

Controlling System of Bhutan Oyster Mushroom's Growth and Alert by Image Processing and Internet of Things

ระบบควบคุมและแจ้งเตือนการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐานด้วยการประมวลผลภาพและอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

Received	3 May 21
Reviewed	11 May 21
Revised	24 May 21
Accepted	22 Jun 21

Ekkalak Sumonphan*, Rattanaphong Thongchai and Chatchaphong Khamchuen

เอกลักษณ์ สุมณพันธ์* รัตนพงษ์ ธงชัย และ ชัชพงษ์ คำชื่น

Department of Computer Engineering, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Tak

หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

Sopon Wiriyanarakul

โสภณ วิริยะรัตนกุล

Program in Computer Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

*Corresponding Author, Tel. +6693-229-9231, E-mail: ekkalak@rmutl.ac.th

*ผู้พิมพ์ประสานงาน โทรศัพท์. 093-229-9231 อีเมล: ekkalak@rmutl.ac.th

Abstract

Bhutan Oyster Mushroom cultivation is often done in an opened farming house. Thus, the problem is non-flowering mushrooms or dried mushrooms due to inappropriate temperature and humidity. This research utilized a Raspberry Pi board to control the temperature and humidity within the Bhutan Oyster Mushroom farming house. User can configure temperature and humidity within the farming house by using Line Application. Additionally, growth can be monitored by image processing from mushroom samples, by comparing the ratios to the total number of mushrooms in the house and interpret estimated results accordingly via the Line Application. From the experiment, it was found that Bhutan Oyster Mushrooms grow well during temperature 25 to 30 degrees and humidity 75 to 85% while controlling ventilation fans, water pumps and heaters to provide the appropriate environment for the growth of Bhutan Oyster Mushrooms that was better to compare with the normal house. In term of growth quality evaluation, advice and observation were provided from the expert. Bhutan Oyster Mushrooms from the farming house that equipped with an automatic controlling system that has good quality measurement at 75% and the precision of the growth monitoring notification with image processing from the mushroom samples is at 88.9%

Keywords: Mushroom Farming House, Internet of Things, Line Application

บทคัดย่อ

การเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานนิยมปลูกในโรงเรือนแบบเปิด ปัญหาที่เกิดขึ้น คือเห็ดไม่ออกดอกหรือดอกเห็ดแห้งเหี่ยว เนื่องจาก ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ไม่เหมาะสม งานวิจัยนี้ได้นำบอร์ดราสเบอร์รี่พาย มาทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้น ภายในโรงเรือนเพาะ

เห็นนางฟ้าภูฐานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบการเจริญเติบโตด้วยการประมวลผลภาพ จากกลุ่มเหตุตัวอย่างเทียบอัตราส่วนแปลผลประมาณค่าเท่ากับจำนวนเหตุทั้งหมดในโรงเรือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ได้ด้วย จากการทดลองพบว่าเห็นนางฟ้าภูฐาน เจริญเติบโตได้เหมาะสมในช่วงอุณหภูมิ 25 ถึง 30 องศาและความชื้นในช่วง 75 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการควบคุมพัฒนาระบายอากาศ ป้อนน้ำ และเครื่องทำความร้อน ส่งผลให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็นนางฟ้าภูฐานทำได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรือนปกติ สำหรับการประเมินคุณภาพการเจริญเติบโต ได้รับคำแนะนำและสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเหตุที่ได้จากโรงเรือนเพาะเห็นนางฟ้าภูฐานที่ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ มีเกณฑ์การวัดคุณภาพอยู่ที่ร้อยละ 75 และค่าความถูกต้องการแจ้งเตือนตรวจสอบการเจริญเติบโตด้วยการประมวลผลภาพจากกลุ่มเหตุตัวอย่างอยู่ที่ 88.9 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: โรงเรือนเพาะเห็ด อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง แอปพลิเคชันไลน์

1. บทนำ

การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาเปลี่ยนแปลงการเกษตรไทยแบบดั้งเดิมสู่เกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 (THAILAND 4.0) จึงเป็นจุดเริ่มต้นหรือที่มาส่วนหนึ่งของฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farmer) จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตร [1] ได้แก่ พื้นฐานความรู้ของเกษตรกรความเร็วในการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และต้นทุนที่จำกัดของรัฐบาลที่จะสนับสนุนทรัพยากรทางเทคโนโลยีสำหรับการส่งงานอุปกรณ์ปลายทาง เพื่อควบคุมเซ็นเซอร์ที่รับค่าสภาพแวดล้อมของแปลงปลูก มีการใช้เทคโนโลยีด้านการสื่อสารข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT: Internet of Things) ซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ [2] ด้วยใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น 5 ท่าแล้วเกิดความสะดวกสบายต่อผู้ใช้ เช่น การมีพื้นที่เล็ก ๆ แต่สามารถออกแบบให้ผูกแบบผสมผสานและเกื้อกูลกันได้ และต้องใช้เทคโนโลยีควบคู่กันไปด้วย โดยเน้นรูปแบบการบริหารจัดการสภาพแวดล้อม ดิน น้ำ อากาศ แสง อุณหภูมิ คุณค่า และความชื้นให้อยู่ในการควบคุมโดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดการซึ่งมักถูกนำมาใช้ในการเพาะปลูกแบบโรงเรือนขนาดเล็กเล็กพื้นที่น้อย เช่น โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ [3-4] รองรับการทำงานโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ต ระบบเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ความชื้น มาควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเห็นนางฟ้าภายในโรงเรือนเห็นนางฟ้าเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่นิยมรับประทานกันทั่วไป ทำให้เกิดการพัฒนาไปสู่การก่อเหตุในเชิงการค้ามากขึ้นและการสร้างโรงเรือนเพราะเห็ดนั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดที่ดี

โดยส่วนใหญ่จะต้องมีลักษณะดังนี้คือ สถานที่ควรจะมีลักษณะเป็นที่โล่งแจ้งอากาศถ่ายเทได้สะดวกไม่มีน้ำท่วมขังหรือเปลี่ยนชื่อมากเกินไป จึงกล่าวได้ว่าอุณหภูมิ อากาศ ความชื้นและแสงมีความสำคัญซึ่งจะต้องจัดสภาพแวดล้อมดังกล่าวภายในโรงเรือนแต่ละชนิด [5] เพราะสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญต่อปริมาณ ผลผลิตและคุณภาพของเห็ด หากสามารถกำหนดและควบคุมให้เหมาะสมกับเห็ดแต่ละชนิดได้ ส่งผลให้มีโอกาสที่เห็ดจะพัฒนาเป็นดอกและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ในปัจจุบันมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง มาประยุกต์ใช้ในโรงเรือนเพาะเห็ดเพื่อใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า [6] โดยนำข้อมูลที่ได้ส่งแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line Application) เพื่อให้เจ้าของโรงเรือนทราบถึงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในโรงเรือน นอกจากนี้ยังพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถส่งผลต่อคุณภาพดอกเห็ด ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโรงเรือนแบบเปิดให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก จึงไม่ได้มีเซ็นเซอร์วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในส่วนท้ายของการประมวลผลได้นำการประมวลผลภาพเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโต [7-8] ของพืชพันธุ์ที่ต้องการ ข้อดีคือไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษในการติดตั้ง เพื่อสัมผัสกับพันธุ์ที่กำลังต้องการประเมินค่าความเจริญเติบโต

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างโรงเรือนและพัฒนา
ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน

2.2 เพื่อออกแบบระบบตรวจวัดการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐานโดยใช้กล้องในการถ่ายภาพประมวลผล

2.3 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐานด้วยระบบที่สร้างขึ้น

3.แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 เห็ดนางฟ้าภูฐาน

เห็ดนางฟ้าภูฐานเป็นเห็ดที่เกิดขึ้นบนต้นไม้เนื่ออ่อนที่ตายแล้ว เจริญเติบโตได้เร็วมาก ซึ่งพบที่ประเทศภูฐาน เป็นเห็ดตระกูลเดียวกับเห็ดนางฟ้า จุดเด่นของเห็ดนางฟ้าภูฐาน คือ เส้นใยเจริญได้ดีและเร็วมาก มีการออกดอกเห็ดเร็วกว่าเห็ดชนิดอื่น ระยะช่วงห่างของการออกดอกสั้น มีความต้านทานราสีเขียวและราสีดำสูง สำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน จำเป็นต้องรักษาความชื้นและอุณหภูมิให้มีความเหมาะสม เพื่อให้ดอกเห็ดสวยงามและมีคุณภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศควรอยู่ในช่วง 75-85 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการออกดอกประมาณ 7 วัน หลังจากเจริญเต็มถ่วงก่อนเชื้อ ตามตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังมีปัจจัยของอากาศเพื่อใช้ในการหายใจควบคุมการสร้างดอกเห็ด โดยจะต้องมีการถ่ายเทอากาศที่ดีไม่ให้เกิดการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป

ตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิ ความชื้น และเวลาที่ออกดอกของเห็ดนางฟ้าภูฐาน

ชนิดเห็ด	อุณหภูมิ	ความชื้น	ช่วงออกดอก
นางฟ้าภูฐาน	25-30 °C	75-85 %	7 วัน

สำหรับเกณฑ์การวัดคุณภาพของเห็ดนางฟ้าภูฐานแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) คุณภาพดีดอกเห็ดต้องมีขนาดใหญ่และช่อใหญ่ที่มีหลายดอก แสดงดังรูปที่ 1 (ก) มีก้านดอกที่อวบแน่นไม่มีลักษณะดอกเห็ดที่หักงอ 2) คุณภาพปานกลางเห็ดต้องมีขนาดใหญ่แต่ช่อเล็ก แสดงดังรูปที่ 1 (ข) ไม่มีลักษณะดอกเห็ดที่หักงอ 3) คุณภาพต่ำเห็ดมีลักษณะดอกเห็ดที่หักงอหรือแห้งเหี่ยวที่เกิดจากได้รับความชื้นที่มากเกินไปหรือไม่ได้รับความชื้นที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต แสดงดังรูปที่ 1 (ค)



(ก) ระดับดี (ข) ระดับกลาง (ค) ระดับต่ำ
รูปที่ 1 คุณภาพของเห็ดทั้ง 3 ระดับ

3.2 การประมวลผลภาพดิจิทัล

3.2.1 หลักการประมวลผลภาพดิจิทัล ได้กล่าวถึงขั้นตอนการประมวลผลภาพไว้ดังนี้

1) การลดสัญญาณรบกวน (Noise Filtering) เป็นการนำภาพมาผ่านตัวกรองเกาส์เซียนเบลอ (Gaussian Blur Filter) [9] ที่ใช้เคอร์เนล (Kernel) ขนาด 15x15 ซึ่งภาพที่ได้จะมีลักษณะที่เรียบขึ้น

2) การปรับแต่งคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ภาพมีคุณภาพมากขึ้นโดยการปรับความเข้มของสี (Level) ปรับความสว่างของภาพ (Brighten) ความเปรียบต่าง (Contrast) และให้มีความชัดเจนมากขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการแยกส่วนของภาพ

3) การดึงค่าคุณลักษณะของภาพ (Image Features Extraction) ในการจำแนกประเภทของวัตถุที่สนใจจากภาพที่ทำการดึงค่าคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ขนาดพื้นที่ของวัตถุ ค่าสีของวัตถุ ขอบภาพของวัตถุ ความกว้างความยาว ตำแหน่ง หรือจำนวนวัตถุจากภาพ เป็นต้น

3.2.2 การหาขอบของภาพ (Edge Detection) การหาขอบภาพเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ภาพ โดยอาศัยรูปแบบหรือโครงร่างของวัตถุ เพื่อกำหนดขอบเขตระหว่างวัตถุและภาพพื้นหลัง งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้หลักการหาขอบภาพด้วยตัวดำเนินการโซเบล (Sobel Operator) [10] เป็นการผสมผสานกันของฟิสิกเซลล์แบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) โดยใช้ฟิลเตอร์ (Filter) ในแนวแกน x และ y เพื่อคำนวณที่ฟิสิกเซลล์นั้น ๆ โดยใช้เคอร์เนลฟิลเตอร์ (Kernel Filter) ขนาด 3x3 ตามสมการที่ (1) เลื่อนไปที่ละช่วงฟิสิกเซลล์ลักษณะเป็นช่องหน้าต่าง โดยการเลื่อนจะเลื่อนทั้งแนวแกน x และ y ในแนวเส้นทแยงมุม แล้วนำมาคำนวณหาค่าฟิสิกเซลล์ในช่วงดังกล่าว

$$Gx = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} Gy = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

เมื่อ Gx คือ เคอร์เนลฟิลเตอร์แกน x
 Gy คือ เคอร์เนลฟิลเตอร์แกน y

จากนั้นนำค่า Gx และ Gy มาคำนวณหาขนาด (Magnitude) และมุม (Angle) หรือทิศทางการวางตัวของขอบภาพ ตามสมการที่ (2) และ (3)

$$G = \sqrt{I * Gx^2 + I * Gy^2} \quad (2)$$

เมื่อ G คือ ขนาดของขอบภาพ
 I คือ พิกเซลภาพต้นฉบับ

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{I * Gy}{I * Gx} \right) \quad (3)$$

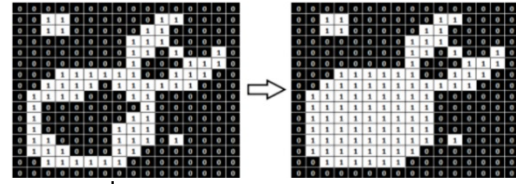
เมื่อ θ คือ มุมทิศทางการวางตัวของขอบภาพ

3.2.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ (Morphological Processing)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงสร้างของภาพ คือการประมวลผลของภาพทางด้านโครงสร้าง งานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการเติมส่วนที่เป็นช่องว่าง (Hole Filling) เป็นการเติมส่วนหนึ่งที่เป็นช่องว่างที่เกิดขึ้นในวัตถุจากการหาพิกเซลที่ถูกล้อมรอบ ดังรูปที่ 2 โดยอาศัยการหาจุดเชื่อมต่อระหว่างขอบของวัตถุข้างเคียงจากนั้นนำมายูเนียนกับภาพต้นฉบับ พิจารณาตามสมการที่ (4)

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^c \quad (4)$$

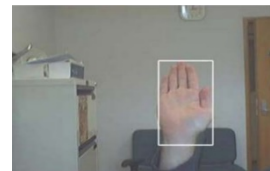
เมื่อ X_k คือ ส่วนที่เชื่อมต่อพิกเซล
 B คือ สมาชิกโครงสร้าง
 A^c คือ ภาพต้นฉบับที่ถูกกลับสี



รูปที่ 2 การเติมเต็มช่องว่างของภาพวัตถุ

3.2.4 การกำหนดบริเวณที่สนใจ (ROI: Region of Interest)

หลักการกำหนดบริเวณตำแหน่งรูปภาพที่สนใจ คือ บริเวณใดภายในภาพก็ได้ โดยการติกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยม หรือกรอบรูปเหลี่ยมใด ๆ ดังรูปที่ 3 เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผลหรือเปลี่ยนแปลงภาพตามที่ต้องการ โดยไม่มีผลกระทบต่อส่วนอื่น ๆ ซึ่งใน 1 ภาพ สามารถกำหนดบริเวณที่สนใจได้หลายตำแหน่ง ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดกรอบบริเวณที่สนใจ [11] จากภาพจำนวน 10 กรอบ ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนก๊อนเทสต์ 10 ก๊อนที่ใช้ประมวลผลกรอบมีขนาด 12x9 เซนติเมตร หรือมีจำนวน 10,800 พิกเซล



รูปที่ 3 การกำหนดบริเวณที่สนใจในภาพ

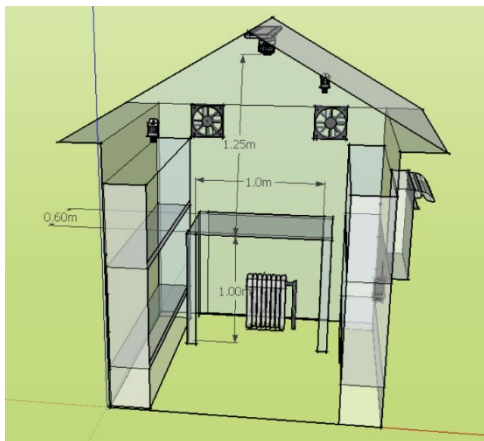
เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง หมายถึงการที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ งานวิจัยนี้ได้ใช้ไดอะล็อกโฟว์ (Dialog Flow) [12] พัฒนาโดยกูเกิ้ลเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์ (Line) โดยต้องทำการสมัครในโมดนักพัฒนาผ่าน <https://developers.line.biz/en/> เพื่อเป็นตัวกลางในการส่งผ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลไฟร์เบสไปยังแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อแจ้งเตือนข้อมูลของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของชุดการทำงานเซ็นเซอร์ และผู้ใช้งานสามารถส่งข้อมูลจากแอปพลิเคชันไลน์ผ่านไดอะล็อกโฟว์ไปเก็บยังฐานข้อมูลไฟร์เบสเพื่อปรับปรุงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ปลายทางได้เช่นกัน

4.วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยนั้นจะประกอบไปด้วย การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติและแบบอัตโนมัติ เพื่อเก็บผลการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักของผลผลิตที่ได้ สำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย ชั้นวางเห็ด ตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ พัฒลมระบายอากาศ จากนั้นทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้การประมวลผลภาพ เพื่อวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเห็ด รวมทั้งการพัฒนา ระบบที่ใช้แจ้งเตือนหรือสอบถามสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จาก เจ้าของโรงเรือนผ่านหลักการของอินเทอร์เน็ตในทุกที่ สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนประกอบต่าง ๆ มีดังนี้

4.1 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน

มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 2 เมตร ดังรูปที่ 4 พร้อมติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ กล้องสำหรับประมวลผลภาพ โดยจะติดตั้งด้านบนโรงเรือนพร้อมกับแสงไฟแอลอีดีสีขาวที่ใช้เปิดไฟทุกครั้งที่มีการถ่ายภาพ ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องจะโฟกัสจำนวนก้อนเห็ดตัวอย่างในโรงเรือนจำนวน 10 ก้อน และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับการเปรียบเทียบผลลัพธ์งานวิจัยนี้ได้สร้างโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติมีขนาดเทียบอัตราส่วน 2:1 ของโรงเรือนอัตโนมัติ



รูปที่ 4 ออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน

เนื่องจากเป็นโรงเรือนปกติ ไม่จำเป็นต้องมีกล้องที่ใช้ประมวลผลภาพ และติดตั้งเซ็นเซอร์ควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของดอกเห็ดที่ได้จากทั้ง 2 โรงเรือน ดังรูปที่ 5 ว่ามีสภาพแตกต่างกันอย่างไร



รูปที่ 5 โรงเรือนอัตโนมัติและโรงเรือนปกติ

สำหรับจำนวนดอกเห็ดที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 2 โรงเรือน ใช้ในโรงเรือนอัตโนมัติจำนวน 170 ก้อน แยกเป็น 160 ก้อนสำหรับควบคุมในสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ และ 10 ก้อนเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมวลผลภาพเทียบอัตราส่วนของความเจริญเติบโตกับกลุ่ม 160 ก้อนที่กล่าวไป สำหรับโรงเรือนปกติจะใช้ 160 ก้อนเพื่อเปรียบเทียบผลของการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงเรือนประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลบอร์ดราสเบอร์รี่พาย รับค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซ็นเซอร์ DHT22 เพื่อส่งการควบคุมปั๊มน้ำเพื่อให้ความชื้นภายในโรงเรือน พัฒลมระบายอากาศ และเครื่องทำความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือน ดังรูปที่ 6 สำหรับเงื่อนไขในการส่งงานอุปกรณ์ต่างๆ เป็นไปตามตารางที่ 2 เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่กำหนด

ตารางที่ 2 กำหนดเงื่อนไขในการส่งงานอุปกรณ์

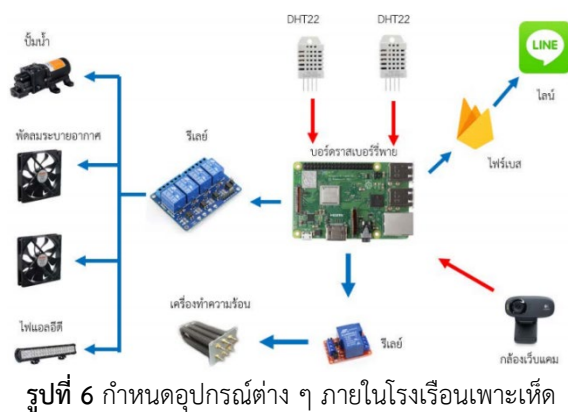
เงื่อนไขการทำงาน T = อุณหภูมิ H = ความชื้น	สถานะส่งงานอุปกรณ์ ✓ ทำงาน × หยุด		
	ฮีตเตอร์	พัดลม	ปั๊มน้ำ
T: 25-30 และ H: 75-85	×	×	×
T ≤ 25 และ H ≤ 75	✓	×	×
T ≤ 25 และ H ≥ 85	✓	✓	×
T ≥ 30 และ H ≤ 75	×	×	✓
T ≥ 30 และ H ≥ 85	×	✓	×
T ≥ 30 และ H < 75	×	✓	✓

4.2 การออกแบบหลักการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพจะใช้บอร์ดราเบอร์รี่พายเป็นตัวกลางในการประมวล โดยใช้ภาษาไพทอนเรียกใช้ไลบรารีโอเพนซีวี (OpenCV) ในการรับชุดคำสั่งมาประมวลผลจากกล้องถ่ายภาพ แล้วนำมาเข้ากระบวนการประมวลผลภาพ ดังรูปที่ 7 โดยใช้การวางกรอบเมื่อเห็นมีการเจริญเติบโตมากกว่าค่าของพิกเซลที่กำหนดไว้บอร์ดราเบอร์รี่พายจะทำการส่งค่าที่ประมวลผลไปเก็บที่ฐานข้อมูลไฟร์เบส เพื่อทำการแจ้งจำนวนก้อนเห็ดที่พร้อมเก็บต่อไป

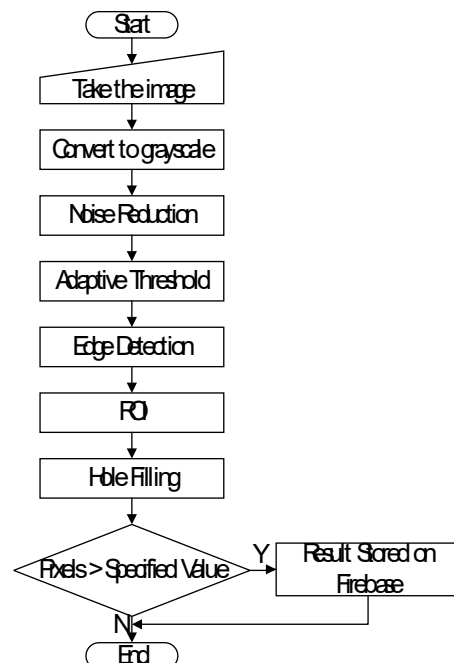
4.2.1 การทำงานของการประมวลผลภาพ

การวางตำแหน่งของก้อนเชื้อเห็ดจะวางทับตรงกลางเส้นตามแนวตั้ง โดยส่วนหัวของก้อนเชื้อเห็ดต้องไม่เกินเส้นในแนวนอน ดังรูปที่ 8 (ก) การถ่ายภาพโดยใช้กล้อง



เว็บแคมจะทำงานร่วมกับไฟแอลอีดีเพื่อเพิ่มแสงสว่างดังรูปที่ 8 (ข) ขั้นตอนต่อไปจะทำการแปลงไฟล์รูปภาพเป็นภาพสีระดับเทา (Gray Scale) จากนั้นกำจัดสัญญาณรบกวนทั้งโดยใช้เกาส์เซียนเบลอ (Gaussian Blur) กำหนดขนาดของเคอร์เนล 15×15 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นสัญญาณรบกวนในภาพจะลดลงในขณะที่ภาพหลักยังมีรายละเอียดของคุณภาพที่ใช้ประมวลผลต่อได้ แสดงดังรูปที่ 8 (ค) ขั้นตอนต่อไปทำการแยกภาพวัตถุในที่นี้คือดอกเห็ดนางฟ้าภูฐาน ออกจากภาพพื้นหลังด้วยหลักการของการระบุค่าแบ่งระดับแบบปรับค่าได้ (Adaptive Threshold) [13] ซึ่งเหมาะกับภาพที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอและจำเป็นต้องใช้ค่าแบ่งระดับหลายค่า ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังภาพที่ 8 (ง) ซึ่งจะได้ภาพแบบไบนารี (Binary Image) เพื่อนำไปเข้าสู่

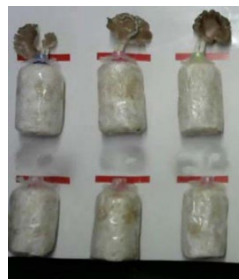
กระบวนการหาขอบของภาพด้วยตัวดำเนินการโซเบลที่กำหนดขนาดของเคอร์เนลที่ใช้ขนาด 3×3 และทำการเติมช่องว่างพิกเซล โดยกำหนดเคอร์เนลขนาด 2×2 ในส่วนของพื้นที่ที่สนใจตามตำแหน่งที่ถูกรอบไว้ภายในขอบภาพดอกเห็ดที่ได้ดังภาพที่ 8 (จ) ขั้นตอนสุดท้ายทำการเปรียบเทียบจำนวนพิกเซลในพื้นที่ที่สนใจ โดยถ้ามีจำนวนพิกเซลมากกว่าค่าที่กำหนด [14] ว่าจะถูกพิจารณาแปลผลเป็นจำนวนดอกเห็ดที่มีความเจริญเติบโต ดังรูปที่ 8 (ฉ) เก็บจำนวนดอกเห็ดที่ได้ในฐานข้อมูลไฟร์เบสเพื่อทำการแจ้งเตือนเจ้าของโรงเรียนต่อไป



รูปที่ 7 ขั้นตอนการประมวลผลภาพที่ใช้ในงานวิจัย



(ก) เส้นที่ใช้วางก้อนเห็ด



(ข) ฉายแสงเพื่อถ่ายภาพ



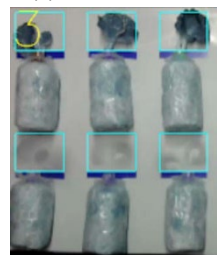
(ค) ภาพสีระดับเทา



(ง) ภาพไบนารี



(จ) กำหนดพื้นที่สนใจ



(ฉ) ระบุก้อนเห็ดที่พร้อมเก็บ

รูปที่ 8 ขั้นตอนประมวลผลภาพดอกเห็ด

4.3 การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมและการเจริญเติบโตของเห็ด

จากผลการประมวลผลภาพแปลผลเป็นจำนวนก้อนเห็ดที่พร้อมเก็บ จะถูกเก็บค่าลงฐานข้อมูลไฟร์เบส จากนั้นจะใช้ไดอะล็อกไฟร์เป็นตัวกลางเชื่อมฐานข้อมูลไฟร์เบส ส่งค่าไปแสดงผลที่แอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของโรงเรือน นอกจากนี้ยังสามารถพิมพ์หมายเลขบนแอปพลิเคชันไลน์เพื่อสอบถามสถานะต่าง ๆ ภายในโรงเรือนได้ด้วย ดังรูปที่ 9 สำหรับข้อมูลที่ใช้สอบถามระบบมีดังนี้

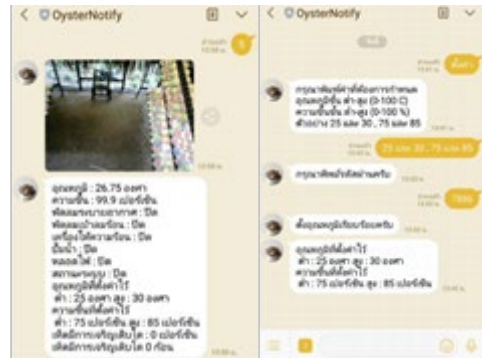
พิมพ์หมายเลข 1: ถามอุณหภูมิและความชื้น

พิมพ์หมายเลข 2: สถานะการทำงานของอุปกรณ์

พิมพ์หมายเลข 3: อุณหภูมิและความชื้นที่ระบุไว้

พิมพ์หมายเลข 4: ส่งภาพการเจริญเติบโตของเห็ด

พิมพ์หมายเลข 5: เช็คสถานะทั้งหมด



รูปที่ 9 สอบถามสภาพแวดล้อมโรงเรือนผ่านไลน์

5.ผลการวิจัย

5.1 ผลการหาเกณฑ์ที่ใช้วัดความเจริญเติบโตของเห็ด

เพื่อให้ได้มาซึ่งมาค่าจำนวนพิกเซลภายในขอบดอกเห็ดภายในพื้นที่ที่ถูกรอบไว้ในภาพ ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจว่าดอกเห็ดดังกล่าวเจริญเติบโตพร้อมเก็บได้แล้วนั้น จะทำการคัดเลือกจำนวนก้อนดอกเห็ดที่มีคุณภาพดีจำนวน 20 ก้อน คัดเลือกโดยการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นทำการประมวลผลภาพวิเคราะห์จำนวนพิกเซลในพื้นที่ที่ถูกรอบไว้ พร้อมกับหาค่าเฉลี่ยทั้ง 20 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเห็ดและจำนวนพิกเซลจากการประมวลผล 20 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 10.16 เซนติเมตร และ 4,592 พิกเซล ตามลำดับ โดยการเปรียบเทียบถ้าจำนวนพิกเซลของดอกเห็ดที่ทำการประมวลผลมีค่ามากกว่า 4,592 พิกเซล นั้นหมายถึงดอกเห็ดดังกล่าวมีเกณฑ์การเจริญเติบโตที่พร้อมเก็บก้อนเห็ดได้แล้วนั่นเอง

5.2 ผลการทดลองความแม่นยำของการวัดความเจริญเติบโตของก้อนดอกเห็ดด้วยการประมวลผลภาพ

ตารางที่ 3 หาค่าความแม่นยำการประมวลผลภาพดอกเห็ด

ครั้งที่	จำนวนก้อนเห็ดคุณภาพดีที่พร้อมเก็บ		ความถูกต้อง (%)
	จำนวนก้อนเห็ดพร้อมเก็บ	จากการประมวลผลภาพ	
1	10	9	90
2	10	8	80
3	10	10	100
4	10	7	70
5	10	9	90
6	10	10	100
7	10	9	90
8	10	10	100
9	10	8	80
10	10	9	90
ความแม่นยำเฉลี่ย			88.9

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าการวิเคราะห์แปลผลค่าความเจริญเติบโตของก้อนเห็ดจำนวน 10 ก้อน ทดลองจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละรอบการทดลอง สุ่มเลือกก้อนเห็ดใหม่ที่ดอกใบมีขนาดใหญ่เพื่อทดลอง ได้ค่าความแม่นยำเท่ากับ 88.9 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเห็ดบางก้อนที่นำมาทดลองมีลักษณะของใบที่หักงอตามธรรมชาติ เมื่อผ่านการประมวลผลภาพตามกรอบพื้นที่ที่สนใจ แล้วทำการเติมเต็มพิกเซลภายในขอบพื้นที่ใบดอกเห็ดไม่สามารถเติมเต็มได้ ตามรูปที่ 10 ส่งผลให้การนับจำนวนพิกเซลเพื่อตัดสินใจว่ามีสถานะก้อนเห็ดพร้อมเก็บเกิดข้อผิดพลาดขึ้น



รูปที่ 10 ใบดอกเห็ดหักงอทำให้ประมวลผลผิดพลาด

5.3 ผลการทดลองเทียบอัตราส่วนของก้อนเห็ดตัวอย่างที่ใช้ประมวลผลภาพ 10 ก้อน

แปลเป็นผลสถานะพร้อมเก็บเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับก้อนเห็ดจำนวน 160 ก้อนภายในโรงเรือนเพาะเห็ดอัตโนมัติ ทดลองในช่วงระยะการเจริญเติบโตของเห็ด

ใน 7 วัน ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4 พบว่าอัตราส่วนการเทียบผลลัพธ์การแปลผลสถานะก้อนเห็ดพร้อมเก็บจากการประมวลผลภาพก้อนเห็ดตัวอย่างจำนวน 10 ก้อน ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับก้อนเห็ดจำนวน 160 ก้อน ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยผลต่างเพียง 0.25% เท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าก้อนเห็ดทั้งหมดอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเหมือนกัน

5.4 ก้อนเห็ดที่พร้อมเก็บจากโรงเรือนอัตโนมัติเทียบกับโรงเรือนปกติ

จากช่วงของการเจริญเติบโตเห็ดใน 7 วัน แสดงผลตามตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าจำนวนเห็ดที่พร้อมเก็บจากโรงเรือนอัตโนมัติ ให้จำนวนก้อนเห็ดที่พร้อมเก็บมากกว่าโรงเรือนปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยผลต่างอยู่ที่ 7.41% ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรือนอัตโนมัติมีการควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งการแจ้งเตือนจากระบบประมวลผลภาพไม่ได้ใช้ในการแปลผลครั้งนี้ ด้วยเป็นการวิเคราะห์จากการสังเกตของผู้เชี่ยวชาญจากก้อนเห็ดที่พร้อมเก็บทั้ง 2 โรงเรือน

ตารางที่ 4 เทียบอัตราส่วนเห็ดตัวอย่างกับเห็ดบนชั้นวาง

วันที่	ก้อนเห็ดจำนวน 160 ก้อน		เห็ดตัวอย่างจำนวน 10 ก้อน		ผลต่าง (%)
	พร้อมเก็บ (ก้อน)	คิดเป็น (%)	พร้อมเก็บ (ก้อน)	คิดเป็น (%)	
1	15	9.38	1	10	0.62
2	21	13.13	2	20	6.87
3	24	15	2	20	5
4	36	22.5	2	20	2.5
5	96	60	5	50	10
6	115	71.88	7	70	1.88
7	122	76.25	8	80	3.75
ค่าเฉลี่ยผลต่าง					0.25

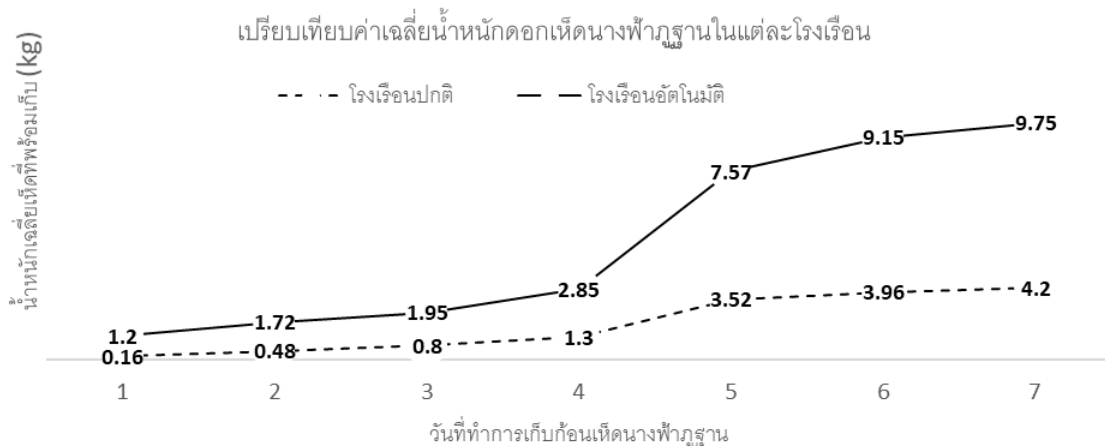
5.5 ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักดอกเห็ดจากโรงเรือนอัตโนมัติและโรงเรือนปกติ

การวัดคุณภาพของเห็ด เมื่อนำมาชั่งน้ำหนัก ผลปรากฏว่าดอกเห็ดจากโรงเรือนที่ควบคุมระบบอัตโนมัติ

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ให้ผลของน้ำหนักที่มากกว่า ดังกราฟรูปที่ 11 โดยทำการทดลองใน 7 วัน สาเหตุมาจากเห็ดในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมระบบอัตโนมัติ นั้นได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต จากดอกเห็ดที่ผ่านการประมวลผลภาพว่าอยู่ในสถานะพร้อมเก็บ นำมาทำการคัดเลือกแบบสุ่มจำนวน 20 ดอก ในการพิจารณาความ

สมบูรณ์ของดอกเห็ดได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญแปลค่าความสมบูรณ์ของดอกเห็ดพบว่า มี 15 ดอก โดยคิดเป็นร้อยละ 75 ของดอกเห็ดที่มีคุณภาพดี ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากส่วนหนึ่งอาจจะเกิดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการประมวลผลภาพที่แปลผลลัพธ์ของดอกเห็ดที่ยังไม่พร้อม เก็บแต่ถูกแปลสถานะเป็นพร้อมเก็บแล้ว



รูปที่ 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักดอกเห็ดในช่วง 7 วัน

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบก่อนเห็ดที่พร้อมเก็บจาก 2 โรงเรือน

วันที่	ก่อนเห็ดจากโรงเรือนอัตโนมัติจำนวน 160 ก่อน		ก่อนเห็ดจากโรงเรือนปกติจำนวน 160 ก่อน		ผลต่าง (%)
	พร้อมเก็บ (ก่อน)	คิดเป็น (%)	พร้อมเก็บ (ก่อน)	คิดเป็น (%)	
1	16	10	4	2.5	7.5
2	23	14.37	12	7.5	6.875
3	26	16.25	20	12.5	3.75
4	38	23.75	32	20	3.75
5	101	63.12	88	55	8.125
6	122	76.25	104	65	11.25
7	130	81.25	113	70.62	10.625
ค่าเฉลี่ยผลต่าง					7.41

6.สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการประมวลผลภาพดอกเห็ดภายในโรงเรือนจำนวน 10 ก่อน เพื่อวิเคราะห์อัตราส่วน

เทียบกับ 160 ก่อน ภายในโรงเรือนเดียวกันที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ จากผลการทดลองระบบให้ความแม่นยำของการประมวลผลภาพเท่ากับ 88.9% ค่าน้ำหนักเฉลี่ยดอกเห็ดที่โตเต็มวัย จากโรงเรือนอัตโนมัติมีน้ำหนักที่มากกว่า เห็ดโตเต็มวัยจากโรงเรือนปกติ ประเด็นที่อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากการทดลองด้วยขนาดของโรงเรือนที่แตกต่างกัน อาจเกิดการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพดอกเห็ดได้นอกจากนี้เจ้าของโรงเรือนยังสามารถใช้แอปพลิเคชันไลน์ในการพิมพ์โต้ตอบกับระบบเพื่อสอบถามสภาพแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงเรือนได้ด้วยผ่านหลักการของอินเทอร์เน็ตในทุกที่

7.อภิปรายผล

จากการประเมินค่าความเจริญเติบโตของดอกเห็ดด้วยการประมวลผลภาพ ค่าคลาดเคลื่อนส่วนหนึ่งมาจากรูปภาพดอกเห็ด ที่ใบโตไม่อยู่ในลักษณะแผ่ใบตามปกติ หรือมีการม้วน หักงอ ตามธรรมชาติ ส่งผลให้ขอบใบเกินพื้นที่ที่ถูกรอบที่กำหนดเป็นส่วนพื้นที่ที่ให้ความสนใจ ทำให้นับจำนวนพิกเซลผิดและแปลผลการแจ้งเตือนก่อนเห็ดที่พร้อมเก็บผิดพลาด แต่จากผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับ

โรงเรือนปกติ พบว่าให้ผลผลิตที่ดีกว่าทั้งคุณภาพดอกเห็ด และน้ำหนักด้วยมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม

8.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสุภัทสร อนนต์โรสมบัติ เจ้าของฟาร์มเห็ดบ้านไร่ชายทุ่ง เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ความอนุเคราะห์ประเมินคุณภาพของเห็ดนางฟ้าภูฐาน

9.เอกสารอ้างอิง

- [1] Abfallah, W., Khdaif, M., Ayyash, M., & Asad, I. IoT System to Control Greenhouse Agriculture Based on the Needs of Palestinian Farmers. ICFNDS'18. 2018 [cited 2020 Dec 10]: 1-9. Available from: doi:10.1145/3231053.3231061
- [2] Minh, Q. T., Phan, T. N., Takahashi, A., Thanh, T. T., Duy, S. N., Thanh, M. N., & Hong, C. N. A Cost-effective Smart Farming System with Knowledge Base. In SolCT'17 : Eighth International Symposium on Information and Communication Technology. 2017 [cited 2021 Feb 22]: 309-316. Available from: doi:10.1145/3155133.3155151
- [3] ลิขิต อ่านคาเพชร และ ธงรบ อักษร. โรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2. 2560. 364-374
- [4] Pravinthraja, S., Roger, R. A. P., Nagarani, S., Kavitha., N. S., Raghu, K. IoT Based Mushroom Monitoring System – A Survey. International Journal of Recent Research Aspects. ISSN: 2349-7688. Vol. 5. Issue 1. 2018. 311-314
- [5] บุญยัง สิงห์เจริญ และ สันติ สาแก้ว. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1 (The 1st RUSNC). 2558. 176-183
- [6] วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. วารสารวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ปีที่ 5 ฉบับที่ 1. 2561. 172-182
- [7] Hauer, T., & Jirka, L. Image analysis - a simple method of algal culture growth assessment. Springer Science. 2017 [cited 2021 Jan 18]: 599-601. Available from: doi:10.1007/s10811-007-9154-y
- [8] Ikonomakis, N., Plataniotis, K.N., Zervakis, M., Venetsanopoulos, A.N. Region Growing and Region Merging Image Segmentation. IEEE. 1977 [cited 2021 Feb 22]: 299-302. Available from: doi: 10.1109/ICDSP.1997.628077
- [9] Estevão, S. G., & Murielle, H. Investigation on the Effect of a Gaussian Blur in Image Filtering and Segmentation. Elma Proceeding, IEEE. 2011.
- [10] Vincent, O. R., & Folorunso, O. A Descriptive Algorithm for Sobel Image Edge Detection. InSITE Proceeding. 2009. 97-107
- [11] Kiadtikornthaweeeyot, W., & Tatnall, A. R. L. Region of Interest Detection Based on Histogram Segmentation for Satellite Image. The International Archives of the Photogrammetry, Volume XLI-B7. 2016. 249-255
- [12] Sanket, Salvi., Geetha, V., Sowmya, K. S. Jamura: A Conversational Smart Home Assistant Built on Telegram and Google Dialogflow. TENCON IEEE. 2019 [cited 2021 May 18]: 1569-1576. Available from: doi: 10.1109/TENCON.2019.8929316
- [13] Payel, R., Goutami, D., Saurab, D., Sayan, C., Nilanjan, D., Ruben, R. Adaptive Thresholding: a Comparative Study. ICCICCT International Conference, IEEE. 2014. 1320-1324
- [14] Sun, S., & Zhang, R. Region of Interest Extraction of Medical Image based on Improved Region Growing Algorithm. MSEE International Conference, volume 125. 2017. 360-364