อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ

The Internet of Things to Control Nursery System Automatic

ปริยากร บัวทอง[1*]

Pariyakorn Buathong[1*]

[1]คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

* Corresponding author E-mail: pariyakorn.bua@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติ สำหรับแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมและควบคุมระบบในโรงเพาะชำ เพื่อเพิ่มการงอกของเมล็ดจากการเพาะด้วยระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ ระบบควบคุมโรงเพาะชำอัตโนมัติทำงานโดยอาศัยข้อมูลจากสภาพแวดล้อมจากโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น และโมดูลวัดค่าความเข้มแสง ส่งข้อมูลมายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการทำงานโรงเพาะชำ กำหนดให้ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 50% – 70% ระบบชดเชยแสงสว่างในช่วงเวลา 6.00 น. – 18.00 น. เมื่อมีค่าแสงจากธรรมชาติน้อยกว่า 1000 Lux ตั้งเวลาการรดน้ำในเวลา 7.00 น. และ 17.00 น. สามารถแสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ทโฟน สามารถรายงานข้อมูลสภาพแวดล้อมและสถานะการทำงานของอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้ จากการทดลองเพาะเมล็ดพริกขี้หนูสวน พบว่าพริกที่เพาะในโรงเพาะชำมีการงอกที่มากกว่าโดยนับจากจำนวนต้นที่งอกในการทดลองที่ระยะเวลา 10 วัน คือ 94% มากกว่าพริกที่เพาะนอกโรงเพาะชำที่มีการงอก 77% สรุปได้ว่าการควบคุมการทำงานในโรงเพาะชำอัตโนมัติสามารถทำงานได้ถูกต้องและรายงานข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์และสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะชำได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการนำไปใช้เพาะเมล็ดพืช

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, โรงเพาะชำ, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents technology the Internet of Things to control nursery system automatic for displaying environment details, managing nursery systems, and increasing seeds germination in an automatic nursery. The automatic nursery system depends on environment details from the temperature and humidity module together with the light intensity module. Which sends the details to Microcontroller to control how the automatic nursery works. Relative humidity will be set between 50% – 70%. And replacement light system will be on 6.00 AM – 6.00 PM when natural light is lower than 1000 Lux. The automatic watering is set at

7.00 AM and 5.00 PM. All information and control systems will be displayed on application Blynk on the smartphone. The application sends environment details and current operating status using application Line. The experiment on bird pepper seeds indicates that the germination rate of the seeds in the nursery is more than the bird pepper planted outdoors. The result was gathered from the number of the germinated chili in ten days. The germinated bird pepper planted in the nursery are considered as 94% while the ones planted outside are considered as 77%. It can be concluded that the automatic control in the nursery can work correctly. And reporting functionality of the device and the environment within the plant nursery was correct. It is effective and suitable for planting seeds.

Keywords : Internet of Things, Nursery, Microcontroller

บทนำ

การปลูกพืชของเกษตรกรจะต้องใส่ใจดูแลทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มปลูกจนสามารถเก็บผลผลิตได้ ในการปลูกพืชอายุสั้นในกลุ่มของพืชผักสวนครัว นิยมใช้การเพาะเมล็ดในการขยายพันธุ์ เป็นการเตรียมกล้าพืชก่อนที่จะปลูกในแปลง หรือในกระถาง วิธีนี้ช่วยให้สามารถดูแลได้ทั่วถึง และได้ต้นกล้าที่แข็งแรง ปราศจากการทำลายของโรคโคนเน่าคอดิน ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา กระบวนการงอกของเมล็ด คือ กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดทำให้ตนอ่อน (คัพภะ) เจริญเติบโตพัฒนาเป็นต่นกล่าที่สมบูรณแข็งแรงในสภาพแวดล่อมที่เหมาะสม ประกอบด้วย น้ำ แสง อุณหภูมิ ออกซิเจน เมล็ดเมื่อเริ่มงอกจะมีทั้งชนิดที่ต้องการแสง และไม่ต้องการแสง แสงจะมีความจำเป็นหลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว ขณะที่เป็นต้นกล้าแสงที่พอเหมาะจะทำให้ต้นกล้าแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้เร็วขึ้น ช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น (กรมส่งสริมการเกษตร, 2556) เกษตรกรต้องคอยดูแลขั้นตอนในการเพาะเมล็ดนี้อย่างใกล้ชิด เมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดอาจมีราคาแพง หากการเพาะเมล็ดอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกษตรกรสูญเสียต้นทุนโดยเปล่าประโยชน์

จากงานวิจัยการศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแสงกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ที่ปลูกภายในกล่องทดลอง พบว่า กล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดีมีชีวิตรอดและมีการเจริญเติบโตได้ดีว่าหลอดฟลูออเรสเซนท์ ระยะเวลาการให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต คือการให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน ที่ค่าความเข้มแสง 1100 ลูเมน (จูนลิฎา โยธาทิพย์ , พาสินี สุนากร , และ พัชรียา บุญกอแก้ว, 2553) นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ IoT กับเซนเซอร์เพื่อตรวจสอบความชื้นในฟาร์มเห็ดหลินจือ เพื่อควบคุมควบคุมระบบรดน้ำ และพ่นหมอกโดยอัตโนมัติและแจ้งสถานะการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Line โดยใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ NodeMCU เซนเซอร์ความชื้น RTC (นาฬิกาเรียลไทม์) รีเลย์โมดูล สปริงเกอร์ และปั๊มหมอก

การเขียนโปรแกรมโดยใช้ C ++ และ Node.JS บริการและโปรโตคอลที่ใช้คือ NETPIE (Chieochan, Saokaew, & Boonchieng, 2017)

งานวิจัยนี้เป็นนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IoT) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศไปสู่การเป็น Thailand Industry 4.0 โดยอาศัยการเชื่อมต่อการสื่อสารและการทำงานรวมกันของเครื่องจักร มนุษย์ และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจที่รวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำสูง (ชัชชัย คุณบัว, 2562) มาควบคุมการทำงานและแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะชำ โดยใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์มาช่วยในการควบคุมดูแลโรงเพาะชำแบบอัตโนมัติ เป็นระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบเซนเซอร์วัดความชื้น ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ ระบบให้น้ำ ปรับปริมาณแสง และระบบปรับอุณหภูมิ ที่ทำงานสอดคล้องกันเพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด (ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์, 2559) โดยมีอุปกรณ์ในการควบคุมความชื้นและชดเชยแสงสว่างให้กับโรงเพาะชำ นอกจากนั้นยังสามารถดูข้อมูล ความชื้น อุณหภูมิ และแสงสว่างได้ สามารถสั่งงานให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติ และสามารถสั่งงานควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ตามความต้องการได้ตลอดเวลาผ่านทางสมาร์ตโฟน (Smart Phone)

วัสดุและวิธีการ

งานวิจัยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อควบคุมระบบในโรงเพาะชำอัตโนมัติใช้สำหรับการเพาะพันธุ์เมล็ดพืชในถาดเพาะ โรงเพาะชำมีขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และสูง 2 เมตร ในการทดลองเพาะเมล็ดพริกขี้หนูจำนวน 155 หลุม ในระยะเวลา 10 วัน เพื่อเก็บข้อมูลการงอกของพริกในโรงเพาะชำอัตโนมัติเปรียบเทียบกับพริกที่เพาะนอกโรงเพาะชำ

การทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

โรงเพาะชำอัตโนมัติมีการทำงานอยู่ 5 ส่วนด้วยกัน คือ ควบคุมความชื้นอัตโนมัติ ชดเชยแสง รดน้ำอัตโนมัติ การควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน และการแจ้งเตือนสถานะการทำงาน โดยมีเงื่อนไขการทำงานในแต่ละระบบได้ดังนี้

1. ระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติจะควบคุมความชื้นในโรงเพาะชำให้อยู่ในช่วงของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 50% ถึง 70% เมื่อมีความชื้นในโรงเพาะชำมากกว่า 70% ระบบจะเป็นพัดลมเพื่อระบายความชื้นในโรงเพาะชำ และหากมีความชื้นน้อยกว่า 50% ระบบจะพ่นหมอกเพื่อเพิ่มความชื้นในโรงเพาะชำ

2. ระบบชดเชยแสงอัตโนมัติ เป็นการชดเชยแสงในวันที่แสงธรรมชาติมีน้อยกว่าค่าแสงที่พืชต้องการ โดยการเพาะเมล็ดจะใช้แสงเมื่อเมล็ดเริ่มงอก การทำงานอัตโนมัติของระบบชดเชยแสงจะเปิดไฟ LED เมื่อวัดค่าแสงในโรงเพาะชำได้น้อยกว่า 1000 Lux

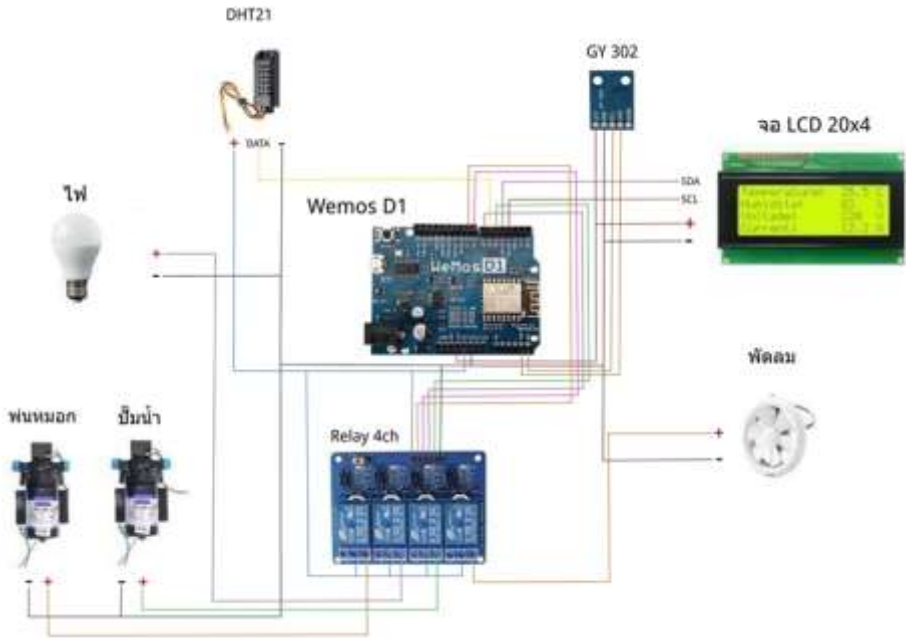
3. ระบบรดน้ำอัตโนมัติการรดน้ำมีความสำคัญในการเพาะเมล็ดพืชต้องให้ดินมีความชื้นตลอดเวลา เพื่อให้เมล็ดพืชมีอาหารเนื่องจากยังไม่มีราก ในระบบรดน้ำอัตโนมัติจะทำงานเป็นเวลาในช่วงเช้าและช่วงเย็น โดยจะรดน้ำเป็นเวลา 1 นาที เพื่อไม่ให้ดินชื้นจนเกินไป

4. การควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการให้ระบบทำงานอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ให้ระบบเปิดไฟ เปิดพัดลมระบายอากาศ เปิดปั๊มพ่นหมอก และเปิดปั๊มรดน้ำได้ แสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะชำ และแสดงสถานะการทำงานของระบบเมื่อมีการทำงานของอุปกรณ์ เช่น การพ่นหมอก รดน้ำ เปิดพัดลม และเปิดไฟ

5. การแจ้งเตือนสถานการณ์ทำงานระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อมีการเปิดและปิดการทำงานของอุปกรณ์ เช่น การพ่นหมอก รดน้ำ เปิดพัดลม และเปิดไฟ ไปยังแอปพลิเคชัน Line ได้

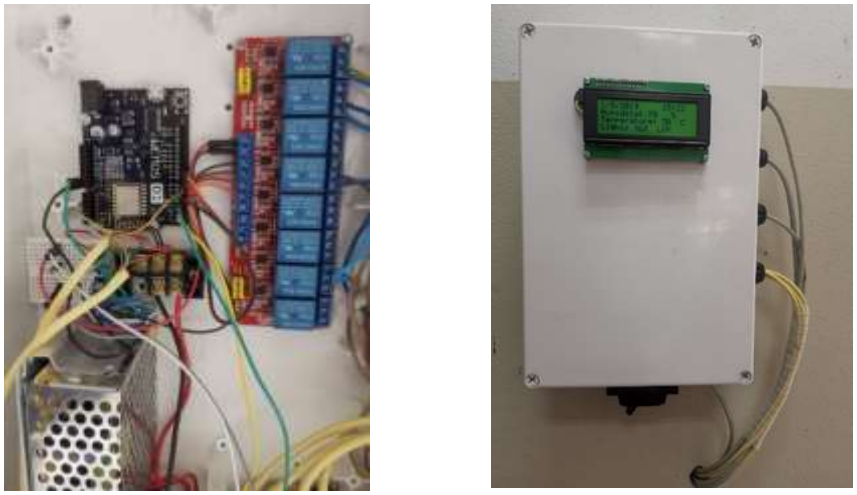
การพัฒนาโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การสร้างวงจรควบคุมการทำงานเป็นการนำโมดูลวัดค่าความเข้มของแสง GY-302 BH1750 ที่สามารถวัดค่าแสงได้ตั้งแต่ 0 - 65535 Lux และ โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT21 / AM2301 มาเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 Wemos D1 R2 ที่สามารถเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับการแสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน โดยสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ พัดลม และ หลอดไฟ LED 13 W ให้ค่าความเข้มแสง 1400 lux และแสดงสถานะการทำงานผ่านจอ LCD แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรของระบบควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การการติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุมในภาพที่ 2 เป็นการนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติที่ได้ออกแบบการเชื่อมต่อเอาไว้ และผ่านการทดสอบการทำงานของโปรแกรมจนสามารถทำงานได้ถูกต้องมาประกอบลงในกล่องควบคุมเพื่อทดสอบการทำงานของระบบไฟจริง 220 V โดยมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในกล่องคือ สวิตชิ่งพาวเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เพื่อจ่ายไฟเลี้ยง 5 V ให้กับบอร์ด Arduino ESP8266 Wemos D1 R2 ต่อเข้ากับบอร์ดรีเลย์ 5 V เพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ พัดลม และ หลอดไฟ และจอ LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัดแสดงสถานะการทำงานที่หน้ากล่องควบคุม



ภาพที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการทำงานของโรงเพาะชำอัตโนมัติ ผู้วิจัยใช้แอปพลิเคชัน Blynk ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภาย และแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะชำได้ ในภาพที่ 3 เป็นการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ในโหมดแมนนวลที่ผู้ใช้สามารถสั่งเปิด หลอดไฟ รดน้ำ พ่นหมอก และเปิดพัดลมพร้อมกันได้ และมีการแสดงข้อมูลความชื้น อุณหภูมิ และแสงสว่างในโรงเพาะชำได้ นอกจากนั้นยังสามารถแจ้งเตือนการทำงานของระบบเพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้

ภาพที่ 3 แอปพลิเคชัน Blynk แสดงสถานการณ์ทำงานแบบแมนนวลสั่งเปิดทุกระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติและผลการเจริญเติบโตของเมล็ดจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ

การทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ เป็นการแสดงผลข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk การเก็บข้อมูลใช้การแสดงผลด้วย Widget SuperChart แอปพลิเคชันจะแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำและสถานะการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชัน Line ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนสถานะการทำงาน ในการทดลองนี้ผู้วิจัยเปิดระบบให้มีการทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อทดสอบว่าระบบรดน้ำสามารถทำงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนด ระบบควบคุมความชื้นสามารถเปิด/ปิดพัดลม และเปิด/ปิดระบบพ่นหมอกเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงที่กำหนด และในระบบชดเชยแสงสว่างสามารถเปิดไฟเมื่อมีค่าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ โดยจะเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 2 วัน

ผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ ในการทดลองนี้จะใช้พริกขี้หนูเป็นตัวอย่างในการทดลอง โดยการเพาะภายในโรงเพาะชำ 155 หลุม เปรียบเทียบกับการเพาะภายนอกโรงเพาะชำ 155 หลุม และสังเกตการงอกของเมล็ดเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ความงอกของเมล็ด (seed germination) เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดโดยการตรวจนับการงอกของเมล็ดหลังการเพาะเมล็ดครบ 10 วัน

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{\text{(จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก)}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

ดัชนีการงอกของเมล็ด (germination index : GI) ดัชนีการงอกของเมล็ดจะบ่งชี้ถึงความสามารถงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ โดยการตรวจนับต้นการที่งอกเพิ่มขึ้นทุกวันจนครบ 10 วัน

$$\text{ดัชนีความงอก (\%)} = \text{ผลรวมของ} \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันที่ต้นกล้าปกติงอกในแต่ละวัน}}$$

เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time; MGT) เวลาเฉลี่ยในการงอกจะชี้ให้เห็นถึงความเร็วในการงอก โดยการตรวจนับต้นการที่งอกเพิ่มขึ้นทุกวันจนครบ 10 วัน

$$\text{MGT (วัน)} = \frac{(G_1 \times D_1 + G_2 \times D_2 \ +\ldots +G_n \times D_n)}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติทั้งหมด}}$$

เมื่อ $G_{1,2,..,n}$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกวันที่ 1, 2, ..., n

$D_{1,2,..,n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2, ..., n หลังจากวันเพาะเมล็ด

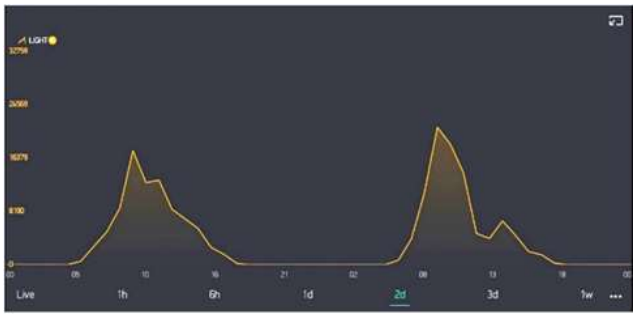
ผลการวิจัย

จากการทดลองเพาะเมล็ดพริกขี้หนูในโรงเพาะชำอัตโนมัติมีผลการทดลองดังนี้

ผลการแสดงข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน

การแสดงผลข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันจากการใช้แอปพลิเคชัน Blynk ประกอบด้วยการแสดงผลของสภาพแวดลอมที่วัดได้ด้วย Widget Gauge สถานะการทำงานของอุปกรณ์มีการแสดงผลแบบทันที่ (Real time) ด้วย LED โดยได้แสดงผลในภาพที่ 3 และการเก็บข้อมูลย้อนหลังแสดงผลด้วย Widget SuperChart ในการทดลองนี้จะแสดงผลของสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำและสถาณการทำงานในแต่ละวันเป็นเวลา 2 วัน การแสดงค่าสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำ ภาพที่ 4 (ก) การแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเพาะชำ และ (ข) แสดงค่าความเข้มแสง แสดงให้เห็นว่าในเวลากลางวันอุณหภูมิจะสูงความชื้นจะต่ำ และค่าความเข้มแสงจะสูงมาก ส่วนเวลากลางคืนความชื้นจะสูงอุณหภูมิจะต่ำ ค่าความเข้มแสงจะเป็น 0 Lux ในเวลากลางวันค่าแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากเนื่องจากเกิดร่มเงาจากต้นไม้ อาคาร และเมฆบนท้องฟ้า เมื่อมีฝนตกจะทำให้ค่าความชื้นเพิ่มสูงขึ้น

(ก) ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



(ข) ค่าความเข้มแสง

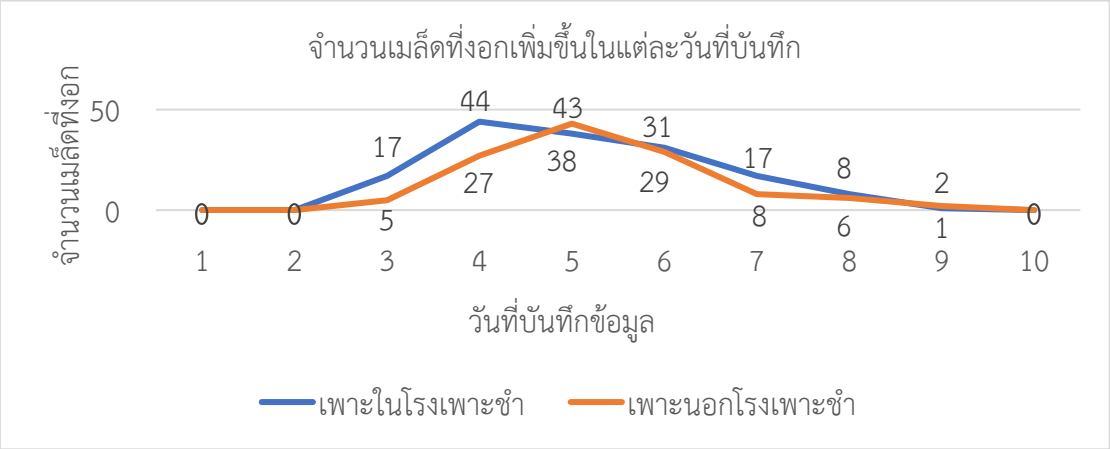
ภาพที่ 4 การแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเพาะชำบนแอปพลิเคชัน Blynk

การทำงานในระบบอัตโนมัติของโรงเพาะชำตามเงื่อนไขที่กำหนดคือ รดน้ำในเวลา 7.00 น. และ 17.00 น. ระบบควบคุมความชื้นสามารถเปิด/ปิดพัดลม และเปิด/ปิดระบบพ่นหมอกเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 50% ถึง 70% และระบบชดเชยแสงสว่างเปิดไฟเมื่อมีค่าความเข้มแสงน้อยกว่า 1000 Lux ในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้ถูกต้องดังภาพที่ 5 มีการแจ้งเตือนการทำงานของระบบตรงตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

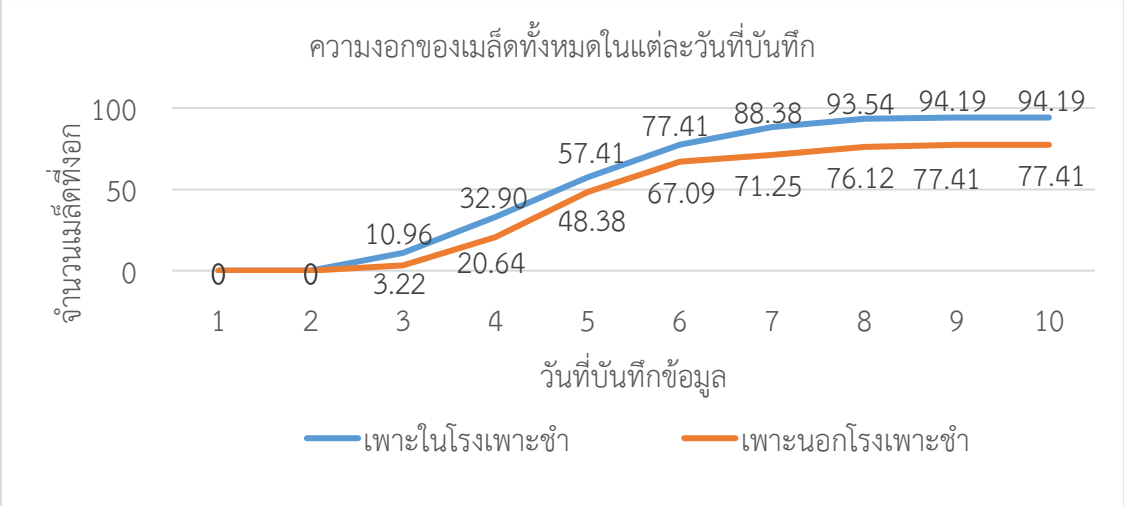
ภาพที่ 6 การส่งข้อความแจ้งเตือนสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Line

ผลการทดลองเพาะเมล็ด

ผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากการทำงานของระบบโรงเพาะชำอัตโนมัติ การทดลองนี้เป็นการทดลองโดยใช้เมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูเพาะในโรงเพาะชำจำนวน 155 หลุม ตั้งค่าการทำงานของระบบในแบบอัตโนมัติ เพาะนอกโรงเพาะชำ 155 หลุม ใช้การรดน้ำปกติวันละ 2 ครั้ง ภาพที่ 7 กราฟแสดงจำนวนเมล็ดที่งอกเพิ่มขึ้นในแต่ละวันจากการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 10 วัน เมล็ดเริ่มงอกในวันที่ 3 และหยุดงอกเพิ่มในวันที่ 9 ทั้งการเพาะภายในและภายนอกโรงเพาะชำ และในภาพที่ 8 กราฟแสดงจำนวนเมล็ดที่งอกสะสมในแต่ละวันที่บันทึก



ภาพที่ 7 จำนวนเมล็ดที่งอกเพิ่มขึ้นในแต่ละวันที่บันทึก



ภาพที่ 8 ความงอกของเมล็ดทั้งหมดในแต่ละวันที่บันทึก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองเพาะเมล็ดเป็นเวลา 10 วัน ความงอกของเมล็ด (seed germination) จากคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพบว่า ความงอกของเมล็ดในโรงเพาะชำ คือ 94.19% และความงอกของเมล็ดนอกโรงเพาะชำคือ 77.41% ดัชนีการงอกของเมล็ด (germination index : GI) เพื่อบ่งชี้ถึงความสามารถงอกได้เร็วและสม่ำเสมอพบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดในโรงเพาะชำคือ 32.97 และดัชนีการงอกของเมล็ดนอกโรงเพาะชำคือ 23.97 เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time; MGT) เพื่อชี้ให้เห็นถึงความเร็วในการงอก เวลาเฉลี่ยในการงอกในโรงเพาะชำคือ 5.45 วัน และเวลาเฉลี่ยในการงอกนอกโรงเพาะชำคือ 5.28 วัน

สรุปและอภิปรายผล

ผลการทดลองเพาะเมล็ดพริกขี้หนูในโรงเพาะชำอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนดคือ รดน้ำในเวลา 7.00 น. และ 17.00 น. ระบบควบคุมความชื้นสามารถเปิด/ปิดพัดลม และเปิด/ปิดระบบพ่นหมอกเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 50% ถึง 70% และระบบชดเชยแสงสว่างเปิดไฟเมื่อมีค่าความเข้มแสงน้อยกว่า 1000 Lux ในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องสามารถแสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ และสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนการทำงานของระบบในโรงเพาะชำผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ในการทดลองเพาะเมล็ดจากผลความงอกของเมล็ด พบว่าความงอกของเมล็ดในโรงเพาะชำคือ 94.19% มากกว่าความงอกของเมล็ดนอกโรงเพาะชำคือ 77.41% ดัชนีการงอกของเมล็ดในโรงเพาะชำคือ 32.97 มากกว่าดัชนีการงอกของเมล็ดนอกโรงเพาะชำคือ 23.97 เวลาเฉลี่ยในการงอกในโรงเพาะชำคือ 5.45 วัน ใกล้เคียงกับเวลาเฉลี่ยในการงอกนอกโรงเพาะชำคือ 5.28 วัน จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า การเพาะเมล็ดพริกในโรงเพาะชำอัตโนมัติตามเงื่อนไขความชื้น เวลาการรดน้ำ และการชดเชยแสงที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมช่วยให้ความงอกของเมล็ดและดัชนีการงอกของเมล็ดดีว่าการเพาะเมล็ดนอกโรงเพาะชำ และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกที่ 5 วันเท่ากัน สรุปได้ว่าการควบคุมการทำงานในโรงเพาะชำอัตโนมัติสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ สามารถสั่งเปิด/ปิดการทำงานของอุปกรณ์แบบแมนนวลได้ และรายงานข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะชำผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้ถูกต้อง ช่วยเพิ่มการงอกของเมล็ด มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำไปใช้เพาะเมล็ดพืช

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

Chieochan, O., Saokaew, A., & Boonchieng, E. (2017). IoT for smart farm: A case study of the Lingzhi mushroom farm at Maejo university. *14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, 1-6.

กรมส่งสริมการเกษตร. (2556). *การขยายพันธ์พืช.* กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร.

จูนลิฎา โยธาทิพย์ , พาสินี สุนากร , และ พัชรียา บุญกอแก้ว. (2553). การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์. *การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7*, 2007-2014.

ชัชชัย คุณบัว. (2562). *IoT:สถาปัตยกรรมและการสื่อสาร Internet of Things.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์. (2559). เทคโนโลยี Internet of Things และข้อเสนอแนะในการบริหารคลื่นความถี่ในประเทศไทย. *วารสาร กสทช. ประจำปี 2559*, 167.