รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพต้นอ่อนทานตะวันด้วยการประมวลผลภาพ
Analysis and Classification of Sunflower Sprouts Quality Using Image Processing

นางสาวรัตติกร สมบัติแก้ว
นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ
นางอรฉัตร จิตต์โสภักตร์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพต้นอ่อนทานตะวันด้วยการประมวลผลภาพ

Analysis and Classification of Sunflower Sprouts Quality Using Image Processing

นางสาวรัตติกร สมบัติแก้ว

นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ

นางอรฉัตร จิตต์โสภักตร์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพต้นอ่อนทานตะวันด้วยการประมวลผลภาพ
แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 70,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 1 กันยายน 2561
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
นางสาวรัตติกร สมบัติแก้ว ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
นางอรฉัตร จิตต์โสภักตร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนานวัตกรรมสมาร์ทฟาร์มเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตสินค้าเกษตร โครงการนี้จึงพัฒนาต้นแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์และวิเคราะห์คุณภาพของต้นอ่อนทานตะวันด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภาพถ่ายจะถูกนำมาคำนวณค่าสีลำต้น สีใบ ความยาวลำต้น และความยาวใบเพื่อนำไปหาคุณลักษณะเฉพาะของต้นอ่อนทานตะวัน ผลการทดลองพบว่าค่าสีใบและสีลำต้นของการปลูกแบบเปิดและปิดตาข่ายพรางแสงมีค่าสีน้ำเงินในสีใบน้อยกว่าค่าสีน้ำเงินในสีลำต้นอย่างชัดเจน ค่าความยาวลำต้นและความหนาลำต้นที่ได้มีความสอดคล้องกับการวัดด้วยไม้บรรทัดและเวอร์เนีย ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในพัฒนาอัลกอริธึมสำหรับจำแนกขนาดของต้นอ่อนทานตะวันได้

คำสำคัญ : ต้นอ่อนทานตะวัน, การประมวลผลภาพ, คุณภาพต้นอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Analysis and Classification of Sunflower Sprouts Quality Using Image Processing
Researcher: Miss Rattikorn Sombutkaew
Faculty: Prince of Chumphon Campus **Department:** Department of Engineering
Researcher: Miss. Kanokpon Bunya-atichart
Faculty: Prince of Chumphon Campus **Department:** Department of Agricultural Technology
Researcher: Mrs. Orachat Chitsobhuk
Faculty: Faculty of Engineering **Department:** Department of Computer Engineering

ABSTRACT

Nowadays an innovative smart farming development is promoted for applying the electronic and computer technology in agricultural production. This project, a prototype of an automatic sunflower sprouts cultivation cabinet, was invented using electronic systems and analyzed the qualities of sunflower sapling by the computer. The image data were calculated the stem color, leaf color, stem length and leaf length to evaluate the characteristics of the sunflower sprouts. The results showed that the blue color of leaves in both conditions of spreading and furling the sunshade net were significantly lower than the stem color. The values of trunk length and thickness were similar to measure with the ruler and the Vernier caliper. Therefore, this method could be developed the algorithm basis to classify the sunflower sprouts sizes.

Keywords : Sunflower Sprouts, Image Processing, Sprouts Quality.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ขอขอบคุณหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และหลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและสถานที่สำหรับการทดลองและดำเนินงานวิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัยและเจ้าหน้าที่พัสดุที่ได้ให้คำแนะนำและข้อมูลเพื่อให้งานวิจัยโครงการนี้สำเร็จไปด้วยดี

นางสาวรัตติกร สมบัติแก้ว
นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ
นางอรฉัตร จิตต์โสภักตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ I
สารบัญตาราง I
สารบัญภาพ I
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ต้นอ่อนทานตะวัน 3
2.2 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ 6
2.3 การประมวลผลภาพ 12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 15
3.1 การออกแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ 15
3.2 การประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน 16
บทที่ 4 ผลการวิจัย 20
4.1 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ 20
4.2 การประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน 26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 27
5.1 สรุปผลการวิจัย 27
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย 36
6.1 งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ 36

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก
ภาคผนวก ข
ภาคผนวก ค สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

ประวัตินักวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ความยาวลำต้น ความกว้างลำต้น ความหวานลำต้นและความหวานใบโดยการปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง 26
4.2 การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบเปิดตาข่ายพรางแสง 29
4.3 การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดตาข่ายพรางแสง 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เซนเซอร์ SHT31 6
2.2 บอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ Arduino UNO R3 7
2.3 โมดูล LCD 8
2.4 ผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I^2C 9
2.5 โซลินอยด์วาล์ว 9
2.6 ภาพร่างของรีเลย์ 10
2.7 กล้อง IP Camera Fujitel I9813 11
2.8 ปั๊มน้ำ DC 12V 11
2.9 รีแฟคโตมิเตอร์ 12
2.10 ตัวอย่างภาพดิจิตอลขนาด 560x293 พิกเซล 13
2.11 แบบจำลองสี RGB แบบพิกัดคาร์ทีเซียน 14
3.1 บล็อกไดอะแกรมของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ 15
3.2 บล็อกไดอะแกรมการประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน 16
3.3 ตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจของต้นอ่อนทานตะวัน 17
3.4 ตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจส่วนใบ 17
3.5 ตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจส่วนลำต้น 18
3.6 ตัวอย่างการนับพิกเซลในแกน Y ของลำต้น 19
3.7 ตัวอย่างการนับพิกเซลในแกน X ของลำต้น 19
4.1 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ 20
4.2 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติเมื่อทดลองเพาะต้นอ่อน 21
4.3 การเพาะต้นอ่อนทานตะวันในวันที่ 3 (ชั้นที่ 1 แบบเปิดตาข่ายพรางแสง) 21
4.4 การเพาะต้นอ่อนทานตะวันในวันที่ 4 (ชั้นที่ 1 แบบเปิดตาข่ายพรางแสง) 21
4.5 การเพาะต้นอ่อนทานตะวันวันที่ 6-7 (ชั้นที่ 1 แบบเปิดตาข่ายพรางแสง) 22
4.6 ตัวอย่างการวัดความยาวต้นอ่อนที่เพาะด้วยการปิดตาข่ายพรางแสง 22
4.7 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นที่เพาะด้วยการปิดตาข่ายพรางแสง 22
4.8 การวัดความยาวของต้นอ่อนทานตะวันด้วยการเปิดตาข่ายพรางแสง 23
4.9 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นอ่อนทานตะวันด้วยการเปิดตาข่ายพรางแสง 23
4.10 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความยาวต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง 24
4.11 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเส้นผ่าศูนย์กลางต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง 24
4.12 แผนภูมิแท่งแสดงความหวานใบต้นอ่อนทานตะวันแบบปิด และเปิดตาข่ายพรางแสง 25
4.13 แผนภูมิแสดงความหวานลำต้นของต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การเกษตรเป็นอาชีพหลักของประชากรส่วนใหญ่ในประเทศไทย ในปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการอำนวยความสะดวกและเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการผลิตเพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองในด้านแรงงานและปัจจัยการผลิตได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์และการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการปลูกต้นอ่อนทานตะวัน โดยการสร้างต้นแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันด้วยระบบอัตโนมัติ และถ่ายภาพต้นอ่อนทานตะวันเพื่อนำมาวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพสำหรับนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการผลิตให้มีคุณภาพ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยได้มีการส่งเสริมให้มีการพัฒนานวัตกรรมสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่เกิดจากแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (พระบิดาแห่งนวัตกรรมไทย) เกี่ยวกับการส่งเสริม สนับสนุนให้เกษตรกรและผู้ประกอบการใช้นวัตกรรมด้านการเกษตรมากขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและพัฒนาภาคการเกษตรให้ยั่งยืนในอนาคต แนวคิดหลักของสมาร์ทฟาร์ม คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการพัฒนาทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ของกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรไปจนถึงผู้บริโภค เพื่อยกระดับคุณภาพการผลิต ลดต้นทุน รวมทั้งพัฒนามาตรฐานสินค้า [1]

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญและความสนใจเกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นจึงส่งผลให้มีการปลูกต้นอ่อนทานตะวันเพื่อการค้าเพิ่มขึ้นด้วย โดยจำหน่ายในภาพแบบถุงพลาสติกใส เนื่องจากเป็นผลิตผลที่อ่อนหักช้ำและเหี่ยวง่ายทำให้ผู้บริโภคคัดเลือกต้นอ่อนทานตะวันด้วยการพิจารณาลักษณะของสีที่ปรากฏ แต่ไม่สามารถสัมผัสถึงลักษณะเนื้อสัมผัสรวมถึงไม่สามารถคัดเลือกส่วนที่ไม่ดีออกได้ ดังนั้นการพัฒนาวิธีการประเมินคุณภาพผลิตผลสดด้วยการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพของต้นอ่อนทานตะวันจึงเป็นการช่วยยกระดับคุณภาพการผลิต โครงการวิจัยนี้จึงนำข้อมูลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวันมาใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพของต้นอ่อนทานตะวันด้วยการคำนวณค่าฮีสโตแกรมเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและความแตกต่างของค่าความเข้มแสง การแยกส่วนของภาพเพื่อคำนวณหาขนาดของลำต้นและความสูง จากนั้นนำค่าคุณลักษณะที่ได้ไปจำแนกค่าคุณลักษณะเพื่อวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพของต้นอ่อนทานตะวันเพื่อนำไปใช้ในการยกระดับคุณภาพการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ออกแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

1.2.2 ศึกษาการนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันด้วยภาพถ่ายเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกคุณภาพต้นอ่อนทานตะวันด้วยขนาดลำต้น ความสูงลำต้น และสีใบสีลำต้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

โครงการวิจัยนี้แบ่งขอบเขตออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ

1.3.1 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ เป็นการออกแบบและจัดทำตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันที่มีการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยควบคุมการให้น้ำในแต่ละวันด้วยการรับข้อมูลจากเซนเซอร์หรือการตั้งเวลา

1.3.2 การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวัน เป็นการเก็บข้อมูลภาพต้นอ่อนทานตะวันที่ได้จากตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ โดยมีการเก็บภาพในแต่ละวันของการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวซึ่งจะมีการนำภาพถ่ายที่ได้มาศึกษา วิเคราะห์การเจริญเติบโต และจำแนกคุณภาพต้นอ่อนทานตะวันด้วยการประมวลผลภาพเพื่อคำนวณหาขนาดลำต้น ความสูงต้น และสีใบ สีลำต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติและข้อมูลการจำแนกคุณภาพของขนาดลำต้น ความสูง และสีใบที่ได้จากการประมวลผลภาพในโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตและพัฒนาเป็นระบบสมาร์ทฟาร์มในอนาคตได้โดยที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้เกษตรกรนำไปใช้ในการควบคุมปริมาณและคุณภาพการผลิตให้ได้มาตรฐานและปริมาณเพียงพอกับความต้องการของตลาดในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหาต้นทุนด้านแรงงานที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับต้นอ่อนทานตะวัน การเพาะต้นอ่อนทานตะวัน การวัดคุณของต้นอ่อนทานตะวัน ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ ภาพถ่ายและการประมวลผลภาพเบื้องต้น

2.1 ต้นอ่อนทานตะวัน

ต้นอ่อนทานตะวันหรือต้นทานตะวันงอกเป็นผักงอกชนิดหนึ่งที่มีการนำเมล็ดมาเพาะโดยสามารถรับประทานได้ตั้งแต่วันที่ 7 ถึงวันที่ 14 หลังปลูก เมื่อใบแท้คู่แรกสมบูรณ์พืชจะสังเคราะห์แสงได้เต็มที่ซึ่งระยะต้นกล้านี้เรียกอีกอย่างว่า “ไมโครกรีน (Microgreen)” สาเหตุที่นิยมบริโภคกันก่อนที่ใบแท้คู่ๆ จะงอกตามมาเพราะเชื่อในคุณค่าของสารอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ที่มีอยู่สูงในระยะเริ่มต้นของการงอกจนถึงระยะต้นกล้า ทางชาติตะวันตกก็นิยมนำผักไมโครกรีนมาตกแต่งอาหาร ด้วยเหตุที่มีภาพทรงน่ารัก สีสันสวยงาม รวมถึงคัดเลือกชนิดที่มีสรรพคุณสมุนไพร มีรสและกลิ่นหอมเพื่อมาเติมเต็มรสชาติอาหารให้ลงตัวยิ่งขึ้น ส่วนชาวไทยก็รู้จักไมโครกรีนพร้อมกับการตกแต่งอาหารของชาติตะวันตกและอาหารฟิวชั่น ซึ่งเข้ามาเผยแพร่ในหมู่คนเมือง [2]

ทานตะวัน Helianthus annuus L. [3] เป็นพืชในวง Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกา ทานตะวันมีประมาณ 68 ชนิด แต่มีเพียง 2 ชนิดที่ใช้ในการบริโภค คือ แก่นตะวัน Helianthus tuberosis และทานตะวัน Helianthus annuus อยู่ในสกุลเดียวกับเบญจมาศ คำฝอย และดาวเรือง เป็นพืชที่มีอายุสั้น ออกดอกเร็ว เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน ยกเว้นดินที่มีสภาพเป็นกรดและมีน้ำท่วมขัง มีรายงานว่าต้นอ่อนงอกในพืชตระกูลถั่ว มีสารที่มีคุณสมบัติทางด้านพฤษเคมี เช่น glucosinolates และสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ ที่ช่วยในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ดังนั้นสามารถนำต้นอ่อนงอกมาใช้เป็นอาหารที่มีคุณประโยชน์สูง ช่วยส่งเสริมสุขภาพของมนุษย์ได้ ต้นอ่อนงอกหรือ sprout คือต้นอ่อนที่เกิดในระยะแรกของการงอก การเพาะต้นอ่อนงอกเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดให้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ยังไม่งอก [4] มีการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ครอโรฟิลล์ และเส้นใยอาหารของต้นทานตะวันงอกหรือต้นอ่อนทานตะวัน โดยพบว่าต้นทานตะวันงอกที่อายุ 5 วันหลังเพาะเมล็ด มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด 14.46 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.73 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และมีเส้นใยอาหารมากที่สุดในช่วงอายุ 1 วันหลังเพาะเมล็ดอยู่ที่ 1.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด

ปัจจุบันมีการบริโภคต้นอ่อนทานตะวันเป็นจำนวนมาก และเป็นที่ชื่นชอบของกลุ่มคนรักสุขภาพ เนื่องจากต้นอ่อนทานตะวันมีวิตามินเอและวิตามินอีสูง ช่วยบำรุงสายตา ผิวพรรณ บำรุงสายตา และมีวิตามินบี 1 6 โอเมก้า 3 6 9 ซึ่งช่วยบำรุงเซลล์สมอง ป้องกันสมองเสื่อม ทางด้านของการแพทย์ต้นอ่อนทานตะวันสามารถป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ต้นอ่อนทานตะวันสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ใช้ระยะเวลาสั้นในการเจริญเติบโต และตลาดมีความต้องการสูง

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นอ่อนทานตะวันประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ใบ (leaf) เป็นใบเดี่ยวเกิดตรงกันข้าม สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อน เขียว เขียวเข้ม เมื่อใบแก่มีความแตกต่างกันมากทั้งขนาดและภาพร่างของใบ และสามารถมีความยาวต่างกันได้ 5 - 50 เซนติเมตร มีขนมากทั้งสองด้านของใบแต่ละต้นมีจำนวนใบ 12 - 40 ใบ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยใบที่ 4 - 10 จะมีขนาดใหญ่ที่สุด ใบที่อยู่ส่วนบนจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการสะสมน้ำหนักเมล็ดและน้ำมัน

2) ลำต้น (stem) มีสีเขียวอ่อน อวบน้ำ เมื่อต้นมีอายุมากขึ้นลำต้นมีลักษณะหนา แข็ง และมีขนหยาบมีความสูงอยู่ระหว่าง 50 - 500 เซนติเมตร แต่ในพันธุ์น้ำมันจะมีความสูงระหว่าง 80 - 220 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น อยู่ระหว่าง 1 - 10 เซนติเมตร ความสูงของต้นจะอยู่กับจำนวนปล้องและความยาวของปล้อง

3) ราก (root) ทานตะวันเป็นพืชที่มีระบบรากแก้วหยั่งลึกได้ถึง 3 เมตร เจริญเติบโตเร็ว รากแก้วนี้มีประสิทธิภาพในการดูดน้ำสูง จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ทานตะวันเป็นพืชที่ทนทานต่อความแห้งแล้ง ในระยะแรกของการเจริญเติบโตรากจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าลำต้น รากแขนงที่เจริญเติบโตจากรากแก้วจะเจริญอยู่บริเวณลึกจากผิวดินประมาณ 30 เซนติเมตร รากนี้อาจมีความยาวได้ถึง 60 - 150 เซนติเมตร ทำให้สามารถช่วยยึดลำต้นไม่ให้ล้มได้เป็นอย่างดี

4) เมล็ด (seed) เมล็ดทานตะวันเป็นแบบ achene ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อของเมล็ดเรียกว่า kernel และส่วนที่เปลือกเรียกว่า pericarp ภาพร่างลักษณะของเมล็ดอาจเป็นเหลี่ยมหรือรูปไข่ สีของเมล็ดมีความหลากหลายขึ้นกับพันธุ์ของทานตะวัน

2.1.2 วิธีเพาะต้นอ่อนทานตะวัน

ขั้นตอนการเพาะโดยทั่วๆ ไปมีดังนี้

1) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุ่น ก่อนปลูก 1 คืน

2) ใช้ใยมะพร้าวหรือตะแกรงไนล่อนรองก้นตะกร้าพลาสติก

3) ใส่ดินเพาะลงไป สูงประมาณ 1 นิ้วครึ่ง

4) นำเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำไว้ 1 คืน ไปโปรยลงในตะกร้าเพาะให้สม่ำเสมอ

5) ใช้ดินผสมโรยกลบหน้าเมล็ดพันธุ์ สูงประมาณครึ่งนิ้วนำไปวางไว้ในที่ร่ม เมื่อต้นอ่อนมีใบ 2 ใบ สูงประมาณ 3 - 4 นิ้ว ก็สามารถใช้กรรไกรตัดมาบริโภคได้

2.1.2.1 เครื่องปลูก

ในการเพาะต้นอ่อนทานตะวันมีเครื่องปลูกที่สำคัญมี 4 อย่าง คือ

1) แร่ธาตุในดิน คือ ชิ้นส่วนเล็กๆ ที่แตกมาจากหิน ประกอบด้วยอนุภาคของกรวดกับทรายขนาดต่างๆ และอนุภาคของดินตะกอนกับดินเหนียว สัดส่วนของอนุภาคดินชนิดต่างๆ เป็นตัวกำหนดว่าดินนั้นเป็นดินทราย ดินเหนียว หรือดินร่วน

2) อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยจุลินทรีย์และซากพืช ซึ่งสลายตัวเป็นฮิวมัสที่มีขนาดเล็กมากเป็นตัวดูดซับธาตุอาหารพืชและน้ำ

3) น้ำในดินถูกดูดยึดไว้ในช่องระหว่างดินในลักษณะฟิล์มบางๆ มีธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืชละลายอยู่ในน้ำในดิน

4) อากาศในดินประกอบด้วยไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ดินที่ดีควรประกอบด้วย อินทรียวัตถุประมาณ 5% อนินทรีย์สาร (หินและแร่) ประมาณ 45% น้ำและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศในดินควรมีปริมาณอย่างละ 25% เท่าๆ กัน จึงจะทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุยและมีความชื้นเพียงพอ

2.1.2.2 วัสดุปลูก

วัสดุปลูกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) อินทรียวัตถุ ได้แก่ กากทะลายปาล์ม ขุยมะพร้าว และมูลวัว ที่เหลือจากการคัดแยกผลปาล์มดิบซึ่งได้จากโรงงานอุตสาหกรรม นิยมนำทะลายปาล์มไปใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดฟางและเป็นปุ๋ยบำรุงดิน โดยใช้การเผาให้เป็นขี้เถ้าซึ่งมีแร่ธาตุโพแทสเซียมสูงมาก

2) อนินทรียวัตถุ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ ที่ได้จากธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์ในโรงงาน กล่าวถึงอนินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ คือ ทราย เป็นวัสดุที่ได้จากการผุพังของหินชนิดต่างๆ กลายเป็นหินที่มีขนาดเล็กๆ ไม่มีน้ำหนักมาก ไม่มีแร่ธาตุอาหาร ไม่สามารถแลกประจุบวกจึงมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เก็บความชื้นได้ไม่ดี

2.1.2.3 การงอกของเมล็ด

เมล็ดพืชประกอบด้วยส่วนซึ่งเป็นคัพภะ ส่วนที่เป็นอาหารที่สะสมภายในเมล็ด และเปลือกหุ้มเมล็ด หลังจากที่เมล็ดถูกแยกออกจากต้นแม่แล้ว เมล็ดจะอยู่ในสภาพหยุดการเจริญเติบโตช่วงระยะที่เวลาหนึ่ง เมื่อเอาเมล็ดมาไว้ที่สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คัพภะที่อยู่ภายในจะเจริญเป็นต้นใหม่ กระบวนการที่คัพภะในเมล็ดเป็นต้นอ่อนอยู่ยังต้องอาศัยอาหารที่เก็บไว้ในเมล็ด เรียก “ต้นกล้า” เมล็ดจะงอกได้ดีจะต้องมีปัจจัยที่เหมาะสมของสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งได้แก่

1) น้ำ เป็นตัวทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนและเป็นตัวทำลายอาหารสะสมภายในเมล็ดที่อยู่ในสภาวะเป็นของแข็งให้เปลี่ยนเป็นของเหลวและเคลื่อนที่ได้ทำให้จุดเจริญของเมล็ดนำไปใช้ได้

2) อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้เร็วขึ้น กระบวนการในการงอกของเมล็ดเกิดขึ้นเร็ว และช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เมื่อเมล็ดเริ่มงอกจะหายใจมากขึ้นซึ่งต้องใช้ออกซิเจนไปเผาผลาญอาหารภายในเมล็ดให้เป็นพลังงานใช้ในการงอก ยิ่งเมล็ดที่มีไขมันมาก ยิ่งต้องใช้ออกซิเจนมากขึ้น ดังนั้นการกลบดินทับเมล็ดหนาเกินไป หรือใช้ดินเพาะเมล็ดที่ถ่ายเทอากาศไม่ดีจะมีผลยับยั้งการงอก หรือทำให้เมล็ดงอกช้าลงหรือไม่งอกเลย การพักตัวของเมล็ด การพักตัวของเมล็ดหมายถึง ช่วงที่เมล็ดพืชยังไม่พร้อมที่จะงอกขึ้นเป็นต้นพืชใหม่ได้ ดังนั้นการเพาะเมล็ดบางชนิด อาจต้องทำลายการพักตัวของพืชก่อน เพื่อให้เมล็ดงอกได้เร็วยิ่งขึ้น

3) แสง เมล็ดเริ่มงอกจะมีทั้งชนิดที่ต้องการแสง และไม่ต้องการแสง ดังนั้นการเพาะเมล็ดโดยทั่วไปจึงมักกลบดินปิดเมล็ดเสมอ แต่แสงมีความจำเป็นหลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว แสงที่พอเหมาะจะทำให้ต้นกล้าแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี

2.1.2.4 ปริมาณสารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของต้นอ่อนทานตะวัน

ต้นอ่อนทานตะวันเป็นแหล่งไขมันชนิดที่ดีแก่ร่างกาย ใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย เป็นแหล่งโปรตีน ธาตุเหล็ก แคลเซียม มีกรด Linoleic ในปริมาณมาก ช่วยในการบำรุงสมองและกระดูกให้แข็งแรง ทั้งยังอุดมไปด้วยวิตามินบี อี และโฟเลต ช่วยเพิ่มภูมิต้านทานให้แก่ร่างกาย ป้องกันโรคหัวใจและมะเร็ง ช่วยให้ระบบขับถ่ายดี ต้นอ่อนทานตะวันมีโปรตีนมากกว่าผักกาดเขียวถึง 2 เท่า วิตามิน A B2 E D K และยังมีวิตามิน A สูงกว่าน้ำมันเมล็ดข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมล็ดถั่วเหลืองกว่า 3 เท่า เมื่อนำเมล็ดทานตะวันมาเพาะเป็นต้นอ่อนทานตะวัน คุณค่าทางอาหารจะเพิ่มมากขึ้น เช่น มีโปรตีนสูงกว่าถั่วเหลือง มีวิตามิน A สูง ช่วยบำรุงสายตา ผิวพรรณ และชะลอความแก่ อีกทั้งยังมีวิตามิน B1 B6 โอเมก้า 3 6 9 ที่ช่วยบำรุงผิวพรรณ บำรุงสมอง ป้องกันโรคอัลไซเมอร์ และยังมีธาตุเหล็กสูง ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้อีกด้วย

2.1.3 การตรวจสอบคุณภาพต้นอ่อนทานตะวัน

เมื่อกล่าวถึงผลิตผลสดที่มีคุณภาพเหมาะกับการบริโภคต้องเป็นผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมและใช้อุปกรณ์การเก็บเกี่ยวที่ดี ดัชนีการเก็บเกี่ยวหรือดัชนีความบริบูรณ์วิธีการหนึ่งที่ใช้วัด คือ การวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น สี ภาพร่าง ขนาด เป็นต้น

2.2 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

ในหัวข้อนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการออกแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ สำหรับควบคุมการให้น้ำและปิดเปิดตาข่ายพรางแสงที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 เซนเซอร์วัดความชื้น

เซนเซอร์ หมายถึง อุปกรณ์ ตรวจวัด ตรวจจับ แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งแปลงจากสัญญาณอนาล็อก (Analog) สู่ภาพแบบสัญญาณดิจิตอล (Digital) ในโครงการนี้ใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น SHT31 [5] คือ ชิฟเดียวที่รวมตัวตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิไว้ด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งให้ค่าเอาต์พุตเป็นดิจิตอล นิยมนำไปใช้กับโปรแกรมต่างๆ ในงานอุตสาหกรรม

ภาพที่ 2.1 เซนเซอร์ SHT31

2.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [6] คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุไว้ในตัวถังเดียวกัน โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงาน ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรมและส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน่วยความจำ (Memory) เป็นหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูลใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรมในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงและเป็นอีอีพีรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

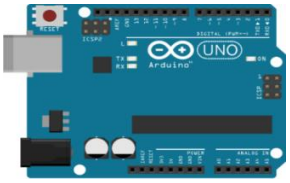
3) ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณอาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4) ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครโดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนหนึ่งเนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานจะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

ในโครงงานวิจัยนี้เลือกใช้อาดูโน่ (Arduino Uno) [8] มาเป็นไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับควบคุมการทำงานของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

อาดูโน่ (Arduino) เป็นระบบที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบซึ่งออกแบบให้ใช้งานง่ายทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานอาดูโน่ ได้แก่ ศิลปิน นักประดิษฐ์ นักออกแบบใช้ในงานอดิเรก มีลักษณะภาพร่างแสดงดังภาพที่ 2.2 อาดูโน่ทำหน้าที่คิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ คำนวณทางลอจิก สั่งการ มีส่วนความจำเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหรือประมวลผลต่างๆ “แต่จะไม่สามารถทำงานได้เอง” โดยต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ส่วนควบคุม (Accessories) อื่นๆ เช่น เซนเซอร์ มอเตอร์ ระบบสื่อสารผ่านอินเตอร์เน็ต ระบบแสดงผลผ่านจอภาพ เป็นต้น ดังนั้นโดยสรุปคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ในการคิดคำนวณ รับค่าจากระบบวัดผลภายนอกเข้ามาประมวลผล เพื่อสั่งการตอบสนองออกไปที่อุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ อาดูโน่ก็เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบหนึ่งที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว คือ การเป็น Open Source ซึ่งทำให้ได้เปรียบเรื่องราคาและจำนวนผู้ใช้งานทั่วโลก

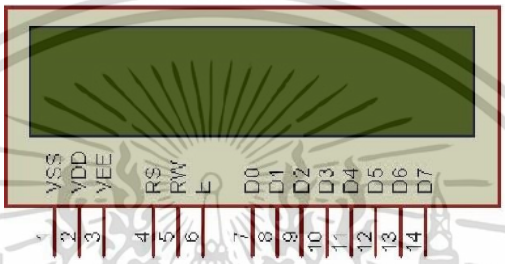


ภาพที่ 2.2 บอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ Arduino UNO R3
(ที่มา : https://www.thaieasyelec.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจอแสดงผล LCD

จอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display module) [7] ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในการแสดงผลตัวเลขหรือตัวอักษรตลอดจนภาพเคลื่อนไหวและได้รับความนิยมมากในการใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับแสดงผลออกทางโมดูล LCD ดังแสดงในภาพที่ 2.3 จะต้องเขียนชุดคำสั่งควบคุมการแสดงผลให้กับโมดูล LCD หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลหรือข้อความเพื่อให้แสดงผลออกทางหน้าจอ โดยในโหมดนี้จะติดต่อกับขาข้อมูล (Data bus) ของ LCD 8 pin (D0 – D7) นอกจากนั้นยังติดต่อกับขา R/W สำหรับเลือกคำสั่งอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับ LCD หรือติดต่อกับขา RS สำหรับเลือกคำสั่งหรือส่งข้อมูลแสดงผลให้กับ LCD และติดต่อกับขา E โดยจะส่งสัญญาณพัลส์เพื่ออีนาเบิ้ลให้ LCD ทำงาน



ภาพที่ 2.3 โมดูล LCD

(ที่มา : https://www.engineersgarage.com)

ส่วนประกอบของโมดูล LCD ประกอบด้วย 3 ส่วน

1) ส่วนแสดงผล (Display) ภายในโมดูล LCD นี้จะประกอบด้วยผลึกเหลว เพราะฉะนั้นการแสดงผลต้องใช้แสดงจากภายนอก โดยจะต้องมีการปรับมุมมองเพื่อให้เห็นการแสดงผลของ LCD

2) ส่วนควบคุม (Controller) จะทำหน้าที่รับข้อมูลและประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานโมดูล LCD เช่น การแสดงตัวอักษร การเลื่อนตัวอักษร หรือเคลียร์หน่วยแสดงผล

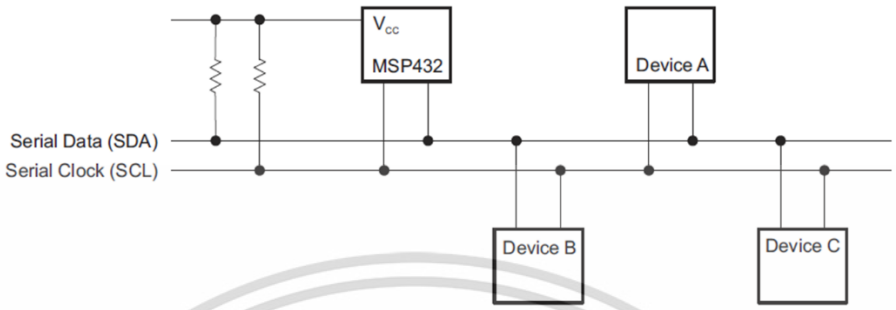
3) ส่วนข้อมูล (Data) จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากส่วนควบคุมเพื่อให้โมดูล LCD

2.2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ I^2C

I^2C ย่อมาจาก Inter – IC Communication [6] หมายถึง การติดต่อระหว่างไอซีโดยบัส I^2C ได้พัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ ด้วยจุดประสงค์หลัก คือต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อสั่งงาน และควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้นคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I^2C ทำได้โดยต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกัน ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่อปุกรณ์แต่ละตัว โดยใช้รหัสข้อมูลและกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว สายข้อมูลบนบัส I^2C เรียกว่า สายข้อมูลอนุกรม หรือ SDA (Serial Data Line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกาเรียกกว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรม หรือ SCL (Serial Clock Line)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 แสดงผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I^2C จะเห็นว่าอุปกรณ์ที่ทำการเชื่อมต่อบัสบน I^2C มีหลากหลายไม่ว่าจะเป็นโมดูลนาฬิกา ไอซีแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก



ภาพที่ 2.4 ผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I^2C
(ที่มา : http://www.ecpe.nu.ac.th)

2.2.5 โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid) [8] คือ อุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง มีลักษณะภาพร่างดังภาพที่ 2.5 ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วจะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็กทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น โซลินอยด์วาล์ว 2/2 3/2 4/2 5/2 เป็นต้น

ภาพที่ 2.5 โซลินอยด์วาล์ว
(ที่มา : http://www.thaimicrotron.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) [9] คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด - ต่อวงจร มีลักษณะภาพร่างดังภาพที่ 2.6 โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้าและการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้ตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์จะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้รีเลย์จะกลายเป็นวงจรเปิดไฟที่ใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจากเพาเวอร์เครื่อง ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องจะทำให้รีเลย์ทำงาน หลักการทำงานของรีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักคือ

1) ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2) ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ

ภาพที่ 2.6 ภาพร่างของรีเลย์
(ที่มา : http://www.eanic.com)

2.2.7 กล้อง IP Camera Fujitel I9813

โครงการวิจัยนี้ใช้กล้องสำหรับเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันที่อยู่ในตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติฯ คุณสมบัติของกล้อง IP Camera Fujitel I9813 [10] มีดังนี้

1) ระบบบีบอัดภาพแบบ H.264 กล้อง 1.0 MP/720P
2) Bult-in IR-CUT
3) ระบบ Plug & Play
4) ปรับขวาซ้าย:355 องศา ขึ้นลง :90 องศา
5) เลนส์ 3.6 mm
6) ระยะ IR 10 เมตร (มี LED จำนวน 10 ดวง)
7) DC 5V 2A
8) รองรับการดูภาพผ่าน Browser
9) รองรับการดูภาพผ่าน iPhone, Android
10) จับภาพหน้าจอและบันทึกไฟล์เป็นวีดีโอได้มาพร้อมกับ DDNS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) ใช้งานได้ทันที สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง

12) เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่าน Wifi ได้

13) รองรับ TF card ขนาดสูงสุด 64 GB

14) Mobile Application : Netcam

ภาพที่ 2.7 กล้อง IP Camera Fujitel I9813
(ที่มา : www.officemate.co.th)

2.2.8 ปั๊มน้ำ

คุณสมบัติของปั๊มน้ำ DC 12V Green - 01 4.8 บาร์ [11] มีดังนี้

1) กินกระแส : 2 A
2) กำลังไฟฟ้า : 24 วัตต์
3) แรงดัน : 4.8 บาร์ (70 PSI)
4) อัตราการไหลสูงสุด : 3.5 ลิตร/นาที หรือ 210 ลิตร/ชั่วโมง
5) ท่อน้ำเข้า-ออก : 3 หุน (3/8") สามารถใช้สาย 3 หุน สวมเข้ากับท่อเข้า-ออกปั๊มน้ำได้
6) ระยะดูดลึก : ไม่เกิน 1.8 เมตร
7) ใช้งานกับแบตเตอรี่ 12V หรือแผงโซล่าเซลล์ (Solarcell) ไม่ควรต่ำกว่า 20 วัตต์ 12 V หรือ 18V
8) ถ้าจะใช้ไฟบ้าน 220V แนะนำควรใช้กับหม้อแปลงไฟฟ้าจาก 220V เป็น 12V 8.5A หรือมากกว่าได้หรืออะแดปเตอร์ 3A (ในกรณีที่ใช้งานไม่นาน) หรือ อะแดปเตอร์ 5A (ในกรณีที่ใช้งานต่อเนื่องนาน)

ภาพที่ 2.8 ปั๊มน้ำ DC 12V
(ที่มา : http://www.pump12v.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9 รีแฟคโตมิเตอร์

รีแฟคโตมิเตอร์ (Refractometer) [12] ดังภาพที่ 2.9 คือ อุปกรณ์ชนิดหนึ่งไว้สำหรับวัดความเข้มข้นของสารละลายได้ทั้ง ความเค็ม ความหวาน น้ำยาแบตเตอรี่ วัดปัสสาวะ เป็นต้น วิธีการวัดความหวานแล้วอาศัยการชิมเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เหมาะ ยกตัวอย่างเช่น ผู้จำหน่ายบอกว่ารสชาดิดี หวานแล้ว แต่ผู้ซื้อไม่เห็นเป็นเช่นนั้น ด้วยเหตุนี้แล้วการใช้รีแฟคโตมิเตอร์รุ่นนี้วัดน่าจะเป็นตัวชี้วัดที่ดีอีกตัวหนึ่ง

หลักการทำงานของรีแฟคโตมิเตอร์ [13] คือ การหักเหของแสงจากปริซึมเพื่ออ่านค่าในสเกล ซึ่งค่าของการหักเหของแสงจะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในของเหลวตัวอย่างที่ใช้วัดค่า การใช้งานเพียงหยดตัวอย่างของเหลวลองบนแผ่นกระจกและประกบปิดด้วยเพลทพลาสติก จากนั้นยกอุปกรณ์ส่องดูโดยหันหาแสงสว่างเพื่อให้เห็นค่าสเกลภายใน ค่าความหวานที่ได้จะแสดงค่าอยู่ในรูปของ %Brix (ปริมาณน้ำตาลในของเหลวตัวอย่างเทียบกับน้ำกลั่นบริสุทธิ์)

โครงการวิจัยนี้ใช้รีแฟคโตมิเตอร์เพื่อวัดความหวานของต้นอ่อนทานตะวัน รีแฟคโตมิเตอร์ถ้าส่องกับแสงแล้วเห็นไม่ชัดเจนสามารถปรับความคมชัด โดยปรับที่ปุ่มปรับภาพละเอียดที่บริเวณตาที่ส่อง (คล้ายกล้องส่องทางไกล) โดยสามารถหมุนได้ทั้งซ้ายขวาเพื่อปรับความคมชัดได้ การนำไปส่องกับแสงอาทิตย์ให้ความสว่างกับหน้าจอได้ค่อนข้างจะดีมาก

ภาพที่ 2.9 รีแฟคโตมิเตอร์
(ที่มา : http://www.brew-corner.com)

2.3 การประมวลผลภาพ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับการวิเคราะห์ภาพมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ภาพต่างๆ เพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาความรู้ที่ได้จากข้อมูลภาพ โดยเป้าหมายของการวิเคราะห์เพื่อต้องการค้นหาคุณลักษณะเฉพาะ คุณลักษณะพิเศษ หรือความหมายสำหรับนำมาช่วยในการตัดสินใจหรือวิเคราะห์ภาพที่ได้ ลักษณะพิเศษที่นำมาใช้ได้แก่ สี ขนาด หรือคุณลักษณะพื้นผิว เป็นต้น โดยการนำมาใช้จำแนกกลุ่มข้อมูลภาพในงานต่างๆ เช่น งานวิจัยทางการแพทย์สำหรับแยกส่วนของอวัยวะผิดปกติเพื่อช่วยในการวินิจฉัยทางการแพทย์ [14] งานวิจัยทางด้านการวิเคราะห์ลักษณะบุคคลหรือสิ่งของเพื่อช่วยในการคัดกรองบุคคลเข้าเมือง [15] การคำนวณพื้นที่เพาะปลูก [16] เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพด้านการเกษตรมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อคัดคุณภาพของผลผลิต การตรวจสอบโรคหรือศัตรูพืช การแยกแยะลักษณะประจำพันธุ์ เช่น งานวิจัย [17] นำเสนอวิธีการตรวจสอบการขาดไนโตรเจนของต้นฝ้ายซึ่งได้สรุปว่าการวิเคราะห์สีเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดเนื่องจากง่าย ราคาไม่แพงและมีประสิทธิภาพ งานวิจัย [18] ได้กล่าวว่าการประมวลผลภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายในการแยกแยะพืช ต้นไม้ ใบ ดอก ผลไม้ และใช้ในการแยกแยะโรคเพื่อศึกษาโรคทางด้านการเกษตร และนำเสนอขั้นตอนการนำภาพมาใช้ในการตรวจสอบโรคพืช และงานวิจัย [19] นำเสนอวิธีการตรวจสอบภาพถ่ายใบพืชที่มีศัตรูพืชด้วยการหาคุณลักษณะและใช้เทคนิค Support Vector Machine ในการแยกประเภทศัตรูพืชบนใบพืช เป็นต้น

การนำเทคโนโลยีทางการประมวลผลภาพมาใช้ด้านการเกษตรเป็นการวิเคราะห์หาลักษณะพิเศษของภาพเพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมและด้านการเกษตรให้ควบคู่กันไป

2.3.2 องค์ประกอบภาพ

ภาพที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้เป็นภาพดิจิตอล (Digital Image) I(x,y) ซึ่งเป็นภาพ 2 มิติที่มี x และ y เป็นพิกัดภาพ เรียกพิกัด (x,y) นี้ว่าค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) หรือพิกเซล ซึ่งแต่ละภาพจะประกอบไปด้วยพิกเซลจำนวนมากน้อยต่างกันตามขนาด และความละเอียดของภาพ กำหนดให้ I(x,y) เป็นภาพดิจิตอลใดๆ แล้วสามารถเขียนสมการให้อยู่ในภาพแมทริกซ์ (Matrix) ได้ดังสมการที่ 2.1

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0.1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1.0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

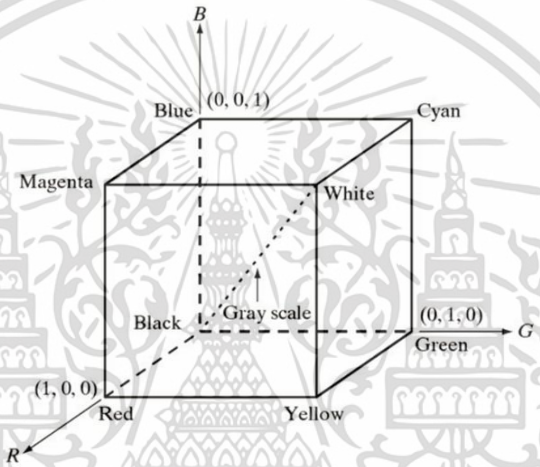
จากสมการที่ 2.1 ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในแมทริกซ์จะเรียกว่าอิลิเมนท์ของภาพ (Picture Element) หรือพิกเซล (Pixel) โดยปกติแล้วตำแหน่งจุดภาพ (0,0) จะอยู่ทางด้านซ้ายมือสุดด้านบนของภาพการจัดลำดับตำแหน่งของจุดภาพจะเรียงจากซ้ายไปขวาในแต่ละเส้นภาพและจัดลำดับของเส้นภาพจะเรียงจากบนลงล่าง ดังแสดงในภาพที่ 2.10

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างภาพดิจิตอลขนาด 560x293 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 แบบจำลองสี RGB

แบบจำลองสีแบบ RGB อธิบายถึงการประกอบกันขององค์ประกอบหลัก 3 สี เกิดสีต่างๆ องค์ประกอบหลักหรือเรียกว่าแม่สีทั้ง 3 สี ได้แก่ สีแดง (R : Red) สีเขียว (G : Green) และสีน้ำเงิน (B: Blue) แบบจำลองนี้ใช้ระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) ดังแสดงในภาพที่ 2.11 ค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจะอยู่ที่มุมลูกบาศก์ทั้ง 3 มุม บนเส้นแกน R G และ B ตามลำดับ ส่วนสีเขียวน้ำเงิน (Cyan) สีม่วงแดง (Magenta) และสีเหลืองจะอยู่ที่มุมอีก 3 มุมที่เหลือ สำหรับจุดกำเนิดจะเป็นสีดำและมุมที่อยู่ไกลสุดจากจุดกำเนิดจะเป็นสีขาว เส้นทางลากระหว่างจุดกำเนิดและมุมที่ไกลที่สุดนั้นอาจเรียกได้ว่าเป็นเส้นสเกลสีเทา (Gray Scale) เป็นเส้นที่บอกระดับความเข้มแสงจากน้อยที่สุด (สีดำ) เรื่อยมาเป็นสีเทา และความเข้มแสงมากที่สุด (สีขาว) สำหรับสีอื่นๆ ได้จากการนำเอาสีเหล่านี้มาผสมกันในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป



ภาพที่ 2.11 แบบจำลองสี RGB แบบพิกัดคาร์ทีเซียน
(ที่มา : http://slideplayer.com)

2.3.3 ฮีสโตแกรม

ฮีสโตแกรม (Histogram) ของภาพเป็นการเก็บค่าความถี่ของระดับความเข้มแสงหรือสี โดยจะทำการวัดจำนวนพิกเซลที่มีค่าระดับความเข้มแสงหรือสีต่างๆ การสร้างหรือคำนวณค่าฮีสโตแกรมสามารถทำได้ทั้งภาพระดับความเข้มแสงสีเทาและภาพสี ลักษณะเด่นของฮีสโตแกรมนอกจากจะมีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนแล้วค่าจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามทิศทางการหมุนหรือมุมมองที่เปลี่ยนไปของภาพ [20] ซึ่งหาได้จากสมการ

$$h(r_k) = n_k$$

โดยที่ r_k เป็นระดับความเข้มแสงขององค์ประกอบสี k และ n_k เป็นจำนวนของพิกเซลภาพซึ่งมีระดับสีเป็น r_k

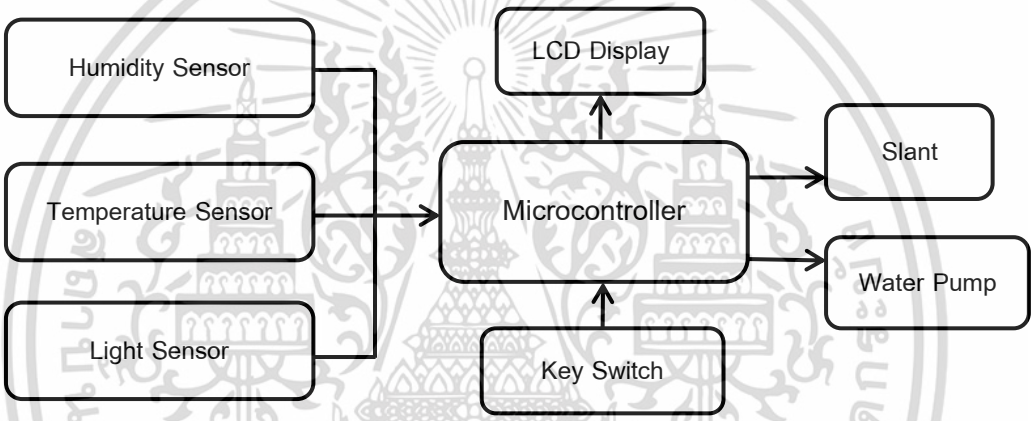
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้กล่าวถึงการดำเนินการวิจัยซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การออกแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ และการประมวลผลภาพเพื่อหาคุณลักษณะของต้นอ่อนทานตะวัน

3.1 การออกแบบตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

ปัจจุบันมีการปลูกผักในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลิตผลให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับเพาะเลี้ยงต้นทานตะวันงอกโดยการใช้เซ็นเซอร์ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต [21]



ภาพที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

บล็อกไดอะแกรมของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันสำหรับครัวเรือนในภาพที่ 3.1 แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) ส่วนของอินพุต (Input) ประกอบด้วย

- Humidity Sensor และ Temperature Sensor ใช้เซนเซอร์ SHT31 ในการวัดความชื้นและอุณหภูมิในตัวเดียวกัน
- Light Sensor ใช้เซนเซอร์ TSL2561 ในการวัดค่าความเข้มแสง
- Key Switch ใช้ในการตั้งค่าความชื้น วันเดือนปี และเปิด - ปิดตาข่ายพรางแสง

2) Microcontroller ใช้ ArduinoUNOR3 ในการควบคุมการทำงานของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

3) ส่วนของเอาต์พุต (Output) ประกอบด้วย

- Water Pump ทำหน้าที่นำน้ำไปเลี้ยงต้นอ่อนทานตะวัน ใช้โซลินอยด์วาว์ลในการเปิด – ปิดน้ำเมื่อค่าความชื้นถึงค่าที่กำหนด
- Slant เป็นตาข่ายพรางแสงสามารถควบคุมการเปิด – ปิดด้วยมอเตอร์
- LCD Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติที่ได้ออกแบบไว้จะมีการรับข้อมูลจากเซนเซอร์ SHT31 ซึ่งใช้ในการวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ และเซ็นเซอร์ TSL2561 ในการวัดแสง จะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ArduinoUNOR3 และแสดงผลบนจอ LCD โดยระบบปั๊มน้ำจะจ่ายน้ำอัตโนมัติในช่วงเวลา 07.00 น. - 17.00 น. เมื่อความชื้นถึงค่าที่กำหนดไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน นอกจากนี้ยังควบคุมให้ตาข่ายพรางแสงเปิด - ปิดได้ด้วยสวิทช์และสามารถตั้งเวลาในการปลูกของแต่ละชั้นแยกกันได้ตามรอบการปลูกซึ่งสามารถตั้งเวลาในรดน้ำแบบอัตโนมัติด้วยการกำหนดให้เครื่องทำงาน 144 ชั่วโมง หรือ 6 วันตามรอบการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน เมื่อครบกำหนดเวลาจะมีข้อความเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและเครื่องจะหยุดการทำงาน

โครงสร้างออกแบบโดยใช้เหล็กกล่อง ขนาด 1” โครงสร้างยึดด้วยการเชื่อมมีขนาดความยาว 84 เซนติเมตร กว้าง 52 เซนติเมตร และสูง 180 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคือ

1) ชั้นที่ 1 ใช้สำหรับวางมอเตอร์สำหรับเปิด-ปิดตาข่ายพรางแสงและจุดเชื่อมต่อวงจร มีความกว้าง 52 เซนติเมตร ความยาว 84 เซนติเมตร และความสูง 12 เซนติเมตร

2) ชั้นที่ 2 ใช้สำหรับวางถาดเพาะต้นอ่อนทานตะวันประกอบไปด้วย ด้านบนมีหัวจ่ายน้ำถาดเพาะต้นอ่อนและถาดรองน้ำทิ้ง มีความสูง 64 เซนติเมตร และขายึดสำหรับติดตั้งกล้องถ่ายภาพ

3) ชั้นที่ 3 ใช้สำหรับเพาะต้นอ่อนทานตะวันประกอบไปด้วย หัวจ่ายน้ำ ถาดเพาะต้นอ่อนและถาดรองน้ำทิ้ง ในชั้นนี้มีความสูง 42 เซนติเมตร

4) ชั้นที่ 4 ใช้สำหรับเพาะต้นอ่อนทานตะวันประกอบไปด้วย หัวจ่ายน้ำ ถาดเพาะต้นอ่อนและถาดรองน้ำทิ้ง ในชั้นนี้จะมีความสูง 42 เซนติเมตร

5) ชั้นที่ เป็นชั้นที่ใช้สำหรับวางปั๊มน้ำ โซลินอยด์ และท่อน้ำสำหรับจ่ายน้ำ 5พ่นหมอก ในชั้นนี้จะมีความสูง เซนติเมตร 18

3.2 การประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน

การประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวันจะมีการเก็บภาพถ่ายระหว่างการปลูกและมีการนำมาประมวลผลดังแสดงในภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน

บล็อกไดอะแกรมการประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวันประกอบ 3 ส่วนดังนี้

1) Camera กล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวันที่ติดตั้งไว้ในตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติที่ได้ออกแบบไว้ ภาพที่ได้จากกล้องจะเป็นภาพสี

2) Sunflower Sprouts Images ภาพต้นอ่อนทานตะวันสำหรับนำมาเป็นชุดข้อมูลสำหรับการทดลอง โดยนำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าสีต้น สีใบ และคำนวณความสูงและความกว้างของลำต้นในขั้นตอนถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

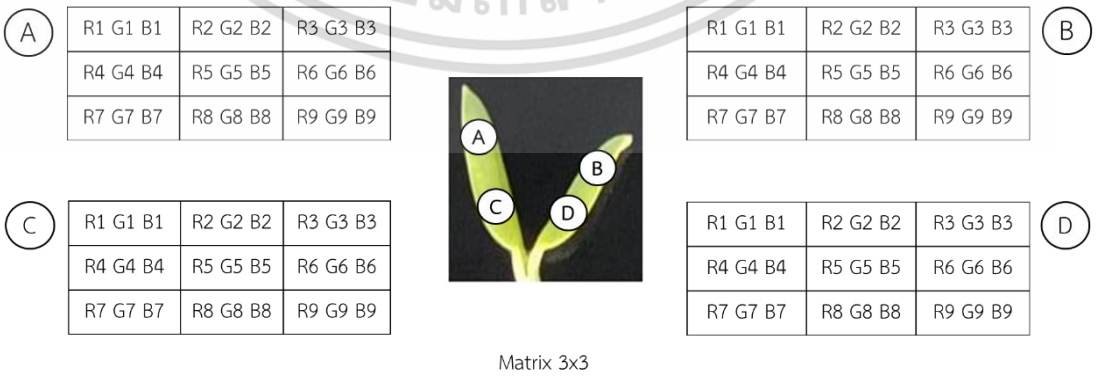
3) Analysis เป็นขั้นตอนในการนำภาพต้นอ่อนทานตะวันที่เป็นชุดข้อมูลมาเลือกพื้นที่ที่สนใจ (Region of Interest) เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าสีต้น สีใบ และความสูงของลำต้น โดยการใช้โปรแกรม MatLab ซึ่งจะนำภาพจากส่วนที่เราสนใจที่มีค่าภาพสี (RGB) มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของสีต้น สีใบ ความสูง และความหนาของลำต้น โดยมีการเทียบคุณภาพของผลผลิตกับค่าความหวานที่ได้จากรีแฟคโตมิเตอร์

การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันเป็นขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่ได้โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การเลือกพื้นที่ที่สนใจของต้นอ่อนทานตะวันดังภาพที่ 3.3 โดยจะแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนใบและส่วนลำต้น

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจของต้นอ่อนทานตะวัน

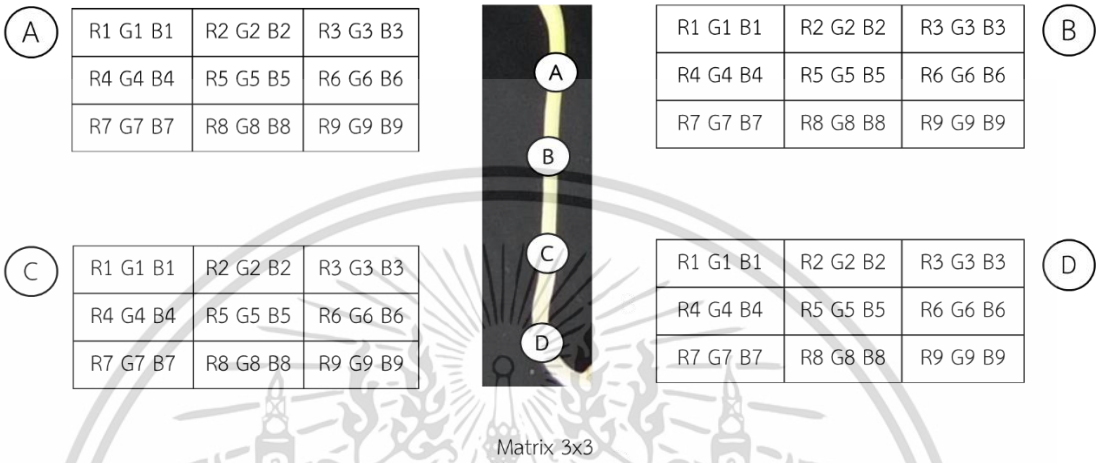
2) การหาค่าสีส่วนใบ เป็นการหาค่า RGB ดังแสดงในภาพที่ 3.4 เป็นตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจขนาด 3x3 พิกเซลในส่วนของใบเพื่อหาค่าสีแดง (R) สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) โดยเกณฑ์การหาค่าสีแต่ละค่าจะนับจากปลายใบทั้งสองข้างและด้านล่างเข้ามา 10 พิกเซล ตำแหน่ง A B C และ D ค่าสี RGB ในแต่ละตำแหน่งสามารถหาได้จากสมการที่ 3.2 3.3 และ 3.4 จากนั้นนำค่าสีที่ได้หาค่าสีเฉลี่ย R_{AVG} G_{AVG} B_{AVG} ของสีใบจากสมการที่ 3.5 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจส่วนใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การหาค่าสีส่วนลำต้น เป็นการหาค่า RGB ดังแสดงในภาพที่ 3.5 เป็นตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจขนาด 3x3 พิกเซลในส่วนของลำต้นเพื่อหาค่าสีแ RGB ตำแหน่ง A B C และ D ค่า สีแดง (R) สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) ในแต่ละจุดสามารถหาได้จากสมการที่ 3.2 3.3 และ 3.4 จากนั้นนำค่าที่ได้หาค่าสีเฉลี่ย R_{AVG} G_{AVG} B_{AVG} ของสีลำต้นจากสมการที่ 3.5 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างการเลือกพื้นที่ที่สนใจส่วนลำต้น

ค่าสี RGB ในแต่ละตำแหน่งสามารถหาได้จากสมการที่ 3.2 3.3 และ 3.4

$$R_A = \frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_9}{9} \tag{3.2}$$

$$G_A = \frac{G_1 + G_2 + \ldots + G_9}{9} \tag{3.3}$$

$$B_A = \frac{B_1 + B_2 + \ldots + B_9}{9} \tag{3.4}$$

ค่าสีเฉลี่ย R_{AVG} G_{AVG} B_{AVG} ในสามารถหาได้จากสมการที่ 3.5 3.6 และ 3.7

$$R_{AVG} = \frac{R_A + R_B + R_C + R_D}{4} \tag{3.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

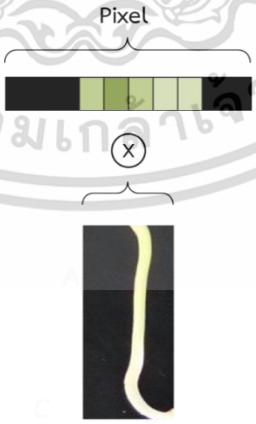
$$G_{AVG} = \frac{G_A + G_B + G_C + G_D}{4} \quad (3.6)$$

$$B_{AVG} = \frac{B_A + B_B + B_C + B_D}{4} \quad (3.7)$$

4) การคำนวณหาความยาวลำต้น เป็นการคำนวณหาความยาวของลำต้นแบบนับจำนวนพิกเซล (Pixel) ในแกน Y จะนับจากล่างสุดจนถึงบนสุดดังแสดงในภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการนับพิกเซลในแกน Y ของลำต้น

5) การคำนวณหาความหนาลำต้น เป็นการคำนวณหาความหนาของลำต้นแบบนับจำนวนพิกเซล (Pixel) ในแกน X จะนับเฉพาะจุดที่เป็นสีของลำต้นจากด้านซ้ายไปหาด้านขาวดังแสดงในภาพที่ 3.7



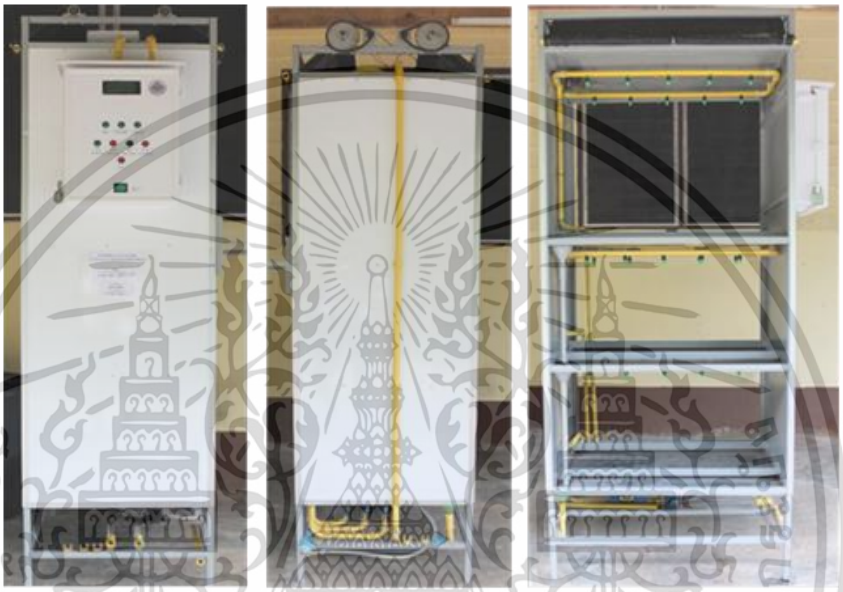
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการนับพิกเซลในแกน X ของลำต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

บทนี้กล่าวถึงผลการวิจัยที่ได้ในส่วนของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ และการประมวลผลภาพถ่ายของต้นอ่อนทานตะวัน

4.1 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ



ก) ด้านหน้า ข) ด้านหลัง ค) ด้านข้าง

ภาพที่ 4.1 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

ภาพที่ 4.1 แสดงตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติในด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้างที่ได้ออกแบบไว้ ในภาพด้านหน้าจะมีกล่องชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการให้น้ำของถาดเพาะทางท่อน้ำเป็นลักษณะสเปรย์พ่นละอองน้ำ และในถาดเพาะทั้งสามชั้นจะมีเซนเซอร์ปักไว้ในดินเพื่อตรวจสอบค่าความชื้นและอุณหภูมิของดินสำหรับนำมาใช้เป็นอินพุตให้กับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ และภาพที่ 4.2 ถึงภาพที่ 4.6 เป็นการทดลองเพาะต้นอ่อนในตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติแต่ละชั้นซึ่งสามารถควบคุมความชื้นและแสงได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ในวันที่ 6 – 7 ของการเพาะ

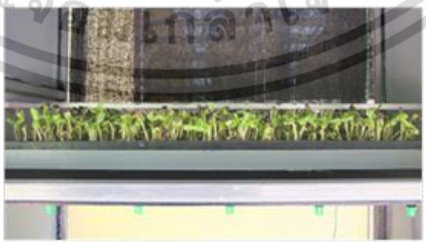
หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะทำการทดสอบหาค่าความยาวลำต้น ความกว้างของลำต้น ความหวาน เพื่อเปรียบเทียบเมื่อมีการปิดและเปิดตาข่ายพรางแสงดังภาพที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ จากการทดลองเพาะต้นอ่อนทานตะวันด้วยการปิดตาข่ายพรางแสงให้ความยาวเฉลี่ย อยู่ที่ 18.2 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.7 เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ที่ 1.86 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 4.8 ความหวานของใบเฉลี่ยอยู่ที่ 0.57% และความหวานของลำต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.4 % ส่วนการทดลองเพาะต้นอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานตะวันด้วยเปิดตาข่ายพรางแสงให้ความยาวเฉลี่ยอยู่ที่ 12.6 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.9 เส้นผ่าศูนย์กลางที่เฉลี่ยอยู่ที่ 2.06 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 4.10 ความหวานของใบเฉลี่ยอยู่ที่ 2 % และความหวานของลำต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 2.26 %

ภาพที่ 4.2 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติเมื่อทดลองเพาะต้นอ่อน

ภาพที่ 4.3 การเพาะต้นอ่อนทานตะวันในวันที่ 3 (ชั้นที่ 1 แบบเปิดตาข่ายพรางแสง)



ภาพที่ 4.4 การเพาะต้นอ่อนทานตะวันในวันที่ 4 (ชั้นที่ 1 แบบเปิดตาข่ายพรางแสง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 การเพาะต้นอ่อนทานตะวันวันที่ 6-7 (ชั้นที่ 1 แบบเปิดตาข่ายพรางแสง)

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างการวัดความยาวต้นอ่อนที่เพาะด้วยการปิดตาข่ายพรางแสง

ภาพที่ 4.7 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นที่เพาะด้วยการปิดตาข่ายพรางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.8 การวัดความยาวของต้นอ่อนทานตะวันด้วยการเปิดตาข่ายพรางแสง

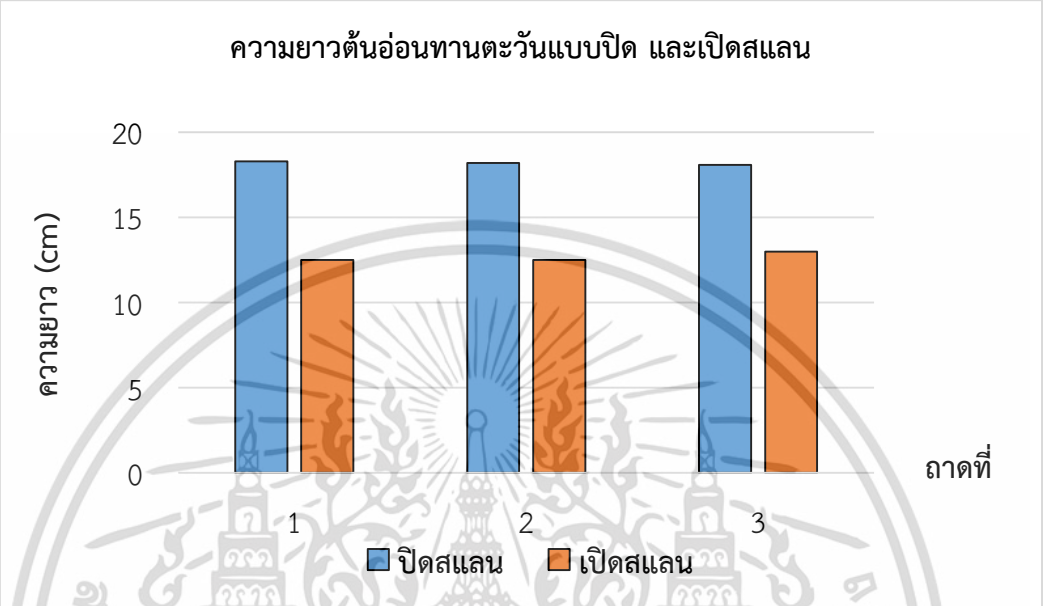
ภาพที่ 4.9 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นอ่อนทานตะวันด้วยการเปิดตาข่ายพรางแสง

เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองไปเปรียบเทียบจะได้ดังภาพที่ 4.11 แสดงค่าเปรียบเทียบความยาวของต้นอ่อนทานตะวันด้วยการเพาะแบบปิดตาข่ายพรางแสงจะมีความยาวมากกว่าการเพาะแบบเปิดตาข่ายพรางแสง ความยาวเฉลี่ยอยู่ที่ 6 เซนติเมตร เนื่องจากการเปิดตาข่ายจะทำให้ต้นเลื้อยเข้าหาแสงต้นจึงยาว และทำให้ต้นล้มส่งผลต่อการความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ต้องใช้เวลามากกว่าการเพาะด้วยการเปิดตาข่าย และภาพที่ 4.12 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นอ่อนทานตะวัน การเพาะแบบปิดตาข่ายพรางแสง และเปิดตาข่ายพรางแสง การเพาะแบบเปิดตาข่ายพรางแสงจะได้เส้นผ่าศูนย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าการเพาะแบบปิดตาข่ายพรางแสงเนื่องจากต้นอ่อนทานตะวันได้รับแสงที่เพียงพอในการสังเคราะห์แสง

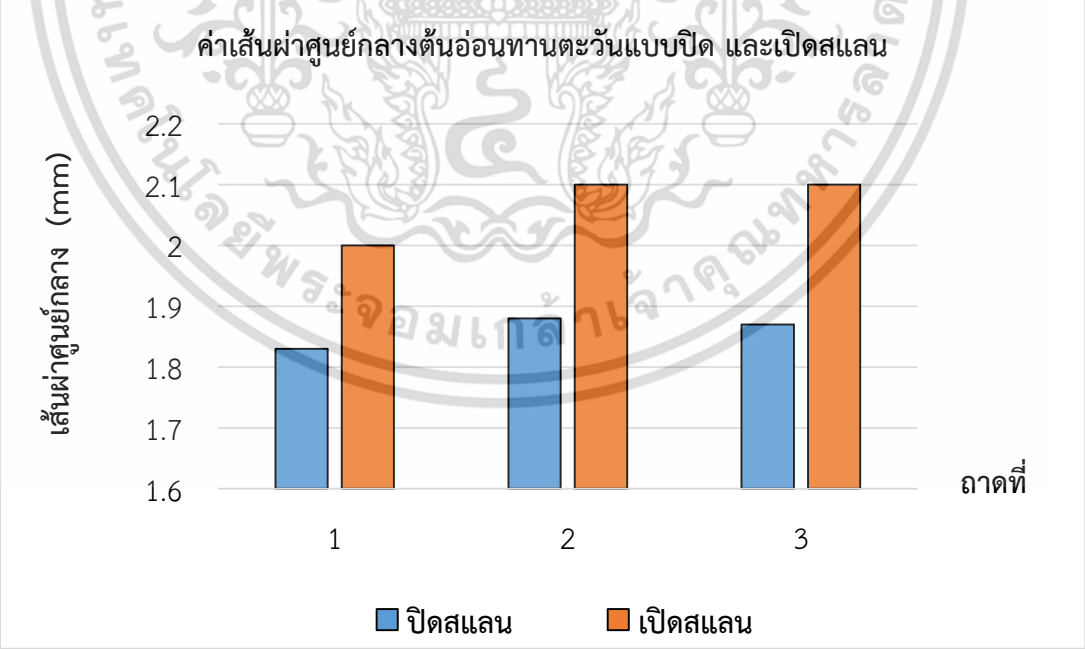
สำหรับการเปรียบเทียบความหวานที่ได้จากรีแฟคโตมิเตอร์แสดงดังภาพที่ 4.13 แสดงค่าเปรียบเทียบความหวานใบของต้นอ่อนทานตะวัน การเพาะแบบปิดตาข่ายพรางแสง และเปิดตาข่ายพรางแสง การเพาะแบบเปิดตาข่ายพรางแสงจะให้ความหวานใบมากกว่าการเพาะแบบเปิดตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่ายพรางแสงเนื่องจากได้รับแสงในการสังเคราะห์ที่เพียงพอ และภาพที่ 4.14 แสดงค่าเปรียบเทียบความลำต้นของต้นอ่อนทานตะวัน การเพาะแบบปิดตาข่ายพรางแสงและเปิดตาข่ายพรางแสง การเพาะแบบเปิดตาข่ายพรางแสงจะให้ความหวานลำต้นมากกว่าการเพาะแบบเปิดตาข่ายพรางแสง เนื่องจากได้รับแสงในการสังเคราะห์ที่เพียงพอ

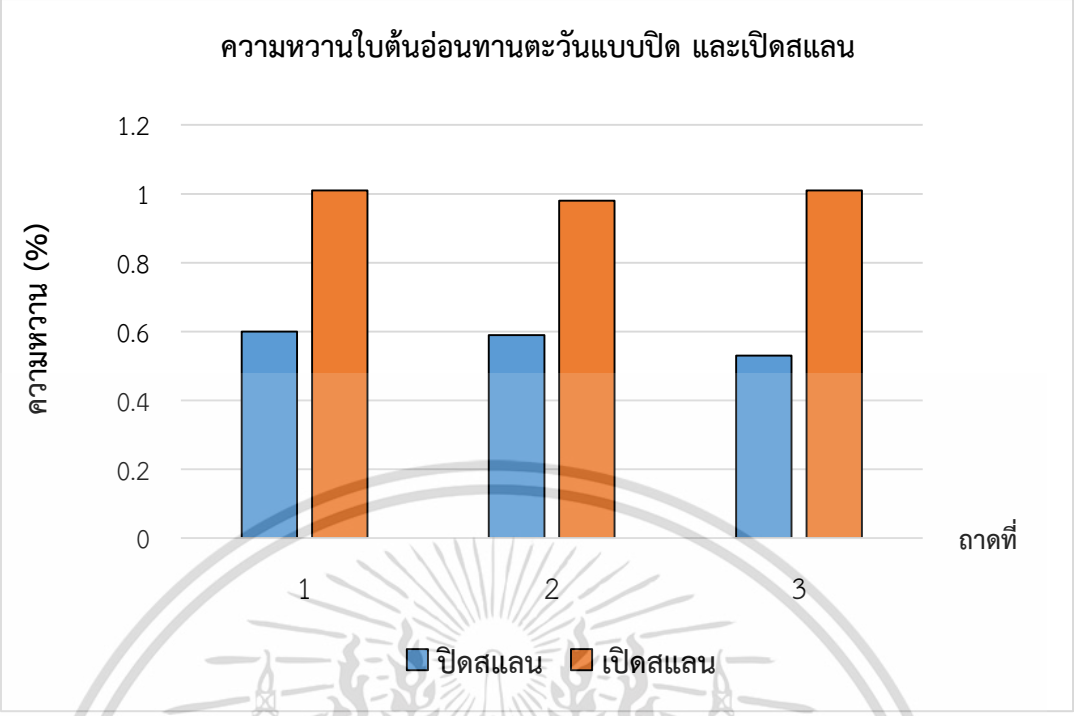


ภาพที่ 4.10 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความยาวต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง

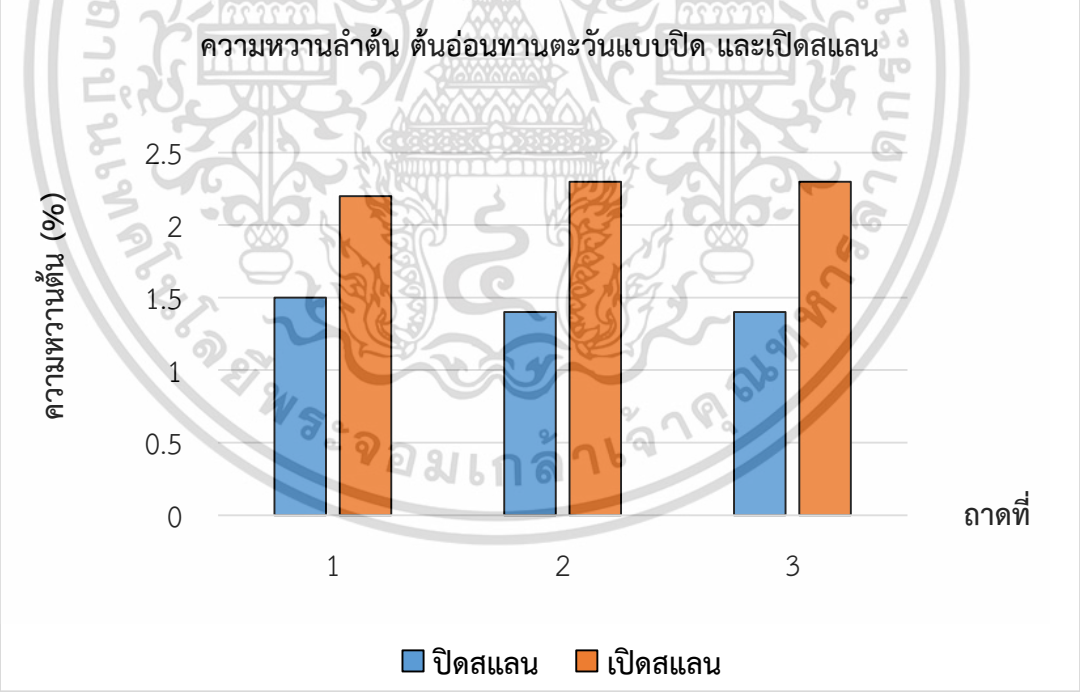


ภาพที่ 4.11 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเส้นผ่าศูนย์กลางต้นอ่อนทานตะวันแบบปิด และเปิดตาข่ายพรางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแท่งแสดงความหวานใบต้นอ่อนทานตะวันแบบปิด และเปิดตาข่ายพรางแสง



ภาพที่ 4.13 แผนภูมิแสดงความหวานลำต้นของต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง

จากการเก็บข้อมูลต้นอ่อนทานตะวันของชุดตัวอย่างด้วยการปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความยาวลำต้น ความกว้างลำต้น ความหวานลำต้น และความหวานใบโดยการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T-test แสดงผลดังตารางที่ 4.1 โดยเมื่อปิดตาข่ายพรางแสงจะมีความยาวลำต้นมากกว่าเปิดตาข่ายพรางแสง และเมื่อเปิดตาข่ายพรางแสงจะมีความกว้างของลำต้น ความหวานลำต้น และความหวานใบมากกว่าการปิดตาข่ายพรางแสง

ตารางที่ 4.1 ความยาวลำต้น ความกว้างลำต้น ความหวานลำต้นและความหวานใบโดยการปิดและเปิดตาข่ายพรางแสง

การทดสอบ	ความยาวลำต้น[1/] (ซม.)	ความกว้างลำต้น[2/] (ซม.)	ความหวานลำต้น[3/]	ความหวานใบ[4/]
ปิดตาข่ายพรางแสง	18.25±0.20 a	1.86±0.04 b	0.57±0.05 b	1.45±0.12 b
เปิดตาข่ายพรางแสง	12.68±0.55 b	2.12±0.06 a	1.0±0.06 a	2.27±0.19 a
T-test	**	**	**	**

[1/,2/,3/,4/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%
** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

4.2 การประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน

จากการนำภาพต้นอ่อนทานตะวันมาทำการประมวลผลภาพเบื้องต้นด้วยการเลือกพื้นที่ที่สนใจดังได้อธิบายในหัวข้อ 3.2 แสดงตัวอย่างของการหาค่าสีใบ สีลำต้น ความยาวลำต้น และความหนาลำต้นดังนี้

การหาค่าสีใบเป็นการหาค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน RGB ได้จากสมการที่ 3.17 3.18 และ 3.19 ดังแสดงในรูปที่ 4.13 และจะได้ค่าสีใบแสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3

1) หาค่าสีแดง R จากจุด A B C และ D

$$R_A = \frac{224+ 222 + 221 + 221 + 221 + 221 +221 +220 + 219}{9} = 221$$

$$R_B = \frac{213+ 205 + 198 + 197 + 190 + 181 + 180 +175 + 169}{9} = 189$$

$$R_C = \frac{184 + 169 + 159 + 172 + 159 + 153 +160 + 151 + 146}{9} = 161$$

$$R_D = \frac{197+ 187 + 194 + 199 + 198 + 194 + 196 + 205 + 207}{9} = 197$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หาค่าสีเขียว G จากจุด A B C และ D

$$G_A = \frac{219 + 218 + 215 + 218 + 217 + 215 + 218 + 210 + 216}{9} = 216$$

$$G_B = \frac{222 + 214 + 208 + 207 + 200 + 193 + 191 + 188 + 184}{9} = 200$$

$$G_C = \frac{193 + 181 + 174 + 185 + 174 + 171 + 177 + 169 + 167}{9} = 176$$

$$G_D = \frac{215 + 206 + 213 + 218 + 216 + 213 + 214 + 221 + 224}{9} = 215$$

3) หาค่าสีน้ำเงิน B จากจุด A B C และ D

$$B_A = \frac{93 + 85 + 79 + 89 + 83 + 79 + 85 + 81 + 77}{9} = 83$$

$$B_B = \frac{105 + 99 + 95 + 95 + 88 + 83 + 86 + 83 + 81}{9} = 90$$

$$B_C = \frac{84 + 73 + 71 + 79 + 71 + 71 + 73 + 69 + 72}{9} = 73$$

$$B_D = \frac{77 + 64 + 69 + 76 + 68 + 62 + 70 + 70 + 68}{9} = 69$$

4) หาค่าเฉลี่ยสีใบ R G B จากสมการ 3.20 3.21 และ 3.22

$$R_{AVG} = \frac{221 + 189 + 161 + 197}{4} = 192$$

$$G_{AVG} = \frac{216 + 200 + 176 + 215}{4} = 201$$

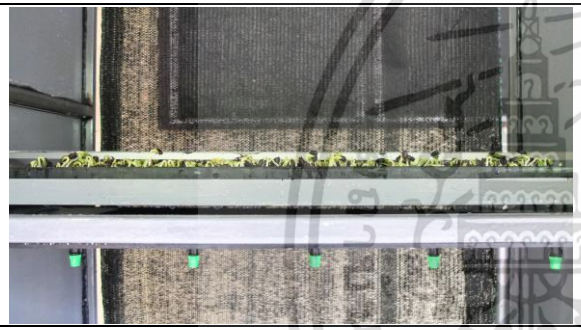
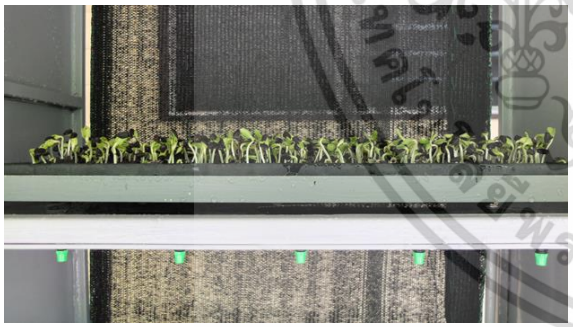
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$B_{AVG} = \frac{83 + 90 + 73 + 69}{4} = 78$$

สำหรับการหาค่าสีลำต้นสามารถคำนวณด้วยวิธีเดียวกันกับการหาค่าสีใบ ส่วนการหาความยาวลำต้น และความหนาลำต้นสามารถคำนวณได้ด้วยการนับจำนวนพิกเซลภายนภาพตามหัวข้อ 3.2 จากการนำภาพต้นอ่อนทานตะวันในช่วงอายุ 3 ถึง 7 วันมาคำนวณจะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.2 เป็นการประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบเปิดตาข่ายพรางแสง และตารางที่ 4.3 เป็นการประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดตาข่ายพรางแสง ผลลัพธ์ค่าสีใบและสีลำต้นจะได้พบว่าค่าสีใบในส่วนของสีน้ำเงินจะมีค่าน้อยกว่าค่าสีน้ำเงินของลำต้น ส่วนค่าสีแดงและสีเขียวของการปลูกแบบเปิดและปิดตาข่ายพรางแสงมีความแตกต่างกันเล็กน้อย สำหรับผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพด้วยการนับจำนวนพิกเซลของความยาวลำต้นและความหนาลำต้นสอดคล้องกับการวัดโดยใช้ไม้บรรทัดและเวอร์เนียคือ การปลูกแบบเปิดแสงจะมีจำนวนพิกเซลของความยาวและความหนาลำต้นที่มากกว่าการปลูกแบบปิดแสงอย่างเห็นได้ชัด ยกตัวอย่างเช่น ในวันที่ 5 ของการปลูกแบบเปิดแสงมีพิกเซลของความยาวลำต้นจำนวน 447 พิกเซลขณะที่ปลูกแบบปิดแสงมีพิกเซลจำนวน 230 พิกเซลเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบเปิดตาข่ายพรางแสง

วันที่	ภาพต้นอ่อนทานตะวัน	ค่าเฉลี่ยสีใบ			ค่าเฉลี่ยสีต้น			ความยาวลำต้น (Pixel)	ความหนาลำต้น (Pixel)
		R	G	B	R	G	B		
3		242	240	254	220	237	253	59	16
4		190	198	82	224	241	235	296	18

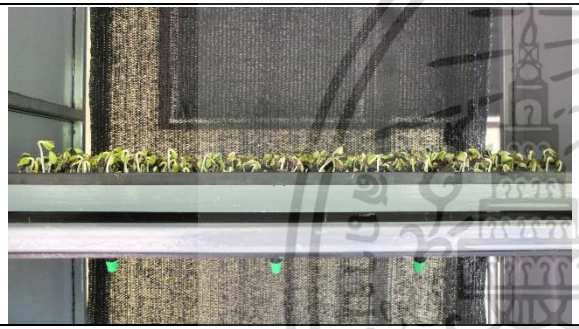
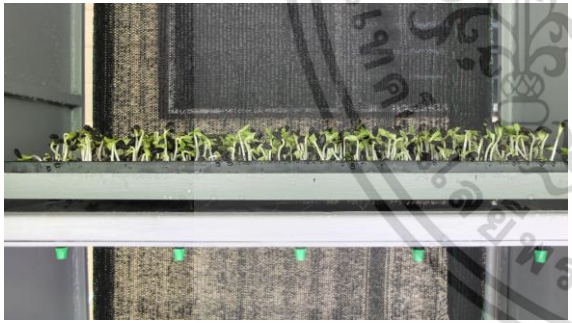
ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบเปิดตาข่ายพรางแสง

วันที่	ภาพต้นอ่อนทานตะวัน	ค่าเฉลี่ยสีใบ			ค่าเฉลี่ยสีต้น			ความยาวลำต้น (Pixel)	ความหนาลำต้น (Pixel)
		R	G	B	R	G	B		
5		227	233	117	247	249	238	447	20
6		211	221	79	243	246	239	460	21

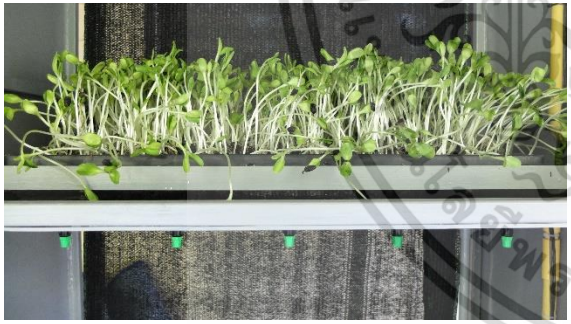
ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบเปิดตาข่ายพรางแสง

วันที่	ภาพต้นอ่อนทานตะวัน	ค่าเฉลี่ยสีใบ			ค่าเฉลี่ยสีต้น			ความยาวลำต้น (Pixel)	ความหนาลำต้น (Pixel)
		R	G	B	R	G	B		
7		100	116	40	171	178	169	520	21

ตารางที่ 4.3 การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดตาข่ายพรางแสง

วันที่	ภาพต้นอ่อนทานตะวัน	ค่าเฉลี่ยสีใบ			ค่าเฉลี่ยสีต้น			ความยาวลำต้น (Pixel)	ความหนาลำต้น (Pixel)
		R	G	B	R	G	B		
3		230	242	206	210	244	250	39	17
4		196	229	150	198	244	194	178	17

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดตาข่ายพรางแสง

วันที่	ภาพต้นอ่อนทานตะวัน	ค่าเฉลี่ยสีใบ			ค่าเฉลี่ยสีต้น			ความยาวลำต้น (Pixel)	ความหนาลำต้น (Pixel)
		R	G	B	R	G	B		
5		193	215	96	159	234	194	230	18
6		58	106	55	136	182	193	295	17

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การประมวลผลภาพต้นอ่อนทานตะวันแบบปิดตาข่ายพรางแสง

วันที่	ภาพต้นอ่อนทานตะวัน	ค่าเฉลี่ยสีใบ			ค่าเฉลี่ยสีต้น			ความยาวลำต้น (Pixel)	ความหนาลำต้น (Pixel)
		R	G	B	R	G	B		
7		49	82	38	121	149	159	375	17

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับต้นอ่อนทานตะวัน การเพาะต้นอ่อนทานตะวัน การวัดคุณของต้นอ่อนทานตะวัน การประมวลผลภาพเบื้องต้น

5.1 ตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติ

โครงสร้างของตู้เพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมโดยที่ต้นอ่อนทานตะวันสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่วันที่ 5 ของการปลูก ระบบอัตโนมัติที่ออกแบบไว้มีการรับค่าจากเซนเซอร์และนำมาประมวลผลในการจ่ายน้ำให้กับต้นอ่อนทานตะวันด้วยได้อย่างถูกต้องซึ่งช่วยให้ประหยัดน้ำและพลังงาน ชั้นเพาะแต่ละชั้นออกแบบให้ทำงานแยกกันได้ดังนั้นจึงสามารถเริ่มต้นการปลูกแต่ละชั้นในเวลาต่างกันหรือปลูกผักงอกและไมโครกรีนชนิดอื่นได้ และหากมีการพัฒนาโครงสร้างสามารถนำไปจำหน่ายเป็นตู้เพาะสำหรับครัวเรือนขนาดเล็กหรืออาคารสูงได้

5.2 การประมวลผลภาพถ่ายต้นอ่อนทานตะวัน

จากการนำภาพต้นอ่อนทานตะวันมาทำการประมวลผลภาพเบื้องต้นด้วยการเมื่อพิจารณาค่าสีใบและสีลำต้นของการปลูกแบบเปิดและปิดตาข่ายพรางแสงพบว่าค่าสีใบในส่วนของสีน้ำเงินจะมีค่าน้อยกว่าค่าสีน้ำเงินของลำต้นอย่างชัดเจนดังนั้นสามารถนำไปใช้ในการหาคุณลักษณะเฉพาะเพิ่มเติมของสีต้นอ่อนทานวันได้ สำหรับค่าความยาวลำต้นและความหนาลำต้นที่ได้มีความสอดคล้องกับการวัดด้วยไม้บรรทัดและเวอร์เนียซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในพัฒนาอัลกอริธึมสำหรับจำแนกขนาดของต้นอ่อนทานตะวันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

รัตติกร สมบัติแก้ว กนกพร บุญญะอติชาติ และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์. เครื่องเพาะต้นอ่อนทานตะวันแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน. การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ. 12-13 กรกฎาคม 2561 โรงแรมแซนด์ ดูนส์ เจ้าหลาว รีสอร์ท จังหวัดจันทบุรี.

รัตติกร สมบัติแก้ว กนกพร บุญญะอติชาติ และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์. เครื่องเพาะต้นอ่อนทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 49 ฉบับที่ 4 (พิเศษ) ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ISSN 0125-0369 หน้า 351-354.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สมาร์ทฟาร์มการทำเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, สำนักงานวิชาการ, สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, [Online] https://www.parliament.go.th.

[2] ธิษณา และคณะ. 2560. Garden & Farm vol.11: ผักงอกและไมโครกรีน บ้านและสวน. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับบิชชิ่ง. กรุงเทพมหานคร.

[3] รัตนาภรณ์ นวลพรหม, “โครงงานเรื่องการศึกษาวัสดุปลูกและการพรางแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนทานตะวัน” หลักสูตรพืชสวน ภาควิชเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, 2558.

[4] ธนิกพงศ์ ครองข้าวนาสาร, การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี คลอโรฟิลล์ และเส้นใยอาหาร ของต้นทานตะวันงอก, 2555.

[5] SENSIRION. 2549. “SHT3x / SHT7x Humidity & Temperature Sensor.” [Online]. Available : http://www.sensirion.com.

[6] ชัยวัตน์ ลิ้มพรจิตวิไล และ วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, “เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino UNO” กรุงเทพฯ.

[7] เดชฤทธิ์ มณีธรรม, “คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO. กรุงเทพฯ.” : เคทีพี คอมพ์แอนด์คอนซัลท์, 2548.

[8] เกรียงศักดิ์ สาคร ฝ่ายวิศวกรรม บริษัท นิวม่าซิสเต็มส์ จำกัด, “โซลินอยด์วาล์ว.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.xn--c3cso0bndnb3czcq9nmfd.com/. 2559

[9] ธิติ แย้มสุข, “รีเลย์.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.thitiblog.com/blog/5211.

[10] ฟูจิเทล, “กล้อง IP Camera Fujitel I9813.” [Online]. เข้าถึงได้จาก :http://www.fujitel.co.th/index.php/products-2/cctv-system/wifi-ip/i9813-detail

[11] ไทยวอเตอร์ซิสเตม, “ปั๊มน้ำ DC12V Green – 01.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www. Tapu-mishop.com/product;

[12] อีสต์เทิร์น เอ็นเนอร์ยี่, “รีแฟคโตมิเตอร์.” [Online]. เข้าถึงได้จาก :http://www.eastern-energy.net;

[13] Brew Corner, “รีแฟคโตมิเตอร์.” [Online] เข้าถึงได้จาก: http://www.brew-corner.com

[14] Geoff Dongherty, Digital Image Processing for Medical Image, Cambridge University Press, 2009, ISBN-13 978-0-311-53343-3.

[15] Kwangbaek Kim, Intelligent Immigration Control System by Using Passport Recognition and Face Verification, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

[16] Anup Vibhute and S K Bodhe, Applications of Image Processing in Agriculture: A Survey, International Journal of Computer Applications, Volume 52– No.2, August 2012.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[17] J. Majumdar, S. Naraseeyappa and S. Ankalaki, Analysis of agriculture data using data mining techniques: application of big data, Journal of Big Data, Springer Open, 5 July 2017.

[18] K. Prakash, P. Saravanamoorthi, R. Sathishkumar and M. Parimala, A Study of Image Processing in Agriculture, Int. J. Advanced Networking and Applications, Vol. 09 Issue: 01 Pages: 3311-3315, 2017.

[19] Vijai Singh and A.K. Misra, Detection of Plant Leaf Disease Using Image Segmentation and Soft Computing Techniques, Information Processing in Agriculture, pp. 41-49, 2017.

[20] อรฉัตร จิตต์โสภักตร์. 2552. Digital Image Processing/ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล. บริษัท สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย. กรุงเทพฯ.

[21] รัตติกร สมบัติแก้ว กนกพร บุญญะอติชาติ และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์. เครื่องเพาะต้นอ่อนทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 49 ฉบับที่ 4 (พิเศษ) ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ISSN 0125-0369 หน้า 351-354.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารผลงานวิจัยที่ได้รับจากการทำโครงการวิจัยและได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำเสนองานวิจัยเรื่อง **เครื่องเพาะต้นอ่อนทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน**
การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ 12-13 กรกฎาคม 2561 จังหวัดจันทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญบทคัดย่อ

ภาคนิทัศน์

รหัส	ชื่อเรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
PL-02	**อิทธิพลของกระบวนการแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อองค์ประกอบสารระเหยง่าย และสารไม่ระเหย และสมบัติเชิงประสาทสัมผัสของน้ำมะนาว** *พงศกร พุ่มมณี พชร อานันทนสกุล นัทธมน สุวรรณพรหม จุฑามาศ ก่อกิจพูนผล และพนิตา งามเชื้อชิต*	80

Postharvest Machinery

PM-01	**การพัฒนาเครื่องปอกสับปะรด** *วรินธร พูลศรี และกรรณพต แก้วสอน*	81
PM-02	**ผลของความเร็วลมและอัตราการป้อนที่มีต่อสมรรถนะการทำความสะอาดข้าวโพด** *สมชาย ชวนอุตม นารถนภา อาษานอก และศักดิ์ศิวา เนียมชมภู*	82
PM-03	**การศึกษาผลของมุมใบมีดและความเร็วรอบลูกกลิ้งที่มีผลต่อสมรรถนะเครื่องผ่าผลจาก** *ดลหทัย ชูเมฆา และอภิรมย์ ชูเมฆา*	83
PM-04	**การทดสอบและประเมินผลเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว** *อภิรมย์ ชูเมฆา ศิลปชัย ลูกพัก สุกานดา แสงลุย ปพิชญา ทวีลุย และดลหทัย ชูเมฆา*	84
PM-05	**เตาเผาถ่านชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนในท้องถิ่น** *วีระชาติ จริตงาม และกิญโญ ชุมมณี*	85
PM-06	**การทดสอบประสิทธิภาพตู้อบแห้งปลาช่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาก๊าซซิไฟเออร์แบบไหลลง โดยใช้เชื้อเพลิงแกลบอัดแท่ง** *กิญโญ ชุมมณี และวีระชาติ จริตงาม*	86
PM-07	**ผลของการชะลอการลดความชื้นในข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ต่อคุณภาพข้าวขัดขาวในระหว่างการเก็บรักษา** *อุมรรณิการ์ ปักเคธาติ วีรเวทย์ อุทโธ กฤตยา อุทโธ และกฤษณา สุดทะสาร*	87
PM-08	**ผลกระทบของความเร็วการลำเลียงและการสั่นสะเทือนต่อการคัดแยกดินออกจากหัวแก่นตะวัน** *พีรณัฐ อันสุริย์ พลเทพ เวงสูงเนิน และวารี ศรีสอน*	88
PM-09	**การพัฒนาอุปกรณ์แบบพกพาเพื่อทำนายอายุการเก็บรักษาไข่ไก่ด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี** *ธนธรณ์ วัฒนะธนากร พีรพนธ์ มูลเหลา อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และอมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร*	89
PM-10	**เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน** *รัตติกร สมบัติแก้ว กนกพร บุญญะอติชาติ และอรฉัตร จิตต์โสภัทร์*	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน

Automatic Sunflower Sprouts Machine for Household

รัตติกร สมบัติแก้ว[1] กนกพร บุญญะอติชาติ[2] และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์[3]
Rattikorn Sombutkaew[1], Kanokpon Bunya-atichart[2] and Orachat Chitsobhuk[3]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการปลูกผักในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลิตผลให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับเพาะเลี้ยงต้นทานตะวันงอกโดยการใช้เซ็นเซอร์ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ออกแบบไว้เทียบกับเครื่องมือมาตรฐานซึ่งค่าความชื้นมีความผิดผลาด 1.08% อุณหภูมิมีความถูกต้องตรงกับเครื่องมือมาตรฐาน และควบคุมแสงด้วยการพรางและไม่พรางแสงที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตตลอดอายุการปลูก ใช้ต้นทานตะวันงอก 3 ถาดต่อเครื่องปลูกแต่ละแบบ เก็บเกี่ยวเมื่อต้นทานตะวันอายุ 6 วัน บันทึกคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวด้านความยาวต้น (ซม.) ความกว้างลำต้น (ซม.) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%) ของลำต้นและใบ พบว่า ความกว้างลำต้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของใบและลำต้นของต้นทานตะวันงอกที่ได้จากเครื่องปลูกอัตโนมัติแบบไม่พรางแสงเฉลี่ย มีค่า 2.12 ซม. 1.0% และ 2.3% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าต้นทานตะวันงอกที่ปลูกจากเครื่องอัตโนมัติแบบพรางแสงที่มีค่า 1.8 ซม.และ 0.5% และ 1.4% ตามลำดับ ความยาวต้นทานตะวันจากเครื่องปลูกที่พรางแสงยาวกว่าต้นอ่อนจากเครื่องปลูกที่ไม่มีการพรางแสง ผลที่ได้จากการปลูกต้นทานตะวันงอกด้วยเครื่องอัตโนมัติแบบไม่พรางแสงนั้นมีคุณภาพต้นงอกเหมาะต่อการบริโภคมากกว่าแบบพรางแสง

คำสำคัญ: เครื่องปลูกต้นทานตะวันงอก, ต้นทานตะวันงอก, คุณภาพต้นอ่อน

Abstract

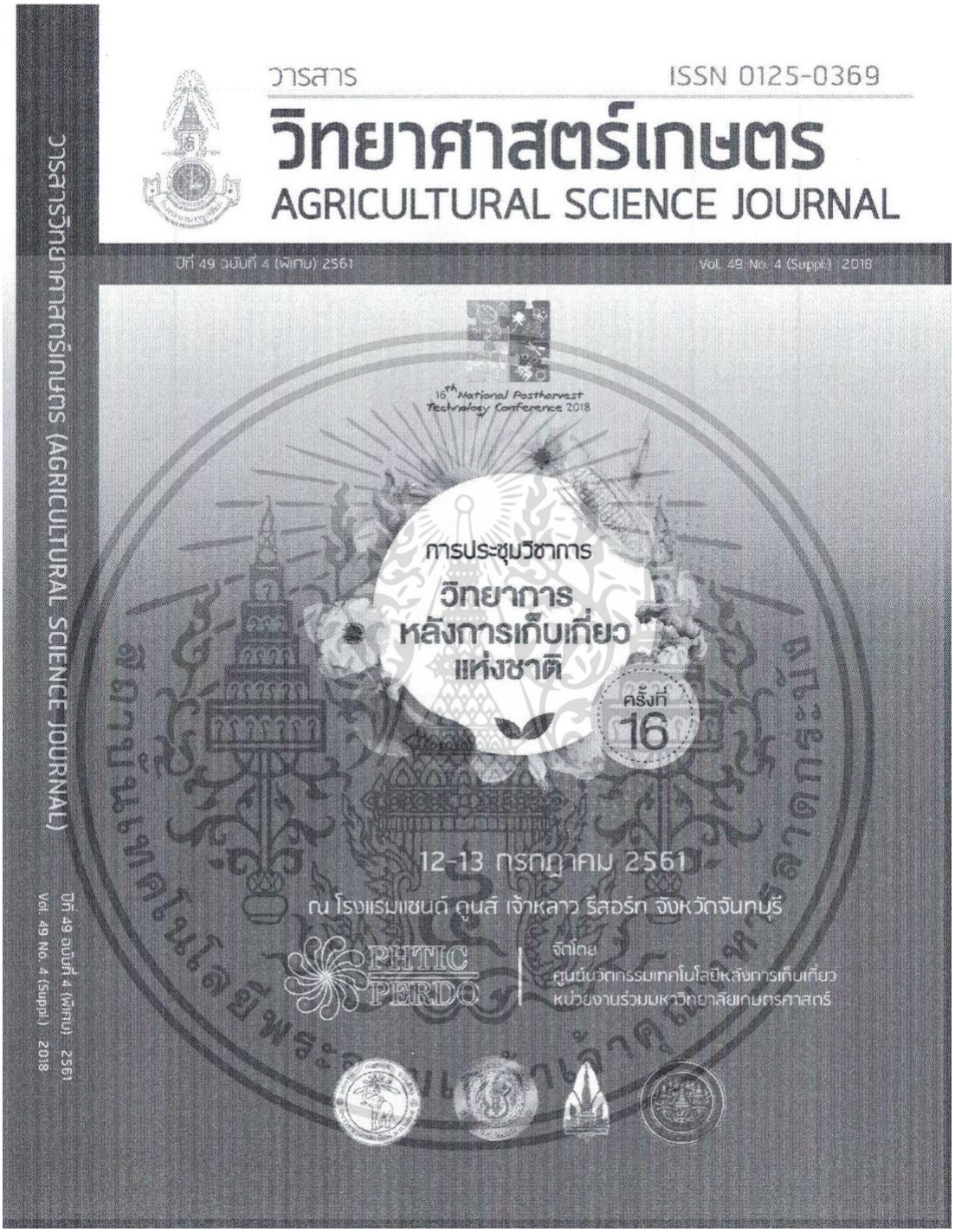
Nowadays, there is a household vegetable cultivation that can maintain a controlled environment to suit the growth and the quality that customers' need. This study was designed to use an automatic machine for sunflower sprouts cultivation using the censor to control the temperature, the humidity to suit the water intake that is suited for the plants growth. By evaluating the performance from the designed system comparing it with a standard tool. The moisture value is miscalculated by 1.08%, the temperature is aligned with the standard tool. A controlling the sunlight with and without shading system was used throughout the cultivation period. Three trays of sunflower sprouts were used for each the designed system. The 6 days of sunflower sprouts were harvested and recording the harvest quality; the stem's length (cm.), the width's length (cm), the total soluble solids; TSS (%) of the stem and leaf. The width of the stems and TSS of the stem and leaves that were grown from the automatic machine without shading system have the average of 2.12 cm., 1.0% and 2.3% respectively. Which was more than the sunflower sprouts that are grown by the automatic machine with shading system; their values are 1.8 cm., 0.5% and 1.4% respectively. The length of the sunflower sprouts from the closed system is longer than the ones from the opened system. The result from planting the sunflower sprouts by the automatic machine without shading system had a better quality suitable for consumption.

Keywords: automatic cultivation, sunflower sprouts, sprout quality

[1] ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร 86160
[1] Department of Engineering, King Mongkut's Insitute of Technology Ladkabang, Pince of Chumphon Campus, Chumphon 86160
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร 86160
[2] Department of Agricultural Technology, King Mongkut's Insitute of Technology Ladkabang, Pince of Chumphon Campus, Chumphon 86160
[3] ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[3] Department of Computure Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Insitute of Technology Ladkabang, Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตีพิมพ์ในวารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร (Agricultural Science Jounal) ปีที่ 49 ฉบับที่ 4 (พิเศษ) 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์

นายกสมาคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดเขตต์ นาคะเสถียร
อุปนายก
ดร. ปกรณ์ สุจะ

เลขาธิการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัชรียา บุญถอแก้ว
นายทะเบียน
ดร. ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี
เหรัญญิก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสาวนุช ถาวรพฤกษ์

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร
Agricultural Science Journal

บรรณาธิการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ
บรรณาธิการจัดการ
ดร.ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี
นางสาวชญานิษฐ์ นิยม
กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ญาณวิทย์ ดร. เมธา วรรณพัฒน์
ศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ วัชรพุกก์
ศาสตราจารย์ ดร. อังสุมาลย์ จันทราปัตย์
ศาสตราจารย์ ดร. อุทัยรัตน์ ณ นคร
ศาสตราจารย์ ดร. สัญชัย ขตุรสิทธา
ศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ ทวีชัย
ศาสตราจารย์ ดร. เจริญศักดิ์ โรจน์ฤทธิ์พิเชษฐ์
ศาสตราจารย์ ดร. เอิบ เขียวรื่นหมย์
ศาสตราจารย์ ดร. ฉัญชลี สุทธิประการ
ศาสตราจารย์ ดร. สายชล เกตุษา
ศาสตราจารย์ ดร. ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ
รองศาสตราจารย์ ดร. สมหวัง ขันตยานุวงศ์

เจ้าของ
สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
ตู้ ปณ.1070 ปทฝ. เกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10903

สำนักงานกองบรรณาธิการ
ห้อง 717 ชั้น 7 อาคารวชิรานุสรณ์
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 02 579 0588 โทรศัพท์ภายใน 1291-3 ต่อ 1702, 1706 (โทรสาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสาร ISSN 0125 - 0369

วิทยาศาสตร์เกษตร
AGRICULTURAL SCIENCE JOURNAL

ปีที่ 49 ฉบับที่ 4 (พิเศษ) 2561 Vol. 49 No. 4 (Suppl.) 2018

การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 16

Postharvest Biology Mechanism

11 การใช้ไอระเหยเอทานอลในการควบคุมโรคข้าวผลเน่า และโรคแอนแทรคโนสในมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ในระยะผลสุก
เจนจิรา พกาวัลย์ ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย วีรเวทย์ อุทโธ สมโภชน์ น้อยจินดา และเฉลิมชัย วงษ์อารี

15 การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้
ธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต เทวรัตน์ ตรีอำนรรค และกระวี ตรีอำนรรค

19 อิทธิพลของวัยต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเปลือกผลมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว
วัลลี ภาคพจน์ นันท์ชนก นันทะไชย อินทิรา ลิจันทร์พร

22 ผลของแคลเซียมแล็กเทตต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้หั่นชิ้น
ณิชานาถ แก้วมณี มัณฑนา บัวหนอง และพนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย

26 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของเนื้อสุกทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 1 และหมอนทอง
จิรัฐิติกาล บุณธนากร วิชชุดา เดาด์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชยชูชาติ วัฒนวรรณ และเฉลิมชัย วงษ์อารี

30 อายุเก็บเกี่ยวของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่สัมพันธ์กับคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยว
ยุพิน ออนศิริ เจริญ ขุนพรม และ ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดี

35 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อปริมาณสารกาบาและคุณภาพผลทุเรียนเทศ
โสภิดา ศรีวิลัยวรรณ ปพิชญา กองจินดา สุภาวดี ชนะพาล พรจรัส สิงหวรชัย และรุจิรา ดีวัฒนางค์

38 ผลของวิธีการบ่มด้วยสารละลายเอทีฟอนและแก๊สเอทิลีนต่อคุณภาพกล้วยหอมทอง
ชัยรัตน์ บุรณะ และพิไลลักษณ์ พิชัยวัตต์

42 ผลของระยะการสุกต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมีและปริมาณแทนนินในเปลือกผลกล้วยน้ำว้า
พรรณพนัช แช่ม นันท์ชนก นันทะไชย และอินทิรา ลิจันทร์พร

46 ปริมาณแทนนินและองค์ประกอบทางเคมีในลำต้น ใบ และปลีของกล้วยเทพรส
สมคิด ใจตรง และสุปรีณา ศรีใสคำ

50 ผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาผลมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown Turkey
ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน และคนัย บุณยเกียรติ

54 ผลของการเคลือบไข่ผึ้งต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาของมะนาวพันธุ์ทูลเกล้า
อดิศักดิ์ รูมวงษ์ นารท นาคเฉลิม และจินตนา รูมวงษ์

58 ผลของการเกิดเนื้อใสต่อคุณภาพของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้าหลังการเก็บเกี่ยว
ภัทรวรรณ วัฒนกีบุตร วรรณวรางค์ พัฒนะโกธิ์ และอุษาวดี ชนสุต

62 การชะลอการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอล และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงมังคุดโดยการฉายรังสียูวีบี
ณัฐวุฒิ คงพูน นาโอกิ ยามาอูชิ และสมัคร แก้วสุกแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

339 กระบวนการอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพรเพื่อ SMEs
สุเนตร สืบค้า พรฉวี กลิ่นสุคนธ์ กรวรรณ ท้วมเงิน ทัศน์วรรณ ใจบุญ และระวิน สืบค้า

343 การทดสอบประสิทธิภาพตู้อบแห้งปลาช่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาก๊าซซิไฟเออร์แบบไหลลงโดยใช้เชื้อเพลิงแกลบอัดแท่ง
ภิญโญ ชุมมณี และ วีระชาติ จริตงาม

347 เตาเผาถ่านชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนในท้องถิ่น
วีระชาติ จริตงาม และ ภิญโญ ชุมมณี

351 เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน
รัตติกร สมบัติแก้ว กนกพร บุญญะอติชาติ และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์

355 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดบัวอบแห้งเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องเคลือบผงปรุงรส
ปิยะพงษ์ วงค์ขันแก้ว และ อรรณพ ทัศนอุดม

359 วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรในกระบวนการทำแป้งจากเม็ดบัว
จิรวัสส์ เจียตระกูล วิบูลย์ เทเพนทร์ อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ปรีชา อานันท์รัตนกุล พงษ์รวี นามวงศ์ และ สุรชาติ ระย้าทอง

363 อิทธิพลของความชื้น กำลังไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างวัสดุกับแผ่นอิเลคโทรดในการให้ความร้อนข้าวเปลือกด้วยคลื่นวิทยุแบบต่อเนื่อง
ธวัชชัย ธรรมขันแก้ว วิบูลย์ ช่างเรือ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ และณัฏวัฒณ์ หมื่นมาณี

Postharvest Safety

367 การใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับน้ำฟองนาโนอิเล็กโทรไลต์ในการล้างสองขั้นตอนเพื่อลด *E. coli* และคลอร์ไพริฟอสในสะระแหน่
ปิติรัตน์ กลิ่นธรรม ศศิธร ตรงจิตภักดี วรรณี อินศิริกุล และ วราภา มหากาญจนกุล

371 การใช้เอทีฟอนบ่มผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองระหว่างการส่งออกทางเรือภายใต้มาตรฐานสารพิษตกค้าง
พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล ยุพิน อ่อนศิริ และ เจริญ ขุนพรม

375 การลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ *Escherichia coli* ปนเปื้อนในวัตถุดิบทางการเกษตรด้วยสารออกซิไดส์ซิ่งร่วมกับเครื่องล้างทำความสะอาดแบบน้ำวนสำหรับวิสาหกิจชุมชน
อรรณพ ทัศนอุดม

379 การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดเพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในโหระพาหลังการเก็บเกี่ยว
จุฑารัตน์ สวาทนุช จำนงค์ อุทัยบุตร และกานดา หวังชัย

383 ผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการลดปริมาณสารตกค้างคลอไพริฟอสในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง
วิริญญ์ สิงห์โทราช จำนงค์ อุทัยบุตร และกานดา หวังชัย

387 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก
วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์ นฤมล บุญเรือง และวิลาวัลย์ คำปวน

391 การพัฒนาเทคนิควิเคราะห์ภาพเพื่อจำแนกคุณภาพของผลน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่องโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม
ชุติมา กาบแก้ว และ วันรัฐ อับดุลลากาซิม

395 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและด้วงถั่วเหลืองโดยวิธีการสัมผัส
กฤติมา สระโพธิ์ทอง จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์

399 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำในการขับไล่ด้วงงวงข้าวโพด
กัญชพร สุภาคำ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง และ ไสว บูรณพานิชพันธุ์

403 ดัชนีชื่อผู้แต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 351-354 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 351-354 (2561)

เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน

Automatic Sunflower Sprouts Machine for Household

รัตติกร สมบัติแก้ว[1] กนกพร บุญญะอติชาติ[2] และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์[1]
Rattikorn Sombutkaew[1], Kanokpon Bunya-atichart[2] and Orachat Chitsobhuk[3]

Abstract

Nowadays, there is a household vegetable cultivation that can maintain a controlled environment to suit the growth and the quality that customers' need. This study was designed to use an automatic machine for sunflower sprouts cultivation using the sensor to control the temperature, the humidity to suit the water intake that is suited for the plants growth. By evaluating the performance from the designed system comparing it with a standard tool. The moisture value is miscalculated by 1.08%, the temperature is aligned with the standard tool. A controlling the sunlight with and without shading system was used throughout the cultivation period. Three trays of sunflower sprouts were used for each the designed system. The 6 days of sunflower sprouts were harvested and recording the harvest quality; the stem's length (cm.), the width's length (cm), the total soluble solids; TSS (%) of the stem and leaf. The width of the stems and TSS of the stem and leaves that were grown from the automatic machine without shading system have the average of 2.12 cm., 1.0% and 2.3% respectively. Which was more than the sunflower sprouts that are grown by the automatic machine with shading system; their values are 1.8 cm., 0.5% and 1.4% respectively. The length of the sunflower sprouts from the closed system is longer than the ones from the opened system. The result from planting the sunflower sprouts by the automatic machine without shading system had a better quality suitable for consumption.

Keywords: Automatic Cultivation, Sunflower Sprouts, Sprout Quality

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการปลูกผักในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลิตผลให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับเพาะเลี้ยงต้นทานตะวันงอกโดยการใช้เซ็นเซอร์ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ออกแบบไว้เทียบกับเครื่องมือมาตรฐานซึ่งค่าความชื้นมีความผิดผลาด %08.1อุณหภูมิมีความถูกต้องตรงกับเครื่องมือมาตรฐาน และควบคุมแสงด้วยการพรางและไม่พรางแสงที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตตลอดอายุการปลูก ใช้ต้นทานตะวันงอก วัน บันทึกคุณภาพหลังการเก็บ 6 ถาดต่อเครื่องปลูกแต่ละแบบ เก็บเกี่ยวเมื่อต้นทานตะวันอายุ 3 ความก (.ซม) เกี่ยวด้านความยาวต้นว้างลำต้น ของลำต้นและใบ พบว่าความกว้างลำ (%) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (.ซม) ต้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของใบและลำต้นของต้นทานตะวันงอกที่ได้จากเครื่องปลูกอัตโนมัติแบบไม่พรางแสงเฉลี่ยมี %3.2 และ %0.1 .ซม 12.2 ค่าตามลำดับ ซึ่งมากกว่าต้นทานตะวันงอกที่ปลูกจากเครื่องอัตโนมัติแบบพรางแสงที่มีค่า .ซม 8.1 %5.0 และและ %4.1ตามลำดับ ความยาวต้นทานตะวันจากเครื่องปลูกที่พรางแสงยาวกว่าต้นอ่อนจากเครื่องปลูกที่ไม่มีการพรางแสง ผลที่ได้จากการปลูกต้นทานตะวันงอกด้วยเครื่องอัตโนมัติแบบไม่พรางแสงนั้นมีคุณภาพต้นงอกเหมาะต่อการบริโภคมากกว่าแบบพรางแสง

คำสำคัญ: เครื่องปลูกต้นทานตะวันงอก ต้นทานตะวันงอก คุณภาพต้นอ่อน

[1] ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 86160
[1] Department of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkabang, Prince of Chumphon Campus, Chumphon 86160
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 86160
[2] Department of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Chumphon 86160
[3] ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[3] Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkabang, Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้ได้มีความนิยมบริโภคพืชผักเมล็ดเล็กในระยะต้นกล้าที่เรียกว่า "ไมโครกรีน (microgreen)" เนื่องจากคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ที่มีอยู่สูงในระยะเริ่มต้นของการงอกจนถึงระยะต้นกล้า (ธิษณา และคณะ, 2560) ต้นทานตะวันงอกเป็นไมโครกรีนชนิดหนึ่งที่มีวิตามินเอและวิตามินอีสูง ช่วยบำรุงสายตา ผิวพรรณ บำรุงสายตา และมีวิตามินบี 1 วิตามินบี 6 โอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 ซึ่งช่วยบำรุงเซลล์สมอง ป้องกันสมองเสื่อม ในด้านของการแพทย์ต้นทานตะวันงอกสามารถป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ต้นทานตะวันงอกสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้น และตลาดมีความต้องการสูง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีแนวคิดจัดทำเครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือนขึ้น เพื่อให้กลุ่มคนรักสุขภาพหรือกลุ่มคนที่ชอบรับประทานต้นทานตะวันงอกสามารถปลูกเองที่บ้านได้อย่างสะดวกและใช้เวลาในการดูแลน้อย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปในการปลูกพืชไมโครกรีนชนิดอื่นได้ตามความต้องการ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาระบบให้เป็นธุรกิจขนาดย่อมในครัวเรือนได้

อุปกรณ์และวิธีการ

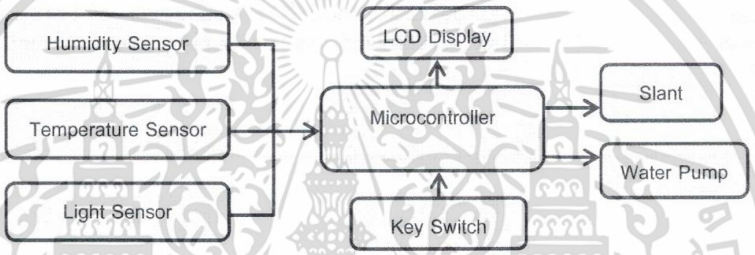


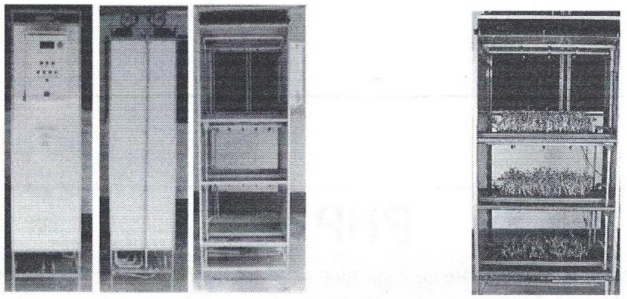
Fig 1 Block diagram of automatic sunflower sprouts machine for household.

จากบล็อกไดอะแกรมใน Fig.1 ข้อมูลจากเซนเซอร์ SHT31 (SENSIRION, 2561) ใช้ในการวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ และเซ็นเซอร์ TSL2561 ในการวัดแสงจะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ArduinoUNOR3 (เดชฤทธิ์, 2548) และแสดงผลบนจอ LCD โดยระบบปั๊มน้ำ (ไทยวอเตอร์ซิสเตม, 2560) จะจ่ายน้ำอัตโนมัติในช่วงเวลา 07.00 น. - 17.00 น. เมื่อความชื้นถึงค่าที่กำหนดไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน นอกจากนี้ยังควบคุมให้ตาข่ายพรางแสงเปิดหรือปิด (รัตนาภรณ์, 2558) ได้ด้วยสวิทช์และสามารถตั้งเวลาในการปลูกของแต่ละชั้นแยกกันได้ตามรอบการปลูก เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกนี้สามารถตั้งเวลาในรดน้ำแบบอัตโนมัติด้วยการกำหนดให้เครื่องทำงาน 144 ชั่วโมง หรือ 6 วันตามรอบการเพาะต้นทานตะวันงอก เมื่อครบกำหนดเวลาจะมีข้อความเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและเครื่องจะหยุดการทำงาน

ผลการทดลอง

เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาแสดงดัง Fig.2 มีขนาดความยาว 84 เซนติเมตร กว้าง 52 เซนติเมตร สูง 180 เซนติเมตร ซึ่งออกแบบให้สามารถใส่ถาดปลูกขนาด 60x30 เซนติเมตร ได้ 3 ชั้น โดยแต่ละชั้นใช้โซลินอยด์และท่อน้ำสำหรับจ่ายน้ำพ่นหมอกชั้นละ 10 หัวและออกแบบให้มีการระบายน้ำออกในแต่ละชั้น ซึ่งถาดเพาะแต่ละถาดสามารถปลูกในเวลาต่างกันได้ด้วยการใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในการควบคุมปั๊มน้ำเพื่อให้ผู้ใช้สามารถวางแผนการเพาะต้นทานตะวันงอกรับประทานในปริมาณเหมาะสมสำหรับการรับประทานในครัวเรือนได้ การปลูกจะใช้เมล็ดสำหรับถาดปลูกแต่ละถาดจำนวน 120 กรัม เครื่องปลูกประกอบด้วย ดินดำ ปุ๋ยขี้วัว และแกลบ เมื่อครบรอบการปลูกจะทำการวัดคุณภาพต้นอ่อนในการทดลองปลูกแบบพรางแสงและไม่พรางแสงด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างของความยาวและขนาดลำต้นดังแสดงตัวอย่างการวัดความยาวและขนาดลำต้นใน Fig.3 ใน Fig.4 เป็นผลการเปรียบเทียบความยาวและลำต้น และใน Fig.5 เป็นการเปรียบเทียบการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%) ของลำต้นและใบซึ่งนำมาเปรียบเทียบไว้ในแผนภูมิของ Fig.5 Fig.6 Fig.7 และ Fig.8 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

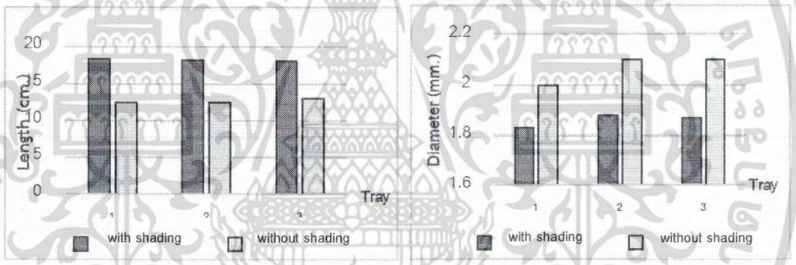


a) Structure b) Commissioning

Fig. 2 a) The Structure of automatic sunflower sprouts machine for household and b) Commissioning.

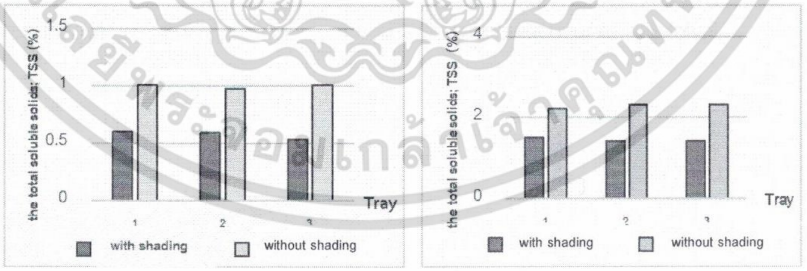
a) The sunlight with shading system b) The sunlight without shading system

Fig.3 Measurement of length and size of sunflower sprouts cultivated by controlling the sunlight with and without shading system.



a) Length of sunflower sprouts b) Diameter of sunflower sprouts

Fig.4 Comparison of sunflower sprouts germination by controlling the sunlight with and without shading system.



a) The total soluble solids; TSS (%) of the leaf. b) The total soluble solids; TSS (%) of the stem.

Fig.5 Comparison of sunflower sprouts germination by controlling the sunlight with and without shading system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดความชื้นและอุณหภูมิ ในส่วนของบอร์ดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ สามารถตรวจจับความชื้นและอุณหภูมิ โดยใช้เซ็นเซอร์ SHT 31 ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งค่าความชื้นและอุณหภูมิพร้อมกัน

จากผลการทดลองวัดเปรียบเทียบระหว่าง SHT 31 กับ EBI 20 จะได้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของอุณหภูมิเท่ากับ 0.5% และได้ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของความชื้นเท่ากับ 1.08 %RH

จากการทดลองเพาะต้นทานตะวันงอกด้วยการควบคุมแสงแบบพรางแสงที่ความชื้น 85 %RH เวลาในการเพาะ 6 วัน ใช้เมล็ดทานตะวันหนัก 360 กรัม ได้ต้นทานตะวันงอกทั้งหมดหนัก 2,598 กรัม ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 18.2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.86 มิลลิเมตร และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%)ของใบเฉลี่ย 0.57% และลำต้นเฉลี่ย 1.4 % ซึ่งจะมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%) ของใบและลำต้นน้อยกว่าตามท้องตลาดเนื่องจากเพาะปลูกด้วยการใช้น้ำอย่างเดียวในการควบคุมการเจริญเติบโต จากการทดลองเพาะต้นทานตะวันงอกด้วยการควบคุมแสงแบบไม่พรางแสงที่ความชื้น 85 %RH เวลาในการเพาะ 6 วัน ใช้เมล็ดทานตะวันหนัก 360 กรัม ได้ต้นทานตะวันงอกทั้งหมดหนัก 1,980 กรัม ความยาวเฉลี่ย 12.6 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางที่เฉลี่ย 2.06 มิลลิเมตร และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%)ของใบเฉลี่ย 1 % และลำต้นเฉลี่ย 2.26 % ซึ่งจะมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและความหวานของใบและลำต้นมากกว่าตามท้องตลาด เนื่องจากความยาวของลำต้นยาวกว่าการควบคุมแสงแบบพรางแสง

สรุปผลการทดลอง

เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือนใช้การเพาะด้วยวิธีการให้น้ำแบบควบคุมความชื้นและแบบพรางแสงและไม่พรางแสงที่ได้ทดสอบสรุปได้ว่าการเพาะแบบไม่พรางแสงมีลักษณะอวบ ลำต้นตรง ง่ายต่อการเก็บเกี่ยว และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (%) มากกว่าแบบพรางแสง เครื่องที่ออกแบบไว้สามารถทำงานอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้ เซนเซอร์ทั้งสามตัวสามารถอ่านค่าความชื้นได้มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ± 5 % และได้ต้นทานตะวันงอกที่มีคุณภาพดี มีลำต้นอวบ ลำต้นตรง และคุณภาพต้นงอกแบบไม่พรางแสงนั้นเหมาะสมต่อการบริโภคมากกว่าแบบพรางแสง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ใช้มีสะดวกสบายในการเพาะต้นทานตะวันงอกเพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร ที่ได้สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ธิษณา เจษฎาวรางกูล, วิรัชญา จารุจาริต, ทิพาพรรณ ศิริเวชภารักษ์, วรัปศร อัคนียุทธ และภาพล ศุภนันทนานนท์. 2560. ผักงอกและไมโครกรีน. Garden & Farm vol.11: บ้านและสวน, อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพมหานคร. หน้า 8-26.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. 2548. คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์. Arduino UNO. เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์, กรุงเทพฯ.

รัตนาภรณ์ นวลพรหม. 2558. การศึกษาวัสดุปลูกและการพรางแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนทานตะวัน. หลักสูตรพืชสวน, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, จ.ชุมพร.

SENSIRION. 2651. SHT3x / SHT7x Humidity & Temperature Sensor. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.sensirion.com. (28 ตุลาคม 2561).

ไทยวอเตอร์ซิสเตม. 2560 ปั๊มน้ำ DC12V Green – 01. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www. Tapu-mishop.com/product. (28 ตุลาคม 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน
1.	วัสดุสำนักงาน (แมคโคร)	4,298.00
2.	วัสดุสำนักงาน (สหวิทยาภัณฑ์)	1,710.00
3.	วัสดุคอมพิวเตอร์ (แอดไวซ์)	4,410.00
4.	วัสดุวิทยาศาสตร์ (เวอร์เนียดิจิตอล)	1,819.00
5.	ค่าจ้างเหมาบริการ (จัดทำโครงสร้างและระบบการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน)	4,700.00
6.	ค่าจ้างเหมาบริการ (ระบบเก็บข้อมูลภาพการเจริญเติบโตฯ)	5,000.00
7.	ค่าจ้างเหมาบริการ (เพาะเลี้ยงและเก็บข้อมูลภาพฯ)	6,000.00
8.	ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (อุปกรณ์วัดมวลสาร)	2,666.60
9.	ค่าวัสดุหนังสือ วารสารและตำรา	975.00
10.	ค่าวัสดุหนังสือ วารสารและตำรา	770.00
11.	ค่าจ้างเหมาบริการ (ทำระบบควบคุมแสงสำหรับการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนทานตะวัน)	4,300.00
12.	ค่าจ้างเหมาบริการ (คัดเลือกภาพการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวัน)	3,000.00
13.	ค่าจ้างเหมาบริการ (เก็บภาพต้นอ่อนทานตะวัน)	2,000.00
14.	ค่าจ้างเหมาบริการ (เพาะเลี้ยงต้นอ่อนและเก็บข้อมูล)	2,000.00
15.	ค่าจ้างเหมาบริการ (วิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวัน)	5,000.00
16.	ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	2,150.00
17.	ค่าจ้างทำโปสเตอร์ขนาด 120x80 ซม.	400.00
18.	ค่าพาหนะไปจันทบุรี (744 กม.x5x2)	7,440.00
19.	ค่าที่พักวันที่ 10 ก.ค. 61	750.00
20.	ค่าลงทะเบียน POSTHARVEST 2018	2,500.00
21.	ค่าที่พักวันที่ 13 ก.ค. 61	1,350.00
22.	ค่าที่พักวันที่ 11-12 ก.ค. 61	3,000.00
23.	ค่าจ้างเหมาบริการ (จัดทำข้อมูลรายงาน)	1,761.40
24.	ค่าจ้างเหมาบริการ (เข้าเล่มรายงาน)	2,000.00
	รวม	70,000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการ

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางสาวรัตติกร สมบัติแก้ว

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
อส.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยสยาม	2544
วศ.ม.	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2548
วศ.ด.	วิศวกรรมไฟฟ้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2559

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
-	-	-

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
-	-	-

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1) **Rattikorn Sombutkaew**, Orachat Chitsobhuk, Duangkamon Prapruttam, Thumanoon Ruangchaijatuporn, "Adaptive Quantization via Fuzzy Classified Priority Mapping for Liver Ultrasound Compression", International Journal of Innovative Computing, Information and Control ISSN 1349-4198, Volume 7, Number 1, April 2016, pp. 635-649.
2) **Rattikorn Sombutkaew**, Orachat Chitsobhuk, Duangkamon Prapruttam, Thumanoon Ruangchaijatuporn, "Fuzzy Inference System for Liver Ultrasound Image Classification", The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30th International Technical Conference on Circuits /Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2015), pp. 329-332, June 2015, Grand Hilton Seoul, Korea.

3) **R. Sombutkaew**, Y. Kumsang, and O. Chitsobhuk, "Adaptive Quantization with Fuzzy C-mean Clustering for Liver Ultrasound Compression," ICCAS 2014, pp. 521-524, October 2014.

การเสนอผลงานวิชาการ

1) **รัตติกร สมบัติแก้ว** ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ และณัฐพร สุวรรณพยัคฆ์ เครื่องแยกเม็ดกรวดออกจากเมล็ดกาแฟคั่วสายพันธุ์โรบัสต้า การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 15 หน้า 124 ปี 2560.

2) ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ **รัตติกร สมบัติแก้ว** และชมพูนุช กูลเกตุวงศ์ การใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว การประชุมวิชาการระดับชาติด้านสารสนเทศ การเกษตร การจัดการ บริหารธุรกิจ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 หน้า 107 ปี 2560.

3) **รัตติกร สมบัติแก้ว** กนกพร บุญญะอติชาติ และอรฉัตร จิตต์โสภักตร์ เครื่องเพาะต้นทานตะวันงอกแบบอัตโนมัติสำหรับครัวเรือน การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 16 หน้า 90 ปี 2561.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

-

อื่นๆ

2. ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วทบ. (เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2536
วทม. (เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	ม. เกษตรศาสตร์	2541
ปรด. (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว	ม. เกษตรศาสตร์	2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
-	-	-

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
-	-	-

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1) **Bunya-atichart,** K. and Ketsa, S. 2014. Ethylene induction of chlorophyll degradation in Melinjo (Gnetum gnemon L.) leaves : lack of correlation with chlorophyllase, chlorophyll peroxidase and chlorophyll oxidase activities. The phillipines agriculture scientist. 97 (3) : 229-235.

2) **Bunya-atichart,** K., Phuwajerernporn, S., Montri, N. 2014. Responses of papaya seedlings to water stress. Acta Horticulturae. 1022:97-103.

3) **กนกพร บุญญะอติชาติ.** 2558. การใช้ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเพื่อยืดอายุวางจำหน่ายของผักเหลียงพร้อมปรุง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 33 (ฉบับพิเศษ) : 385-389.

4) **กนกพร บุญญะอติชาติ.** 2559. ผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่ออายุวางจำหน่ายใบผักเหลียงแบบพร้อมปรุง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3 (ฉบับพิเศษ (III): 45-52.

การเสนอผลงานวิชาการ

-

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

-

อื่นๆ

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางอรฉัตร จิตต์โสภักตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-ลาดกระบัง	2534
M.S.	Computer Engineering	Arizona State University, US	2539
Ph.D.	Electrical Engineering	University of Texas, Arlington, US	2544

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
-	-	-

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
-	-	-

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1) Rattikorn Sombutkaew, **Orachat Chitsobhuk**, Duangkamon Prapruttam, Thumanoon Ruangchaijatuporn, "Adaptive Quantization via Fuzzy Classified Priority Mapping for Liver Ultrasound Compressio", International Journal of Innovative Computing, Information and Control ISSN 1349-4198, Volume 7, Number 1, April 2016, pp. 635-649.
2) Rattikorn Sombutkaew, **Orachat Chitsobhuk**, Duangkamon Prapruttam, Thumanoon Ruangchaijatuporn, "Fuzzy Inference System for Liver Ultrasound Image Classification", The 30th International Technical Conference on Circuits /Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2015), pp. 329-332, June 2015, Grand Hilton Seoul, Korea.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Warunsin, W. and **Chitsobhuk, O**., “Heuristic search on statistics of wind data and cloud images for automatic typhoon eye location,” KST2015, pp. 60-64, January 2015, Chonburi, Thailand.
4) Bhattarabhorn W. and **Chitsobhuk, O**., “Plane alignment algorithm for torn document reconstruction,” ECTI-CON2015, June 2015, Hua Hin, Thailand.
5) Ngernplubpla J. and **Chitsobhuk O.**, “Image Enhancement based on Edge Boosting Algorithm,” 7th International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP 2015), pp. 981706-7, December 2015, Singapore.
6) R. Sombutkaew, Y. Kumsang, and **O. Chitsobhuk**, “Adaptive Quantization with Fuzzy C-mean Clustering for Liver Ultrasound Compression,” ICCAS 2014, pp. 521-524, October 2014
7) K. Warunsin and **O. Chitsobhuk**, “Automatic Typhoon eye identification using QuikSCAT data and spiral cloud Image,” ICCAS 2014, pp. 212-216, October 2014.
8) Noikaew, N. and **Chitsobhuk, O.**, "Statistical based MQ arithmetic coder", Fifth International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP 2013), January 2014, Hong Kong.

การเสนอผลงานวิชาการ

-

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

-

อื่นๆ

1) หนังสือ อรฉัตร จิตต์โสภักตร์. 2552 Digital Image Processing / ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สงวนกิจพริ้นท์แอนด์มีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้