายสาขาวิชาที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้ามาทำการประยุกต์ใช้งาน เพื่อสร้างระบบที่มีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดอย่างมีประสิทธิภาพการทำงานของระบบในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าประกอบไปด้วย 1.อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ 2.อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น 3.อุปกรณ์ฟั่นละอองน้ำ 4.พัดลม 5.หลอดไฟชนิดไส้ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมการทำงานการทำงานของเครื่องฟั่นละอองน้ำและใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เพื่อนำค่าไปประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วควบคุมให้เครื่องฟั่นละอองน้ำและความชื้นทำงาน ในการควบคุมอุณหภูมิทำให้เห็ดนางฟ้าเจริญเติบโตได้ดีขึ้นในอุณหภูมิที่เหมาะสม มีจอแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้น เพื่ออำนวยความสะดวกตามระยะเวลาการเพาะเห็ดที่เหมาะสม ถ้าอุณหภูมิในโรงเรือนสูงเกินไป ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังระบบทำความเย็นทำให้อุณหภูมิในโรงเรือนลดลง การควบคุมความชื้นถ้าหากความชื้นมากเกินไป ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งการทำงานไปยังอุปกรณ์ให้พัดลมดูด อากาศออกเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะระบายความชื้นในโรงเรือนออกสู่ภายนอก หากความชื้น

<http://jeet.siamtechu.net>

ในโรงเรือนน้อยเกินไป ไม่โครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการทำงานไปยังระบบทำความชื้นเพื่อทำการพ่นละอองน้ำเข้าสู่โรงเรือน

4. ผลการทดสอบ

4.1 การทดลองวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

ในการทดลองวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นนั้น เนื่องด้วยอุปกรณ์มีคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์เองคือสามารถวัดทั้งค่าของอุณหภูมิและความชื้นแสดงผ่านไปยังจอแสดงผลเจ็ดส่วน ในการทดลองนั้นเพียงมีไฟเข้าไปเลี้ยงวงจรตัวอุปกรณ์ก็จะทำงานอัตโนมัติ ซึ่งการทดลองนี้ใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น 1 ตัว เพื่อให้ทราบว่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นทำงานหรือไม่นั้น สามารถทำการทดลองได้ดังนี้ เมื่อติดตั้งวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเรียบร้อยแล้ว เปิดไฟเลี้ยงให้กับวงจร ถ้าวางวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นทำงานจะมีค่าอุณหภูมิและความชื้นแสดงบนจอแสดงผลเจ็ดส่วน โดยทดลองทำการเปิดและปิดไฟเลี้ยงวงจร 20 ครั้งต่อเนื่อง แสดงไว้ดังในตารางที่ 1 การทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ 7 การทำงานของวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

จากรูปที่ 7 เป็นภาพจอแสดงผลเจ็ดส่วน แสดงอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส และแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ค่าของความชื้นที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้น

ครั้งที่	อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น		หมายเหตุ
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	
1	33	78	จอแสดงผลทำงาน
2	33	78	จอแสดงผลทำงาน
3	33	78	จอแสดงผลทำงาน
4	32	78	จอแสดงผลทำงาน
5	32	77	จอแสดงผลทำงาน
6	32	77	จอแสดงผลทำงาน
7	32	77	จอแสดงผลทำงาน
8	33	76	จอแสดงผลทำงาน
9	33	76	จอแสดงผลทำงาน
10	33	75	จอแสดงผลทำงาน
11	33	75	จอแสดงผลทำงาน
12	34	75	จอแสดงผลทำงาน
13	34	74	จอแสดงผลทำงาน
14	34	74	จอแสดงผลทำงาน
15	34	74	จอแสดงผลทำงาน
16	34	73	จอแสดงผลทำงาน
17	33	73	จอแสดงผลทำงาน
18	33	72	จอแสดงผลทำงาน
19	33	72	จอแสดงผลทำงาน
20	33	71	จอแสดงผลทำงาน

จากตารางที่ 1 การทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยการทดลองจำนวน 20 ครั้ง การทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นได้ตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่กำหนด

4.2 การทำงานของปั๊มพ่นละอองน้ำ

การทดลองการทำงานของปั๊มพ่นละอองน้ำว่าพ่นละอองน้ำได้ปกติหรือไม่นั้นสามารถทำการ ทดลองได้ดังนี้ เมื่อทำการต่อวงจรอย่างสมบูรณ์แล้ว ใช้โปรแกรมคำสั่ง โดยใช้ความชื้นเป็นตัวกำหนดการเปิดและปิดวงจร ถ้าความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70% ปั๊มพ่นละอองน้ำจะทำงาน แต่ถ้าความชื้นมากกว่า 70% ปั๊มพ่นละอองน้ำจะไม่ทำงาน ทำให้การทำงานเห็นผลชัดเจนว่า หัวพ่นละอองน้ำทำงานได้ปกติหรือไม่ โดยทำการทดลองตามระยะเวลาในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การทดลองการทำงานของปั๊มฟั่นละองน้ำ

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	หัวฟั่นละองน้ำ
1	06:00	27	69	ทำงาน
2	07:00	27	70	ทำงาน
3	08:00	28	71	ไม่ทำงาน
4	09:00	29	72	ไม่ทำงาน
5	10:00	30	74	ไม่ทำงาน
6	11:00	31	74	ไม่ทำงาน
7	12.00	32	69	ทำงาน
8	13.00	32	70	ทำงาน
9	14.00	33	71	ไม่ทำงาน
10	15.00	33	72	ไม่ทำงาน
11	16.00	34	73	ไม่ทำงาน
12	17.00	32	72	ไม่ทำงาน
13	18.00	31	70	ทำงาน
14	19.00	30	70	ทำงาน
15	20.00	30	77	ไม่ทำงาน
16	21.00	29	77	ไม่ทำงาน
17	22.00	29	78	ไม่ทำงาน
18	23.00	28	78	ไม่ทำงาน
19	24.00	28	79	ไม่ทำงาน

จากตารางที่ 2 เป็นการแสดงการทำงานของปั๊มฟั่นละองน้ำโดยการทดลองปั๊มฟั่นละองน้ำได้ทำงานตามเงื่อนไขของโปรแกรมเมื่อมีความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70% ปั๊มฟั่นละองน้ำจะทำงาน แต่ถ้าความชื้นมากกว่า 70% ปั๊มฟั่นละองน้ำจะหยุดทำงาน

4.3 การทำงานของพัดลม

จากวงจรควบคุมการเปิดปิดของพัดลมถ่ายเทอากาศ เพื่อช่วยให้อากาศภายในโรงเรือนถ่ายเทได้สะดวก ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า และยังช่วยในกระบวนการระบายความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเรือนอีกด้วย การทำงานของวงจรต้องใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อง่ายและสะดวกต่อการควบคุม โดยได้ทำการทดลองและบันทึกผลการทำงานของพัดลมระบายอากาศ แสดงดังในตารางที่ 3 การทดลองการทำงานของพัดลมระบายอากาศนั้น จะต้องทำงานสอดคล้องกันกับหัวฟั่นละองน้ำ ซึ่งหัวฟั่นละองน้ำมีผลช่วยให้ลดอุณหภูมิภายในได้เร็วขึ้น จากผลดังแสดงในตารางเราจะทำการทดลองในช่วงเวลาตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 24.00 น. โดยแบ่งเป็นช่วงเวลา ดังนี้

ตารางที่ 3 การทดลองการทำงานของพัดลมถ่ายเทอากาศ

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	พัดลม
1	06:00	28	80	ทำงาน
2	07:00	29	77	ไม่ทำงาน
3	08:00	30	78	ไม่ทำงาน
4	09:00	31	76	ไม่ทำงาน
5	10:00	32	75	ไม่ทำงาน
6	11:00	32	78	ไม่ทำงาน
7	12:00	33	78	ทำงาน
8	13:00	33	78	ทำงาน
9	14:00	34	79	ทำงาน
10	15:00	32	80	ทำงาน
11	16:00	31	79	ไม่ทำงาน
12	17:00	31	78	ไม่ทำงาน
13	18:00	30	78	ไม่ทำงาน
14	19:00	30	77	ไม่ทำงาน
15	20:00	29	76	ไม่ทำงาน
16	21:00	29	75	ไม่ทำงาน
17	22:00	28	74	ไม่ทำงาน
18	23:00	27	78	ไม่ทำงาน
19	24:00	27	80	ทำงาน

จากตารางที่ 3 เป็นการแสดงการทำงานของพัดลมระบายอากาศ โดยการทดลองพัดลมระบายอากาศสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่กำหนดไว้เมื่ออุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 33 องศาเซลเซียสหรือความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 80% พัดลมระบายความร้อนจะทำงาน แต่ถ้าอุณหภูมิน้อยกว่า 33 องศาเซลเซียสหรือความชื้นน้อยกว่า 80% พัดลมระบายความร้อนจะหยุดทำงาน

4.4 การทำงานของหลอดไฟ

จากวงจรควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟ เพื่อช่วยให้อากาศภายในโรงเรือนสอดคล้องกับขอบเขตการทดลอง มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าช่วยในกระบวนการลดความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือนอีกด้วย การทำงานของวงจรต้องใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อง่ายและสะดวกต่อการควบคุม โดยได้ทำการทดลองและบันทึกผลการการทำงานของหลอดไฟ แสดงดังในตารางที่ 4 การทดลองการทำงานของหลอดไฟจะต้องทำงานสอดคล้องกันกับหัวฟ่นละอองน้ำ และหลอดไฟมีผลช่วยให้เพิ่มอุณหภูมิภายในได้เร็วขึ้น

ตารางที่ 4 การทดลองการทำงานของหลอดไฟ

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	หลอดไฟ
1	06:00	26	80	ทำงาน
2	07:00	26	77	ทำงาน
3	08:00	30	78	ไม่ทำงาน
4	09:00	31	76	ไม่ทำงาน
5	10:00	32	75	ไม่ทำงาน
6	11:00	32	78	ไม่ทำงาน
7	12:00	33	78	ไม่ทำงาน
8	13:00	33	78	ไม่ทำงาน
9	14:00	34	79	ไม่ทำงาน
10	15:00	34	79	ไม่ทำงาน
11	16:00	34	79	ไม่ทำงาน
12	17:00	33	78	ไม่ทำงาน
13	18:00	33	78	ไม่ทำงาน
14	19:00	30	76	ไม่ทำงาน
15	20:00	29	75	ไม่ทำงาน
16	21:00	28	74	ไม่ทำงาน
17	22:00	26	73	ทำงาน
18	23:00	26	73	ทำงาน
19	24:00	26	72	ทำงาน

จากตารางที่ 4 เป็นการแสดงการทำงานของหลอดไฟโดยการทดลองหลอดไฟสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่กำหนดไว้เมื่ออุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 27 องศาเซลเซียส หลอดไฟจะทำงาน แต่ถ้าอุณหภูมิมากกว่า 27 องศาเซลเซียส หลอดไฟจะหยุดทำงาน

4.5 การทดลองก่อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ออกดอกในแต่ละวันของเห็ดนางฟ้าจำนวน 100 ก้อน

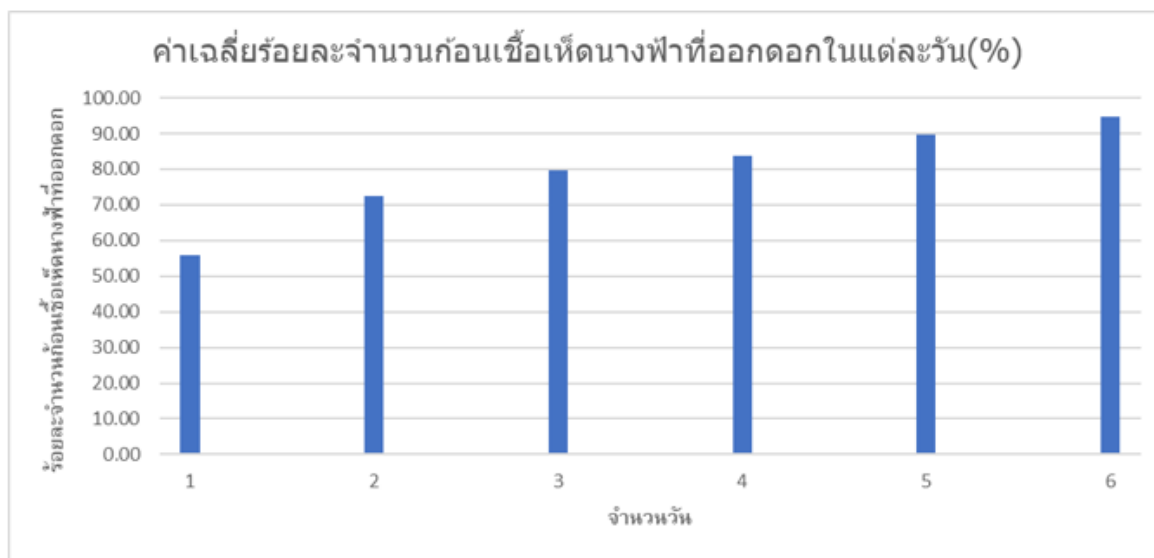


รูปที่ 8 การเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าในวันที่ 6

ตารางที่ 5 การทดลองก่อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ออกดอกในแต่ละวันของเห็ดนางฟ้าจำนวน 100 ก้อน

วันที่	เวลา	จำนวน เห็ดที่ออกดอก (ก้อน)	ร้อยละจำนวนก้อนเชื้อ เห็ดนางฟ้าที่ออกดอก (%)	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวน ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ ออกดอกในแต่ละวัน(%)
1	06:00	44	44	56.00
	16:00	61	61	
	22:00	63	63	
2	06:00	66	66	72.33
	16:00	74	74	
	22:00	77	77	
3	06:00	78	78	79.67
	16:00	80	80	
	22:00	81	81	
4	06:00	82	82	83.67
	16:00	84	84	
	22:00	85	85	
5	06:00	88	88	89.67
	16:00	90	90	
	22:00	91	91	
6	06:00	93	93	94.67
	16:00	95	95	
	22:00	96	96	

จากตารางที่ 5 เป็นการทดลองการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า โดยการทดลองการจะแสดงให้เห็นว่าเห็ดนางฟ้าสามารถให้ผลผลิตได้เป็นอย่างดี โดยจะคำนวณจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ให้ดอกและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนก่อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ออกดอกในแต่ละวัน (%)

5. บทสรุป

การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าเพื่อลดการใช้แรงงานคนและเพิ่มคุณภาพในการผลิต ระบบมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแล้วส่งค่าที่ไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมให้พัดลมระบายอากาศ บั๊มพ์น้ำและองน้ำ และหลอดไฟ แสดงผลบนจอแสดงผลเจ็ดส่วนให้ทำงาน ทำให้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นตามที่เรากำหนด สามารถรักษาอุณหภูมิไม่ให้เกิน 35.00 องศาเซลเซียส แจ้งเตือนสัญญาณไฟ พร้อมควบคุมให้ปั๊มน้ำทำงาน มีการแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้น ผ่านหน้าจอแสดงผลเจ็ดส่วน ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้ามีขนาดความกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 200 เซนติเมตร มีการวิเคราะห์ผลของเพาะเห็ดนางฟ้าโดยอัตโนมัติ และแบบปกติเมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนมากกว่าหรือเท่ากับ 33 องศาเซลเซียส ความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70% บั๊มพ์น้ำและองน้ำจะทำงานเพื่อเพิ่มความชื้นและระบายความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิในโรงเรือนลดลงให้ต่ำกว่า 33 องศาเซลเซียส เมื่อความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 80% บั๊มพ์น้ำและองน้ำจะหยุดทำงาน ถ้าความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 80% พัดลมจะทำงานและบั๊มพ์น้ำและองน้ำจะหยุดทำงาน หัวปั๊มและองน้ำจะทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนได้ตามเงื่อนไขหรือขอบเขตที่ตั้งไว้ และปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนคือ อากาศที่ร้อนอบอ้าว ซึ่งแต่ละช่วงเวลาอุณหภูมิและสภาพอากาศก็แตกต่างกันออกไป ส่วนการคำนวณจุดคุ้มทุน โดยซื้อเห็ดนางฟ้ามาก่อนละ 9 บาท จำนวน 100 ก่อน เป็นเงิน 900 บาท ซึ่งเห็ดนางฟ้า 2-3 ก่อนจะเก็บได้น้ำหนัก 1 ชีด หรือประมาณ 25 ก่อน ได้ 1 กิโลกรัม หากสามารถหาตลาดขายปลีกได้เอง โดยเอาเห็ดมาวางขายทำเป็นถุงละ 3 ชีด ราคาถุงละ 25 บาท หรือ กิโลกรัมละ 75 บาท ดังนั้นเห็ดรอบแรกทั้งรุ่นจะเก็บได้ประมาณ 4 กิโลกรัม เป็นเงิน 300 บาท หมายความว่าจะต้องเก็บเห็ดถึงรุ่นที่ 3 ถึงจะได้ต้นทุนค่าก่อนเห็ดคืน ซึ่งยังไม่ได้กำไรเพราะต้องคิดค่าแรง ค่าโรงเรือน โดยปกติแล้วแต่ละรุ่นจะออกห่างกันประมาณ 10 วัน หมายความว่ารุ่นที่ 4 ต้องรอประมาณ 1 เดือนครึ่งจึงจะเป็นกำไรโดยไม่นับต้นทุนคงที่ โดยอายุเฉลี่ยของเห็ดจะมีอายุประมาณ 5-6 เดือน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เบญจพล เรืองศักดิ์ และคณะ. “ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นสำหรับใช้ในโรงเพาะเห็ด”. คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- [2] บุญยัง สิงห์เจริญ และคณะ. “ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด”. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1. หน้า 176-183.
- [3] นิตติคม อริยพิมพ์, ชัยพร อัดโตดตร และวินัย คำทวิ, “การออกแบบและสร้างระบบ IoT สำหรับบ้านจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์”, การประชุมวิชาการและเสนอผลงานระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 (CASNIC 2019), วันที่ 16 พฤศจิกายน 2562 ณ วิทยาลัยบัณฑิตเอเซีย ขอนแก่น, 2562. หน้า 1535-1545.
- [4] P Sihombing and Committee. “Microcontroller based automatic temperature control for oyster mushroom plants”. 2nd International Conference on Computing and Applied Informatics 2017.
- [5] Hanani Abd Wahab and Committee. “Investigation of Temperature and Humidity Control System for Mushroom House”. International Journal of Integrated Engineering · September 2019. pp. 27-37.