



รายงานวิจัย

การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ

Development of Internet of Things to Control
the Nursery System Automatic

ปริยากร บัวทอง

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ

Development of Internet of Things to Control the Nursery System Automatic

ปริญากร	บัวทอง	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
วรชัย	ศรีสมุดคำ	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
น้ำผึ้ง	พูนวิวัฒน์	ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดยคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2562

ชื่องานวิจัย : การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ
ผู้วิจัย : ปริยากร บัวทอง
ผู้ร่วมวิจัย : วรชัย ศรีสมุดคำ
น้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์
สาขาวิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีที่ทำการวิจัย : 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ เก็บข้อมูลภายในโรงเพาะชำ และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ ระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติทำงานโดยอาศัยข้อมูลจากสภาพแวดล้อม โดยมีโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น และโมดูลวัดความเข้มของแสง ส่งข้อมูลมายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบควบคุมความชื้น ระบบทดแทนแสงสว่าง และการรดน้ำเป็นเวลาแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงข้อมูล เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมและสถานะการทำงานของระบบ และควบคุมการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ทำการทดลองควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน และทดลองเพาะเมล็ดโดยให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อดูการแสดงผลและการเก็บข้อมูลบนแอปพลิเคชัน เพื่อเปรียบเทียบการงอกของเมล็ดจากการเพาะในโรงเพาะชำอัตโนมัติและนอกโรงเพาะชำ

ผลการวิจัยการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ ได้ทำการทดลองควบคุมการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชันพบว่าสามารถควบคุมการทำงานของระบบรดน้ำ พ่นหมอก พัฒลมระบายความชื้น และเปิดไฟทดแทนแสงสว่างในโรงเพาะชำได้ การแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชันสามารถแสดงข้อมูล เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำได้และสามารถแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง จากการเก็บผลการทดลองในการทำงานแบบอัตโนมัติ ระบบรดน้ำ ระบบควบคุมความชื้น และระบบทดแทนแสงสว่างสามารถทำงานได้แม่นยำตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ และผลการเพาะเมล็ดเปรียบเทียบระหว่างการเพาะในโรงเพาะชำอัตโนมัติและนอกโรงเพาะชำพบว่าอัตราการงอกของเมล็ดที่เพาะในโรงเพาะชำมีมากกว่าการเพาะนอกโรงเพาะชำ

คำสำคัญ : การเชื่อมโยงสรรพสิ่ง โรงเพาะชำ ไมโครคอนโทรลเลอร์

Project Research : Development of Internet of Things to Control the Nursery
System Automatic.

Researcher : Pariyakorn Buathong

Co Researcher : Worachai Srisamoodkham
Namphueng Poonwiwat

Program : Computer Engineering
Phetchabun Rajabhat University

Year : 2019

Abstract

The research aimed to development of internet of things to control the nursery system automatic. Data storage in nursery and to study the effectiveness of control the system nursery automatic. Control the system nursery automatic work by relying on information from the environment with temperature and humidity module and light intensity module. Sent data to the microcontroller to control the behavior of the humidity control system, replacement light system and watering is automated time. Moreover, it can also show a data storage environment, and the operating status of the system and control of the system via the application on Smartphone. Experiment to find the performance of the system. Experimental control over applications and experimental seed by an automatic system to view display, and storage of information on application. To compare the germination of seeds from a plant system nursery automatic and outside nursery.

The research results of the development of internet of things to the nursery system control. Experiments to control the operation of the system through the application, found that can control the operation of the watering system, fogger, humidifying fan and can turn on the lights to replace the lighting in the nursery. To display data on an application can display data storage environment in the nursery and can show the operating status of the device in the systems correctly. From the collection results in automatic operation humidity control systems, watering systems,

and the replacement light system can work precisely meets defined criteria. And the results of the comparison during seeding in an automatic nursery and outside the nursery, found that the germination rate of seeds cultivated in the nursery is more than cultivation outside the nursery.

Keywords : Microcontroller, Internet of Things, Nursery

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และวิชาเอกพืชศาสตร์เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ปริยากร บัวทองและคณะ

15 สิงหาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ง)
สารบัญ	(จ)
สารบัญตาราง	(ช)
สารบัญรูป	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 คำสำคัญของโครงการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การเพาะเมล็ด	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	9
2.3 การเชื่อมโยงสรรพสิ่ง	17
2.4 สมาร์ทฮอบเจ็กต์	17
2.5 การปลูกพืชผักในที่ร่มด้วยแสงจากหลอด LED	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัย	24
3.2 การทดสอบการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ	38
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	44

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	46
4.1 ผลการควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน	46
4.2 ผลการแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชัน	47
4.3 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ	51
4.4 ผลการเจริญเติบโตของเมล็ดจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ	54
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผล	55
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	59
ภาคผนวก ก. ภาพการเพาะเมล็ดในโรงเพาะชำและนอกโรงเพาะชำ	60
ภาคผนวก ข. ประวัติผู้วิจัย	67

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ประโยชน์จากสีของแสง	20
4-1 ผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน	46
4-2 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติวันที่ 1 (8 สิงหาคม 2562)	52
4-3 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติวันที่ 2 (9 สิงหาคม 2562)	53
4-4 ผลการเจริญเติบโตเฉลี่ยจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ	54

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2-1 การเพาะเมล็ดในกระเจาดพลาสติก	5
2-2 การเตรียมดินเพาะ	6
2-3 การคัดเลือกเมล็ดก่อนนำไปใช้	7
2-4 ESP8266 ESP-01	11
2-5 ESP8266 ESP-03	12
2-6 ESP8266 ESP-07	12
2-7 ESP8266 ESP-12E	13
2-8 ESP8266 NodeMCU V2	14
2-9 ESP8266 NodeMCU V3	14
2-10 WeMos D1	15
2-11 WeMos D1 Mini	16
2-12 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	18
2-13 การทำงานระหว่างเซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์	18
3-1 การออกแบบโรงเพาะชำ	24
3-2 ผังงานการพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ	27
3-3 โรงเพาะชำอัตโนมัติ	29
3-4 ด้านหน้าโรงเพาะชำอัตโนมัติ	30
3-5 วงจรของระบบควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ	32
3-6 การติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ	33
3-7 การติดตั้งกล่องควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ	33
3-8 การติดตั้งโมดูลรับค่าความเข้มแสง และโมดูลรับค่าความชื้นและอุณหภูมิ	34
3-9 การติดตั้งหลอดไฟและระบบพ่นหมอก	35
3-10 การติดตั้งพัดลมระบายความชื้น	36
3-11 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติ	37
3-12 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติเมื่อถึงเวลารดน้ำ	38
3-13 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานของระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ	39
3-14 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานของระบบทดแทนแสงอัตโนมัติ	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-15 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวล	41
3-16 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบแมนนวลสั่งรดน้ำ	41
3-17 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดพัดลม	42
3-18 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดระบบพ่นหมอก	43
3-19 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดไฟ	43
3-20 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดทุกระบบ	44
4-1 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเพาะชำ	47
4-2 แสดงค่าความเข้มของแสงในโรงเพาะชำ	48
4-3 แสดงสถานการณ์ทำงานของระบบการรดน้ำ	48
4-4 แสดงสถานะการทำงานของระบบการพ่นหมอก	49
4-5 แสดงสถานะการทำงานของพัดลมระบายความชื้น	50
4-6 แสดงสถานะการทำงานของการทดแทนแสงสว่าง	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มอาชีพใด ก็สามารถเข้าถึงและใช้งานอินเทอร์เน็ตได้แนวคิดการเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้อุปกรณ์รอบตัวนั้น สามารถทำงานเชื่อมต่อกัน สามารถรับ-ส่งข้อมูลเพื่อให้สามารถควบคุมหรือนำข้อมูลจากอุปกรณ์นั้นมาใช้งานได้ ทำให้การดำเนินชีวิตประจำวันสะดวกสบายมากขึ้น

อาชีพเกษตรกรเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่ต้องใช้เวลาในการดูแลผลผลิตอยู่ตลอดเวลา และเป็นอาชีพที่มีความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้คือสภาพอากาศ และโรคพืช ทำให้ผลผลิตตกต่ำและขาดทุน ในการปลูกพืชจะต้องใส่ใจดูแลทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มปลูกจนสามารถเก็บผลผลิตได้ ในการปลูกพืชอายุสั้นในกลุ่มของพืชผักสวนครัว นิยมใช้การเพาะเมล็ดในการขยายพันธุ์ เป็นการลงทุนที่ต่ำที่สุด และได้สะดวกรวดเร็ว เป็นการเตรียมกล้าพืช ที่จะใช้ปลูกก่อนที่จะปลูกในแปลง โดยการเพาะเมล็ดจนกว่าจะโตเป็นต้นกล้าจึงจะย้ายไปปลูก วิธีนี้ช่วยให้สามารถดูแลได้ทั่วถึง และได้ต้นกล้าที่แข็งแรง ปราศจากการทำลายของโรคโคนเน่าคอดิน ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา ในการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดจึงต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า คือ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ให้มีความเหมาะสมกับช่วงเวลาที่ต้นกล้าต้องการ ทำให้เกษตรกรต้องคอยดูแลขั้นตอนในการเพาะเมล็ดนี้อย่างใกล้ชิด เมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดอาจมีราคาแพง หากการเพาะเมล็ดอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกษตรกรสูญเสียต้นทุนโดยเปล่าประโยชน์

งานวิจัยนี้เป็นนำแนวคิดการเชื่อมโยงสรรพสิ่งและระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system) มาช่วยในการควบคุมดูแลโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยมีอุปกรณ์ในการควบคุมความชื้น และทดแทนแสงสว่างให้กับโรงเพาะชำ นอกจากนั้นเกษตรกรสามารถดูข้อมูล ความชื้น อุณหภูมิ และแสงสว่าง ภายในและภายนอกโรงเรือน สามารถสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ได้ตลอดเวลา และสามารถสั่งงานให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติได้ด้วยการกำหนดค่าความชื้น และแสงสว่างที่ต้องการทดแทนผ่านทางสมาร์ทโฟน (Smart Phone)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบเก็บข้อมูลภายในโรงเพาะชำ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยต้องการพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติมีขอบเขตดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

- ความชื้นภายในโรงเพาะชำ
- ความสว่างของแสงภายในโรงเพาะชำ
- อุณหภูมิภายในโรงเพาะชำ

1.3.2 ขอบเขตด้านการทำงานของโรงเพาะชำ

- การทำงานแบบอัตโนมัติจากการกำหนดค่าความชื้น และกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการทดแทนแสงสว่างเมื่อมีแสงน้อยกว่าระดับแสงที่ต้องการ
- การทำงานจากการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของระบบควบคุมความชื้นและระบบทดแทนแสงสว่างได้ตามความต้องการ
- แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนสามารถแสดงข้อมูลความชื้น แสงสว่าง และอุณหภูมิภายในโรงเพาะชำได้
- แอปพลิเคชันทำงานบนระบบปฏิบัติการ Android
- โรงเพาะชำมีขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 2 เมตร

1.3.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- เมล็ดผักที่ใช้ในการทดลองคือ พริก โดยจะทดลองเพาะจนมีใบจริง 2 ใบ

1.4 สมมติฐานการวิจัย

ถ้าสามารถควบคุมความชื้น และแสงสว่างให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช จะทำให้การงอกของเมล็ดพืชที่เพาะในโรงเพาะชำอัตโนมัติมีอัตราการงอกมากกว่าการเพาะเมล็ดนอกโรงเรือน

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 กำหนดปัญหา ศึกษาปัญหา แนวทางการดำเนินงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ปัญหาที่ได้และกำหนดแนวทางการดำเนินงาน

1.5.2 กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย

1.5.3 ออกแบบและสร้างโรงเรือนสำหรับการเพาะเมล็ด

1.5.4 ออกแบบระบบควบคุมโรงเรือนอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมความชื้นและระบบแสง จากการรับข้อมูลจากอุปกรณ์รับค่าความชื้นและแสง

1.5.5 สร้างระบบควบคุมโรงเรือนอัตโนมัติ และแอปพลิเคชันให้สามารถแสดงค่าและควบคุมการทำงานของระบบความชื้น อุณหภูมิ และแสงสว่าง

1.5.6 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมโรงเรือนอัตโนมัติและการควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

1.5.7 ทดลองเพาะเมล็ดและเก็บข้อมูลจากแอปพลิเคชันและในโรงเรือน

1.5.8 วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและสรุปผล

1.5.9 จัดทำรูปเล่มรายงานวิจัย

1.6 คำสำคัญของโครงการวิจัย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

การเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things)

โรงเพาะชำ (Nursery)

1.7 ประโยชน์ของการวิจัย

1.7.1 ประโยชน์ด้านวิชาการ

เป็นการพัฒนาในด้านวิชาการเกี่ยวกับพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ

1.7.2 ประโยชน์ต่อสังคมและชุมชน

เกษตรกรและผู้ประกอบการที่ต้องการเพาะชำต้นกล้าได้นวัตกรรมสำหรับการควบคุมดูแลโรงเรือนแบบอัตโนมัติผ่านการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความสะดวกในการดูแลโรงเพาะชำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 การเพาะเมล็ด
- 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.3 การเชื่อมโยงสรรพสิ่ง
- 2.4 สมาร์ทฮอปเจกต์
- 2.5 การปลูกพืชผักในที่ร่มด้วยแสงจากหลอด LED
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพาะเมล็ด

2.1.1 การเพาะเมล็ดในภาชนะเพาะ

การปลูกพืชหรือเพาะเมล็ดโดยวิธีนี้ เป็นการเตรียมกล้าพืช เพื่อใช้ปลูกก่อนที่จะปลูกในแปลง หรือในกระถางถาวร โดยเพาะเมล็ดในเนื้อที่แคบๆ จนกระทั่งต้นพืชที่เพาะ หรือที่เรียกว่า "กล้า" หรือ "เบ๊ยะ" มีขนาดโตพอจึงถอนย้ายไปปลูก วิธีปลูกพืชโดยการเพาะเมล็ดก่อนนี้ เหมาะสำหรับเมล็ดพืชที่มีราคาแพง เนื่องจากการเพาะทำในเนื้อที่ไม่มาก เมล็ดมีโอกาสสูญเสียน้อย เพราะสามารถดูแลได้ทั่วถึง วิธีการนี้มักจะใช้กับพืชสวนผัก หรือไม้ดอกล้มลุก รวมทั้งไม้พุ่ม หรือไม้ยืนต้นที่เมล็ดมีขนาดเล็ก หรือเจริญเติบโตช้า ได้แก่ การปลูก หรือเพาะเมล็ดพืช จำพวกมะเขือเทศ กระหล่ำดอก แอสเทอร์ พิทูเนีย ฝ้ายคำ ปาล์มขวด เป็นต้น ส่วนวิธีการเพาะเมล็ดนั้นอาจแบ่งออกเป็น 2 แบบตามขนาดและความเหมาะสมในการปฏิบัติ คือ การเพาะเมล็ดในภาชนะเพาะ และการเพาะเมล็ดในแปลงเพาะ การเพาะเมล็ดในภาชนะเพาะ เป็นการเพาะเมล็ดที่ทำอยู่ในภาชนะที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย เช่น อาจเพาะในกระบะ ในกระถาง หรือภาชนะอื่นใด ที่มีคุณสมบัติทำนองเดียวกันก็ได้ เป็นวิธีที่มักใช้ในงานปลูกพืชที่ต้องการต้นพืชจำนวนไม่มากนัก เช่น ในการเพาะจำหน่ายพันธุ์ไม้ การปลูกผักสวนครัว หลังบ้าน การปลูกไม้ดอกไม้ประดับในบริเวณบ้าน หรืออาจใช้ในการปลูกผักและไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการค้า เล็กๆ น้อยๆ เช่น การปลูกมะเขือเทศจำหน่ายผล หรือการปลูกแอสเทอร์จำหน่ายต้น และเพื่อให้ผลผลิตทันจำหน่ายในเทศกาลปีใหม่ จึงต้องเพาะล่วงหน้า ในขณะที่สภาพฟ้าฝนไม่อำนวย ซึ่งไม่สามารถจะทำการเพาะภายนอกอาคารได้ แต่จะทำ ได้ดีในภาชนะเพาะ เพราะสามารถจะหลบหนี

หรือป้องกันภาชนะมิให้ต้นพืชที่เพาะได้รับความเสียหายได้ง่าย สำหรับการเพาะโดยวิธีนี้จำเป็นต้องจัด เตรียมอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ดังนี้ (สนาม จันทร์มณี และคณะ :2543)



รูปที่ 2-1 การเพาะเมล็ดในกระจาดพลาสติก

2.1.1.1 ภาชนะที่ใช้เพาะ

ภาชนะที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะสำหรับพืชควรมีคุณสมบัติดังนี้ คือ มีน้ำหนักเบา ไม่แตกหักหรือผุพังง่าย หาได้ง่ายและมีราคาถูก ไม่เป็นพิษต่อต้นพืชที่ใช้เพาะ มีขนาดพอเหมาะที่จะหยิบยกได้สะดวก และมีรูระบายน้ำให้ไหลออกได้ง่าย โดยทั่วไปการเพาะเมล็ดในภาชนะมักจะใช้กระบะไม้ ซึ่งอาจเป็นลังไม้ฉำฉาตามร้านจำหน่าย เครื่องกระป๋อง ลังสับ หรืออาจหาไม้มาต่อเองก็ได้ และถ้าเป็นไม้ที่ไม่ทนผุ ควรจุ่มหรือทาด้วยยากันผุ ที่ไม่เป็นพิษต่อรากพืชเสียก่อน เช่น จุ่มด้วยคอปเปอร์แนบทีเนท (Copper naphthenate) ส่วนขนาดของภาชนะที่ใช้ควรมีขนาดที่จะหยิบยกได้ง่าย เช่น มีขนาดเท่าลังน้ำหวานที่จำหน่ายทั่วไป หรือประมาณกว้างยาวและสูงราว 12" x 15" x 4" นอกจากนี้อาจใช้กระถาง หรือภาชนะเคลือบที่มีรูระบายน้ำ กะละมังกันทะลุก็อาจใช้ได้ดีในกรณีนี้

2.1.1.2 วัสดุที่ใช้เพาะ

วัสดุที่ใช้เพาะโดยปกติ หมายถึง ดินที่ใช้เพาะเมล็ด ควรจะมีคุณสมบัติ เหมาะกับการงอกและการเจริญของกล้าพืช สำหรับดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการใช้เพาะเมล็ดพืช ควรมีลักษณะดังนี้

- 1) ดินจะต้องโปร่ง และมีอากาศถ่ายเทดี อุ้มน้ำได้มากพอสมควร และระบายน้ำได้ง่าย
- 2) มีธาตุอาหารสำหรับพืชเพียงพอใช้ช่วง อายุของกล้าพืชตามปกติ คือ ประมาณ 30-45 วัน
- 3) เบาหรือค่อนข้างเบา สามารถเคลื่อน ย้ายและหยิบยกได้สะดวก

- 4) ปราศจากโรค แมลง หรือสารอื่นใด ที่เป็นพิษ
- 5) ไม่เป็นกรดหรือด่างจัด จนทำให้กล้าพืช ไม่เจริญเท่าที่ควร

สำหรับวัสดุที่ใช้เพาะเมล็ด โดยทั่วไปมักจะใช้ดินซึ่งอาจนำมาจากหน้าดินในแปลงปลูกพืช ดินขุยไผ่ ดินปุ๋ยหมักหรือใบไม้ผุ หรืออาจนำมาผสมกับวัสดุอื่นให้มีคุณสมบัติในการงอกของเมล็ดและการเจริญของกล้าพืชดีขึ้น



รูปที่ 2-2 การเตรียมดินเพาะ

สูตรดินทั่วไปสำหรับเพาะเมล็ด หรือปลูกกิ่ง ตัดชำ หรือกิ่งตอนมีส่วนผสมดังนี้

- 1) ทราย 1-2 ส่วนโดยปริมาตร
- 2) ดินร่วน 1 ส่วนโดยปริมาตร
- 3) ใบไม้ผุหรือปุ๋ยหมัก 1 ส่วนโดยปริมาตร

2.1.1.3 เมล็ดที่จะนำมาเพาะ

ควรจะเป็นเมล็ดที่ได้จากต้นแม่ที่แข็งแรง เมล็ดที่ความสมบูรณ์ดี คือ เมล็ดเต่ง และมีน้ำหนักดี เป็นเมล็ดที่ไม่อยู่ในระยะพักตัว งอกได้มาก หรือมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง งอกได้เร็ว และสม่ำเสมอ ไม่มีวัสดุอื่นเจือปนมากับเมล็ด เป็นเมล็ดที่ปราศจากเชื้อโรค หรือผ่านการคลุกยาฆ่าเชื้อโรคมาแล้ว



รูปที่ 2-3 การคัดเลือกเมล็ดก่อนนำไปใช้

2.1.1.4 วิธีการเพาะเมล็ดในภาชนะ

1) การบรรจุดินลงภาชนะเพาะ ถึงแม้ภาชนะเพาะจะมีรูระบายน้ำไว้แล้วเพื่อให้ น้ำที่ไ้รด มีทางไหลออกไปได้ แต่การบรรจุดินเพาะเมล็ดล้วนๆ ลงในภาชนะนั้นๆ ดินอาจไปอุดตันรู ระบาย น้ำนั้นได้ เพื่อป้องกันข้อบกพร่องข้อนี้ การบรรจุดินจึงควรมีวัตถุช่วยระบายน้ำอีกชั้นหนึ่ง ก่อนที่จะถึงวัตถุที่ใช้เพาะ สำหรับวัตถุช่วยระบายที่นิยมกัน อาจใช้เศษอิฐหัก เศษหิน หรือเศษหญ้าแห้ง เปลือกถั่วลิสง โยกาบมะพร้าว หรือแกลบดิบอย่างใด อย่างหนึ่งก็ได้ ส่วนการบรรจุดินควรปฏิบัติ ดังนี้คือ ใส่วัตถุช่วยระบายที่ก้นภาชนะเพาะสูง $1/4 - 1/2$ นิ้ว แล้วบรรจุดินที่ใช้เพาะให้เต็มภาชนะ เพาะ ปรับหน้าดินเพาะให้เรียบ และได้ระดับ และปรับให้ระดับหน้า ดินเพาะต่ำกว่าขอบภาชนะ เล็กน้อยเพื่อป้องกันการ ชะล้างหน้าดินเนื่องมาจากรดน้ำมากเกินไป และหลังจากปรับหน้าดิน เรียบร้อยแล้ว ความหนาของ เนื้อดินที่ใช้เพาะควรหนาอย่างน้อย 3 นิ้ว

2) การหว่านเมล็ดภายในภาชนะเพาะ มักจะทำอยู่ 2 แบบ คือ หว่านเป็นแถว และหว่านทั่วไปทั้งภาชนะ และถ้าหว่านเป็นแถว ก็มักจะวางแถวตามความยาวของภาชนะเพาะ ซึ่งถ้า เป็นกระบะเพาะขนาด $12" \times 15" \times 4"$ ก็จะหว่านได้ประมาณ 4-6 แถว การหว่านหรือโรยเมล็ด ชั้น แรก จะโรยพอบางๆ ก่อน แต่ถ้าเห็นว่ายังบางไปก็อาจจะโรยซ้ำให้หนาขึ้นได้ ซึ่งจะช่วยให้การตกของ เมล็ดสม่ำเสมอขึ้น สำหรับเมล็ดที่มีขนาดเล็กมากๆ ไม่สะดวกที่จะหยิบโรยได้ง่าย ควรจะผสมกับวัตถุ อื่น ที่มีสีต่างไปจากดินที่ใช้เพาะ เช่น ผสมกับทรายหรือ ผงถ่านหรือปุ๋ยมะพร้าวป่น ทั้งนี้เพื่อสะดวก ใน การหว่านหรือโรยเมล็ด และช่วยให้เมล็ดไม่ตกหนา ที่หนึ่งที่ใดมากเกินไป

3) การกลบดินทับเมล็ด โดยปกติจะใช้ดินที่เพาะเมล็ดนั้นๆ สำหรับการกลบ เมล็ดดินหรือลิก ขนาดไหนนั้น ขึ้นอยู่กับชนิด และขนาดของเมล็ด ถ้าเป็นเมล็ดที่ต้องการแสงในการ งอก ก็จะกลบแต่พอบางๆ แต่ถ้าเป็นเมล็ดที่ไม่ต้องการแสงในการงอก ก็จะกลบให้หนาหรือลิก แต่ก็ ไม่ควรกลบ เมล็ดให้หนาเกิน 2-3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด และหลังจากกลบดินทับเมล็ด

แล้ว ควรจะกดดินให้พอกระชับเมล็ด เพื่อให้เมล็ดได้รับความชื้นและงอกได้สม่ำเสมอ จากนั้น จึงจะรดน้ำให้ชุ่ม

4) จุดมุ่งหมายในการดูแลรักษาดันกล้าคือ เพื่อเลี้ยงดูกล้าพืชให้แข็งแรง พ้นจากการทำลายของโรคโคนเน่าคอดิน สำหรับการดูแลรักษากล้าพืชในระยะแรกก็คือ การเปิดให้ต้นกล้าได้รับแสงหลังจากที่งอกโผล่พ้นผิวดิน นอกจากแสงแล้ว อุณหภูมิก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญของกล้าพืชอีกด้วย โดยปกติอุณหภูมิขนาดปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ จะช่วยให้กล้าพืชเจริญได้แข็งแรง ซึ่งถ้าเป็นพืชฤดูหนาวก็ควรจะอยู่ในช่วงของ อุณหภูมิ $60^{\circ} - 65^{\circ}\text{F}$. ในเวลากลางวัน และอุณหภูมิ ที่ต่ำกว่านี้ $5^{\circ} - 10^{\circ}\text{F}$. ในเวลากลางคืน ส่วนพืชฤดูร้อนควรมีอุณหภูมิราว $70^{\circ} - 75^{\circ}\text{F}$. ในเวลากลางวัน และอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ $5^{\circ} - 10^{\circ}\text{F}$. ในเวลากลางคืน การให้น้ำแก่กล้าพืชก็เป็นเรื่องสำคัญ คือ จะต้องคอยสังเกตความชื้นในแปลงเพาะและความต้อง การน้ำของกล้าพืชเป็นสำคัญ โดยรักษา ระดับความ ชื้นในแปลงเพาะให้พอเหมาะไม่มากเกินไปจนทำให้ อากาศถ่ายเทในดินไม่สะดวก อันจะเป็นทางหนึ่ง ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าคอดินระบาดได้รวดเร็ว โดยทั่วไปขณะที่กล้าพืชยังเล็กอยู่ รากยังมีน้อย ควรจะ รดน้ำให้บ่อยครั้ง เพื่อช่วยให้รากเจริญได้เร็วขึ้น แต่เมื่อกกล้าเจริญได้ดีพอแล้ว อาจจะงดการให้น้ำได้ บ้าง แต่ก็ควรให้แปลงเพาะชื้นอยู่เสมอ การรดน้ำกล้าพืชควรจะทำตอนเช้าหรือตอน บ่าย 3 - 4 โมงเย็น เพื่อให้น้ำจึบตันกล้าได้มีโอกาสแห้งโดยเฉพาะใน ตอนเย็น ซึ่งจะเป็นการป้องกัน โรคได้ทางหนึ่ง และถ้ามีการเกิดโรคก็ควรจะงดการรดน้ำตอนเย็นเสีย โดยรดแต่ตอนเช้าเพียงเวลาเดียว พร้อมกันนี้ก็ควรใช้ยาป้องกันเชื้อรารดกล้าพืชที่เป็นโรคนั้นจนกว่าโรคนั้นจะหายไป

5) การให้น้ำแก่กล้าพืช จะต้องคอยสังเกตความชื้นในแปลงเพาะและความต้อง การน้ำของกล้าพืชเป็นสำคัญ โดยรักษา ระดับความ ชื้นในแปลงเพาะให้พอเหมาะไม่มากเกินไปจนทำให้ อากาศถ่ายเทในดินไม่สะดวก อันจะเป็นทางหนึ่ง ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าคอดินระบาดได้รวดเร็ว โดยทั่วไปขณะที่กล้าพืชยังเล็กอยู่ รากยังมีน้อย ควรจะ รดน้ำให้บ่อยครั้ง เพื่อช่วยให้รากเจริญได้เร็วขึ้น แต่เมื่อกกล้าเจริญได้ดีพอแล้ว อาจจะงดการให้น้ำได้ บ้าง แต่ก็ควรให้แปลงเพาะชื้นอยู่เสมอ การ รดน้ำกล้าพืชควรจะทำตอนเช้าหรือตอนบ่าย 3-4 โมงเย็น เพื่อให้น้ำจึบตันกล้าได้มีโอกาสแห้ง โดยเฉพาะใน ตอนเย็น ซึ่งจะเป็นการป้องกันโรคได้ทางหนึ่ง และถ้ามีการเกิดโรคก็ควรจะงดการรดน้ำ ตอนเย็นเสีย โดยรดแต่ตอนเช้าเพียงเวลาเดียว พร้อมกันนี้ก็ควรใช้ยาป้องกันเชื้อรารดกล้าพืชที่เป็น โรคนั้นจนกว่าโรคนั้นจะหายไป

2.1.2 เมล็ดพืช

เมล็ดพืช ประกอบด้วยส่วนซึ่งเป็นคัพภะ ส่วนที่เป็นอาหารสะสมภายในเมล็ด และเปลือกหุ้มเมล็ด หลังจากทีเมล็ดถูกแยกออกจากต้นแม่แล้ว เมล็ดจะอยู่ในสภาพหยุดการเจริญเติบโต ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเอาเมล็ดมาไว้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คัพภะที่อยู่ภายใน จะเจริญเป็น ต้นพืชใหม่ กระบวนการที่คัพภะภายในเมล็ดเจริญเป็นต้นใหม่นี้ เรียกว่า “การงอก” ต้นพืชที่เจริญมา

จากคัพภะในขณะที่เป็นต้นอ่อนอยู่ ยังต้องอาศัยอาหารที่เก็บไว้ภายในเมล็ด เรียกว่า “ต้นกล้า” (สนาม จันทรมณี และคณะ : 2543)

ปัจจัยในการงอกของเมล็ด เมล็ดที่จะงอกได้ จะต้องมียปัจจัยที่เหมาะสม ทั้งเมล็ด และสภาพแวดล้อมภายนอก ดังนี้

2.1.2.1 การมีชีวิตของเมล็ด นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเมล็ด การที่เมล็ดมีชีวิตอยู่ได้น้อย อาจเนื่องจากการเจริญเติบโตของเมล็ด ไม่เหมาะสมขณะที่ยังอยู่บนต้นแม่ หรือเนื่องจากได้รับอันตราย ขณะทำการเก็บเกี่ยว หรือขบวนการในการผลิตเมล็ดไม่ดีพอ

2.1.2.2 สภาพแวดล้อมในขณะเพาะ เมล็ดต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนี้

1) น้ำ เป็นตัวทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัว และเป็นตัวทำละลายอาหารสะสมภายในเมล็ด ที่อยู่ในสภาวะที่เป็นของแข็ง ให้เปลี่ยนเป็นของเหลว และเคลื่อนที่ได้ ทำให้จุดเจริญของเมล็ดนำไปใช้ได้

2) แสง เมล็ดเมื่อเริ่มงอก จะมีทั้งชนิดที่ต้องการแสง ชอบแสง และไม่ต้องการแสง ส่วนใหญ่เมล็ดเมื่อเริ่มงอก จะไม่ต้องการแสง ดังนั้น การเพาะเมล็ดโดยทั่วไป จึงมักกลบดินปิดเมล็ดเสมอ แต่แสงจะมีความจำเป็น หลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว ขณะที่ต้นกล้า แสงที่พอเหมาะจะทำให้ต้นกล้าแข็งแรง และเจริญเติบโตได้ดี

3) อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสม ช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้เร็วขึ้น กระบวนการในการงอกของเมล็ดเกิดขึ้นเร็ว และช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน พืชเมืองร้อน ย่อมต้องการอุณหภูมิสูงกว่า พืชเมืองหนาวเสมอ

4) ออกซิเจน เมื่อเมล็ดเริ่มงอก จะเริ่มหายใจมากขึ้น ซึ่งก็ต้องใช้ออกซิเจนไปเผาผลาญอาหารภายในเมล็ด ให้เป็นพลังงานใช้ในการงอก ยิ่งเมล็ดที่มีน้ำมันมาก ยิ่งต้องใช้ ออกซิเจนมากขึ้น ดังนั้น การกลบดินทับเมล็ดหนาเกินไป หรือใช้ดินเพาะเมล็ด ที่ถ่ายเทอากาศไม่ดี จะมีผลยับยั้งการงอก หรือทำให้เมล็ดงอกช้าลง หรือไม่งอกเลย การปักตัวของเมล็ด การปักตัวของเมล็ด หมายถึง ช่วงที่เมล็ดพืชยังไม่พร้อมที่จะงอกขึ้นเป็นต้นพืชใหม่ได้ ดังนั้นการเพาะเมล็ดบางชนิด อาจต้องทำลายการปักตัวของพืชก่อน เพื่อให้เมล็ดงอกได้เร็วยิ่งขึ้น

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

Arduino (อาดูอีโน้ หรือ อาดูยโน้) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่ถูกพัฒนาเป็นแบบโอเพ่นซอร์ส (Open Source) ซึ่งผู้ผลิตเปิดเผยข้อมูลทั้งฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ถูกออกแบบขึ้นมา เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ซึ่งผู้ใช้งาน สามารถดัดแปลง

พัฒนาต่อยอดฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ได้อีกด้วย Arduino นำมาใช้งาน เช่นเดียวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดย การเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานตามต้องการ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Arduino ในชีวิตประจำวัน เช่น ควบคุมการเปิด/ปิดไฟในบ้านอัตโนมัติ, วงจรวัดค่าอุณหภูมิ, ควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ควบคุม การเปิด/ปิดประตูอัตโนมัติควบคุมเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ หรือควบคุมความเร็วและทิศทาง การ หมุนของมอเตอร์ เป็นต้น จุดเด่นของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ดังนี้ (สุริยา ศรีวิเศษ : 2018)

1. มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน และง่ายต่อการ พัฒนา โปรแกรม
2. การใช้งานเป็นแบบโอเพนซอร์ส (Open Source) สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งาน ได้ หลายด้าน
3. สามารถพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ได้เช่น Windows, Mac OS X หรือ Linux
4. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีราคาไม่แพง

2.2.2 บอร์ด NodeMCU ESP8266

ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิพของโมดูล ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐาน WiFi ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6V ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80mA รองรับคำสั่ง deep sleep ในการประหยัดพลังงาน ใช้กระแสน้อยกว่า 10 ไมโครแอมป์ สามารถ wake up กลับมาส่งข้อมูลใช้ เวลาร้อยกว่า 2 มิลลิวินาที ภายในมี Low power MCU 32bit ทำให้เขียนโปรแกรมสั่งงานได้ มี วงจร analog digital converter ทำให้สามารถอ่านค่าจาก analog ได้ความละเอียด 10bit ทำงาน ได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส เมื่อนำชิพ ESP8266 มาผลิตเป็นโมดูลหลายรุ่นจะขึ้นต้น ด้วย ESP866 แล้วตามด้วยรุ่น เช่น ESP-01 , ESP-03 , ESP-07 , ESP-12E

ESP8266 ติดต่อกับ WI-FI แบบ Serial สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิพ โดยใช้ Arduino IDE ได้ ทำให้การเขียนโปรแกรมและใช้งานเป็นเรื่องง่าย คล้ายกับการใช้ Arduino แน่นอน ว่าสามารถติดต่ออุปกรณ์อื่น ๆ เซนเซอร์ ต่าง ๆ แบบสไต์ล Arduino ถ้ามีพื้นฐาน Arduino อยู่แล้ว ก็เข้าใจและใช้งานได้รวดเร็ว

โมดูล ESP8266 มีหลายรุ่น และมีรุ่นใหม่พัฒนาออกมาเรื่อย ๆ โดยโครงสร้างและขาที่ ใช้งานก็จะมีลักษณะคล้ายกันคือ

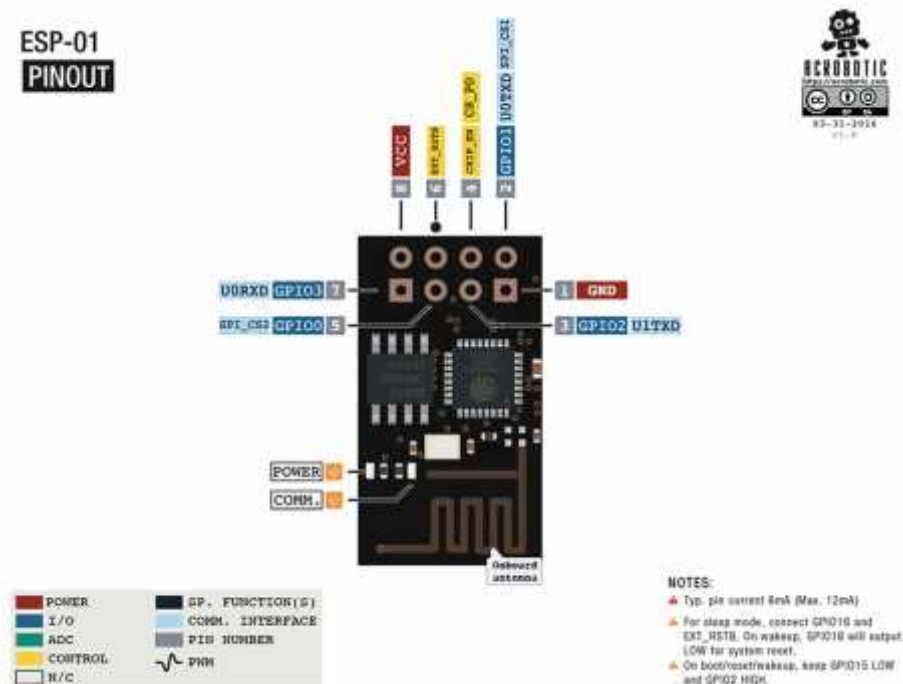
- GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมด โดยเมื่อต่อกับ GND จะเข้าโหมดโปรแกรม เมื่อ ต้องการให้ทำงานปกติก็ไม่ต้องต่อ
- GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน

- CH_PD หรือ EN เป็นขาที่ต้องต่อไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ ให้โมดูลทำงาน โมดูลบางรุ่นไม่มีขา Reset มาให้ เมื่อต้องการรีเซ็ต ให้ต่อขา CH_PD กับ GND
- Reset ต่อกับไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ โดยเมื่อต้องการรีเซ็ต ให้ต่อกับไฟ GND
- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ใช้ไฟเลี้ยง 3.0-3.6V
- GND ต่อกับไฟ 0V
- GPIO เป็นขาดิจิตอล INPUT/OUTPUT ทำงานที่ไฟ 3.3V
- ADC เป็นขา Analog INPUT รับแรงดันสูงสุด 1V ความละเอียด 10bit หรือ 1024 ค่า

เมื่อต้องการเขียนโปรแกรมเพียงมองหาขาเหล่านี้ แล้วต่อให้ครบเท่าที่มีขาให้ต่อ ก็สามารถโปรแกรม ESP8266 ได้ทุกรุ่น โมดูล ESP8266 รุ่นที่นิยม เช่น ESP-01 , ESP-03 , ESP-07 , ESP-12E นอกจากนี้ยังมีบอร์ด ESP8266 ที่รวมวงจร USB TTL เข้าไปทำให้โปรแกรมกับ Arduino ได้ง่ายขึ้นเช่น NodeMCU , Wemos D1 , Wemos mini

2.2.2.1 ESP8266 ESP-01

ESP8266 ESP-01 เป็นรุ่นที่มีขาต่อออกมาข้างนอก จึงสามารถต่อกับบอร์ดทดลองได้ง่าย มีขา GPIO 4 ขา คือ GPIO0 , GPIO1, GPIO2 , GPIO3



รูปที่ 2-4 ESP8266 ESP-01

2.2.2.2 ESP8266 ESP-03

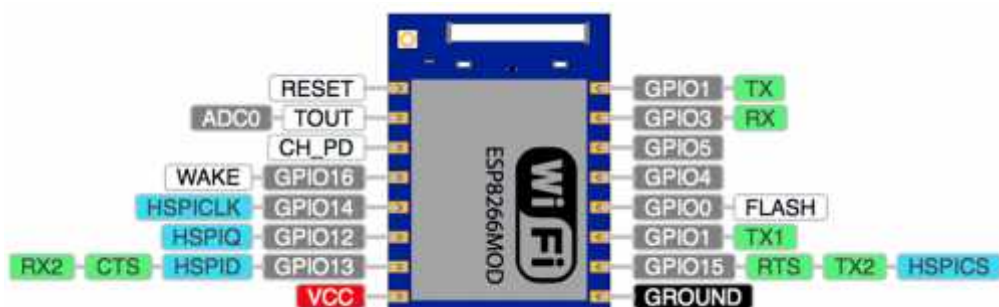
ESP8266 ESP-03 จะคล้ายกับ ESP-01 มี package การต่อขาเป็นแบบเซอร์เฟสเมาส์ โดยจะมีขา GPIO มากขึ้น ทำให้สั่งงานอุปกรณ์ได้มากกว่า ESP8266 ESP-01 โดย ESP8266-13 มีขาทั้งหมด 14 ขา มีเสาอากาศแบบมาในตัว และยังสามารถต่อสายอากาศเพิ่มเพื่อเพิ่มกำลังการรับส่ง ได้ที่ขา 14



รูปที่ 2-5 ESP8266 ESP-03

2.2.2.3 ESP8266 ESP-07

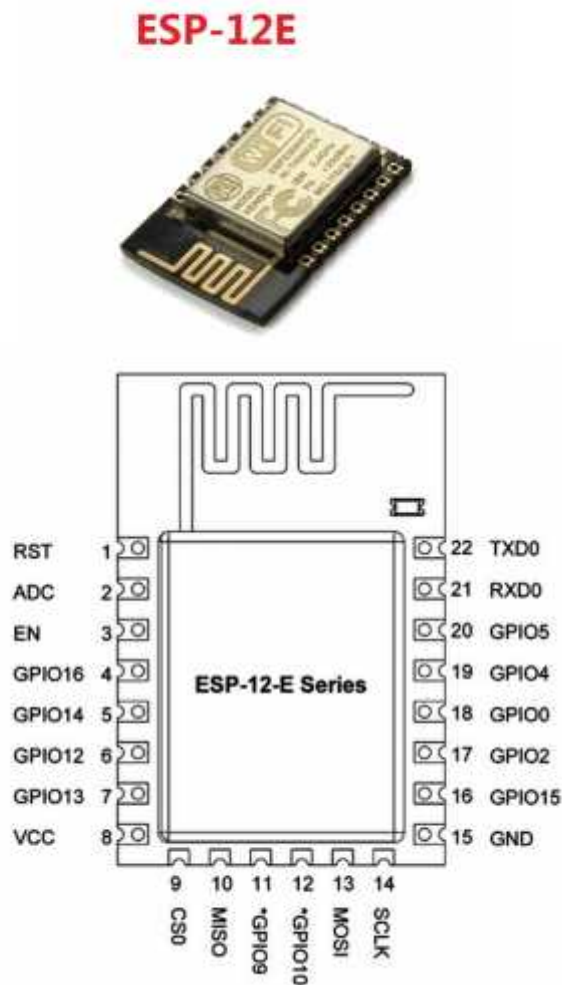
ESP8266 ESP-07 เพิ่มแผ่นเหล็กครอบชิพ ESP8266 ไว้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน มีขาทั้งหมด 16 ขา โดยมีขา GPIO ให้เราใช้งาน 11 ขาและขา Analog Read อีก 1 ขา



รูปที่ 2-6 ESP8266 ESP-07

2.2.2.4 ESP8266 ESP-12E

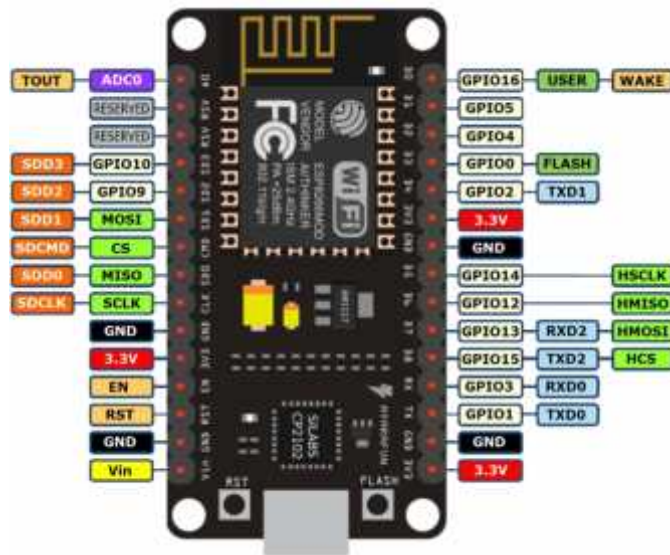
ESP8266 ESP-12E มีการจัดขาและต่อใช้งานแบบเดียวกับรุ่น ESP-07 โดยเปลี่ยนเสาอากาศมาเป็นแบบเดินวงจรภายใน PCB และเพิ่มขาอีก 6 ขา คือ SCLK MOSI MISO สำหรับติดต่อกับเซนเซอร์อื่น ๆ โพรโตคอล SPI ซึ่งรุ่นนี้ก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก จนเกิดการต่อยอดเป็นบอร์ด ESP8266-12 รุ่นต่าง ๆ



รูปที่ 2-7 ESP8266 ESP-12E

2.2.2.5 ESP8266 NodeMCU V2

NodeMCU V2 เป็น ESP8266-12E รวมกับ USB TTL ที่ใช้ชิพ CP2102 และขยายขาให้สามารถต่อทดลองได้ง่ายขึ้น มีปุ่ม reset และ flash สำหรับใช้โปรแกรม โดยใช้ Arduino IDE หรือโปรแกรมอื่น ๆ ได้อย่างสะดวก



รูปที่ 2-8 ESP8266 NodeMCU V2

2.2.2.6 ESP8266 NodeMCU V3

NodeMCU V3 เป็นบอร์ดที่คล้ายกับ NodeMCU V2 ต่างกันคือ NodeMCU V3 จะมีขนาดกว้างกว่า และใช้ชิพ USB TTL เป็น CH340 ซึ่งการต่อขาใช้งานและโคดโปรแกรมเหมือนกันทุกประการ



รูปที่ 2-9 ESP8266 NodeMCU V3

2.2.2.7 WeMos D1

บอร์ด WeMos D1 ออกแบบให้คล้ายบอร์ด Arduino Uno ใช้ ESP8266-12E เป็นตัวหลัก ชิพ CH340 เป็นภาค USB TTL รองรับไฟ 9-12V ที่ช่อง Adapter , รองรับไฟ 5V ที่ช่อง micro usb และ 3.3V ที่ช่อง VIN



รูปที่ 2-10 WeMos D1

2.2.2.8 WeMos D1 Mini

WeMos D1 Mini แปลงบอร์ด Wemos D1 ให้มีขนาดเล็กลง โดยการแยกส่วน usb ttl และ ESP8266-12E ข้อดีคือ เวลาใช้งานจริงสามารถถอดเฉพาะส่วน ESP8266-12E ไปใช้งาน ก็จะทำให้ประหยัดไฟได้เล็กน้อย Witty cloud Mini NodeMCU บอร์ดนี้มีขนาดเล็ก แยกส่วนได้ คล้าย ๆ กับ WeMos D1 Mini โดยใช้ ESP8266-12F โดยมี LDR , สวิตช์ และ LED RGB ต่อมาให้อินบอร์ด ทำให้สะดวกในการต่อทดลอง ข้อดีของรุ่นนี้คือฐานออกแบบมาให้มาขนาดเท่ากับบอร์ดขยายขาของ ESP-07 , ESP-08 , ESP-12 ทำให้สามารถนำไปใช้โปรแกรมกับ ESP รุ่นดังกล่าวได้ด้วย



รูปที่ 2-11 WeMos D1 Mini

2.2.3 การเขียนโปรแกรม ESP8266 Arduino IDE

สำหรับการต่อวงจรของ ESP8266 เพื่อเขียนโปรแกรมด้วย Arduino เขียนโค้ดเหมือนกันทุกรุ่น โดยแต่ละรุ่นจะมีขาไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงต้องเปรียบเทียบขา GPIO ให้ถูกต้องในการใช้งานก็ใช้ได้แล้ว การเขียนโปรแกรมอัฟโพลต์บอร์ด ESP8266 เกือบทุกรุ่น จะผ่านทาง Serial ที่ขา rx,tx โดยใช้โมดูล USB TTL ซึ่งต้องเสียเวลาในการต่อวงจรเพื่ออัฟโพลต์โค้ด อีกทั้งโมดูล ESP8266 หลาย ๆ รุ่นมีการต่อขาที่เป็นแบบเซอร์เฟสเมาส์ ทำให้ไม่สะดวกกับการต่อทดลองบนบอร์ดทดลอง

ดังนั้นจึงมีการรวม โมดูล USB TTL และต่อวงจรขยายขา ESP8266 ให้เป็นขา ระยะห่างขนาด 2.54mm ซึ่งสามารถเสียบลงบอร์ดทดลองได้พอดี กลายเป็น บอร์ด ESP8266 โดยหนึ่งในบอร์ดที่นิยมใช้งานคือ NodeMCU โมดูล ESP8266 ESP-12E (ESP8266 Learning : 2560)

2.3 การเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือการเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เป็นเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศไปสู่การเป็น Thailand Industry 4.0 เทคโนโลยีด้าน IoT ถือเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมที่จะอาศัยการเชื่อมต่อการสื่อสารและทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องจักรมนุษย์และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจที่รวดเร็วและความถูกต้องแม่นยำสูงรวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดนวัตกรรมและบริการใหม่ๆ อีกมากมายยกตัวอย่างเช่นเซ็นเซอร์ภายในโรงพยาบาลที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยมีการเคลื่อนไหวหรือผู้ป่วยล้มจะส่งสัญญาณไปยังบุคลากรทางการแพทย์หรือแผนกฉุกเฉินเซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิดหรือปิดสวิตช์ไฟตามห้องต่างๆ ที่มีคนหรือไม่มีคนอยู่เป็นต้น อุปกรณ์ จึงเป็นที่น่าสนใจในการเรียนรู้และพัฒนานวัตกรรมเพื่อตอบสนองเทคโนโลยีดังกล่าว (ชัชชัย คุณบัว : 2562)

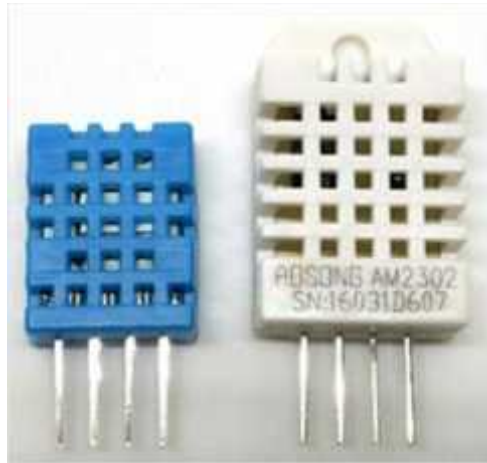
2.4 สมาร์ททอบเจกต์

สมาร์ททอบเจกต์ (Smart object) ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของ IoT สมาร์ททอบเจกต์ถูกใช้เพื่อเรียนรู้สิ่งรอบข้างและตอบสนองสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องใน IoT ยังรวมไปถึงความสามารถในการสื่อสาร ผ่าน Network โครงสร้างพื้นฐานของ สมาร์ททอบเจกต์สามารถทำการแยกได้เป็น 4 ส่วนประกอบด้วย

2.4.1 เซ็นเซอร์(sensor) และ แอกชูเอเตอร์ (Actuator)

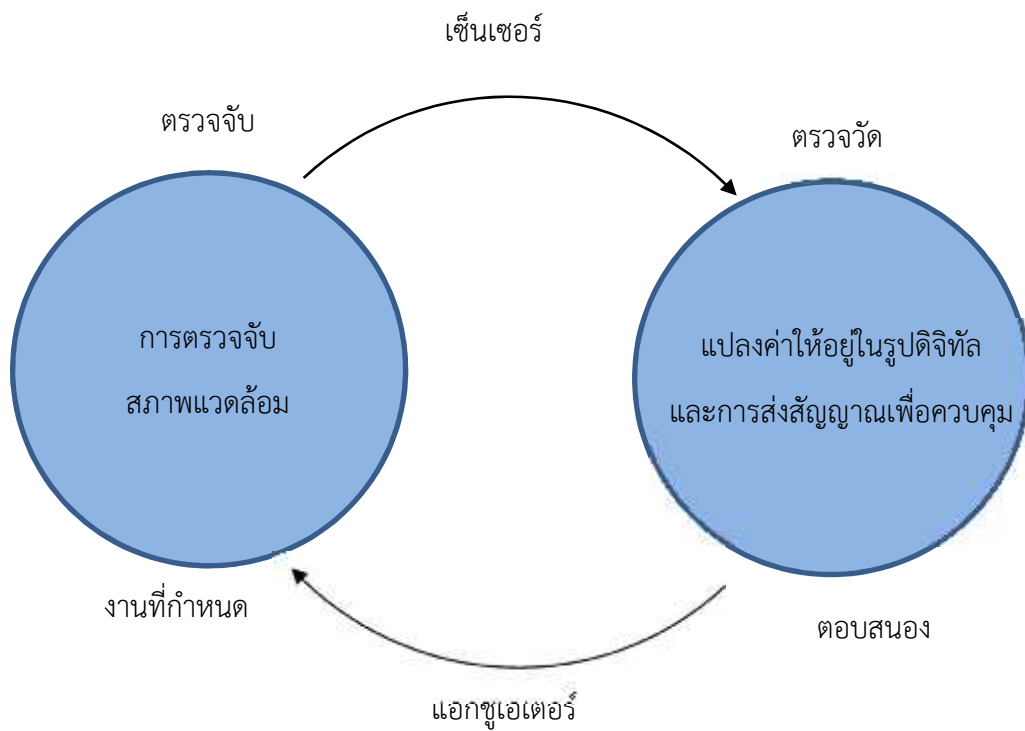
สมาร์ททอบเจกต์ใช้เซ็นเซอร์ เพื่อรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยเซ็นเซอร์จะถูกใช้เพื่อตรวจวัด ในขณะที่ Actuator จะตอบสนองต่อสิ่งที่เกิดขึ้น

2.4.1.1 เซ็นเซอร์หมายถึงอุปกรณ์เพื่อใช้ตรวจจับสถานะต่างๆ ก่อนที่จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของดิจิทัล ปัจจุบันเนื่องจากความก้าวหน้าของ Micro Electro Mechanical System (MEMS) ทำให้สามารถผลิตเซ็นเซอร์ที่มีขนาดเล็กและราคาถูกลงเพื่อใช้กับแอปพลิเคชันอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ เช่นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น



รูปที่ 2-12 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

2.4.1.2 แอ็กชเอนเตอร์ทำหน้าที่รับผลที่ได้จากเซ็นเซอร์ และตอบสนองตามเงื่อนไขที่กำหนดเช่นทำให้พัดลมในโรงเรือนทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่กำหนด ดังภาพที่แสดงการทำงานระหว่างเซ็นเซอร์และแอ็กชเอนเตอร์



รูปที่ 2-13 การทำงานระหว่างเซ็นเซอร์และแอ็กชเอนเตอร์

2.4.2 หน่วยประมวลผล

หน่วยประมวลผล มีหน้าที่ในการประมวลผลที่จำเป็น เช่นการหาเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลไปยังหน่วยถัดไป หน่วยประมวลผล นี้ โดยทั่วไป นิยมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ให้พลังงานต่ำ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ในเวลาที่ยาวนานมากขึ้น

2.4.3 ส่วนรับส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ

ส่วนรับส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์โดยช่องทางการสื่อสารมีความถี่วิทยุที่ได้รับอนุญาตได้แก่ 868 MHz 915 MHz หรือ 2.4 GHz โดยช่องความถี่ 2.4 GHz เป็นช่วงความถี่ที่นิยมใช้มากที่สุดในขณะนี้

2.4.4 แหล่งพลังงาน

โดยทั่วไป สมาร์ททอบเจ็กต์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่ต้องอาศัยพลังงานเพื่อประมวลผลและสื่อสารปกติ สมาร์ททอบเจ็กต์จะทำงานบนสถานะที่มีพลังงานจำกัดเช่นการใช้แบตเตอรี่ขนาดเอ 2 ก้อนหรือแบตเตอรี่ชนิดนั้นๆ สมาร์ททอบเจ็กต์จำเป็นต้องมีการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมรวมถึงการเข้าสู่โหมดสลีปเพื่อลดการใช้พลังงานลง (ซัชชัย คุณบัว : 2562)

2.5 การปลูกพืชผักในที่ร่มด้วยแสงจากหลอด LED

LED ย่อมาจาก Light Emitting Diode หรือ ไดโอดเปล่งแสง หลอด LED ให้ค่าความสว่างต่อวัตต์มากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดขดลวด จึงประหยัดพลังงานมากกว่า เมื่อเปิดใช้งานแล้วมีความร้อนน้อย ช่วยประหยัดพลังงานในอาคารได้ มีอายุการใช้งานนาน มีความปลอดภัยในเรื่องสารปรอท รังสี และการกะพริบของหลอด สีของแสงต่างกัน ให้ผลต่างกัน พืชมีอัตราการดูดกลืน แสงสูงสุดที่ความยาวคลื่นเฉพาะ (สวนผักบ้านคุณตา : 2561)

ตารางที่ 2-1 ประโยชน์จากสีของแสง

สี	ความยาวคลื่น	ประโยชน์
แสงสีแดง	648-760 นาโนเมตร	ช่วยสังเคราะห์แสง เป็นสีที่พืชดูดซับมากที่สุด ส่งเสริมการงอกของเมล็ดพืช หรือ ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด และยังส่งผลต่อการออกดอกของพืช
แสงสีน้ำเงิน แสงสีคราม แสงสีม่วง	426-492 นาโนเมตร 411-425 นาโนเมตร 390-410 นาโนเมตร	ช่วยสังเคราะห์แสง ช่วยการตอบสนองของพืชต่อแสงในเรื่องการเบนหรือโค้งงอเข้าหาแสงของพืช
แสงสีม่วง/ส้ม	536-586 นาโนเมตร 587 – 647 นาโนเมตร	ช่วยการงอกของเมล็ด
แสงสีเขียว	493-535 นาโนเมตร	มีผลในการระงับการเจริญเติบโตของพืช
แสงสีแดงไกล (Far Red)	761-810 นาโนเมตร	มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ (2561) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ในปัจจุบันเห็ดนางฟ้าถือว่าเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากมีประโยชน์และให้คุณค่าทางอาหารสูงจึงทำให้เกษตรกรหันมาทำอาชีพเพาะเห็ดเพิ่มขึ้นบางกลุ่มก็ประสบผลสำเร็จบางกลุ่มก็ล้มเหลวซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายๆ ด้าน ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและวางแผนเป็นอย่างดีจากสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูทำให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดโดยเฉพาะอุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดโครงการวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของการ

ระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยนำก้อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจำนวน 300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือนผลการทดสอบระบบ ควบคุมการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ซึ่งให้ผลผลิตเป็นที่พอใจและ ในส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดพบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนักพบว่าเห็ดที่ได้ จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 1.506 กิโลกรัมและมีค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้วยังสามารถ ประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย

นภัทร วจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี (2560) ได้อัดแปลงแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูก พืช บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างของหลอดไดโอดเปล่งแสงแบบหรี่ได้ สำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยทำการทดลองตั้งค่าระบบให้มีการปรับระดับการ เปล่งแสงของหลอดไดโอดเปล่งแสง ให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชด้วยวงจร Buck Converter เพื่อขับหลอดไดโอดเปล่งแสงสองสีคือสีแดงและสีน้ำเงินซึ่งควบคุมโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการส่งข้อมูลแบบไร้สายเข้าสู่ เครือข่ายด้วยเซ็นเซอร์ไร้สาย Zigbee เพื่อให้สามารถตรวจสอบควบคุม และประมวลผลการทดลองได้ในระยะไกล จากการทดลองพบว่า งานวิจัยนี้สามารถควบคุมค่าความสว่างของหลอดไดโอดเปล่งแสงให้มีค่าความเข้มแสงในระดับที่พืช ต้องการได้อย่างถูกต้อง และสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลาผ่านเครือข่ายไร้สายที่ถูก ออกแบบไว้ได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สูงสุดของหลอดไดโอดเปล่งแสงเฉลี่ยทั้งสองสีอยู่ที่ 2.255% 3.3125% และ 7.6725% ตามลำดับ อีกทั้งยังสามารถลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 35% เมื่อ เทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ T5

ศุภวุฒิ ผากา และคณะ (2557) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเห็ด โดยการพัฒนาการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดของกลุ่ม อาชีพเพาะเห็ด โดยวิธีการควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติซึ่งมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ภายในโรงเพาะเห็ด ที่ส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเข้ามายังชุดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นพร้อมด้วยการ เขียนโปรแกรมให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ นำค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้จากอุปกรณ์ ตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นมาเปรียบเทียบกับค่าปรับตั้งไว้ เมื่อเกิดมีค่าทั้ง 2 ไม่ตรงตามค่า เป้าหมาย ระบบควบคุม จะส่งสัญญาณไปยังระบบปั้มน้ำให้ทำงานโดยการจ่ายน้ำผ่านท่อและหัว

สปริงเกอร์ที่ได้ออกแบบ ให้มีการกระจายน้ำทั่วบริเวณโรงเพาะเห็ด ผลจากงานวิจัยดังกล่าว พบว่า กลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.7 สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัม ต่อการเก็บผลผลิตเห็ด 1 ครั้ง ทางคณะผู้วิจัยได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบควบคุมดังกล่าวสู่ชุมชนโดยมีการจัดอบรมและให้ความรู้ความเข้าใจในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดและสร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดและคณะผู้วิจัย

พิชญ์สินี เพชรไทย และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ (2561) การศึกษาผลของความเข้มแสงและระยะเวลาที่ได้รับแสงที่มีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดและเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบแพลนท์แฟคทอรี โดยปลูกผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดและเรดโอ๊คในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ CO₂ 0.058 เปอร์เซ็นต์ การทดลองของผักกาดหอมแต่ละชนิดวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 4 ตารางทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ คือ 1) ปลูกโดยใช้หลอดไฟแอลอีดี ความเข้มแสง 298.98 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เปิดนาน 12 ชั่วโมง 2) ปลูกโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 8 หลอด ความเข้มแสง 179.95 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เปิดนาน 12 ชั่วโมง 3) ปลูกโดยใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 8 หลอด ความเข้มแสง 180.79 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เปิดนาน 16 ชั่วโมง 4) ปลูกโดยใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 4 หลอด ความเข้มแสง 80.65 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เปิดนาน 16 ชั่วโมง พบว่า การปลูกผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดได้แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 8 หลอด เปิดนาน 16 ชั่วโมง ให้น้ำหนักสดส่วนยอด น้ำหนักแห้งส่วนยอด และปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการปลูกผักกาดหอมเรดโอ๊คได้แสงจากหลอดแอลอีดีให้ค่าน้ำหนักสดส่วนยอด และน้ำหนักแห้งส่วนยอดสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ให้ปริมาณวิตามินซี ไม่แตกต่างทางสถิติจากการปลูกได้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 8 หลอด เปิดนาน 12 และ 16 ชั่วโมง และผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ปลูกได้แสงไฟทั้งหมดมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ศึกษาเรื่องผลของความเข้มแสงจากชุดหลอดแอลอีดีสำหรับการเพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดเรดโอ๊คในระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์ ในบรรดาปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ปัจจัยทางด้านแสงสว่างถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งส่งผลต่อการเพาะปลูกพืชโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยทั่วไปพืชจะดูดซับแสงอาทิตย์เป็นหลัก และมีแนวโน้มในการดูดซับช่วงแสงสีน้ำเงินและสีแดง ซึ่งช่วงแสงดังกล่าวนี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีอย่างจำกัด พืชจะเจริญเติบโตภายในห้องหรือโรงเรือนที่ซึ่งแสงอาทิตย์อาจมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้น การเพิ่มแหล่งกำเนิดแสงนอกเหนือจากแสงอาทิตย์ จึง

สามารถช่วยเพิ่มความเข้มแสงหรือความสว่างภายในโรงเรือนหรือพื้นที่เพาะปลูกได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและสร้างชุดหลอดแอลอีดีเพื่อใช้ในการศึกษาผลของความเข้มแสงจากชุดหลอดแอลอีดีในช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดง สีขาว และสีน้ำเงิน ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพิจารณาจากตัวแปรคือ ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนัก และน้ำหนักแห้งของพืช โดยได้ทำการออกแบบลักษณะการจัดเรียงหลอดแอลอีดี จำนวน 50 หลอด ลงบนวัสดุติดตั้งที่มีความกว้าง 30 ซม. และความยาว 30 ซม. ชนิดของแสงทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาคือชุดหลอดแอลอีดีสีแดง สีขาว และสีน้ำเงินที่มีความส่องสว่างเท่ากับ 327, 1,078 และ 4,338 ลักซ์ ตามลำดับ โดยนำผลการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลจากชุดควบคุมคือชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีความส่องสว่างเท่ากับ 2,028 ลักซ์ พืชตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบคือผักสลัดชนิดเรดโอ๊ค ซึ่งปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์แบบรากจุ่ม (Deep Flow Technique) ภายในโรงเรือนและกำหนดให้ได้รับแสงจากชุดหลอดไฟที่ติดตั้งที่ระดับความสูง 30 ซม. จากถาดปลูกพืช เมื่อสิ้นสุดช่วงการทดสอบ (21 วัน นับจากการพืชตัวอย่างเข้าสู่โรงเรือนทดสอบ) พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสูงต้นและความยาวรากสูงสุดพบในผักสลัดเรดโอ๊คที่ได้รับแสง จากชุดหลอดแอลอีดีสี น้ำเงิน ความสูงต้นและความยาวรากสูงสุดมีค่าเท่ากับ 28.7 และ 23.1 ซม. น้ำหนักสดในส่วนต้นและรากมีค่าเท่ากับ 11.82 และ 1.12 กรัม/ต้น น้ำหนักแห้งในส่วนต้นและรากมีค่าเท่ากับ 0.42 และ 0.06 กรัม/ต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊ค ในกลุ่มที่ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์พบว่า ความสูงต้นของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยชุดหลอดแอลอีดีสีน้ำเงินมีค่าน้อยกว่า 3.7% และความยาวรากของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยชุดหลอดแอลอีดีสีน้ำเงินมีค่ามากกว่า 9.5% อย่างไรก็ตามพบว่า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยชุดหลอดแอลอีดีสีน้ำเงินและชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อวัดค่าการใช้พลังงานของชุดหลอดแอลอีดีสีแดง สีขาว และสีน้ำเงิน มีค่าเท่ากับ 2.27, 2.06 และ 2.04 วัตต์ ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มค่าความเข้มแสงหรือความส่องสว่าง (จาก 327 เป็น 4,338 ลักซ์) ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊คเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในทางตรงกันข้าม ในกรณีของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยชุดหลอดแอลอีดีสีขาวที่ความสว่าง 1,078 ลักซ์ มีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยชุดหลอดแอลอีดีสีแดงและสีน้ำเงิน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

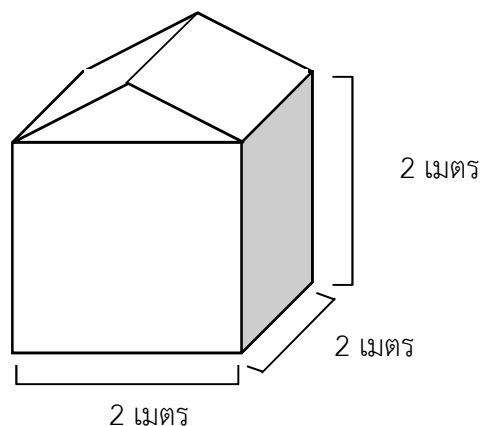
- 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัย
- 3.2 การทดสอบการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือโรงเพาะชำอัตโนมัติผู้วิจัยได้แบ่งสร้างเครื่องมือออกเป็น 4 ส่วนคือการออกแบบโรงเพาะชำ ระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ การสร้างโรงเพาะชำอัตโนมัติ และการควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติด้วยการเชื่อมโยงสรรพสิ่ง มีขั้นตอนในการออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัยดังนี้

3.1.1 การออกแบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

โรงเพาะชำใช้สำหรับการเพาะพันธุ์เมล็ดพืชในสภาพแวดล้อมขนาดเล็ก เช่น ถาดเพาะขนาด 28 เซนติเมตร x 54 เซนติเมตร สามารถเพาะเมล็ดได้ 50 หลุม ดังนั้นโรงเพาะชำจึงมีขนาดเล็กสำหรับผู้ปลูกเข้าไปดูแลและวางถาดเพาะได้ ผู้วิจัยจึงออกแบบโรงเพาะชำให้มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และสูง 2 เมตร ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3-1 การออกแบบโรงเพาะชำ

3.1.2 ระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ

โรงเพาะชำอัตโนมัติที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนานั้นจะมีการควบคุมการทำงานอุปกรณ์อยู่ 4 ส่วนด้วยกันคือ ควบคุมความชื้นอัตโนมัติ ชดเชยแสง รดน้ำอัตโนมัติ และการสั่งงานเปิดปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังนี้

3.1.2.1 ควบคุมความชื้นอัตโนมัติ

ระบบนี้จะควบคุมความชื้นในโรงเพาะชำให้อยู่ในช่วงของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 50 % ถึง 70 % เมื่อมีความชื้นในโรงเพาะชำมากกว่า 70 % ระบบจะเป็นพัดลมเพื่อระบายความชื้นในโรงเพาะชำ และหากมีความชื้นน้อยกว่า 50 % ระบบจะพ่นหมอกเพื่อเพิ่มความชื้นในโรงเพาะชำ

- 1) อุปกรณ์ในการควบคุมความชื้นอัตโนมัติ
 - ป้อนน้ำและชุดหัวพ่นหมอก
 - เซนเซอร์วัดความชื้น DHT 21
 - พัดลมระบายอากาศ
- 2) ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ
 1. รับค่าความชื้นจากเซนเซอร์ เก็บในตัวแปร Humidity
 2. ถ้าความชื้นมากกว่า 70%
 - เปิดพัดลมเพื่อระบายความชื้น
 - ปิดปั้มน้ำพ่นหมอก
 3. ถ้าความชื้นน้อยกว่า 50 %
 - เปิดปั้มน้ำพ่นหมอก
 - ปิดพัดลมเพื่อระบายความชื้น
 4. ถ้าความชื้นอยู่ในช่วง 50 % ถึง 70 %
 - ปิดพัดลมเพื่อระบายความชื้น
 - ปิดปั้มน้ำพ่นหมอก

3.1.2.2 ระบบชดเชยแสงอัตโนมัติ

ระบบชดเชยแสงเป็นการเป็นการชดเชยแสงในวันที่แสงธรรมชาติมีน้อยกว่าค่าแสงที่พืชต้องการ โดยการเพาะเมล็ดจะใช้แสงเมื่อเมล็ดเริ่มงอก การทำงานอัตโนมัติของระบบชดเชยแสงจะเปิดไฟ LED เมื่อวัดค่าแสงในโรงเพาะชำได้น้อยกว่า 1000 Lux

- 1) อุปกรณ์ในระบบชดเชยแสงอัตโนมัติ
 - หลอด LED
 - เซนเซอร์วัดแสง GY 302

2) ขั้นตอนการทำงานของระบบชดเชยแสงอัตโนมัติ

1. รับค่าแสงจากเซนเซอร์ เก็บในตัวแปร light
2. ถ้าค่าแสงมีค่าน้อยกว่า 1000 LUX
 - เปิดไฟ
3. ถ้าค่าแสงมีค่าตั้งแต่ 1000 LUX
 - ปิดไฟ

3.1.2.3 ระบบรดน้ำอัตโนมัติ

การรดน้ำมีความสำคัญในการเพาะเมล็ดพืชต้องให้ดินมีความชื้นตลอดเวลา เพื่อให้เมล็ดพืชมีอาหารเนื่องจากยังไม่มีราก ในระบบรดน้ำอัตโนมัติจะทำงานเป็นเวลาในช่วงเช้าและช่วงเย็นโดยจะรดน้ำเป็นเวลา 1 นาทีเพื่อไม่ให้ดินชื้นจนเกินไป

- 1) อุปกรณ์ในระบบรดน้ำอัตโนมัติ
 - ป้อนน้ำและชุดหัวพ่นน้ำ
- 2) ขั้นตอนการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติ
 1. รับค่าเวลาจากเซิร์ฟเวอร์
 2. ถ้าเวลาอยู่ในช่วง 7.00 น. ถึง 7.02 น. หรือ 17.00 น. ถึง 17.02 น.
 - เปิดปั้มน้ำรดน้ำ
 3. เวลานอกเหนือจากนั้น
 - ปิดปั้มน้ำรดน้ำ

3.1.2.4 การควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน

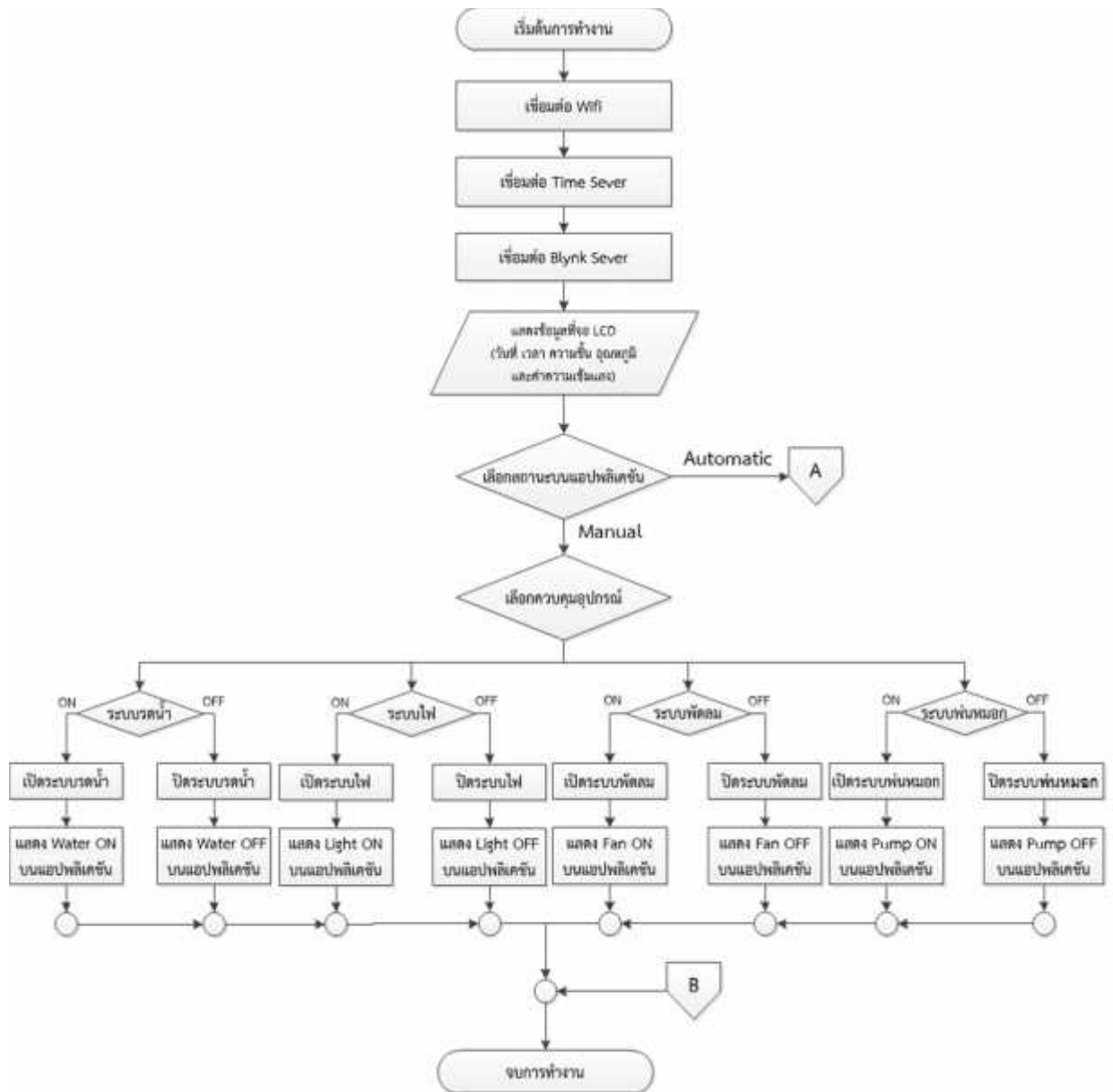
การสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันจะทำงานในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการให้ระบบทำงานอัตโนมัติผู้ใช้สามารถสั่งงาน เปิดไฟ เปิดพัดลมระบายอากาศ เปิดปั้มน้ำพ่นหมอก และเปิดปั้มน้ำรดน้ำได้

ขั้นตอนการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน

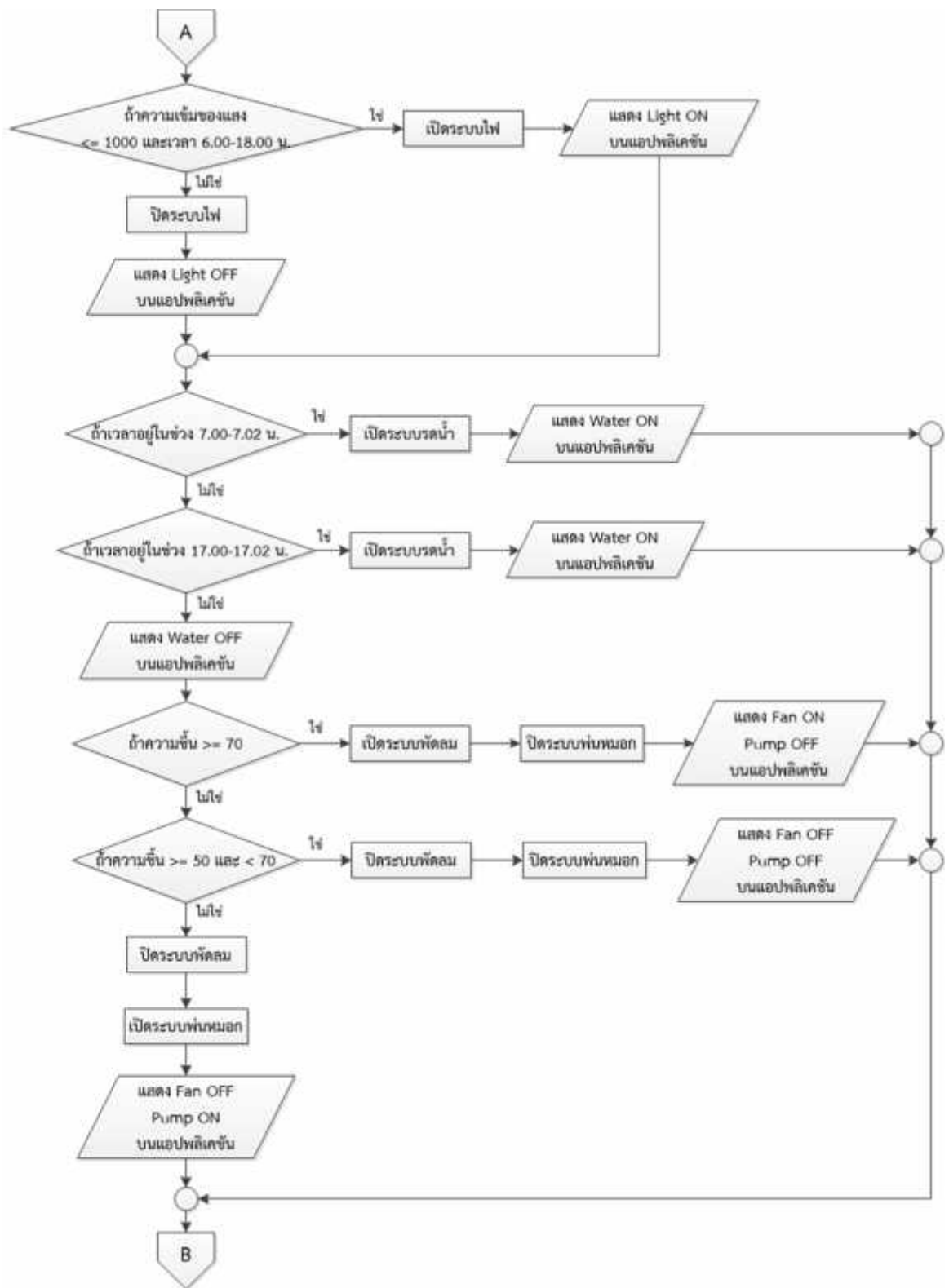
1. เชื่อมต่อระบบไวไฟ
2. เมื่อผู้ใช้เลือกการตั้งค่าแบบ Manual
 - 2.1 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มเปิดรดน้ำ ปั้มน้ำทำงาน
 - 2.2 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มปิดรดน้ำ ปั้มน้ำหยุดทำงาน
 - 2.3 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มเปิดพัดลม พัดลมทำงาน
 - 2.4 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มปิดพัดลม พัดลมหยุดทำงาน
 - 2.5 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มเปิดพ่นหมอก ปั้มน้ำพ่นหมอกทำงาน
 - 2.6 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มปิดพ่นหมอก ปั้มน้ำพ่นหมอกหยุดทำงาน
 - 2.7 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มเปิดไฟ เปิดไฟ

2.8 ถ้าผู้ใช้กดปุ่มปิดไฟ ปิดไฟ

3.1.2.5 ผังงาน (flow chart) ระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ



รูปที่ 3-2 ผังงานการพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ



รูปที่ 3-2 ผังงานการพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงพยาบาลอัจฉริยะ (ต่อ)

3.1.3 การสร้างโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การสร้างโรงเพาะชำอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ โรงเพาะชำ และระบบควบคุมการทำงาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.3.1 การสร้างโรงเพาะชำ

ผู้วิจัยสร้างโรงเพาะชำด้วยโครงสร้างเหล็กกล่องหนา 1.2 มิลลิเมตร ขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว x $\frac{3}{4}$ นิ้ว มีขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร สูง (วัดจากความสูงด้านข้าง) 2 เมตร คลุมด้วยพลาสติกใสมีความหนา 150 ไมครอน วัสดุถุงหลังคาเป็นกระเบื้องหลังคาลอนคู่โปร่งแสง เพื่อใช้ในการควบคุมความชื้นในโรงเพาะชำและให้แสงแดดสามารถส่องผ่านเข้ามาภายในได้



รูปที่ 3-3 โรงเพาะชำอัตโนมัติ



รูปที่ 3-4 ด้านหน้าโรงเพาะชำอัตโนมัติ

3.1.3.2 การสร้างระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ

ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำนั้น มีการควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติคือ การควบคุมความชื้น การรดน้ำอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ โมดูลวัดค่าต่าง ๆ อุปกรณ์ของระบบน้ำและระบบไฟ และสร้างระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติดังนี้

ผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์ตามคุณสมบัติของอุปกรณ์ และเพื่อให้ระบบควบคุมสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

- 1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) Arduino ESP8266 Wemos D1 R2 เป็น ESP8266 Friendly Board ที่พัฒนาจาก Wemos D1 ออกแบบให้มีขนาด

และขาใช้งานคล้ายบอร์ด Arduino Uno โดยใช้ ESP8266 รุ่น ESP-12S ชิพ USB TTL CH340 มีขาขยายให้ทดลองเพิ่ม สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE คล้ายกับเขียน Arduino

2) โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT21 / AM2301 วัดได้แม่นยำ เหมาะสำหรับการใช้งานควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นอัตโนมัติในอาคารเรือนเพาะชำ

3) โมดูลวัดความเข้มของแสง GY-302 BH1750 Light Intensity Module สามารถวัดได้ออกมาในหน่วย Lux วัดความเข้มของแสง ได้ตั้งแต่ 0 - 65535 Lux ใช้การสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านบัส I2C สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล Arduino ได้

4) หลอดไฟแอลอีดีแสงสีขาว 7 วัตต์ ใช้สำหรับชุดขยายแสงเมื่อแสงไม่เพียงพอ

5) ปั๊มน้ำ SHURflo รุ่น 2088 ปั๊มจ่ายน้ำไดอะแฟรม Diaphragm SHURFLO 3 GPM ปั๊มน้ำชนิด Diaphragm Pump ทำหน้าที่หลักเป็น Delivery Pump ปั๊มน้ำสามารถให้อัตราการไหลน้ำได้สูงสุด 3 แกลลอนต่อนาที ใช้สำหรับดูดน้ำไปยังหัวพ่นหมอก เพื่อเพิ่มความชื้นและรดน้ำให้กับเมล็ดในถาดเพาะ

6) ชุดพ่นหมอก ใช้หัวพ่นหมอก Super Fog ปริมาณน้ำ 9 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง เหมาะสำหรับการรดน้ำ หรือลดอุณหภูมิในโรงเพาะชำ เรือนเพาะชำ มีอัตราการจ่ายน้ำน้อย ละอองน้ำมีความละเอียดเป็นฝอยครอบคลุมพื้นที่บริเวณ 2-3 เมตร แรงดันใช้งาน 2.0 - 4.0 บาร์ และท่อเกษตร LDPE 16 มิล (3 หุน)

7) พัดลม VICTOR รุ่น VG-20TZ พัดลมดูดอากาศขนาด 8 นิ้ว ใช้สำหรับระบายความชื้นในโรงเพาะชำ

8) จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ พร้อมไฟ Black Light เชื่อมต่อกับ Arduino ใ้่ง่ายใช้แสดงผล วันที่ เวลา ค่าความชื้น ค่าอุณหภูมิ และ ค่าความเข้มของแสง

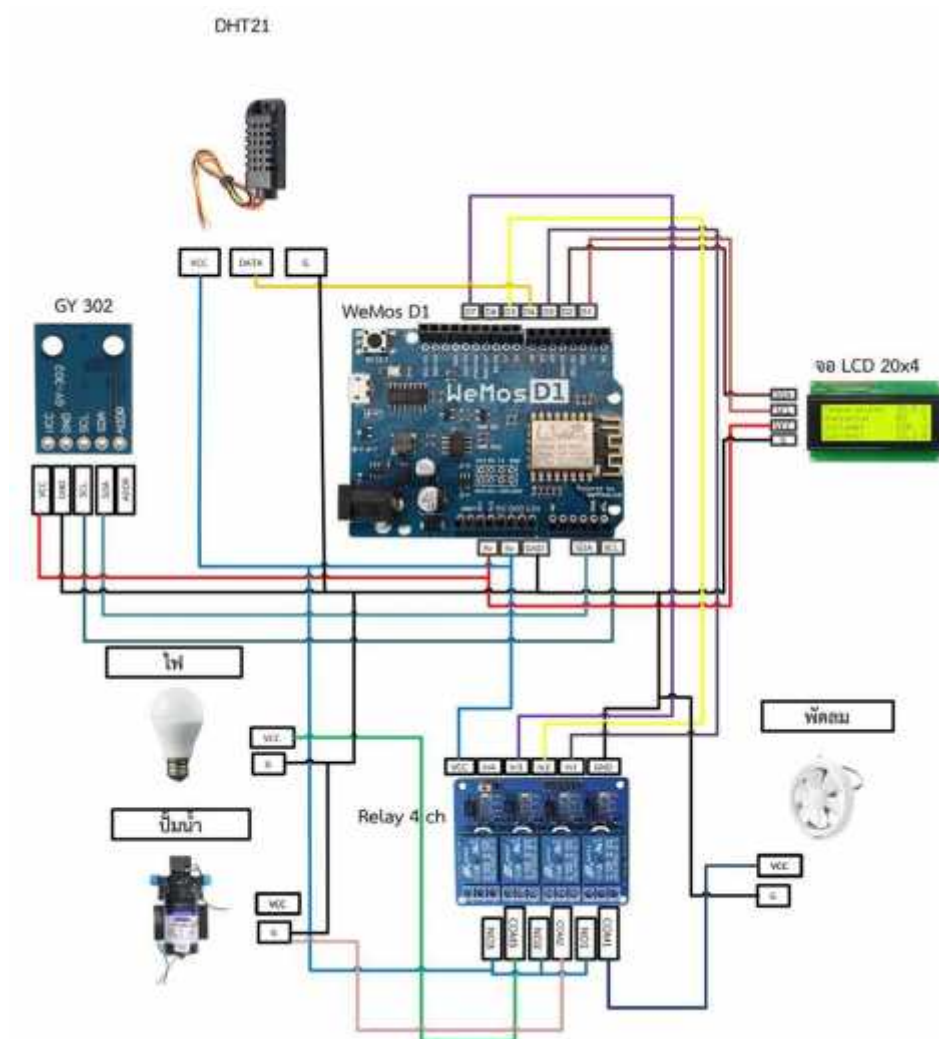
9) บอร์ดรีเลย์ 5 โวลต์ แบบแยกอิสระ 4 ช่อง พร้อมไฟ LED แสดงผลการทำงาน สามารถทำงานได้ทั้งแบบ Active High หรือแบบ Active Low ช่องต่อแบบ Terminal สามารถต่อสายไฟได้สะดวกใช้สำหรับการสั่ง เปิด-ปิด ปั๊มน้ำ พัดลม และ หลอดไฟ

10) สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นซัพพลายที่จ่ายแรงดันไฟ DC หรือแรงดันไฟตรง ทำหน้าที่แปลงไฟบ้านจากกระแสสลับ AC ให้กลายเป็นไฟ DC เพื่อใช้ในการงานด้านอิเล็กทรอนิกส์หลากหลายประเภท สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายมีขนาดเล็ก ขณะใช้งานมีความร้อนน้อย ซึ่งเหมาะสำหรับจ่ายแรงดันไฟ Output แบบค่าคงที่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน เพื่อนำมาใช้ในการจ่ายไฟให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.3.3 สร้างระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การสร้างระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติผู้วิจัยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้คือภาษาซี ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติมีดังนี้

1) การสร้างวงจรควบคุมการทำงาน เป็นการนำโมดูลวัดค่าความเข้มของแสง GY-302 และ โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT21 มาเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 Wemos D1 R2 และมีการแสดงสถานะการทำงานผ่านจอ LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด และต่อเข้ากับบอร์ดรีเลย์ 5 โวลต์เพื่อควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ พัดลม และหลอดไฟระบบควบคุมการทำงานมีวงจรการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3-5



รูปที่ 3-5 วงจรของระบบควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ

2) การติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุม เป็นการนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติที่ได้ออกแบบการเชื่อมต่อเอาไว้ และผ่านการทดสอบการทำงานของโปรแกรมจนสามารถทำงานได้ถูกต้องมาประกอบลงในกล่องควบคุมเพื่อทดสอบการทำงานของระบบไฟจริง 220 V โดยมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในกล่องคือ สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เพื่อจ่ายไฟเลี้ยง 5 V ให้กับบอร์ด Arduino ESP8266 Wemos D1 R2 ต่อเข้ากับบอร์ดรีเลย์ 5 โวลต์เพื่อควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ พัดลม และ หลอดไฟ และจอ LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัดแสดงสถานะการทำงานที่หน้าตู้ควบคุมดังรูปที่ 3-6 และ 3-7

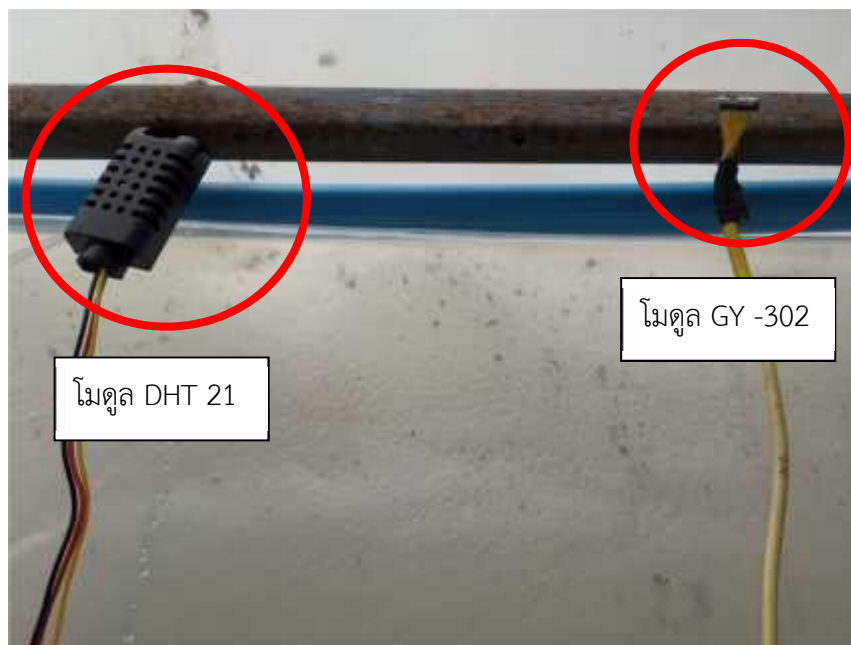


รูปที่ 3-6 การติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ



รูปที่ 3-7 การติดตั้งกล่องควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ

3) การติดตั้งอุปกรณ์ในโรงเพาะชำ ในโรงเพาะชำจะมีอุปกรณ์ที่ใช้รับค่าสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำคือโมดูลรับค่าความเข้มแสง GY -302 และโมดูลรับค่าความชื้นและอุณหภูมิ DHT 21 ซึ่งจะติดตั้งไว้ที่ด้านข้างโรงเพาะชำสูงกว่า ระดับแสงของหลอด LED และสูงกว่ารัศมีของน้ำจากหัวพ่นหมอก โดยจะต่อเข้าโดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลสภาพแวดล้อมและสั่งงานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ควบคุมการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 การติดตั้งโมดูลรับค่าความเข้มแสง และโมดูลรับค่าความชื้นและอุณหภูมิ

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟกระแสสลับ 220 V ที่ต้องสั่งงานผ่านรีเลย์ ติดตั้งในโรงเพาะชำอัตโนมัติประกอบด้วย หลอดไฟ LED เพื่อทดแทนแสงสว่างในโรงเพาะชำหากมีค่าความเข้มแสงน้อยกว่า 1000 Lux และอยู่ในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. และระบบควบคุมความชื้นเพื่อควบคุมไม่ให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 50% และระบายความชื้นเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 70% โดยจะทำงานอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 3-9 และ 3-10



รูปที่ 3-9 การติดตั้งหลอดไฟและระบบพ่นหมอก



รูปที่ 3-10 การติดตั้งพัดลมระบายความชื้น

3.1.4 การควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติด้วยการเชื่อมต่อโครงข่าย

ในการออกแบบ Application เพื่อควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ ผู้วิจัยใช้ Application Blynk ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงเพาะชำประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ของ Application คือการตั้งค่า Automatic และ Manual เพื่อให้ผู้ใช้เลือกสถานะการทำงาน หากผู้ใช้ ไม่เลือกสถานะการทำงานระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติ

ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และค่าอุณหภูมิภายในโรงเพาะชำแบบเรียลไทม์

ส่วนที่ 3 คือการแสดงค่าความเข้มแสง ภายในโรงเพาะชำ

ส่วนที่ 4 เป็น LED แสดงสถานะการทำงานของระบบประกอบด้วย ระบบอัตโนมัติ ระบบการรดน้ำ ระบบพัดลมระบายความชื้น ระบบพ่นหมอก และระบบไฟ LED

ส่วนที่ 5 คือสวิตช์เปิดปิดการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงเพาะชำ เพื่อควบคุมการทำงานของระบบการรดน้ำ ระบบพัดลมระบายความชื้น ระบบพ่นหมอก และระบบไฟ LED โดยระบบนี้จะทำงานได้เมื่อผู้ใช้เปลี่ยนสถานะการทำงานเป็นโหมด Manual

ส่วนที่ 6 Chart แสดงข้อมูลค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิภายในโรงเพาะชำ โดยที่ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ตามต้องการ

ส่วนที่ 7 Chart แสดงข้อมูลค่าความเข้มของแสงภายในโรงเพาะชำที่ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ตามต้องการ

ส่วนที่ 8 Terminal แสดงข้อความ วันที่ เวลา สภาพแวดล้อมที่วัดได้ และสถานะการทำงานของระบบ ทุกๆ 1 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบ

ส่วนที่ 9 Chart แสดงสถานะการทำงานของระบบรดน้ำ ระบบพัดลมระบายอากาศ ระบบพ่นหมอก และระบบไฟ LED เพื่อทดแทนแสงสว่าง ผู้ใช้สามารถตรวจสอบการทำงานย้อนหลังในแต่ละ วันได้ตามต้องการ



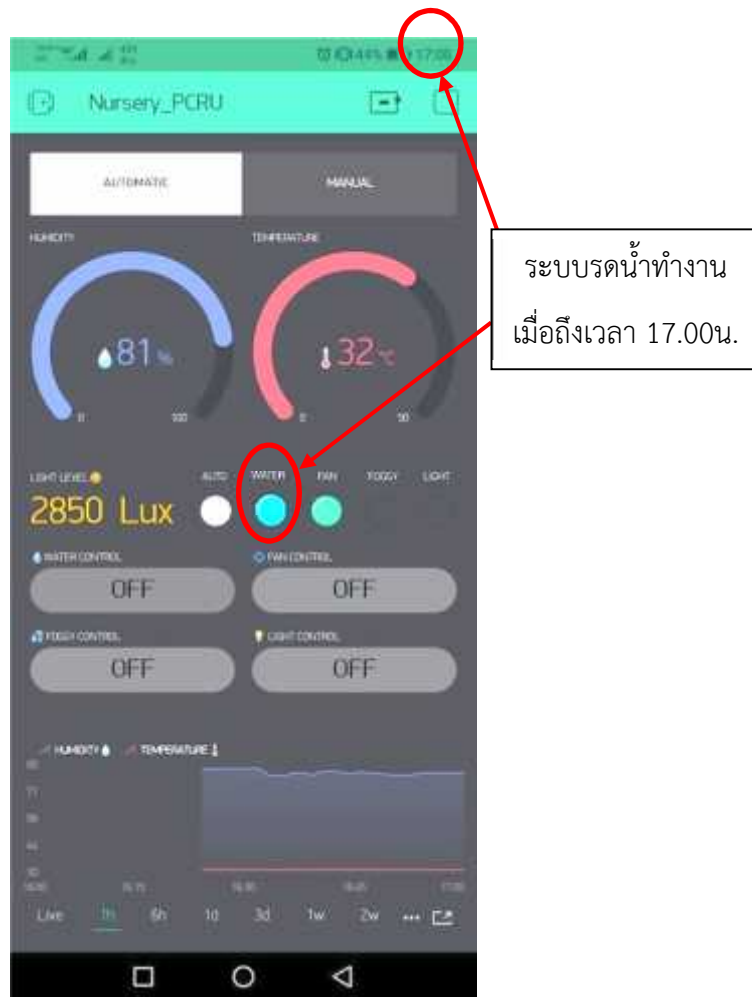
รูปที่ 3-11 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติ

3.2 การทดสอบการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การทดสอบการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการทำงานแบบอัตโนมัติ และการสั่งควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน

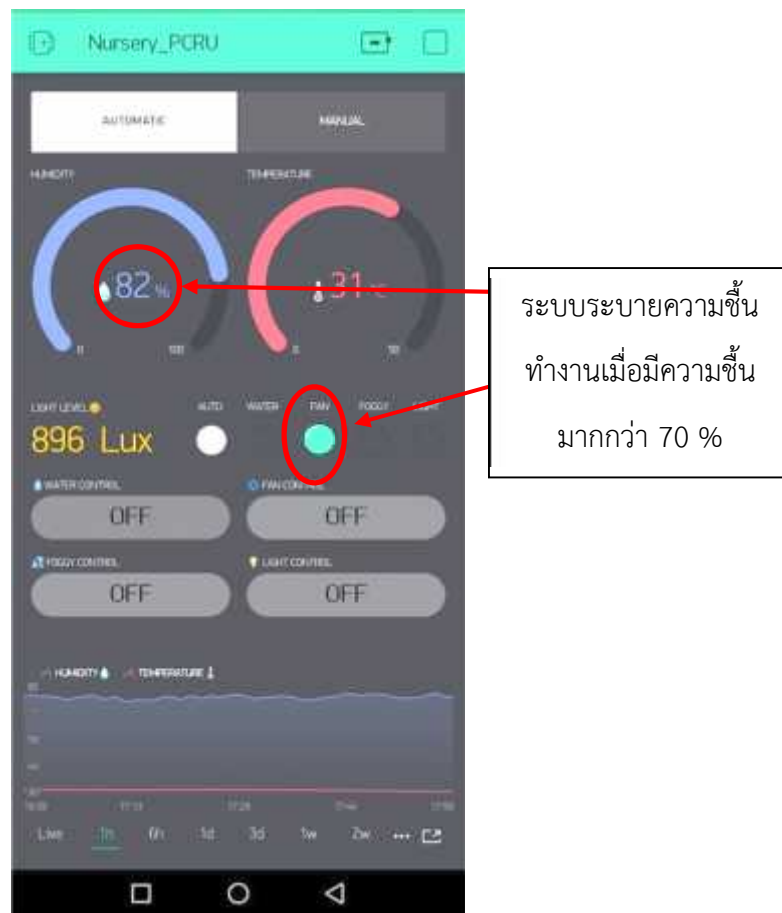
3.2.1 การทดสอบการทำงานของระบบอัตโนมัติ เป็นการทดสอบว่าระบบภายในโรงเพาะชำสามารถทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้มีการทดสอบดังนี้

3.2.1.1 ระบบรดน้ำอัตโนมัติ ระบบนี้จะทำงานทุกวันวันละ 2 ครั้งคือ เวลา 7.00 น. และเวลา 17.00 น. เป็นเวลา 2 นาทีเพื่อร่น้ำให้กับเมล็ดในถาดเพาะ จากการทดสอบด้วยการตรวจสอบการทำงานผ่านแอปพลิเคชันและการทำงานจริงของระบบในโรงเพาะชำ พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง



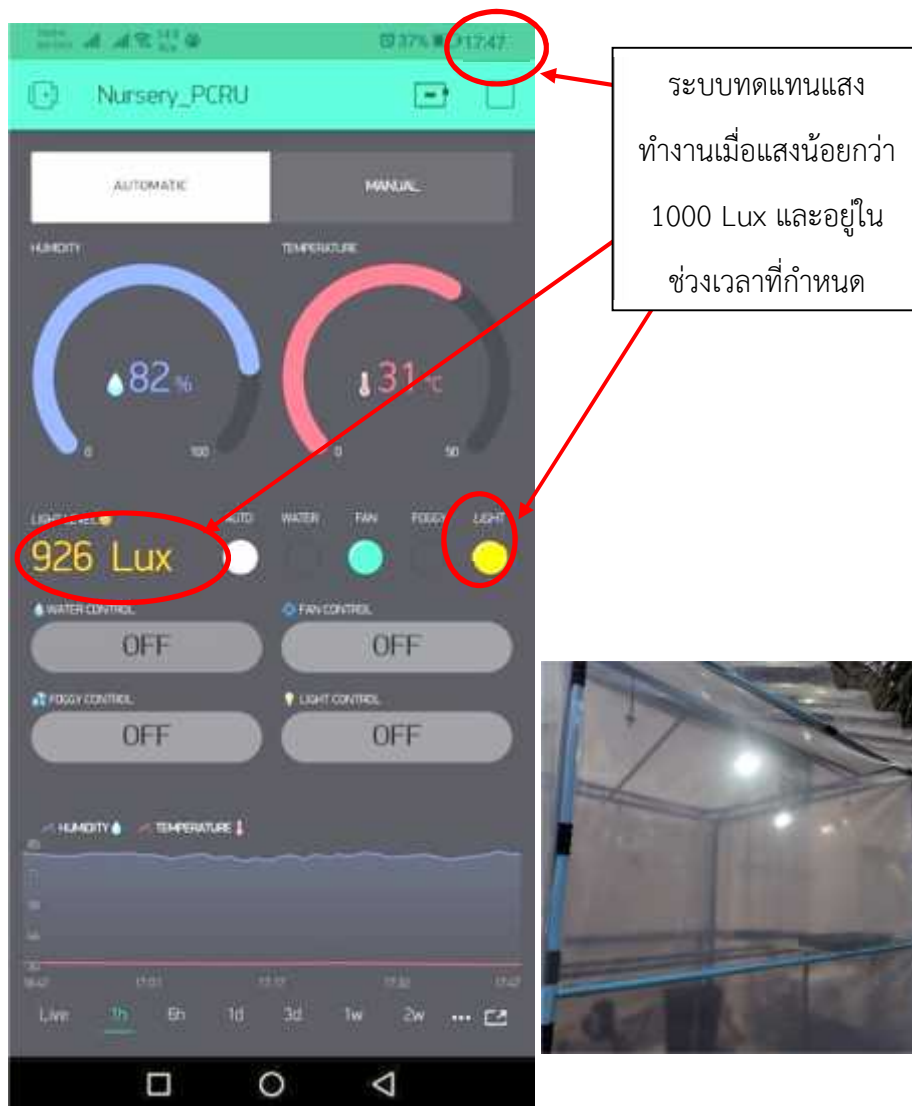
รูปที่ 3-12 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติเมื่อถึงเวลารดน้ำ

3.2.1.2 ระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ ระบบนี้จะควบคุมความชื้นในโรงเพาะชำให้อยู่ในช่วงของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 50 % ถึง 70 % เมื่อมีความชื้นในโรงเพาะชำมากกว่า 70 % ระบบจะเป็นพัดลมเพื่อระบายความชื้นในโรงเพาะชำ และหากมีความชื้นน้อยกว่า 50 % ระบบจะพ่นหมอกเพื่อเพิ่มความชื้นในโรงเพาะชำ จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง



รูปที่ 3-13 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานของระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ

3.2.1.2 ระบบทดแทนแสงสว่างอัตโนมัติ ระบบนี้จะเปิดไฟทดแทนแสงสว่างเมื่อวัดค่าความเข้มของแสงในโรงเพาะชำได้น้อยกว่า 1000 Lux โดยกำหนดเวลาในการทำงาน คือ 6.00 น. ถึง 18.00 น. จะไม่ทำงานในเวลากลางคืน จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 3-14 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานของระบบทดแทนแสงอัตโนมัติ

3.2.2 การทดสอบการควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน เป็นการทดสอบแอปพลิเคชันสามารถควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ในโรงเพาะชำได้หรือไม่โดยผู้ใช้งานจะต้องเปลี่ยนโหมดการทำงานจากโหมดอัตโนมัติมาเป็นโหมดแมนนวลเพื่อควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชันดังรูปที่ 3-15 มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

3.2.2.1 ทดสอบการเปิดระบบรดน้ำ เมื่อกดปุ่ม ON ที่ Water Control ระบบจะแสดงสถานะที่ LED Water ซึ่งเป็นผลจากการทำงานของปั้มน้ำดังรูปที่ 3-16 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3-15 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวล



รูปที่ 3-16 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบแมนนวลสั่งรดน้ำ

3.2.2.2 ทดสอบการเปิดพัดลม เมื่อกดปุ่ม ON ที่ Fan Control ระบบจะแสดงสถานะที่ LED Fan ซึ่งเป็นผลจากการทำงานของพัดลมระบายอากาศในโรงเพาะชำ ดังรูปที่ 3-17 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3-17 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดพัดลม

3.2.2.3 ทดสอบการเปิดระบบพ่นหมอก เมื่อกดปุ่ม ON ที่ Foggy Control ระบบจะแสดงสถานะที่ LED Foggy เป็นผลจากการทำงานของระบบพ่นหมอก ดังรูปที่ 3-18 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน

3.2.2.4 ทดสอบการเปิดไฟ เมื่อกดปุ่ม ON ที่ Light Control ระบบจะแสดงสถานะที่ LED Light เป็นผลจากการทำงานของหลอดไฟ LED ในโรงเพาะชำ ดังรูปที่ 3-19 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3-18 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดระบบพ่นหมอก



รูปที่ 3-19 แอปพลิเคชันแสดงสถานะการทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดไฟ

3.2.2.5 ทดสอบการเปิดการทำงานในทุกะบบพร้อมกัน ดังรูปที่ 3-20 ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3-20 แอปพลิเคชันแสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดทุกระบบ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติในการเพาะเมล็ดเพื่อเก็บข้อมูลข้อมูลภายในโรงเพาะชำ และศึกษาประสิทธิภาพของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองดังนี้

3.3.1 ผลการควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยจะทำการทดลองควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน ซึ่งมีระบบที่สามารถควบคุมการทำงานได้ 4 ระบบคือ Water Control, Fan Control, Foggy Control และ Light Control โดยจะทดลองเปิด/ปิดระบบจำนวน 5 ครั้ง ทั้ง 4 ระบบเพื่อหาความถูกต้องในการทำงานของระบบ

3.3.2 ผลการแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชัน

การทดลองนี้จะเป็นการแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชันจากการใช้แอปพลิเคชัน Blynk การเก็บข้อมูลย้อนหลังใช้การแสดงผลด้วย Widget SuperChart ในการทดลองนี้จะแสดงผลของสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำและสถานะการทำงานในแต่ละวันเป็นเวลา 2 วัน

3.3.3 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจะเปิดระบบให้มีการทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อทดสอบว่าระบบรดน้ำสามารถทำงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนดหรือไม่ คือ 7.00 น. และ 17.00น. ระบบควบคุมความชื้นสามารถเปิด/ปิดพัดลม และเปิด/ปิดระบบพ่นหมอกเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 50% ถึง 70% ได้หรือไม่ และในระบบทดแทนแสงสว่างสามารถเปิดไฟเมื่อมีค่าความเข้มแสงน้อยกว่า 1000 Lux ในช่วงเวลา 6.00น. ถึง 18.00น. ได้หรือไม่ โดยจะเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 2 วัน จากการแสดงค่าสถานะแวดล้อมและสถานะการทำงานผ่านแอปพลิเคชันทุก ๆ 1 ชั่วโมง

3.3.4 ผลการเจริญเติบโตของเมล็ดจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

ในการทดลองนี้จะใช้พริกขี้หนูเป็นตัวอย่างในการทดลอง โดยจะทำการทดลองเพาะเมล็ดในถาดเพาะ 2 ขนาดคือ ขนาด 50 หลุม 2 ถาด และขนาด 105 หลุม 2 ถาด โดยจะทำการเพาะภายในโรงเพาะชำ 155 หลุม เปรียบเทียบกับภายนอกโรงเพาะชำ 155 หลุม และสังเกตการเจริญเติบโตของเมล็ด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติในการเพาะเมล็ดเพื่อเก็บข้อมูลข้อมูลภายในโรงเพาะชำ และศึกษาประสิทธิภาพของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติมีผลการทดลองดังนี้

- 4.1 ผลการควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน
- 4.2 ผลการแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชัน
- 4.3 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ
- 4.4 ผลการเจริญเติบโตของเมล็ดจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

4.1 ผลการควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน

การควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน เป็นการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโรงเพาะชำด้วยการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ซึ่งต้องอาศัยสัญญาณอินเทอร์เน็ตทั้ง 2 ส่วนคือส่วนรับคำสั่งบนอุปกรณ์คือ ESP8266 และสมาร์ทโฟน โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในระบบแลน (LAN) เดียวกัน ในการทดลองครั้งนี้ ESP 8266 รับสัญญาณ Wifi จาก Wifi Router ในคลื่น 2.4 GHz ส่วนสมาร์ทโฟนใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตบนสมาร์ตโฟนหรือโมบายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยออกแบบให้แอปพลิเคชันสามารถควบคุมการทำงานได้ 4 ระบบ คือ รดน้ำ พ่นหมอก พัดลมระบายความชื้น และเปิดไฟ LED เพื่อทดแทนแสงสว่าง ทำการทดลองทั้ง 4 ระบบ โดยการสั่ง เปิด – ปิดระบบละ 5 ครั้ง มีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบจากแอปพลิเคชัน

ครั้งที่	รดน้ำ		พ่นหมอก		พัดลม		ไฟ LED	
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

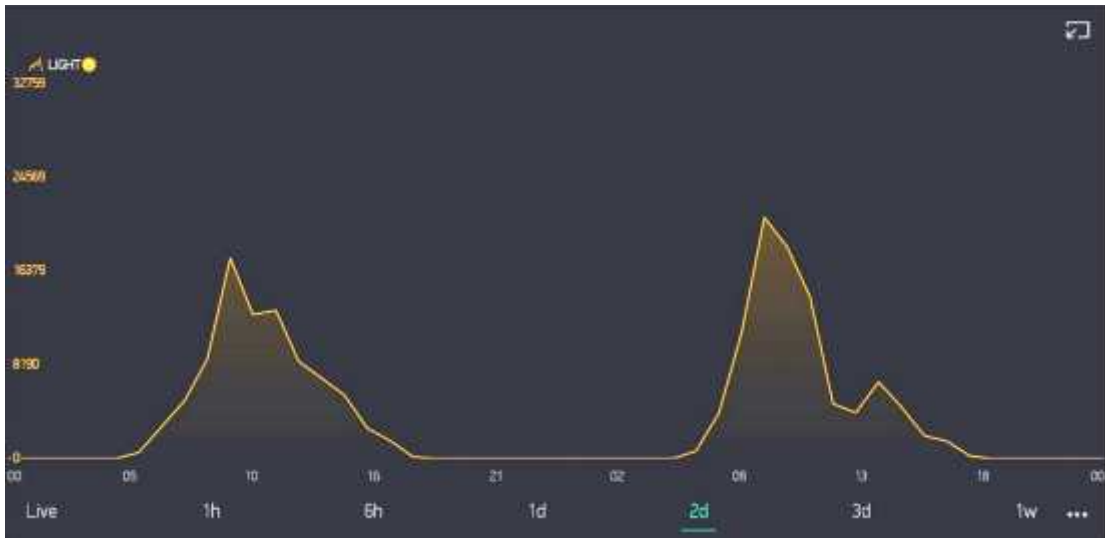
จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถควบคุมการทำงานของระบบรดน้ำ พ่นหมอก พัฒนาระบายความชื้น และเปิดไฟ LED ในโรงเพาะชำในโหมดแมนนวลได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่มีการสั่งงาน ทั้งสั่งเปิดและสั่งปิด

4.2 ผลการแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชัน

การแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชันจากการใช้แอปพลิเคชัน Blynk ประกอบด้วยการแสดงผลของสภาพแวดล้อมที่วัดได้ด้วย Widget Gauge สถานะการทำงานของอุปกรณ์มีการแสดงผลแบบทันที (Real time) ด้วย LED โดยได้แสดงผลจากการทดสอบการทำงานไว้ในบทที่ 3 และการเก็บข้อมูลย้อนหลังใช้การแสดงผลด้วย Widget SuperChart ในการทดลองนี้จะแสดงผลของสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำและสถานะการทำงานในแต่ละวันเป็นเวลา 2 วัน ดังนี้



รูปที่ 4-1 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเพาะชำ



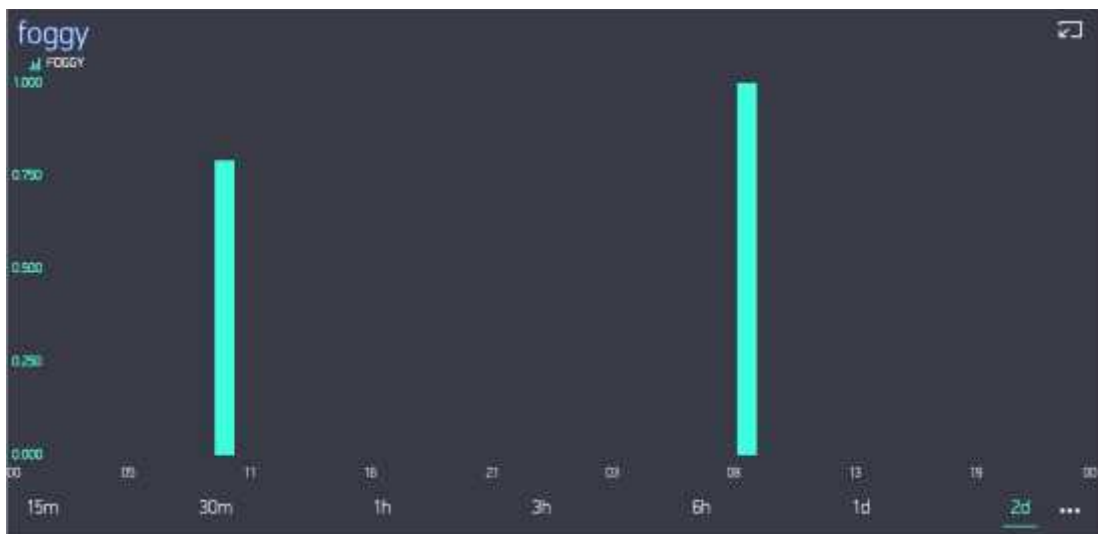
รูปที่ 4-2 แสดงค่าความเข้มของแสงในโรงเพาะชำ

จากการแสดงค่าสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำรูปที่ 4-1 และ 4-2 แสดงให้เห็นว่าในเวลา กลางวันอุณหภูมิจะสูง ความชื้นจะต่ำ และค่าความเข้มแสงจะสูงมาก ส่วนเวลากลางคืนความชื้นจะ สูงอุณหภูมิจะต่ำ ค่าความเข้มแสงจะเป็น 0 Lux ค่าแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากเนื่องจาก ในเวลากลางวันอาจเกิดร่มเงาจากต้นไม้ อาคาร และเมฆบนท้องฟ้า ส่วนค่าความชื้นอาจเพิ่มสูงขึ้นใน เวลากลางวันหากมีฝนตก (ในวันที่ 2 คือ 9 สิงหาคม 2562 มีแดดแรงในตอนเช้า มีฝนตกในเวลา กลางวัน และตกอีกครั้งเวลากลางคืน)



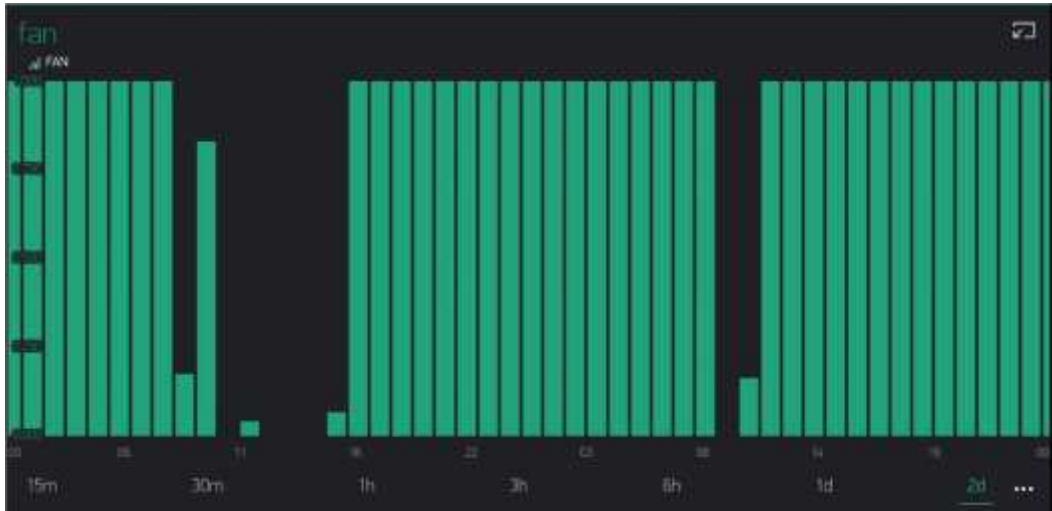
รูปที่ 4-3 แสดงสถานะการทำงานของระบบการรดน้ำ

จากสถานะการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติในรูปที่ 4-3 ใช้กราฟแท่งแสดงสถานะ เพื่อใช้เปรียบเทียบการทำงานในช่วงเวลาเดียวกันของระบบอื่น ๆ บนแอปพลิเคชัน จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบรดน้ำอัตโนมัติสามารถทำงานได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขเวลาที่กำหนดไว้วันละ 2 ครั้งคือ เวลา 7.00 น. และ 17.00 น.



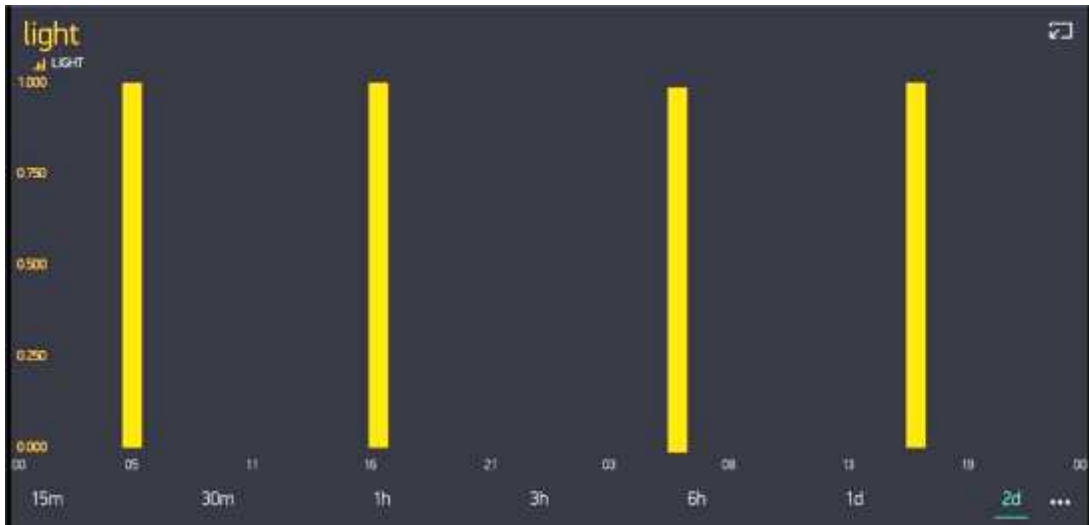
รูปที่ 4-4 แสดงสถานะการทำงานของระบบการพ่นหมอก

จากการแสดงสถานะการทำงานของระบบพ่นหมอกซึ่งจะทำงานเมื่อโรงเพาะชำมีความชื้นต่ำกว่า 50 % จากรูปที่ 4-4 ระบบพ่นหมอกมีการทำงาน 2 รอบ ในวันที่ 1 ช่วงเวลาประมาณ 10.00 น. ถึง 11.00 น. เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาเดียวกันในรูปที่ 4-1 จะเห็นว่าเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นในโรงเพาะชำมีค่าต่ำที่สุดของวันนั้น และมีการทำงานอีกครั้งในวันที่ 2 ช่วงเวลา 8.00น. ถึง 9.00น. เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาเดียวกันในรูปที่ 4-1 จะเห็นว่าเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นในโรงเพาะชำมีค่าต่ำที่สุดของวันนั้น แสดงให้เห็นว่าการทำงานของระบบพ่นหมอกเพื่อเพิ่มความชื้นในโรงเพาะชำสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขของความชื้นที่วัดได้จากในโรงเพาะชำ



รูปที่ 4-5 แสดงสถานะการทำงานของพัดลมระบายความชื้น

จากการแสดงสถานะการทำงานของพัดลมระบายความชื้น ซึ่งจะทำงานเมื่อโรงเพาะชำมีความชื้นสูงกว่า 70 % จากรูปที่ 4-5 ในวันที่ 1 พัดลมหยุดทำงาน 2 ช่วงคือเวลาประมาณ 10.00 น. ถึง 11.00 น. เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาเดียวกันในรูปที่ 4-1 จะเห็นว่าเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นในโรงเพาะชำมีค่าต่ำที่สุดของวันนั้นและต่ำกว่า 50 % ทำให้พัดลมหยุดทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของระบบพ่นหมอกในรูปที่ 4-4 ที่ทำงานในช่วงเวลาเดียวกัน และหยุดการทำงานอีกครั้งในช่วงบ่ายซึ่งมีความชื้นต่ำกว่า 70 % และหยุดการทำงานอีกครั้งในวันที่ 2 ช่วงเวลา 8.00น. ถึง 9.00น. เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาเดียวกันในรูปที่ 4-1 จะเห็นว่าเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นในโรงเพาะชำมีค่าต่ำที่สุดของวันนั้น แสดงให้เห็นว่าการทำงานของระบบการทำงานของพัดลมระบายความชื้นในโรงเพาะชำสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขของความชื้นที่วัดได้จากในโรงเพาะชำ



รูปที่ 4-6 แสดงสถานะการทำงานของระบบทดแทนแสงสว่าง

การทำงานของระบบทดแทนแสงสว่างจะทำงานเมื่ออยู่ในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. และมีความเข้มแสงน้อยกว่า 1000 Lux จากการทำงานของระบบทดแทนแสงสว่างมีการทำงานวันละ 2 ครั้งคือเวลา 6.00 น. เป็นเวลาพระอาทิตย์เริ่มขึ้นและหยุดทำงานเมื่อแสงสว่างมากพอ และกลับมาทำงานอีกครั้งในช่วงเวลาหลัง 17.00 น. ถึง 18.00 น. เนื่องจากเริ่มมีค่าแสงที่ลดลงเป็นเวลาพระอาทิตย์ใกล้ตก

4.3 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ

การทำงานของระบบในโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติเป็นการควบคุมการทำงานของระบบจากการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำ มีการควบคุมการทำงาน 3 ระบบ คือ ระบบรดน้ำอัตโนมัติ ระบบควบคุมความชื้น และระบบทดแทนแสงสว่าง โดยมีเงื่อนไขการทำงานของแต่ละระบบดังนี้

4.3.1 ระบบรดน้ำอัตโนมัติจะเปิดปั๊มเพื่อรดน้ำใน 2 ช่วงเวลาคือ 07.00 น. และ 17.00 น.

4.3.2 ระบบควบคุมความชื้น ระบบจะรับค่าความชื้นจากโมดูล DHT 21 เพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศให้อยู่ในช่วง 50% - 70% หากมีค่าน้อยกว่า 50% ระบบจะเปิดปั๊มเพื่อพ่นหมอกเพิ่มความชื้นในโรงเพาะชำ และหากมีความชื้นมากกว่า 70% ระบบจะเปิดพัดลมเพื่อระบายความชื้น

4.3.3 ระบบทดแทนแสงสว่าง ระบบจะเปิดไฟ LED เพื่อทดแทนแสงสว่างในเวลากลางวันคือเวลา 06.00น. – 18.00 น. เมื่อวัดค่าแสงในโรงเพาะชำจากโมดูล GY – 302 ได้น้อยกว่า 1000 Lux

จากเงื่อนไขดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลการทำงานภาพแอปพลิเคชัน Blynk ที่ได้ออกแบบไว้บนสมาร์ทโฟนเป็นเวลา 2 วัน มีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติวันที่ 1 (8 สิงหาคม 2562)

เวลา	ระบบ รดน้ำ อัตโนมัติ	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ระบบควบคุม ความชื้น		ความเข้ม แสง (Lux)	ระบบ ทดแทนแสง สว่าง
				พัดลม	พ่นหมอก		
01.00น.	-	27	94	✓	-	0	-
02.00น.	-	26	95	✓	-	0	-
03.00น.	-	26	95	✓	-	0	-
04.00น.	-	26	95	✓	-	0	-
05.00น.	-	26	96	✓	-	0	-
06.00น.	-	26	95	✓	-	527	✓
07.00น.	✓	27	96	✓	-	2792	-
08.00น.	-	29	85	✓	-	5043	-
09.00น.	-	37	58	✓	-	8712	-
10.00น.	-	39	55	✓	-	17529	-
11.00น.	-	35	66	-	-	12589	-
12.00น.	-	36	60	-	-	12956	-
13.00น.	-	35	60	-	-	8489	-
14.00น.	-	35	58	-	-	7024	-
15.00น.	-	35	59	-	-	5543	-
16.00น.	-	33	62	-	-	2651	-
17.00น.	✓	27	79	-	-	1561	-
18.00น.	-	30	78	✓	-	162	✓
19.00น.	-	30	81	✓	-	0	-
20.00น.	-	29	80	✓	-	0	-
21.00น.	-	29	81	✓	-	0	-
22.00น.	-	29	83	✓	-	0	-
23.00น.	-	28	85	✓	-	0	-
24.00น.	-	28	86	✓	-	0	-

หมายเหตุ : - หมายถึงระบบมีสถานะ OFF ทำงานตรงตามเงื่อนไข

✓ หมายถึงระบบมีสถานะ ON ทำงานถูกต้อง ✕ หมายถึงการทำงานที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 4-3 ผลการทำงานของระบบโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติวันที่ 2 (9 สิงหาคม 2562)

เวลา	ระบบ รดน้ำ อัตโนมัติ	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ระบบควบคุม ความชื้น		ความเข้ม แสง (Lux)	ระบบ ทดแทนแสง สว่าง
				พัดลม	พ่นหมอก		
01.00น.	-	28	87	✓	-	0	-
02.00น.	-	27	87	✓	-	0	-
03.00น.	-	27	88	✓	-	0	-
04.00น.	-	27	90	✓		0	
05.00น.	-	27	90	✓		2	
06.00น.	-	27	90	✓	-	660	✓
07.00น.	✓	28	86	✓	-	3923	-
08.00น.	-	32	72	✓	-	10997	-
09.00น.	-	38	58	-	-	21086	-
10.00น.	-	39	57	-	-	18472	-
11.00น.	-	38	58	-	-	14114	-
12.00น.	-	33	71	-	-	4790	-
13.00น.	-	29	90	✓	-	4017	-
14.00น.	-	30	89	✓	-	6702	-
15.00น.	-	30	88	✓	-	4489	-
16.00น.	-	28	92	✓	-	1999	-
17.00น.	✓	28	97	✓	-	1504	-
18.00น.	-	27	99	✓	-	216	✓
19.00น.	-	27	99	✓	-	0	-
20.00น.	-	27	99	✓	-	0	-
21.00น.	-	27	99	✓	-	0	-
22.00น.	-	27	99	✓	-	0	-
23.00น.	-	26	99	✓	-	0	-
24.00น.	-	26	99	✓	-	0	-

หมายเหตุ : - หมายถึงระบบมีสถานะ OFF ทำงานตรงตามเงื่อนไข

✓ หมายถึงระบบมีสถานะ ON ทำงานถูกต้อง ✕ หมายถึงการทำงานที่ไม่ถูกต้อง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-2 และ 4-3 เป็นการอ่านค่าสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำ และสถานะการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติจากแอปพลิเคชัน Blynk โดยการแสดงผลการเก็บข้อมูลย้อนหลังด้วย Widget SuperChart นำข้อมูลมาบันทึกในตารางเพื่อเปรียบเทียบการทำงานของระบบในแต่ละช่วงเวลาว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขที่วางไว้หรือไม่จากผลการทดลองที่เก็บผลการทำงานทุกชั่วโมงแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง

4.4 ผลการเจริญเติบโตของเมล็ดจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การทดลองนี้เป็นการทดลองโดยใช้เมล็ดพันธุ์พริกชี้หูเพาะลงในถาดเพาะจำนวน 310 หลุม เพาะในโรงเพาะชำจำนวน 155 หลุม นอกโรงเพาะชำ 155 หลุม เก็บผลการงอกของเมล็ดจนแตกใบ 2 ใบ ใช้การทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ ส่วนการเพาะนอกโรงชำใช้การรดน้ำปกติวันละ 2 ครั้ง โดยการทดลองนี้ใช้เวลาในการทดลอง 7 วัน มีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4-4 ผลการเจริญเติบโตเมล็ดจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

สถานที่เพาะ และจำนวนหลุมเพาะ		จำนวนหลุมที่มีเมล็ดงอกในแต่ละวัน						
		1	2	3	4	5	6	7
ในโรงเพาะชำ	155	0	0	17	51	89	120	127
ร้อยละการงอกในโรงเพาะชำ		0	0	10.96	32.90	57.41	77.41	81.93
นอกโรงเพาะชำ	155	0	0	5	32	75	104	112
ร้อยละการงอกนอกโรงเพาะชำ		0	0	3.22	20.64	48.38	67.09	71.25

จากผลการเพาะเมล็ดเปรียบเทียบระหว่างการเพาะในโรงเพาะชำอัตโนมัติและนอกโรงเพาะชำ พบว่าในช่วง 2 วันแรกของการเพาะยังไม่มีเมล็ดงอกออกมาทั้งในโรงเพาะชำและนอกโรงเพาะชำ เมื่อถึงวันที่ 3 ในโรงเพาะชำเริ่มเห็นเมล็ดที่งอกออกมาจนครบ 7 วันจะเห็นว่าอัตราการงอกของเมล็ดที่เพาะในโรงเพาะชำมากกว่าการเพาะนอกโรงเพาะชำ

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

จากการวิจัยการพัฒนาการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ เนื่องจากการเพาะเมล็ดมีปัจจัยที่สำคัญคือ น้ำ ความชื้น และแสงแดด ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติจะควบคุมการทำงานของระบบโดยอาศัยข้อมูลสภาพแวดล้อม จากโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น และโมดูลวัดความเข้มของแสง ส่งข้อมูลมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของระบบควบคุมความชื้น ทดแทนแสงสว่าง และการรดน้ำเป็นเวลาแบบอัตโนมัติ นอกจากนั้นยังสามารถแสดงข้อมูล เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมและสถานะการทำงานของระบบ และสามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้ ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบทดลองการควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน และทดลองการเพาะเมล็ดโดยให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อดูผลการแสดงผลและการเก็บข้อมูลบนแอปพลิเคชัน และเปรียบเทียบการงอกของเมล็ดจากการเพาะในโรงเพาะชำอัตโนมัติและนอกโรงเพาะชำ

การทดลองของการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ ได้ทำการทดลองควบคุมการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชันพบว่าสามารถควบคุมการทำงานของระบบรดน้ำ พ่นหมอก พัฒนาระบายความชื้น และเปิดไฟทดแทนแสงสว่างในโรงเพาะชำอย่างถูกต้อง การแสดงผลข้อมูลบนแอปพลิเคชันสามารถแสดงข้อมูล เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำได้และสามารถแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และจากการเก็บผลการทดลองในการทำงานแบบอัตโนมัติ ระบบรดน้ำทำงานตรงตามเงื่อนไขเวลาที่กำหนด การควบคุมความชื้นระบบพ่นหมอกทำงานเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่า 50 % และพัฒนาระบายความชื้นทำงานเมื่อความชื้นสูงกว่า 70 % และการทดแทนแสงสว่างจะทำงานเมื่อความเข้มของแสงที่วัดได้น้อยกว่า 1000 Lux ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และผลการเพาะเมล็ดเปรียบเทียบระหว่างการเพาะในโรงเพาะชำอัตโนมัติและนอกโรงเพาะชำพบว่าอัตราการงอกของเมล็ดที่เพาะในโรงเพาะชำมีมากกว่าการเพาะนอกโรงเพาะชำ

จากผลการทดลองการทำงานของระบบการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันสามารถเก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของ

ของระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ และระบบอัตโนมัติสามารถควบคุมการทำงานของระบบต่างในโรงเพาะชำได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่ต้องการสามารถนำระบบนี้ไปใช้ในการเพาะเมล็ดได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยผู้วิจัยเสนอข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.2.1 การนำผลการวิจัยไปใช้งาน

จากผลการวิจัยผู้วิจัยเห็นว่างานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ด้านการเรียนการสอนเกี่ยวกับการทำงานของระบบการเชื่อมโยงสรรพสิ่ง และนำไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการที่ต้องการเพาะชำต้นกล้าได้นวัตกรรมสำหรับการควบคุมดูแลโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติผ่านการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความสะดวกในการดูแลโรงเพาะชำ

5.2.2 แนวทางการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไปสามารถนำแนวทางการวิจัยการเชื่อมโยงสรรพสิ่งไปใช้ในการควบคุมและเก็บข้อมูลในด้านอื่นต่อไป และควรเพิ่มพื้นที่หน่วยความจำเพื่อเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมและการทำงานของระบบที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหายหากไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต หรือสัญญาณขัดข้อง

บรรณานุกรม

- ซัชชัย คุณบัว. IoT:สถาปัตยกรรมการสื่อสาร Internet of Things. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น , 2562.
- ท.ลู่เกษตร. (2559). เตือนโรคเน่าคอดินพืช-ผักในฤดูหนาว. [online]. แหล่งที่เข้าถึง <https://www.chiangmainews.co.th/page/archives/549037>. [10 พฤศจิกายน 2561]
- นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยงค์ บุญมี. 2560. ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช ?. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 . หน้า 158
- พิชญ์สินี เพชรไทย และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2561. ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 . หน้า 172
- วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ . 2561.การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 . หน้า 36
- ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่ และอดิสร ถมยา. 2557.การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปรางคก อำเภอลำดวน จังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางที่ 7 ฉบับที่ 1 . หน้า 58
- สมาน จันทรมณีและคณะ การขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543.
- สุทธิดา มณีเมือง และคณะ. ผลของความเข้มแสงจากชุดหลอดแอลอีดีสำหรับการเพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดเรดโอ๊คในระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์. 2558. วารสาร มทร.อีสาน ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 หน้า 63-72
- สุริยา ศรีวิเศษ. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino. [online]. แหล่งที่เข้าถึง :<https://sites.google.com/site/mikhorkhxnthorllexr1/mikhor-khxnthorllexr-arduino>. [18 ธันวาคม 2561]
- สวนผักบ้านคุณตา.นวัตกรรมการปลูกพืชผักในที่ร่มด้วยแสงจากหลอด LED. [online]. แหล่งที่เข้าถึง <http://www.grandpaurbanfarm.com>. [10 กุมภาพันธ์ 2562]
- อรัญ ประกอบสัญห์, รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสรายุ สีกูंगा. 2559.การพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างสำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ ไร้สาย. Journal of Information Science and Technology ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 หน้า 1

ESP8266 Learning. [online]. แหล่งที่เข้าถึง :<http://dtecesp8266arduino.blogspot.com/2017/12/esp8266-esp8266-wifi-3.html> [20 มกราคม 2562]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ภาพการเพาะเมล็ดในโรงเพาะชำและนอกโรงเพาะชำ



การติดตั้งกล่องควบคุมโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การตรวจสอบการแสดงผลกล่องควบคุมโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



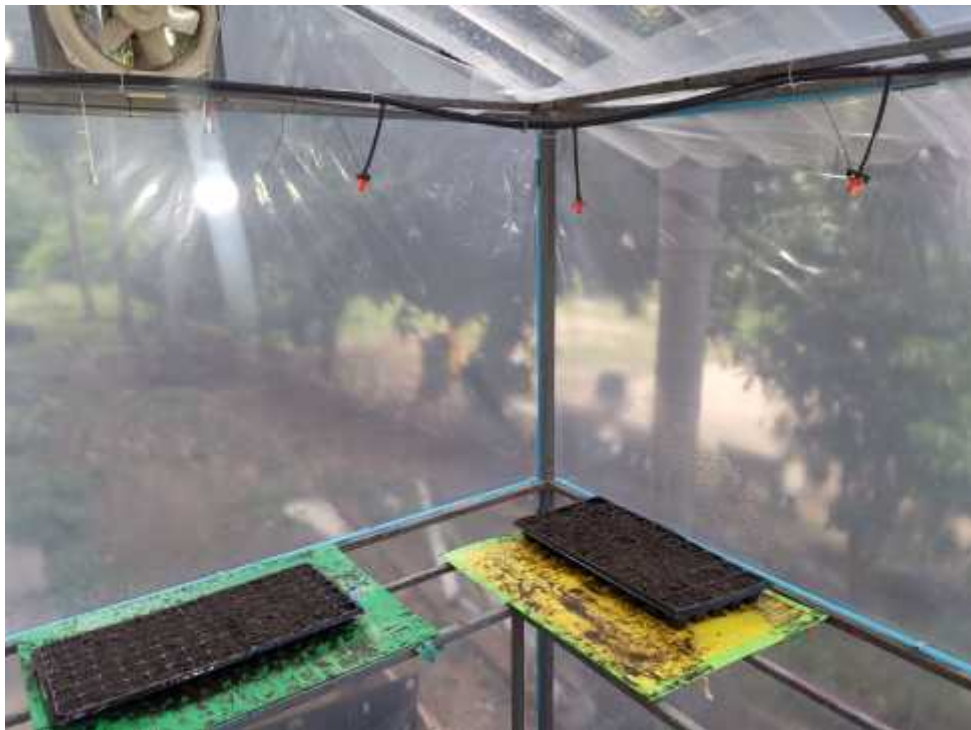
การแสดงผลที่จอ LCD บนกล่องควบคุม



การเพาะเมล็ดโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การเพาะเมล็ดโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การเพาะเมล็ดในโรงเรือน 155 หลุม



การเพาะเมล็ดในโรงเรือนถาดเพาะขนาด 105 หลุม



การเพาะเมล็ดในโรงเรือนถาดเพาะขนาด 50 หลุม



การเพาะเมล็ดนอกโรงเรือนถาดเพาะขนาด 50 หลุม



การเพาะเมล็ดนอกโรงเรือนถาดเพาะขนาด 105 หลุม



ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพริกภายในโรงเพาะชำ



ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพริกภายนอกโรงเพาะชำ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ภาพการเพาะเมล็ดในโรงเพาะชำและนอกโรงเพาะชำ



การติดตั้งกล่องควบคุมโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การตรวจสอบการแสดงผลกล่องควบคุมโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การแสดงผลที่จอ LCD บนกล่องควบคุม



การเพาะเมล็ดโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การเพาะเมล็ดโดยกลุ่มนักศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์



การเพาะเมล็ดในโรงเรือน 155 หลุม



การเพาะเมล็ดในโรงเรือนถาดเพาะขนาด 105 หลุม



การเพาะเมล็ดในโรงเรือนถาดเพาะขนาด 50 หลุม



การเพาะเมล็ดนอกโรงเรือนถาดเพาะขนาด 50 หลุม



การเพาะเมล็ดนอกโรงเรือนถาดเพาะขนาด 105 หลุม



ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพริกภายในโรงเพาะชำ



ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพริกภายนอกโรงเพาะชำ

ภาคผนวก ข.

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาว ปริญญา บัวทอง
Miss Pariyakorn Buathong
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 6708 00028 138
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทร.0-5671-7151 มือถือ. 089-9596164
Email : phaka_poo@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
ปี 2546 - ปริญญาตรี วท.บ. (เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์) สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
ปี 2550 - ปริญญาโท วท.ม. (วิทยาการคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
-
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย ปีที่ดำเนินโครงการ และแหล่งทุน
 - เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมประมวลผลการเรียนตามรายวิชาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2552
 - เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เทคนิคร่วมกันคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กราฟในวิชาโครงสร้างข้อมูลและสถาปัตยกรรมไมโครคอมพิวเตอร์ด้วย
สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ พ.ศ. 2553
 - เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง บทบาทและแนวทางในการส่งเสริมการจัดกิจกรรม
การเรียนการสอนไอซีทีของผู้บริหาร สถานศึกษากลุ่มโรงเรียนบ้านโคกดงมูลเหล็ก จังหวัด
เพชรบูรณ์ พ.ศ. 2558
 - เป็นผู้ร่วมวิจัยแผนงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และส่งเสริมทักษะด้านไอซีที
ตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2558
 - เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง การใช้เทคนิคร่วมกันคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนเรื่อง การกำหนดค่าข้อมูลและคำสั่งพื้นฐาน ในวิชาปฏิบัติการการเขียนโปรแกรม
ภาษาแอสเซมบลี สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2559
 - เป็นผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง การออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกประเภทของใช้
และของตกแต่ง จากแนวคิดศิลปวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยมีส่วนร่วม
ของชุมชน พ.ศ.2561

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล ว่าที่ร้อยตรีวรชัย ศรีสมุดคำ

Acting Sub Lt. Worachai Srisamoodkham

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 5406 00450 325

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 0-5671-7151

Email hs5xij@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์

ค.อ.บ. (วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วศ.ม. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย ปีที่ดำเนินโครงการ และแหล่งทุน

เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะ
วิชาปฏิบัติการการ ออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2556

เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องวงจรกรองหยุดแถบขนาดเล็กสำหรับโครงข่ายสื่อสารไร้สาย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2557

เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนสำหรับการ
ผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองใน ต.ดงมูลเหล็ก อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
2558

ผู้ร่วมวิจัย

1. นางน้ำผึ้ง พูนวิวัฒน์

Mrs. Namphueng Poonwiwat

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3929800066671

3. ตำแหน่ง อาจารย์

4. สังกัด สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย

ราชภัฏเพชรบูรณ์ Tel. 0-5671-100 ต่อ 1606 Mobile. 0-8964-42637

Email: namphuengp@gmail.com

5. วุฒิการศึกษา

- ศษ.บ.(ออกแบบผลิตภัณฑ์) ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (คลองหก) พ.ศ.2540

- ค.อ.ม. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง พ.ศ. 2550

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ

สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย
ในแต่ละผลงานวิจัย

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย ปีที่ดำเนินโครงการ และแหล่งทุน

- เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการศึกษาประวัติและรูปแบบอุโบสถวัดในเขตตำบลในเมือง เขตตำบลสะเตียงและเขตตำบลวังชมพู จังหวัดเพชรบูรณ์. 2552

- เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการออกแบบทดลองบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากต้นกล้วยสำหรับผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ . 2557

- เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพชรบูรณ์สำหรับผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ . 2558

- เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกประเภทของใช้และของตกแต่ง จากแนวคิดศิลปวัฒนธรรมเพชรบูรณ์ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยมีส่วนร่วมของชุมชน พ.ศ.2561

- เป็นผู้ช่วยนักวิจัยเรื่องการออกแบบสร้างพัฒนาเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตกระดาษจากต้น ช้าง และเปลือกข้าวโพด 2552