

**การออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
สำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี กรณีศึกษา : ชนไชน์การ์เดนท์ฟาร์ม**

พินิจ เนื่องภิรมย์¹ นพรัตน์ เตชะพันธุ์รัตนกุล² นรมล ประเสริฐพงศ์กุล³ วีรภูมิ ชันรัตน์¹

ดิเรก มณีวรรณ¹ และ กิจจา ไชยทนต์¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

³คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

รับบทความ 13 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสับปะรดสี ตัวเครื่องประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนอินพุตสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ส่วนควบคุมสำหรับรับ – ส่งข้อมูล ส่วนเอาต์พุตสำหรับการควบคุมความชื้น อุณหภูมิและแสง และส่วนของการเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ผลการวิจัยพบว่าตัวเครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมความชื้น อุณหภูมิ และปริมาณแสงได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้ และเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการเพาะปลูกเมล็ดพันธุ์สับปะรดสี พบว่าการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสูงกว่าร้อยละ 19 จำนวนต้นอ่อนที่เกิดจากการเพาะเมล็ดมากกว่าร้อยละ 22 และการลดระยะเวลาในการดูแลของเกษตรกรลงร้อยละ 91 เมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงแบบดั้งเดิม ดังนั้นเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกสับปะรดสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบเพาะเมล็ดพันธุ์ สับปะรดสี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

The design and development of IoT platform for Bromeliad Seedlings : A case study at Sunshine Garden Farm

**Pinit Nuangpirom^{1*} Noparat Techapunratanakul² Niramol Prasertphongkul³
Weerawut Khanrat¹ Direk Maneewan¹ and Kitchar Chitanu¹**

¹Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna :

128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

²Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna :

128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

Faculty of Economics, Chiang Mai University: 239 HuayKaew Road, Suthep, Muang,
Chiang Mai, Thailand, 50200

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

The objectives of this research is to the design and development of IoT platform for Bromeliad Seedlings. The machine consists of 4 parts. First, input for measuring temperature and humidity. Second, Control for pick-up information. Third, output for controls of humidity, temperature and lighting. Finally, the fourth part, data collection and display through an application on mobile phone. The result of this research found that temperature and humidity controls can be developed, and the lighting exposure possible to some extent. Moreover, when applied these controls to the cultivation of bromeliads seeds, we found that the growth rate of seedlings via this new seedling machine is 19 percent higher compared to the traditional farming. Also, seedlings sapling rate is 22 percent higher. Nonetheless, reduce the time consumption on nurturing up to 91 percent. In conclusion, the developed seedlings machine could be applied to plant bromeliads seeds effectively.

Keywords: Seeder, Bromeliad, Internet of Things.

1. บทนำ

โรงเพาะปลูกสับปะรดสีชนโซนการ์เดนห์ ตั้งอยู่ในชุมชนบ้านตองกาย เลขที่ 293 หมู่ 1 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ ทำการเพาะปลูกสับปะรดสีและพืชประดับ บนพื้นที่กว่า 7 ไร่ ทั้งในโรงเรือนระบบเปิด และระบบปิด โดยก่อนหน้านั้นทางผู้ดูแล ได้ทำการเพาะเลี้ยงพืชประดับ ประเภทกล้วยไม้เป็นส่วนใหญ่ภายในพื้นที่ของโรงเรือน คิดเป็นประมาณ 80% ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของเกษตรกร จึงได้ทำการศึกษาพืชเศรษฐกิจตัวใหม่และได้เริ่มการขยายพันธุ์และเพาะปลูกสับปะรดสี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 จนถึงปัจจุบัน

สับปะรดสี (Urn Plant) ชื่อสามัญคือ Bromeliad หรือชื่อวิทยาศาสตร์ Aechmea fasciata อยู่ในวงศ์ Bromeliaceae ที่มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศบราซิล มีประมาณ 2,800 ชนิด ใน 56 สกุล (Croonenborghs, 2011) เป็นพันธุ์ไม้ประดับที่มีใบเป็นกลีบแข็ง ๆ แผลออกไปรอบๆ ข้างบนใบมีลวดลายและสีสันทึบสวยงาม แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดพันธุ์ เป็นไม้ที่เจริญเติบโตช้า ดูแลง่าย สามารถทนแล้งได้ดี มีช่อดอกยาวสูง สีกลีบดอก กลีบเลี้ยง และใบที่จุดยอดคงอยู่นานหลายสัปดาห์หรืออยู่ได้หลายเดือน และจะงอกต้นเล็กๆ ออกมารอบๆ ต้นสามารถตัดแยกไปปลูกเป็นต้นใหม่ได้ สับปะรดสีสามารถทนทานอยู่ได้ทั้งในที่ที่มีแสงมากและแสงน้อย มีระบบรากฝอย อายุอยู่ได้หลายปี ลำต้นส่วนใหญ่มีขนาดสั้นและมีกาบใบเวียนรอบและห่อลำต้นเรียงซ้อนกันแน่น ชูตั้งขึ้นเพื่อรับแสงแดดและน้ำ (อภิรักษ์, 2553) ลักษณะทางกายภาพของสับปะรดสีพบว่า มีชั้น คอร์เทกซ์ (Cortex) หนา ส่วนชั้นพาราคีมา (Parenchyma) เป็นชั้นที่บางเป็นรูปทรงกระบอก ตั้งอยู่ในส่วนกลางลำต้น โดยแยกจากส่วนของ สเกลโรพาราคีมา (Sclerenchyma) ส่วนเพอริเดิร์ม (Periderm) เกิดจากเฟลลโลเจน (Phellogen) อาจพัฒนาได้จากส่วนล่างของเนื้อเยื่อชั้นผิว (Epidermis) ในบางครั้งอาจเกิดบนแกนต้น ใบบาดแผลหรือใบที่เป็นแผลในบางพันธุ์

ส่วนลักษณะของรากสับปะรดสีที่อาศัยอยู่บนดิน มีเนื้อเยื่อชั้นผิวบางและแข็งแรงน้อยกว่าสับปะรดสีอิงอาศัย แต่มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารมากกว่า (Benxing, 2000) สับปะรดสีที่มีแผ่นใบบางกว่า มันเงาและไม่มีขน ส่วนใหญ่จะทนต่อร่มเงาและความแห้งแล้งได้น้อย ซึ่งต่างจากกลุ่มที่มีใบหนา อวบน้ำ ใบแคบ และมีขน จะมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี (Krauss, 1948)

การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์สับปะรดสีสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การปักชำ ที่ต้องทำในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการใช้ระยะเวลาที่นานประมาณ 11-12 เดือน มีค่าใช้จ่ายสูงแต่ผลที่ได้สามารถให้ต้นอ่อนของการเพาะเลี้ยงได้จำนวนมาก วิธีการการแยกหน่อ ทำได้โดยใช้มีดตัดหน่อที่แตกออกมาใหม่โดยตัดให้ชิดโคน จากนั้นทาปูนแดงหรือยาแก้น้ำร้อนรอยตัด ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงนำไปปลูกลงวัสดุปลูก มีข้อดีคือมีข้อผิดพลาดจากการขยายพันธุ์ต่ำ แต่ได้จำนวนปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับวิธีแรก และวิธีที่นิยมในกลุ่มผู้เพาะปลูกสับปะรดสี คือการเพาะเมล็ด เหมาะสำหรับการผสมเกสรเพื่อต้องการพันธุ์พืชแบบผสม มีข้อดีคือสามารถทำการผสมเมล็ดเกสรข้ามสายพันธุ์ เพื่อก่อให้เกิดพันธุ์พืชชนิดใหม่ สร้างมูลค่าของผลผลิต แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเมล็ดที่พบว่า จากการเพาะเมล็ดเป็นต้นอ่อนใช้เวลา 8-12 เดือน และการแยกต้นอ่อนไปเพาะเพื่อจำหน่ายต้องใช้เวลาต่ออีก 1-3 ปี ตามชนิดของพันธุ์พืชนั้นๆ นอกจากนี้กระบวนการระหว่างที่ทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดให้เป็นต้นอ่อน ยังพบอุปสรรคที่หลากหลาย เช่น ปัญหาการกักกั้นต้นอ่อนของวัชพืช การลองผิดลองถูกภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงส่งผลให้ปริมาณต้นอ่อนที่ออกมามีจำนวนลดลงจากเดิมที่เพาะไว้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้ทำการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี โดยใช้แสงอาทิตย์เทียม (หลอดไฟปลูกต้นไม้) ร่วมกับสภาพแสงทางธรรมชาติ เพื่อศึกษาสภาพแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ

เมล็ดพันธุ์ การควบคุม อากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ มีการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ผ่านกระบวนการออกแบบและทดสอบ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ในการเพาะเมล็ดพันธุ์ของสับปะรดสี เพื่อช่วยให้เกษตรกรลดระยะเวลาในการดูแล เพิ่มความแม่นยำในการวัดและทดสอบสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเพาะปลูกสับปะรดสี มีมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชเศรษฐกิจตัวอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี

2.2 เพื่อทดสอบระบบอินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี

2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตด้วยระบบอินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการเพาะเมล็ด เหมาะสำหรับการผสมเกสร เพื่อต้องการพันธุ์พืชแบบผสม ซึ่งจะทำให้ได้ลูกผสมที่อาจสววกว่าเดิม หรือด้อยกว่า ซึ่งต้องคัดต่อไปเรื่อยๆ ให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะที่สวขชัดเจน ในขณะที่วิธีการขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อและเพาะเมล็ด เป็นวิธีที่นิยมทำในกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย ภายในสวนหรือโรงเรือนของตนเอง และก่อให้เกิดการผสมพันธุ์ใหม่ของสับปะรดสีอีกด้วย โดยวิธีการเพาะเมล็ด จะใช้ระยะเวลาในการเพาะต้นอ่อน ประมาณ 2-3 เดือน ส่วนวิธีการแยกหน่อ จะใช้เวลาประมาณ 5 เดือน จึงจะสามารถนำไปเพาะเลี้ยงให้เป็นต้นขนาดกลางโดยใช้เวลาอีกประมาณ 5- 12 เดือน จึงจะสามารถนำไปจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้ ตัวอย่างของเมล็ดสับปะรดสีแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เมล็ดของสับปะรดสี



รูปที่ 2 เมล็ดที่เก็บแยกออกจากต้น

การขยายพันธุ์ ทำได้โดยการเก็บเมล็ดออกมา (รูปที่ 2) จากนั้นทำการคัดแยกเมล็ดตามแต่ละสายพันธุ์ที่ได้คัดเลือกมา (รูปที่3) แล้วจึงแยกเมล็ดปลูกลงในถาดเพาะ (รูปที่ 4) จากนั้นทำการเก็บเมล็ดที่ได้ทำการเพาะบนถาด ไว้ในโรงเรือน เพื่อดูแลและเพาะเลี้ยงต่อไปแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 การคัดแยกเมล็ด



รูปที่ 4 การนำเมล็ดแปลงเพาะ



รูปที่ 7 การนำเกสรตัวผู้มาเก็บในถุงพลาสติก



รูปที่ 5 การจัดเก็บแปลงเพาะเมล็ดในโรงเรือน

การผสมเกสรเพื่อตัดแปลงสายพันธุ์หรือสร้างสายพันธุ์ใหม่ของสับปะรดสี และเป็นการสร้างมูลค่าให้กับพันธุ์พืชชนิดต่างๆ สามารถทำได้โดยใช้เกสรตัวผู้ของพ่อพันธุ์หนึ่ง ไปใส่ไว้ในรังไข่ของช่อดอกตัวแม่พันธุ์อีกพันธุ์หนึ่งแสดงดังรูปที่ 6 ถึงรูปที่ 9



รูปที่ 6 การเก็บเกสรตัวผู้



รูปที่ 8 ทำการคลี่เกสรตัวเมีย



รูปที่ 9 นำเกสรตัวผู้ไปใส่ในรังไข่ของเกสรตัวเมีย

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสำหรับการควบคุมและทำการเกษตร ดังนี้

ณัฐวุฒิ (2552) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่ใช้ไดโอดเปล่งแสง (LED) ชนิดพิเศษในย่านความถี่แสงสีแดงเท่ากับ 660 นาโนเมตร จำนวน 30 หลอดและในย่านความถี่แสงสีน้ำเงิน เท่ากับ 470 นาโนเมตรจำนวน 10 หลอดเป็นจำนวน 2 ชุด ที่มีจำนวนหลอดในแต่ละชุด

เท่ากับ 40 หลอด ซึ่งจะใช้สำหรับการสังเคราะห์แสง เพื่อแก้ปัญหาจากการเพาะปลูก ต้นไม้ในพื้นที่ที่ไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดจำกัด อาทิเช่น การเพาะปลูกใน ถูหนวที่มีจำนวนแสงแดดน้อยมากโดย ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง คือ ต้นพลุด่าง (Epipremnum Aureum) ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างและ กลุ่มทดลองซึ่ง กลุ่มตัวอย่างจะไม่มี การใช้แหล่งกำเนิดแสงเทียมแต่อาศัยแสงสว่างปกติ ภายในห้องทดลอง ณ อุณหภูมิห้องปกติ ส่วนกลุ่มทดลองจะรับแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมและ เลี้ยงในภาชนะที่เตรียมไว้ที่ขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตรและความสูง เท่ากับ 30 เซนติเมตร ที่มีอุณหภูมิในช่วงเฉลี่ย 30.4 องศาเซลเซียสและ ปริมาณความเข้มแสงสำหรับการ ทดลองในช่วง 928.65 ลักส์ โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ ควบคุมระบบการปิดและเปิดแสงแบบอัตโนมัติ ซึ่ง จำนวนวันที่ทดลองและเก็บผล คือ จำนวน 5 วัน ผลสรุป จากการสังเกต พบว่า ต้นไม้ที่เลี้ยงในกลุ่มทดลองที่ใช้ แหล่งกำเนิดแสงเทียมจะมีใบมีสีกะขาวกระจายทั่วไป เกือบตลอดทุก ๆ ใบและมีขนาดความกว้างของใบเฉลี่ย เท่ากับ 1 เซนติเมตรและ ลำต้นมีขนาดปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใบจะมีสีเขียวตลอดทั้ง ใบ โดยมีจุดกะขาวกระจายน้อยมาก ๆ ขนาดความกว้าง ของใบน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองส่วนลำ ต้นมี ขนาดปกติ ดังนั้นการให้แสงเทียมที่ขนาดความเข้มของ คลื่นแสงที่ทดสอบจะส่งผลต่อใบมากกว่าลำต้น ส่วนวงจร อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมการปิดและเปิดแสง แบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 วัตต์

ธนวัจน์ และปฏิญาณ (2560) ได้สร้าง เครื่องช่วยควบคุมปริมาณความส่องสว่างในการปลูกพืช ไร่ดินภายในอาคาร ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ ๆ คือ แผงวงจรชุดควบคุมกำหนดค่าความส่องสว่างและ จอแสดงผล ในชุดควบคุมจะมีวงจรขับเพาเวอร์ ไดโอดเปล่งแสง ควบคุมความส่องสว่างของหลอดไฟ Power LED 3 W ทั้ง 3 สี ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน และสี ขาว ส่วนหน้าจอจะแสดงการทำงานจะแสดงชื่อเครื่อง

ค่าความส่องสว่างของแสง (Lux) พร้อมกับแสดง เวลา วันที่ และยังมีโหมดตั้งเวลาการทำงานของเครื่องที่ สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมง ส่วน ระบบนำวนไฮโดรโปนิคส์ ระบบ DRFT จะใช้ไฟฟ้า กระแสสลับเริ่มต้นที่ 100 VAC ถึง 240 VAC เพื่อที่การ บำบัดน้ำขึ้นจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกน้ำเลี้ยงราง ปลูกผัก อีกส่วนหนึ่งจะไป เลี้ยงชุดหลอดไฟ Power LED 3 W เพื่อระบายความร้อนระบบ Cooling Water System

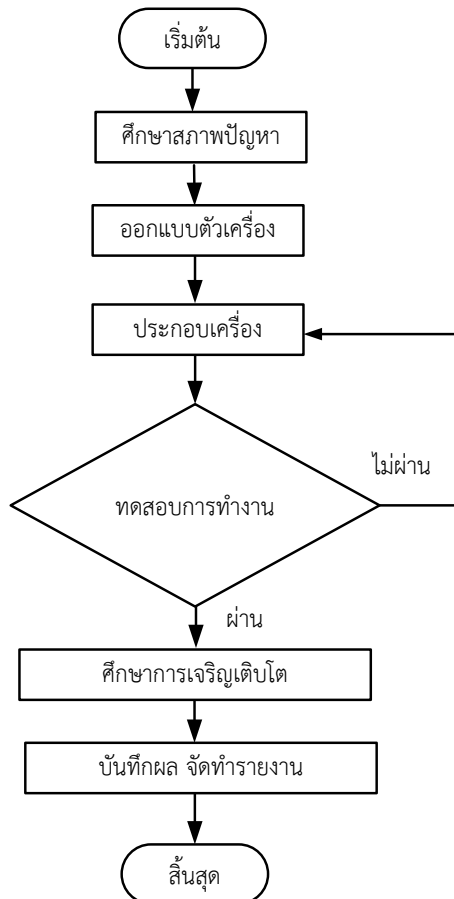
4.วิธีการวิจัย

การดำเนินการการพัฒนาและออกแบบเครื่อง เพาะเมล็ดพันธุ์พืชที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมด้วย วิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้หลักการของการควบคุม ด้วยระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ที่สามารถส่งงานและ แสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ร่วมกับ อุปกรณ์ทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ 2 ส่วน ได้แก่ส่วนอินพุต ที่เป็นเซนเซอร์ในการ วัดอุณหภูมิและความชื้น และส่วนของเอาต์พุตที่เป็น อุปกรณ์ในการรดน้ำ ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ จากรูปที่ 10 แสดงการดำเนินการ เริ่มจากการศึกษา กระบวนการเพาะเมล็ดพันธุ์ของสับปะรดสี สำหรับ การศึกษาวิธีการ รูปแบบ และเงื่อนไขในการควบคุม สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จากนั้นกำหนดเงื่อนไข เป็น ขอบเขตของการออกแบบนวัตกรรม สำหรับการเพาะ เมล็ด แล้วทำการเตรียมวัสดุและประกอบตัวเครื่อง เพื่อให้พร้อมต่อการประกอบและทดสอบการทำงาน เพื่อ นำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเพาะเมล็ด และศึกษา เกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้นและระยะเวลาที่เหมาะสมที่ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ โดยรายละเอียด แต่ละส่วนมีดังนี้

4.1 การศึกษาสภาพปัญหา

จากการศึกษาทฤษฎีของการสร้างนวัตกรรม ของระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการศึกษาสภาพ การเพาะเลี้ยงและปัญหาของโรงเรือนสับปะรดสี Sunshine Garden พบว่า ส่วนหนึ่งมีการเพาะเลี้ยงใน โรงเรือนแบบปิด ที่มุงหลังคาใส รองด้วยสแลมกันแสง ขนาด 60% เพื่อป้องกันความเป็นกรด เป็นด่างของ

น้ำฝน และสิ่งแวดล้อมที่จะเป็นภัยต่อต้นอ่อน และการเพาะเมล็ด ดังนั้นระบบการรดน้ำเดิมที่ใช้วิธีการรดน้ำด้วยประสบการณ์ของเกษตรกร และพิจารณาความชื้นและเวลาในการรด ด้วยตนเองจึงทำให้

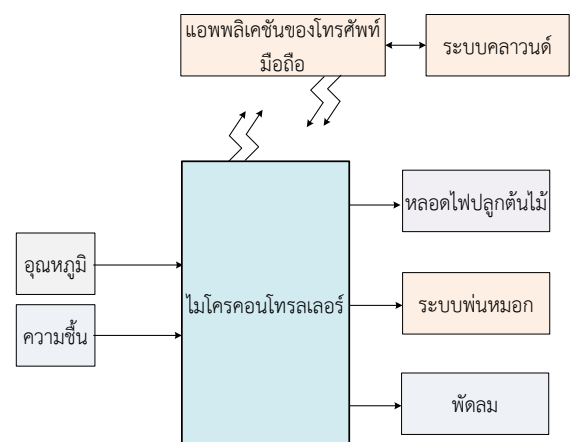


รูปที่ 10 กระบวนการดำเนินการ

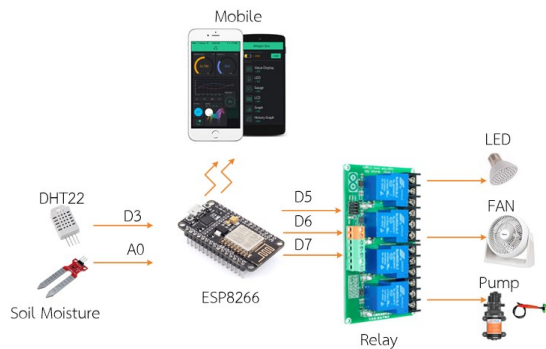
เกิดการสูญเสียปริมาณน้ำ และเวลาในการดูแลของเกษตรกร ประกอบกับปริมาณแสงต่อวันในโรงเรือน ถูกจำกัดด้วยระยะเวลา และการลดทอนความเข้มของแสงเมื่อเทียบกับโรงเรือนแบบเปิด ที่ไม่มีหลังคาจึงส่งผลพืชที่อยู่ในโรงเรือนมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าพืชในโรงเรือนแบบเปิด ประกอบกับปัญหาของอุณหภูมิที่ส่งผลเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดสี โดยเฉพาะในหน้าร้อนที่พบว่าต้นอ่อนมีความเสียหายจากความร้อนมากกว่า 20% ของทั้งหมด

4.2 การออกแบบตัวเครื่อง

การออกแบบนวัตกรรมสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ เลือกใช้เทคโนโลยีของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ IoT สำหรับเป็นหัวใจหลักในการทำงาน โดยเริ่มจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Esp8266) ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (DHT22) และส่วนของการวัดความชื้นในดิน (Soil Moisture) สำหรับการส่งค่าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเก็บค่าตัวแปร และส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ (Blynk) เพื่อแสดงผลและบันทึกค่าลงในระบบคลาวด์ของแอปพลิเคชันดังกล่าว นอกเหนือจากการแสดงผลแล้ว ในส่วนของแอปพลิเคชันที่เลือกใช้ ยังสามารถสร้างฟังก์ชัน กำหนดเงื่อนไข ของการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อสั่งการให้ภาคเอาต์พุตที่ได้แก่ หลอดไฟปลูกต้นไม้ ระบบพ่นหมอก และพัดลมกระจายอากาศ ได้มีการทำงาน อย่างสัมพันธ์กัน กับค่าสภาพแวดล้อมที่กำหนด แนวทางการออกแบบของตัวเครื่อง แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แนวทางการออกแบบตัวเครื่อง

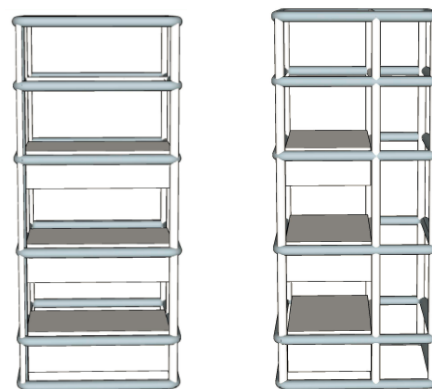


รูปที่ 12 แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์

รูปที่ 12 แสดงภาพรวมของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าในระบบที่ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง (ESP8266) ภาคนินพุด ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (DHT22) ที่มีการเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านขา D3 และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture) เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแอนะล็อก ด้วยขา A0 ภาคนินพุด ประกอบไปด้วย หลอดไฟปลูกต้นไม้ (LED) พัดลมกระจายอากาศ (FAN) และระบบพ่นหมอก ที่มีการควบคุมการทำงาน ผ่านรีเลย์ (Relay) และเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านขา D5 ถึง D7 และภาคนินพุดแสดงผลและควบคุมผ่านโทรศัพท์ (Mobile) ด้วยแอปพลิเคชัน Blynk

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยบนพื้นฐานของโครงสร้างที่สามารถรับน้ำหนัก และทำงานร่วมกับระบบน้ำได้เป็นอย่างดี โดยในการออกแบบครั้งนี้ จะใช้โครงสร้างของท่อพีวีซี ที่ขนาดกว้าง 80 ซม. ยาว 60 ซม. และสูง 170 ซม. แสดงตัวอย่างโครงสร้าง ดังรูปที่

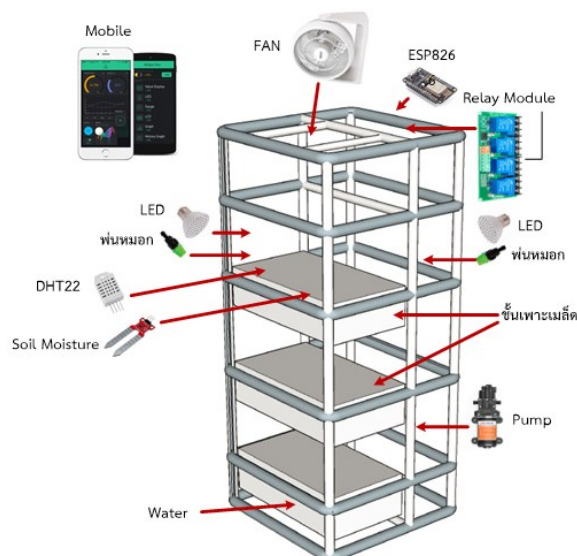
13



ก) ด้านหน้า

ข) ด้านข้าง

รูปที่ 13 โครงสร้างของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์



รูปที่ 14 โครงสร้างภาพรวมและการวางอุปกรณ์

รูปที่ 14 แสดงโครงสร้างโดยรวมของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ ที่แยกเป็น 4 ชั้น โดยที่ชั้นบนสุด (ชั้นที่ 4) เป็นส่วนของการติดตั้งวงจรควบคุม พัดลมกระจายอากาศ หลอดไฟปลูกต้นไม้ และหัวพ่นหมอก ในชั้นถัดไป (ชั้นที่ 3) และชั้นที่ 2 เป็นชั้นสำหรับวางวัสดุปลูก และการเพาะเมล็ดพันธุ์แบบต่างๆ ที่รองรับทั้งการเพาะแบบปิด (ภาชนะปิดมิดชิด) และการเพาะแบบเปิด และในชั้นสุดท้าย (ชั้นที่ 1) เป็นชั้นสำหรับติดตั้งระบบน้ำและปั้มน้ำ สำหรับการพ่นหมอก เพื่อควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของวัสดุปลูก และหลังจากที่ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ทำการตกแต่งโดยการติดแผ่นอะครีลิค

4.3 การประกอบตัวเครื่อง

การประกอบตัวเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ หลังจากที่ได้ทำการออกแบบวงจรและโครงสร้างของเครื่องเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้ลงมือประกอบเครื่อง แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 การประกอบตัวเครื่อง

รายละเอียดของตัวเครื่องในแต่ละส่วนมีดังนี้

1) ภาคการควบคุม ประกอบไปด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดสภาพแวดล้อม และการควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านชุดรีเลย์ ที่มีการต่อหน้าสัมผัสด้านออก กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สำหรับจ่ายไฟให้พัดลม และหลอดไฟปลูกต้นไม้ และเชื่อมต่อกับไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ผ่านแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ชิ่ง สำหรับการทำงานของระบบพ่นหมอก แสดงดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 ภาคการควบคุม

2) ภาคอินพุต หรือ อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดสภาพแวดล้อม ประกอบไปด้วยการวัดอุณหภูมิและความชื้น มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 อุปกรณ์ภาคอินพุต

3) ภาคเอาต์พุตที่มีการทำงานผ่านการสั่งงานจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับรีเลย์สำหรับการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์อื่นๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนการทำงานดังนี้

ก) ระบบพ่นหมอกที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ชิ่ง ขนาด 12 โวลต์ 30 แอมป์ สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับปั้มน้ำแบบไดอะแฟรมที่เชื่อมต่อกับท่อน้ำแบบไมโคร และหัวพ่นหมอก แสดงดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 ระบบพ่นหมอก

ข) ระบบกระจายอากาศ สำหรับการพัฒนาครั้งนี้ ใช้พัดลมกระจายอากาศออกแบบให้ทำงานร่วมกับระบบพ่นหมอก สำหรับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นบริเวณของกล่องเพาะเมล็ดพันธุ์ แสดงดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 พัดลมกระจายอากาศ

ค) ระบบแสงไฟ เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของเมล็ด นอกเหนือจากแสงอาทิตย์ปกติในช่วงกลางวันแล้ว สามารถทำได้ผ่านการควบคุมการให้แสงด้วยหลอด LED สำหรับปลูกต้นไม้ ที่มีส่วนประกอบของหลอด LED สีแดง 80% และ LED สีน้ำเงิน 20% แสดงดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 หลอดไฟปลูกต้นไม้

4) ภาคโปรแกรมแสดงผลและควบคุม ของวงจรทั้งหมด พัฒนาผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ที่สามารถแสดงผลและกำหนดเงื่อนไขการควบคุมได้อย่างเหมาะสม กับการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ มีลักษณะตัวอย่างดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 ส่วนของการแสดงผลและควบคุม



รูปที่ 22 เครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น

รูปที่ 22 แสดงตัวเครื่องที่ทำการออกแบบและสร้างสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรด ที่ประกอบไปด้วย เซนเซอร์วัดสภาพแวดล้อม สำหรับส่งข้อมูลทั้งแบบแอนะล็อก และดิจิทัล มายังส่วนควบคุม ที่ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ด ESP8266 ที่มีความสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง สำหรับการรับ-ส่ง ข้อมูล ไปยังระบบคลาวด์ ผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ที่พัฒนาขึ้นมาให้ใช้งานคู่กัน เพื่อส่งงานภาคเอาต์พุต ที่ประกอบไปด้วย พัดลม ปั๊มน้ำ อุปกรณ์พ่นหมอก และหลอดไฟปลูกต้นไม้ มีการทำงานตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานกำหนด

5. ผลการวิจัย

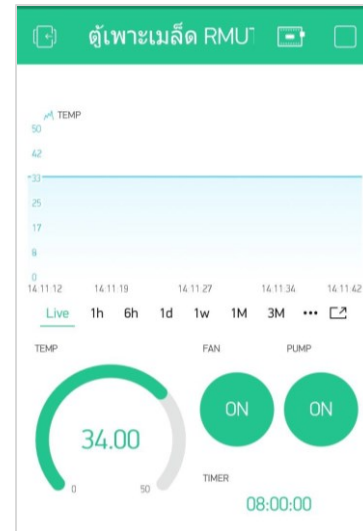
5.1 ผลการทำงานของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์

เครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์สำหรับโครงการในครั้งนี้ แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความชื้น และการควบคุมปริมาณแสง โดยแต่ละส่วน มีผลการทำงานดังนี้

1) การควบคุมอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิใช้วิธีการทำงานของระบบพ่นหมอก ร่วมกับพัดลม เพื่อให้ละอองน้ำ กับการกระจายตัวของอากาศ ช่วยลดอุณหภูมิลงไปได้ การทำงาน สามารถทำได้ 2 แบบ คือวิธีการควบคุมด้วยตนเองผ่านการเลือกเมนูที่แอปพลิเคชันบน

โทรศัพท์มือถือ และการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยการตั้งเงื่อนไข จากแอปพลิเคชันเช่นเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 23



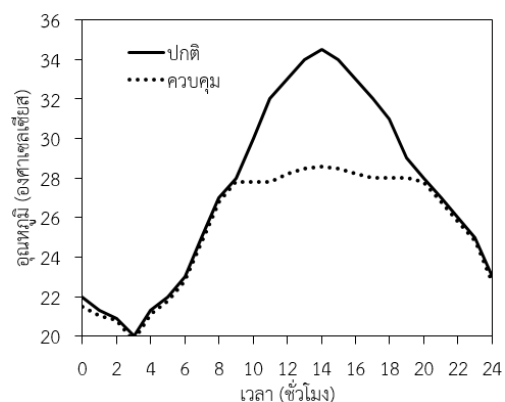
รูปที่ 23 ระบบควบคุมอุณหภูมิ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิ

ระบบ	การทดสอบการทำงาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ควบคุมด้วยตนเอง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ควบคุมอัตโนมัติ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบของการควบคุมอุณหภูมิด้วยแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ผลการควบคุมด้วยตนเอง ระบบสามารถทำงานตอบสนองการสั่งการจากผู้ใช้ได้อย่างแม่นยำ โดยไม่มีข้อผิดพลาดจากการทำงาน เช่นเดียวกับกับระบบควบคุมอัตโนมัติที่มีการกำหนดช่วงอุณหภูมิ เช่น 25 – 30 องศาเซลเซียส ระบบก็สามารถทำได้เป็นอย่างดี ตลอดการทดสอบทั้ง 5 ครั้ง

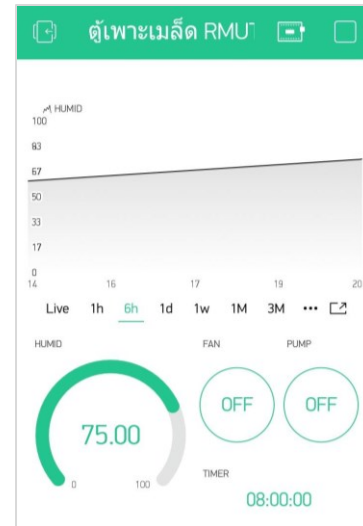
รูปที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบริเวณวัสดุปลูก ระหว่างวิธีการปกติ (อุณหภูมิตามธรรมชาติ) และวิธีการควบคุมอุณหภูมิคงที่ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น (ตั้งที่ระดับ 28 องศา) ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ผลการเปรียบเทียบพบว่า อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจะมีค่าไม่เกิน 28 องศา สำหรับการควบคุมผ่านนวัตกรรม ในขณะที่วิธีการปกติ เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ 34 องศา



รูปที่ 23 การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิของทั้งสองวิธี

2) การควบคุมความชื้น ใช้หลักการของการระบบพ่นน้ำแบบหมอกโดยใช้ปั๊มน้ำสูบน้ำจากด้านล่างเพื่อจ่ายในระบบของท่อแบบไมโครและหัวพ่นหมอกเพื่อให้เกิดความชื้นแก่วัสดุปลูก โดยเฉพาะการเพาะเมล็ดพันธุ์ในระบบเปิด แต่ถ้าหากเป็นการเพาะในระบบปิด (เพาะในภาชนะมิดชิด) การควบคุมความชื้นอาจไม่จำเป็น (ควบคุมเฉพาะอุณหภูมิ) ทั้งนี้การพัฒนา

นวัตกรรมต้องการให้รองรับ การเพาะเมล็ดอย่างหลากหลาย ซึ่งวิธีการควบคุมความชื้น สามารถทำได้ 2 วิธี เช่นเดียวกันกับการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งได้แก่ การควบคุมด้วยตนเอง และการควบคุมแบบอัตโนมัติผ่านการตั้งเงื่อนไขการทำงาน แสดงดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 ระบบควบคุมความชื้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบควบคุมความชื้น

ระบบ	การทดสอบการทำงาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ควบคุมด้วยตนเอง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ควบคุมอัตโนมัติ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบระบบควบคุมแสง

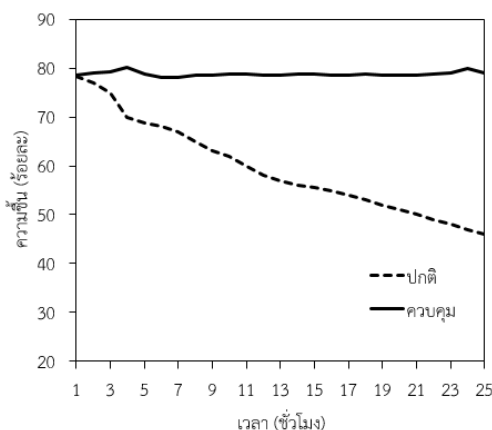
ระบบ	การทดสอบการทำงาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ควบคุมด้วยตนเอง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ควบคุมอัตโนมัติ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการควบคุมความชื้น ผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือที่พัฒนาขึ้น ในการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ได้แก่ปั้มน้ำ หัวพ่นหมอก และพัดลม เพื่อให้เกิดละอองหมอก กระจายลงในบริเวณวัสดุปลูก และเกิดความชื้นในระดับที่กำหนด จึงจะหยุดการทำงาน (กรณีสั่งการแบบอัตโนมัติเท่านั้น) ผลการทดสอบระบบควบคุมด้วยตนเอง จากจำนวนการทดสอบ 5 ครั้ง พบว่า ระบบมีการทำงานที่สอดคล้องกับการสั่งการ ทั้ง 5 ครั้ง เช่นเดียวกันกับการควบคุมแบบอัตโนมัติ ที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดระดับ

ความชื้นในการตัดการทำงานของเครื่องได้ พบว่ามีการทำงานที่ถูกต้อง สอดคล้องกับการสั่งงาน

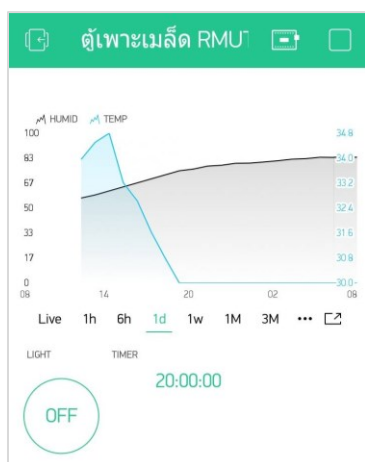
ผลของความชื้นที่เกิดขึ้นบริเวณวัสดุปลูกเปรียบเทียบ 2 วิธีการคือวิธีปกติ ที่มีการรดน้ำ 1 ครั้ง เพื่อให้เกิดความชื้น 80% แล้วทำการวัดความชื้นทุก 1 ชั่วโมง ในระยะเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ผลที่ได้พบว่าความชื้นเริ่มต้น 80% ค่อย ๆ ลดลง ตามระยะเวลา จนถึงค่าความชื้นที่ 46% ในขณะที่วิธีการควบคุม ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ที่มีการกำหนดความชื้นควบคุมที่ 80% พบว่า ความชื้นที่เกิดขึ้นบริเวณวัสดุปลูก มีค่าเฉลี่ย

อยู่ที่ 79% ตลอดระยะเวลาทำการทดสอบทั้ง 24 ชั่วโมง
แสดงดัง
รูปที่ 25



รูปที่ 25 การเปรียบเทียบผลของความชื้นของทั้งสองวิธี

3) การควบคุมปริมาณแสงโดยการให้หลอดไฟปลูกต้นไม้ทำงานด้วยการกำหนดด้วยตนเอง หรือสามารถกำหนดการทำงานด้วยการตั้งเวลา เพื่อช่วยเสริมปริมาณแสงนอกเหนือจากแสงแดดธรรมชาติ ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต ของการเพาะเมล็ดพันธุ์ หน้าต่างหลักของการควบคุมแสดงดังรูปที่ 26 ผลการทดสอบการควบคุมแสง แสดงดังตารางที่ 3 ที่พบว่าระบบสามารถทำงานโดยไม่มีการผิดพลาดเกิดขึ้น ตลอดการทดสอบทั้ง 5 ครั้ง ของทั้ง 2 วิธี



รูปที่ 26 หน้าจอแสดงผลของการควบคุมแสง

5.2 ผลการเพาะเมล็ดพันธุ์สับปะรดสี

การเพาะเมล็ดพันธุ์สำหรับการศึกษาผลที่ได้จากการใช้นวัตกรรมในครั้งนี้ เลือกวิธีการเพาะแบบระบบเปิด ในกล่องพลาสติกเปรียบเทียบกับ 2 วิธี โดยวิธีการปกติ ซึ่งเพาะในโรงเรือน และวิธีการควบคุมโดยการใช้นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ผลของการเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังนี้

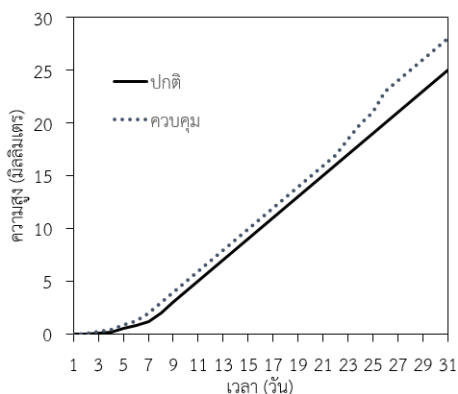
1) ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์สับปะรดสีที่ศึกษา จากการเพาะเมล็ดทั้งสองวิธีที่กล่าวมาข้างต้น หลังจากเริ่มทำการเพาะ กล่องละ 100 เมล็ด เป็นเวลา 30 วัน (แสดงตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังรูปที่ 27) ผลการเปรียบเทียบที่ได้ แสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 27 การงอกของเมล็ดสับปะรดสี

ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของการเพาะเมล็ดสับปะรดสี ด้วยวิธีการปกติ เปรียบเทียบกับการเพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมา ทำการเพาะเมล็ดแบบเปิด เป็นระยะเวลา 30 วัน ผลที่ได้ เมล็ดที่เพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น มีอัตราการสูง สูงกว่าการเพาะด้วยวิธีการปกติ ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 18 ทั้งนี้เกิดจากการเพาะด้วยเครื่อง มีการเสริมแสงไฟปลูกต้นไม้ เพิ่มเติมจากแสงแดดปกติในระหว่างวัน แสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นอ่อน

2) ปริมาณต้นที่งอก

การศึกษาปริมาณต้นที่งอก จากการเพาะเมล็ด ด้วยเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เปรียบเทียบกับการเพาะแบบดั้งเดิม (วิธีปกติ) ที่มีการเพาะในกล่องพลาสติกใส และเปิดฝาไว้ภายใน สภาพแวดล้อมของโรงเรือน ผลของการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณต้นที่งอกจากการเพาะเมล็ดเป็นระยะเวลา 30 วันของวิธีการเพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น มีปริมาณ สูงกว่า การเพาะเมล็ดด้วยวิธีการปกติร้อยละ 22 แสดงผลดังตารางที่ 4

3) ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้การดูแล

การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการดูแล การเพาะ เมล็ดพันธุ์สับปะรดสี ที่การเปรียบเทียบกันระหว่าง วิธีการเพาะปกติ และวิธีการเพาะด้วยนวัตกรรมที่ พัฒนาขึ้น ในช่วงเวลา 1 วัน ผลการศึกษาพบว่า การ เพาะด้วยนวัตกรรม ใช้เวลาในการดูแลเพียง 5 นาที ต่อ วัน น้อยกว่าวิธีการปกติถึง (60นาที) ร้อยละ 91

6. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยครั้งนี้ นำเสนอการพัฒนาและ ออกแบบเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์สับปะรดสีด้วยระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีชนไซน์การ์เดนฟาร์ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะพันธุ์เมล็ด ให้มีอัตรา

การเจริญเติบโตที่สูงขึ้น ใช้ระยะเวลาในการดูแลน้อยลง ภายใต้การใช้นวัตกรรมกับการทำเกษตรกรรม ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ตัวเครื่องสามารถทำการควบคุม อุณหภูมิให้มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิปกติได้ 5 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่าอุณหภูมิปกติได้ แต่ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศประเทศไทยเป็นเมือง ร้อน การควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม (25 – 28 องศาเซลเซียส) จึงถือว่ามีการทำงานของ ฟังก์ชันได้เพียงพอแล้ว ในอนาคตหากต้องการปรับ อุณหภูมิให้สูงกว่าปกติสามารถทำได้โดยการเพิ่ม อุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ตัวเครื่องได้

2) การควบคุมความชื้นทั้งในอากาศ และใน วัสดุปลูก สามารถทำได้ในลักษณะของการเพิ่มความชื้น จากเดิมที่มีอยู่ให้สูงขึ้นไปได้ (แต่ไม่สามารถลดความชื้น ได้) และสามารถรักษาระดับความชื้นให้คงที่ต่อเนื่อง ตามค่าระดับความชื้นที่ตั้งไว้ได้ ทั้งนี้ในระบบการทำงาน ยังสามารถแยกการควบคุมแบบอิสระตามความต้องการ ของผู้ใช้งานได้เอง

3) การเพิ่มปริมาณแสงโดยใช้หลอดไฟปลูก ต้นไม้ ร่วมกับการให้แสงจากสภาพแสงปกติ จะช่วย ส่งเสริมให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตที่สูงกว่า วิธีการปลูก ด้วยแสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียว และการควบคุมด้วย นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นก็สามารถทำได้ทั้งวิธีการควบคุม การเปิด-ปิดด้วยตนเอง และการตั้งเวลาการเปิด – ปิด ผ่านระบบได้

4) ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ การเพาะเมล็ดสับปะรดสี ด้วยวิธีการปกติ เปรียบเทียบ กับการเพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมา เป็นระยะเวลา 30 วัน ผลที่ได้ เมล็ดที่เพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น มีอัตรา ความสูง สูงกว่าการเพาะด้วยวิธีการปกติ ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 18 เนื่องจากผลการใช้หลอดไฟปลูกต้นไม้ให้กับต้น อ่อนเพิ่มเติมในช่วงที่

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบระบบควบคุมแสง

วิธีการเพาะ	ผลการงอก	
	จำนวนที่เมล็ดที่เพาะ	จำนวนต้นอ่อนที่งอก (อายุ 30 วัน)
แบบปกติ (ดั้งเดิม)	100	87
แบบควบคุม (ใช้นวัตกรรม)	100	69

แสงอาทิตย์จากธรรมชาติหมดไป ในด้านการเปรียบเทียบจำนวนต้นอ่อนที่เกิดจากการเพาะเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า การเพาะด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นให้จำนวนต้นอ่อนที่มากกว่า วิธีการเพาะแบบดั้งเดิม คิดเป็นร้อยละ 22 เช่นเดียวกันกับการเปรียบเทียบระยะเวลาของเกษตรที่ต้องใช้ในการดูแลต้นอ่อน ต่อวัน พบว่าการใช้นวัตกรรมในการเพาะเลี้ยงประหยัดเวลาของเกษตรกรไปได้ถึง ร้อยละ 91

ดังนั้น สรุปได้ว่าเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น กรณีโรงเพาะสับปะรดสีชนิดไฮโดรโปนิกส์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเมล็ดสับปะรดสี และเมล็ดพันธุ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการความร่วมมือกันในการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด

เอกสารอ้างอิง

จารุพันธ์ ทองแถม. (2553). **บรอมีเลียด**. สำนักพิมพ์ บ้านและสวน : กรุงเทพฯ.
 ณัฐวิภา ถาวรวงษ์ ปัญญา มัชชะศร และชัชฎา ทาพริก (2552). เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุม

การเปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติ. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6
 ธนวัจน์ บุญหมื่น และปฏิญาณ ชำรงสิริกุล. (2559). **ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเตอร์เน็ต, ปรินทิพนิพนธ์ เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.**
 อภิรักษ์ กลั่นแก้ว. (2553). **สับปะรดสี**. สำนักพิมพ์ บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.
 Benxing, H.D. (2000). **Bromeliaceae: Profile of an Adatative Radiation**. Cambridge University Press, England.
 Croonenborghs, S. (2011). **Anatomical and functional study of the aerenchyma in Guzmania leaves**. Katholieke Universiteit Press, Leuven.
 Krauss, B.H. (1948). Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. II. **The leaf. Botanical Gazette**. 110:333-404.