รหัสบทความ SEITS 53

การประยุกต์เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว

Application of IOT technology to control farms in Khon Kao mushroom cultivation house

สิทธิ์รักษ์ พวดขุนทด[1], พิตตินันท์ มณีท่าโพธิ์[1], เอกลักษณ์ สังฆมานนท์[1]
ชานนท์ มูลวรรณ[2], ประยูร สุรินทร์[3]

[1] นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ; ie.engineer@kbu.ac.th
[3] อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประยุกต์เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว ผ่าน Application Blynk โรงเรือนมีขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 2 เมตร โดยติดตั้งอุปกรณ์หลักประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซ็นเซอร์ สปริงเกอร์พ่นน้ำ พัดลมดูดอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส และความชื้น 92% นำเห็ดขอนขาวจำนวน 54 ก้อนนำมาทดลองปลูกใช้ระยะเวลาในการปลูก 9 วัน ผลที่ได้จากการควบคุมมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 28.35 องศาเซลเซียส ความชื้น 85.91% ผลผลิตที่ได้มีน้ำหนักเห็ด 5.8 กิโลกรัม ส่วนดอกเห็ดมีความสมบูรณ์ดี

คำสำคัญ : การประยุกต์เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว

Abstract

The objective of this research is to apply IoT technology to control farms in Khon Khao mushroom nursery through Application Blynk. The house is 4 meters wide, 6 meters long, and 2 meters high. Microcontroller Sensor Water Sprinkler Exhaust fan to control temperature 25-35 degrees Celsius and humidity 92%. 54 pieces of white log mushrooms were used for planting experiment for a period of 9 days for planting. The results obtained from the control had an average temperature of 28.35 degrees Celsius, humidity. 85.91% The yield was 5.8 kg of mushroom weight, while the florets were good.

Keyword : Application of IOT technology to control farms in Khon Kao mushroom cultivation house

1. บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีหลายศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่ รวมถึงเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการจัดการและบริหารฟาร์มเกษตร เช่นระบบตรวจสัดและแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อเป็นเครื่องมือในการจัดการเรื่องการให้น้ำและปุ๋ย ซึ่งช่วยในการลดต้นทุนการผลิต เป็นต้น [1] ซึ่งรัฐบาลได้มีแนวทางในการขับเคลื่อนประเทศและพัฒนาเศรษฐกิจโดยมีการเพิ่มมูลค่าและศักยภาพในการผลิตและบริการผ่านการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม ทั้งนี้การนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IoT) มาใช้ในการบริหารจัดการฟาร์มเกษตรจะสามารถยกระดับและเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรได้ [2] ทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลและควบคุมการผลิตผลิตผลทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและส่วนลดต้นทุนการผลิต

เห็ดขอนขาว (Lentinus squarrosulus Mont.) [3] หรือเห็ดขอนม่วง ในอดีตจัดเป็นเห็ดพื้นถิ่นที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในภาคอีสาน ต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบการเพาะในถึงพลาสติกและในขอนไม้ เห็ดขอนขาวยังมีคุณค่าทางโภชนาการ [4] เป็นแหล่งอาหารโปรตีนจากธรรมชาติ ที่สำคัญยังจัดเป็นอาหารประเภทผักที่มีไขมันน้อย มีปริมาณน้ำตาลและเกลือแร่ต่ำ ซึ่งในการเพาะเห็ดขอนขาวนั้นพบว่าเกษตรกรมีการผลิตหลายระดับ [5] ตั้งแต่ฟาร์มขนาดใหญ่ที่มีการผลิตมากกว่า 50,000 ก้อนต่อปีและขนาดเล็กหรือที่เรียกว่ารายย่อย มีการผลิตระหว่าง 5,000 – 50,000 ก้อนต่อปี และขนาดเล็กที่มีการผลิตไม่เกิน 5,000 ก้อนต่อปี ในด้านการตลาดนั้น [6] เนื่องจากเห็ดขอนขาวมีคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติดี เหนียวนุ่ม อร่อย จึงเป็นที่นิยมบริโภคของประชาชนทั่วไปส่งผลให้ราคาสูงตามไปด้วย จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่าราคาสูงถึง 120 บาท/กิโลกรัม นับว่าเป็นอาชีพที่ดี แต่อย่างไรก็ตาม พบว่ากระบวนการผลิตเห็ดขอนขาวยังพบว่ามีปัญหาการผลิตอยู่บ้าง

ในปัจจุบันพบว่าการเพาะเห็ดขอนขาว [7] ทำได้ยากขึ้นเนื่องจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่รวดเร็วในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของเส้นใยและการเจริญเติบโตของเห็ดอย่างยิ่ง สำหรับระดับอุณหภูมิในการเจริญเติบโตของดอกเห็ดจะอยู่ระหว่าง 32-35 องศาเซลเซียล ความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ที่ 92% ความเข้มแสง 205 Lux เนื่องจากความชื้นในอากาศหรือความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดเป็นอย่างมาก ซึ่งสภาพโรงเรือนที่เหมาะสมควรมีความชื้นในอากาศไม่ต่ำกว่า 70-80 % จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดจะต้องคอนตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้น ในโรงเรือน และต้องคอยฉีดน้ำให้แก่เห็ดเพื่อให้ได้อุณหภูมิและความชื้นตามที่เห็ดขอนขาวต้องการ ทำให้ต้องใช้แรงงานที่มากขึ้นในการดูแล และเกิดความผิดพลาดในเรื่องต่าง ๆ ได้ง่าย

ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีไอโอที (IoT) มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ แสงสว่าง และความชื้นในโรงเพาะเห็ดขอนขาว ผ่านระบบควบคุมและการแจ้งเตือนอัจฉริยะมาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะเห็ดขอนขาว เพื่อเป็นการลดสภาพความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศ

ปัญหาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดโดยเฉพาะการปลูกนั้น มีดังนี้

1) อุณหภูมิ มีผลมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ด เห็ดแต่ละชนิดชอบอุณหภูมิที่แตกต่างกันโดยที่อุณหภูมิที่เห็ดแต่ละชนิดใช้สำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดดอกเห็ดเล็กน้อย เช่น เห็ดนางฟ้าระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยจะอยู่ที่ ' 25 – 35 °c ส่วนระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดนางฟ้าจะอยู่ระหว่าง 20 – 30 °c ส่วนเห็ดขอนขาวอุณหภูมิการเจริญเติบโตของดอกเห็ดจะอยู่ระหว่าง 25 – 35 °c เป็นต้น

2) ความชื้นของอากาศแวดล้อม มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเห็ดอย่างมากเช่นเห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเปิดก้อนเชื้อภายในโรงเรือนที่เก็บความชื้นได้ และรักษาระดับความชื้นในอากาศให้อยู่ในระดับ 70-80 % เห็ดขอนขาวจะชอบระดับความชื้นในอากาศที่ระดับ 80-90 %

3) อากาศ ภายในโรงเรือนควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี กรณีที่โรงเรือนอยู่ในระยะเปิดดอกมีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดีจะมีปัญหาคือเห็ดขาดออกซิเจน หากโรงเรือนมีปริมาณก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์สูงก็จะส่งผลให้ดอกเห็ดมีลักษณะผิดปกติได้ ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถสร้างตุ่มดอกได้ สภาพดอกเห็ดจะผิดปกติ และผลผลิตลดลง

4) แสงสว่าง แม้ว่าเส้นใยเห็ดจะไม่ต้องการแสงในช่วงการบ่มเส้นใย แต่ช่วงเปิดดอกเห็ดต้องการแสงในระดับหนึ่งที่พอเหมาะ สำหรับพัฒนาการของดอกเห็ดที่สมบูรณ์

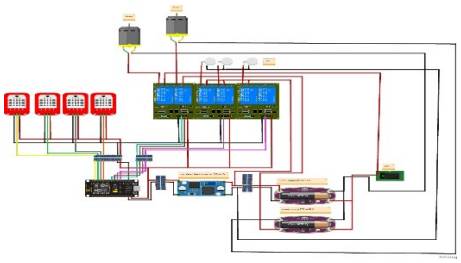
5) ความเป็นกรดเป็นด่าง กาเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดควรอยู่ในสภาพอาหารที่เป็นกรด จนถึงระดับกลาง คือมีค่า pH ประมาณ 5.5 – 7.0

เป้าหมายที่คาดว่าจะได้รับ

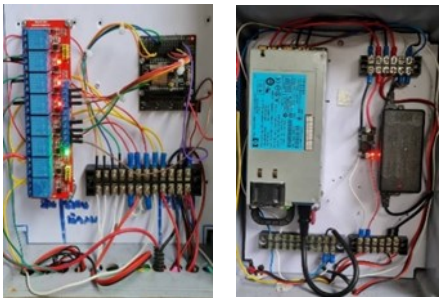
- ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร
- ได้พัฒนาระบบเครื่องมือการปลูกเห็ดขอนขาว ที่ทำงานโดยอัตโนมัติและควบคุมการสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน
- ช่วยพัฒนาคุณภาพในการผลิตเห็ดขอนขาวเพื่อตอบสนองความต้องการผู้บริโภคได้
- ส่งเสริมเกษตรกรให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้
- สนับสนุนเกษตรกรให้มีช่องทางในการสร้างรายได้และลดต้นทุนในการผลิต

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

การออกแบบวงจรระบบควบคุมความชื้น ระบบพ่นหมอก สามารถเพิ่มความชื้นได้สูงถึง 80-90% และสามารถใช้เพิ่มความชื้นคู่กับอุปกรณ์ควบคุมความชื้นกับสมาทร์โฟน ระบบพ่นหมอกใช้หม้อแปลงกระ¬แสไฟฟ้า 24V ดังแสดงรูปที่ 1 โดยความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity หรือ RH) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณ ความชื้น (ไอน้ำ) ที่มีอยู่จริงในอากาศ กับปริมาณ ความชื้น (ไอน้ำ)ที่อากาศขณะนั้นจะรองรับได้เต็มที่ ณ อุณหภูมิเดียวกันหากปริมาณ ความชื้นมีมากกว่าก็จะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำหน่วยของความชื้นสัมพัทธ์จึงออกมาเป็นเปอร์เซ็น (%) เครื่องทำหมอกแบบธรรมชาติประสิทธิภาพสูง เพื่องานอุตสาหกรรมและเกษตรกร

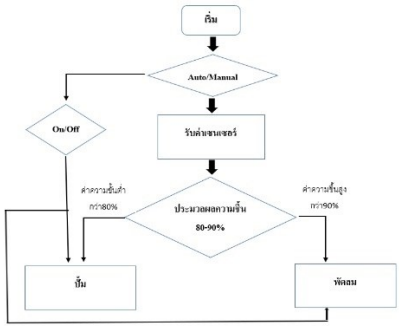


ภาพที่ 2.1 แสดงวงจรควบคุมระบบโรงเรือนด้วย IOT ผ่านมือถือ Modela Smart Control



ภาพที่ 2.2 แสดงการต่ออุปกรณ์ระบบควบคุมระบบโรงเรือนด้วย Application Blynk ผ่านมือถือ

ภาพที่ 2.3 แสดงระบบควบคุมระบบโรงเรือนด้วย Application Blynk ผ่านมือถือ



ภาพที่ 2.4 การทำงานของระบบวงจร

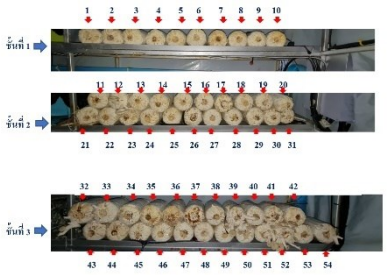
เงื่อนไขการทำงานของระบบในภาพที่ 2.4 เริ่มทำงานโดยที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกระบบแบบอัตโนมัติหรือแมนนวล หากผู้ใช้งานเลือกทำงานแบบอัตโนมัติ ระบบจะรับค่าเซนเซอร์เพื่อไประมวลผลและทำตามเงื่อนไขการตัดสินใจใน

การเลือกทำงานของปั้มและพัดลม ถ้าความชื้นสูงกว่า 90% ระบบสั่งการทำงานให้พัดลมติด ถ้าความชื้นต่ำกว่า 80% ระบบจะสั่งการทำงานให้ปั้มติด ซึ่งออกแบบเงื่อนไขตามสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดขอนขาว แต่ถ้าหากผู้ใช้ต้องการเลือกทำงานในระบบแมนวล ผู้ใช้สามารถเลือกสั่งการทำงานแบบ เปิด-ปิด ของปั้มและพัดลมได้ทันที

3. ผลการวิจัย (Results)

1. ออกแบบระบบควบคุม อุณหภูมิ ความชื่น และแสงด้วยระบบ IOT ผ่านมือถือ Modela Smart Control
2. ออกแบบระบบโรงเรือนขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร คลุมด้วยพลาสติกสีดำ ภายในแบ่งเป็นชั้น สองข้าง ข้างละ 3 ชั้น
3. ติดตั้งระบบไฟฟ้า และระบบควบคุม อุณหภูมิ ความชื่นและแสง
4. เตรียมก้อนเห็ดขอนขาวที่สั่งซื้อจากแหล่งผลิตและจำหน่ายของประเทศไทย จำนวน 54 ก้อน
5. จัดวาง โดยกระจายให้ชั้นที่ 1 จำนวน 10 ก้อน ชั้นที่ 2 จำนวน 21 ก้อน และชั้นที่ 3 จำนวน 23 ก้อนน

ภาพที่ 3.1 โรงเรือนมีขนาด 4X6 เมตร



ภาพที่ 3.2 นำเห็ดขอนขาวเข้าโรงเรือนแบบตั้งตรง

ภาพที่ 3.3 เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ด

- ให้น้ำในโรงเรือนและบริเวณถุงเชื้อเห็ด เพื่อปรับความชื้นภายในโรงเรือนให้ได้ 70-80 เปอร์เซ็นต์
- ปรับโรงเรือนให้มีสภาพร้อนชื้น อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 วัน จนเริ่มมีตุ่มดอก

ภาพที่ 3.4 เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ด

- ปรับอุณหภูมิในโรงเรือนให้ลดลงเหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียสและให้มีอากาศถ่ายเทได้ดี
- เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ด ขนาดประมาณ 6 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบของเห็ด ประมาณ 5 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.5 เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ด

- เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ด หมายเลข 12 ขนาดประมาณ 10.5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบของเห็ด ประมาณ 5.73 เซนติเมตร

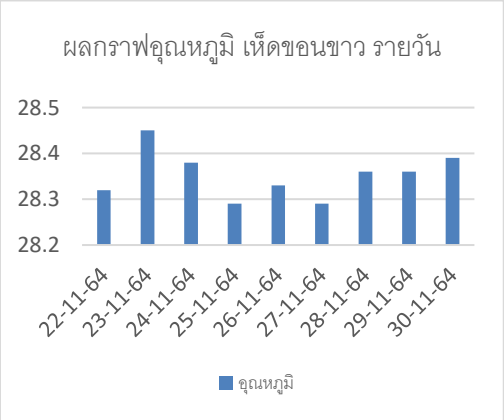
ภาพที่ 3.6 เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ดเริ่มออกทุกก้อน

- เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ดเริ่มออก เกือบทุกก้อน ยกเว้นก้อนเห็ดชั้นที่ 1 2 3 4 6 7 8,10 ไม่ออกเนื่องจากคุณภาพของก้อนเห็ดที่ไม่สมบูรณ์ จะมีลักษณะ เชื้อราออกไม่เต็ม และมีเส้นสีดำคลายขี้เลื่อย

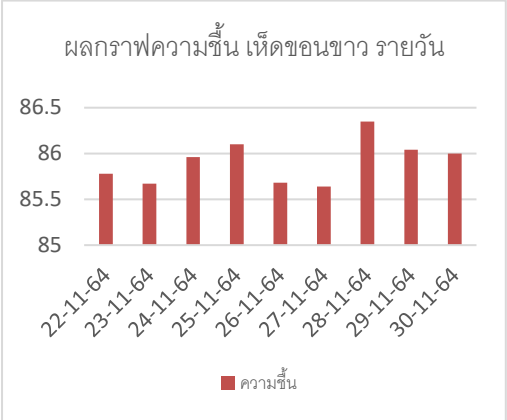
ภาพที่ 3.7 เห็ดขอนขาว สามารถเก็บได้ทุกก้อน

- เห็ดเริ่มออกก้อนเชื้อเห็ดเริ่มออก
- ชั้นที่ 2 เก็บเห็ดได้ ทุกก้อน
- ชั้นที่ 3 เก็บเห็ดได้ ทุกก้อน

น้ำหนักเห็ด 5.8 กิโลกรัม



ภาพที่ 3.8 ค่าอุณหภูมิ รายวัน



ภาพที่ 3.9 ค่าความชื้น รายวัน

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ = 28.35 องศาเซลเซียส

ค่าเฉลี่ยความชื้น = 85.91 %

4. การอภิปราย (Discussion)

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด มีความเข้าใจและมองเห็นภาพรวมของระบบการให้น้ำซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด จากกรณีศึกษาพบว่า ปัญหาของผลผลิตของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดออกไม่สม่ำเสมอโดยมีหลายปัจจัยอาจเกิดจากเชื้อเห็ดภายในก้อนเห็ดที่เจริญเติบโตไม่ทั่วถึง เชื้อราในโรงเพาะเห็ดและระบบการให้น้ำตลอดจนไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในโรงเพาะเห็ดเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณผลผลิตเห็ดแต่ละชนิดไม่ได้ผลผลิตตรง ตามความต้องการของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดดังกล่าว ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดอย่างหนึ่ง มาจากสภาพอุณหภูมิของอากาศภายนอกโรงเพาะเห็ด ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นภายนอก โรงเพาะเห็ดนั้นยังขึ้นกับฤดูกาลในแต่ละช่วงเวลา การให้น้ำในโรงเพาะเห็ดแต่ละครั้งนั้น จะต้องอาศัยประสบการณ์จากทางกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด หากไม่มีความชำนาญและประสบการณ์ที่เพียงพอ การให้น้ำในโรงเพาะเห็ดอาจจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเห็ดที่ได้ไม่สม่ำเสมอ บางครั้งปริมาณการให้น้ำ ในโรงเพาะเห็ดอาจน้อยหรือมากเกินความต้องการซึ่งขึ้นกับชนิดของเห็ดด้วย ผลจากการออกแบบและพัฒนาเครื่องควบคุมอุณหภูมิความชื้นในโรงเพาะเห็ดที่ได้จัดทำขึ้นนี้ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยทำการปรับตั้งค่าทั้งสองจากชุดควบคุม ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าได้ตามการใช้งานจริง เพื่อให้ตรงตามความ

ต้องการของเห็ดแต่ละชนิดของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด ทำให้ผลผลิตเห็ดที่ได้ออกอย่างสม่ำเสมอ สามารถประหยัดเวลาในการให้น้ำในโรงเพาะเห็ดให้กับทางกลุ่มเกษตรกรที่มีอาชีพเพาะเห็ดได้ เนื่องจากสามารถให้น้ำได้อย่างรวดเร็วและทำงานสัมพันธ์ร่วมกับพัดลมระบายอากาศที่ติดตั้งภายในโรงเพาะเห็ดทำให้อากาศในโรงเพาะเห็ดเกิดการถ่ายเทอุณหภูมิโดยรอบ ได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นจากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเพาะเห็ด กลุ่มเกษตรกรที่ทำอาชีพเพาะเห็ดสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงเพาะเห็ดของตนเองได้

5. สรุปผล (Conclusion)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการประยุกต์เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว ซึ่งสามารถปรับการตั้งค่าต่าง ๆ หรือสังเกตการณ์จากข้อมูลที่ส่งกลับมาตามเวลาจริงได้โดยได้เน้นไป ที่ระบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอันเป็นปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตของเห็ดเพื่อเพิ่ม

ผลผลิตและลดภาระในการดูแลการเพาะเห็ดของเกษตรกร เนื่องจากโรงเห็ดจะทำหน้าที่ดูแลให้ทั้งหมด ทั้งการปรับอุณหภูมิความชื้นและการให้น้ำอีกทั้งยังมีความตรงต่อเวลา ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการอำนวยความสะดวกให้เกษตรกรผู้ใช้เป็นอย่างมาก ระบบเทคโนโลยีไอโอทีควบคุมสามารถนำไปพัฒนาต่อโดยการใช้กับพืชสมุนไพรอื่นๆได้

ข้อเสนอแนะ

1) ความสำคัญในการเจริญเติบโตของเห็ดไม่ได้มีเพียงเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นเท่านั้นยังมีแสงและปริมาณก๊าชคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในโรงเรือน

2) การทำงานของระบบโรงเพาะเห็ดใช้ไฟฟ้าในการทำงานเมื่อไม่มีไฟฟ้าระบบโรงเพาะเห็ดจะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นต้องมีวิธีการแกปัญหาอาจใช้เครื่องสำรองไฟฟ้าหรือเทคโนโลยีโซล่าเซลล์

6. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบคุณ 1 มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า และ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ที่กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลและสถานที่ในการทำวิจัย และอนุญาตให้คณะทำงานเข้าถึงข้อมูลและการทดลองได้

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] ฤทัยชนก จริงจิตร, “เจาะลึก Smart Farmer แค่แนวคิดใหม่หรือจะพลิกโฉมการเกษตรไทย” http://www.tpso.moc.go.th/sites/default/files/1074-img.pdf.(2559)

[2] สมนึก จิระศิริโสภณ. “โครงการศึกษาด้านสารสนเทศเรื่อง Internet of Things” ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.(2559)

[3] อุทัย อันพิมพ์และคณะ “การศึกษาสูตรอาหารและวิธีการให้น้ำในโรงเรือนเปิดดอกที่เหมาะสมต่อการผลิตเห็ดขอนขาวในจังหวัดอุบลราชธานี” , โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2548)

[4] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ สำนักงานบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา “สารพัดประโยชน์เห็ดนานาชนิด สาระสังเขป” http://www.lovefitt.com. (2556)

[5] รักษ์ พฤกชาติ, เห็ดเศรษฐกิจ “คู่มือการเพาะเห็ดเชิงการค้าอย่างมืออาชีพ” พิมพ์ครั้งที่ 3, นีออน บุ๊ค มีเดีย : กรุงเทพฯ (2553)

[6] วินิจ รอดภัย “คัมภีร์เห็ดลม” ประสานการพิมพ์ : กาฬสินธุ์ (2543)

[7] เห็ดขอนขาว การเพาะเห็ดขอนขาว , http://lentinussquarrosulasmont.wordpress.com.

[8] Shashwathi, N., Priyam B.,& Suhas, K. (2012). Smart farming: A step towards techno-Savvy agriculture. International Journal of Computer Applications, 57(18),45-48.

[9] Maheswari, R., Ashok, K. R., & Prahadee swaran, M. (2008). Precision farming technology, adoption decisions and productivity of vegetables in resource-poor enviorment.Agricultural Economics Research Review, 21, 415-424.

[10] สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ “ Internet of Things”http://www.ega.or.th/th/content/890/882. (2560).

[11] เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) https://erp.mju.ac.th/openFile.aspx?id=MzU2NTUx

[12] โรงเรือนต้นแบบ (สมาร์ทฟาร์ม) https://ie.eng.cmu.ac.th/IE2014/downloads/2020_04/1071/20-report.pdf