ระดับโครงการวิจัย

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ

Research and Development of the Precision Technology for Crop Production in Smart Greenhouse

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นายวุฒิพล จันทร์สระคู

Mr.Wuttiphol Chansrakoo

ปี 2565

บทสรุปผู้บริหาร

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

เกษตรอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็นฟาร์มอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มผลผลิตการเกษตรในเชิงมูลค่าและปริมาณต่อพื้นที่สูงสุด และเตรียมพร้อมรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยสร้างและนำเทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติและเซ็นเซอร์อัจฉริยะ ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตตรงตามความต้องการของพืชผัก สมุนไพร รวมทั้งส่งเสริมการถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรให้เข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตร การสร้างฐานข้อมูลการเพาะปลูกระดับประเทศ รวมทั้งการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน ควบคุมสภาพแวดล้อม จะช่วยป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรได้ ทำให้กำหนดทิศทางวางแผนการผลิต การปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง การปลูกพืชนอกฤดูกาล และผลผลิตที่ได้มีคุณภาพ นอกจากนี้การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน การปลูกพืชแนวตั้งโดยการออกแบบชั้นปลูกรูปแบบต่างๆ ยังสามารถเพิ่มผลตอบแทนต่อพื้นที่ให้แก่เกษตรกร การเก็บเกี่ยวเร็ว ระยะการเก็บเกี่ยวนาน ดำเนินการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่าง เนื่องจากลดการจัดการเรื่อง โรค แมลง และวัชพืช เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้ว จะทำให้เกษตรกรทั่วไป สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ดังกล่าวได้ นำข้อมูลที่ได้มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยจะทำการแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกร จะเป็นการพัฒนาการผลิตพืชที่ปลอดภัย และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักในอนาคตของประเทศต่อไป การวิจัยและพัฒนาโรงเรือนการผลิตพืชแบบอัจฉริยะ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดโรคและปลอดสารพิษตกค้าง สามารถช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ไม่แน่นอนและลดต้นทุนการผลิตได้ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ในด้านการเกษตรสร้างมูลค่า โดยเน้นเกษตรคุณภาพสูงและขับเคลื่อนการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลิตภาพการผลิตทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพทางการบริโภคและหรือสำหรับการผลิตยาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ตลอดจนเพื่อให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์แบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน มีแนวทางเชิงยุทธศาสตร์สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม แผนงานวิจัยสนับสนุนการยกระดับศักยภาพการผลิตพืชสวน ไม้ดอกคุณภาพ โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแผนงานวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในยุทธศาสตร์การวิจัยการส่งเสริมกลไกและกิจกรรมการนำกระบวนการวิจัย ผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม โดยความร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ กลยุทธ์การ 2.1 ส่งเสริม สนับสนุน และสร้างแรงจูงใจให้ภาคเอกชนเพิ่มการลงทุนและขยายการวิจัยและพัฒนาภายในองค์กร ในการสร้างผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัยให้เกิดประโยชน์ด้านการผลิต พาณิชย์และบริการ และยุทธศาสตร์การวิจัยด้านพืชสวน ไม้ผล พืชผัก และไม้ดอกไม้ประดับ และแนวทางของงานวิจัยสอดคล้องกับแผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ ภายใต้กรอบการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงและเกษตรอัจฉริยะด้านการผลิตพืช และมีสอดคล้องกับกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (2561-2580) ในยุทธศาสตร์ที่ 3 การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันภาคเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการขับเคลื่อนเกษตร 4.0 ให้สอดคล้องกับไทยแลนด์ 4.0 และยุทธศาสตร์ของแผนงานย่อยนี้สอดคล้องกับแผนงาน วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ และ

กรมวิชาการเกษตร

สอดคล้องกับขอบเขตและแนวทางการวิจัยของกรอบวิจัย ภายใต้แผนการปฏิบัติด้านการวิจัยและนวัตกรรมของกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2564-2569 ในกรอบลำดับที่ 26 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงและเกษตรอัจฉริยะด้านการผลิตพืช

2. วัตถุประสงค์

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชสมุนไพร พัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมือ รวมทั้งเทคโนโลยีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพการพืชสวน และไม้ดอก พัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง เทคโนโลยีระบบควบคุมการระบายอากาศ และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนระบบเปิดให้เหมาะสม เทคโนโลยีการปลูกพืชผักแนวตั้งในระบบโรงเรือน และเทคโนโลยีระบบการใช้แสงเทียมที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชในแต่ละฤดู

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตการวิจัยภายใต้โครงการแบ่งเป็น 6 โครงการย่อย ได้แก่ 1) วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชผักสมุนไพร 2) วิจัยและพัฒนาเครื่องดักจับแมลงอัตโนมัติสำหรับไม้ดอกเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟในโรงเรือนอัจฉริยะ 3) วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง 4) การวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนปลูกผักระบบเปิดเขตพื้นที่ฝนตกชุก 5) วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมแบบอัจฉริยะ และ 6) วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน โดยโครงการย่อยเครื่องดักจับแมลงอัตโนมัติสำหรับไม้ดอก และเทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือน ดำเนินการวิจัย 2 ปี (2565 – 2566) และ อีก 4 โครงการย่อย ดำเนินการวิจัย 3 ปี (2565 – 2567) ซึ่งมีผลผลิตเกิดขึ้นจริงในทุกปี

4. งบประมาณที่ใช้ (ปี 65) และระยะเวลาที่ดำเนินงาน (ต.ค. 64 – มี.ค. 66)

งบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน.... 3,847,256.....บาท

5. ผลการวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 ผลการออกแบบโครงสร้างโรงงานผลิตพืชขนาด (กxยxส) 3x12x2.5 เมตร ทำจากเหล็กพ่นสีกันสนิม และจัดทำฐานรองรับตู้คอนเทนเนอร์ ผนังหนา 50 มม. และเพดานเป็นแผ่นฉนวนสำเร็จรูปหนา 75 มม. ตรงกลางเป็นฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (PS) ส่วนด้านในและด้านนอกเป็นแผ่นเหล็กเคลือบสี พื้นปูวีว่าบอร์ดหนา 20 มม. และอุปกรณ์ชั้นวางระบบปลูกพืช รวมทั้งระบบให้น้ำและปุ๋ย พร้อมระบบควบคุมการเปิดปิดแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ จัดทำชุดทดสอบระบบการปลูกผักและระบบควบคุมปัจจัยต่างๆ ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมกับขนาดตู้คอนคอนเทนเนอร์

โครงการย่อยที่ 2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องดักแมลง ได้ต้นแบบเครื่องดักแมลง ใช้หลอดไฟแบบแบล็คไลท์ ขนาด 30 W และพัดลมดูดอากาศ ขนาด นิ้ว ช่วยชักจูง ดึงดูดให้แมลงเข้ามาติดกระดาษกาวดักแมลงที่วางไว้ด้านล่าง ทดสอบเบื้องต้นเปรียบเทียบกับเครื่องดักแมลงที่มีใช้งานอยู่ ในโรงเรือนของเกษตรกร โรงเรือนหน่วยงานร่วมวิจัย ผลการทดสอบ เบื้องต้นสามารถใช้งานได้ดี สามารถดักแมลงได้ตามต้องการ เก็บภาพในกระดาษกาว และได้สร้างต้นแบบ โรงเรือนขนาด (กว้างxยาว*สูง) 6x12x4.5 เมตร หลังคาจั่วสองชั้น โครงสร้างเหล็กชุบกัลวาไนซ์หลังคาพลาสติก พัดลมระบายอากาศขนาด 22 นิ้ว สแลนพลางแสง 70% ม่านพลางแสงถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ถูกควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PLC ร่วมกับเซนเซอร์แสง รุ่น GY-302 เพื่อช่วยลดความร้อน เพิ่มความชื้นในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอกที่ใช้หัวพ่นหมอกแบบพ่นฝอย ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PLC ใช้ระบบตรวจเช็คอุณหภูมิและความชื้น ด้วยเซนเซอร์ model DHT21 และบันทึก

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลใน ระบบ cloud ของ Google ด้วยโมดูล NodeMCU LUA based ESP8266 ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ไร้สายสำหรับส่งถ่ายข้อมูล

โครงการย่อยที่ 3 ดำเนินการสร้างต้นแบบโครงสร้างโรงเรือน ซึ่งเป็นโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 6 x 15 x 3.25 เมตร หลังคาคลุมด้วยพลาสติก ความหนา 200 ไมครอน ส่วนด้านข้างมุงด้วยมุ้งตาข่าย 32 ตา พื้นที่สำหรับใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง มีขนาด กว้าง x ยาว คือ 6 x 12 เมตร ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะใช้สำหรับวางระบบควบคุมและระบบน้ำ และสร้างระบบการควบคุมเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศและอุณหภูมิ ในการสั่งการให้ระบบทำงานอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด 2) การควบคุมปริมาณความเข้มแสง โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง ในการสั่งการให้ม่านพรางแสงทำงานอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด และ 3) การให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่งโดยอุปกรณ์ควบคุมเวลา

โครงการย่อยที่ 4 ดำเนินการออกแบบและสร้างโรงเรือน ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 12 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กชุบกันสนิม หลังคาโค้งมุงด้วยพลาสติกใสกันยูวี โครงสร้างหลังคาออกแบบเป็นแบบโครงถักเพิ่มความแข็งแรง สามารถทำค้างได้ในกรณีที่ปลูกพืชที่ต้องใช้ค้างอย่างเมล่อน ด้านข้างโรงเรือนปิดด้วยมุ้งกันแมลง ความถี่ 32 ตาต่อตารางนิ้ว ประตูเข้าออก ออกแบบให้เป็นประตูสองชั้น โดยในส่วนโครงสร้างจะออกแบบไว้สำหรับการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือน ซึ่งจะมี 2 แบบ 1) พัดลมที่จะดูดอากาศ ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายในออกไปโรงเรือนออกไปด้านนอกโรงเรือน 2) พัดลมกวนอากาศ ทำหน้าที่เป่าอากาศภายในโรงเรือนให้มีการเคลื่อนที่ ด้านข้างโรงเรือนจะติดตั้งพลาสติกใสด้านนอกมุ้งกันแมลง ที่สามารถเลื่อนปิด-เปิด ได้ เพื่อช่วยในการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนอีกทางนึง

โครงการย่อยที่ 5 ปรับปรุงโรงเรือน ขนาด 6 x 24 x 5 เมตร ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ตั้งอยู่ในพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ที่มีระบบพรางแสงอัตโนมัติ หลอดไฟ ระบบน้ำ และระบบพ่นหมอกพร้อมสำหรับการทำงาน และดำเนินการเก็บข้อมูลแสงช่วงพีคที่สุดภายในโรงเรือน ในช่วงที่ฟ้ามืดครึ้ม เพื่อนำข้อมูลมาเลือกใช้หลอดไฟ LED ที่ให้แสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางใบ(แสงสีน้ำเงิน)ให้เหมาะสม หมายความว่าต้องเลือกหลอดไฟที่จะดันให้แสงสีน้ำเงินขึ้นไปอีก 30 $\mu mol/(m^2 \cdot s)$ ออกแบบให้ความสูงของ A-Frame เหมาะสมกับขนาดของโรงเรือน และชั้นปลูกห่างกัน 38 ซม.คิดจากความสูงของต้นผักชีที่ 34 ซม. มุมเอียงของA-Frame จะไม่บังแสงซึ่งกันและกัน ในส่วนของถาดปลูกให้เป็นลักษณะกว้าง 30 ซม. ลึก 10 ซม ออกแบบจากระยะปลูกของงานวิจัยปลูกชีของ ศวพ.มุกดาหาร เมื่อออกแบบแล้ว คนใช้จะต้องทำงานได้สะดวก ติดตั้งระบบการให้พืชและหลอดไฟ LED สำหรับชั้นปลูกแนวตั้งในโรงเรือน ที่เน้นแสงสีฟ้า ทำการเปิดปิดตามความเข้มแสงแตกต่างไปในแต่ละชั้นควบคุมการสั่งงานด้วยบอร์ดที่รับค่าจากเซนเซอร์แสง จัดทำโต๊ะปลูกเพื่อทดสอบปลูกผักชีในวัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดินบนโต๊ะปลูก

โครงการย่อยที่ 6 ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบแขนกลพร้อมระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่เบื้องต้น โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบและสร้างระบบแขนกลและระบบขับเคลื่อนเคลื่อนโดยเลือกใช้แขนกลแบบเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน และออกแบบระบบการตรวจจับผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับภาพทำงานร่วมกับบอร์ดสมองกล เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ คัดเลือกผลสุกแก่ และหาตำแหน่งของการตัด

เนื่องจากเป็นการดำเนินงานวิจัยในปีแรก ผลวิจัยทั้งหมดจึงเป็นส่วนหนึ่งของต้นแบบงานวิจัยตามตัวชี้วัดปี 2565 ในส่วนผลลัพธ์ ผลกระทบ และประโยชน์ที่จะได้รับและการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ อยู่ระหว่างการดำเนินการวิจัยตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ในข้อเสนอโครงการดังกล่าวข้างต้น

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชสมุนไพร ได้ดำเนินการออกแบบโครงสร้างโรงงานผลิตพืชขนาด (กxยxส) 3x12x2.5 เมตร ทำจากเหล็กพ่นสีกันสนิม และจัดทำฐานรองรับตู้คอนเทนเนอร์ ผนังหนา 50 มม. และเพดานเป็นแผ่นฉนวนสำเร็จรูปหนา 75 มม. ตรงกลางเป็นฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (PS) ส่วนด้านในและด้านนอกเป็นแผ่นเหล็กเคลือบสี พื้นปูวีว่าบอร์ดหนา 20 มม. และอุปกรณ์ชั้นวางระบบปลูกพืช รวมทั้งระบบให้น้ำและปุ๋ย พร้อมระบบควบคุมการเปิดปิดแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ จัดทำชุดทดสอบระบบการปลูกผักและระบบควบคุมปัจจัยต่างๆ ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมกับขนาดตู้คอนคอนเทนเนอร์

เครื่องดักจับแมลงอัตโนมัติสำหรับไม้ดอกเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟในโรงเรือนอัจฉริยะ ดำเนินการในปีงบประมาณ 2565-66 ระยะเวลา 2 ปี ในปีแรก ผลการดำเนินงาน ได้ต้นแบบโรงเรือนที่มีระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ด้วยไมโครคอนโทลเลอร์ PLC เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง พัดลมระบายอากาศ ระบบพ่นหมอก และมีระบบให้น้ำอัตโนมัติ สำหรับการปลูกเบญจมาศ และได้ต้นแบบเครื่องดักแมลง ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 31x31x85 ซม. ใช้หลอดไฟแบบ UV-A 30 W พัดลม ขนาด 8 นิ้ว 30 W เป็นชุดชักจูงแมลงให้เข้าติดกับดักกระดาษกาวที่วางไว้ในเครื่อง เก็บภาพเพื่อการวิเคราะห์แมลง ดำเนินการด้วยงบประมาณ ปี พ.ศ. 2565 ใช้ไปรวม 350,547.73 บาท จากงบประมาณได้รับโอนรวม 358,624 บาท ผลการวิจัยเป็นไปตามเป้าหมายของแผนการดำเนินงาน คือ ได้ต้นแบบโรงเรือนและระบบควบคุมสภาพแวดล้อมพร้อมข้อมูลสภาพอากาศภายในโรงเรือน ต้นแบบเครื่องดักแมลง ในระดับห้องปฏิบัติการ ที่มีผลการทดสอบเบื้องต้น สามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาโรงเรือนสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ โดยเริ่มจากการสร้างโครงสร้างโรงเรือนเป็นโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 6 x 15 x 3.25 เมตร ด้านบนหลังคาคลุมด้วยพลาสติกหนา 200 ไมครอน ส่วนด้านข้างมุงด้วยมุ้งตาข่าย 32 ตา พื้นที่สำหรับใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง มีขนาด กว้าง x ยาว คือ 6 x 12 เมตร ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะใช้สำหรับวางระบบควบคุมและระบบน้ำ และระบบการควบคุมเบื้องต้นประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 2) การควบคุมปริมาณความเข้มแสง และ 3)การให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่ง ซึ่งใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ อุณหภูมิ และแสง ในการควบคุมระบบให้ทำงานอัตโนมัติ และใช้อุปกรณ์ควบคุมเวลาในการควบคุมความถี่ของการให้สารละลายตามช่วงการเจริญเติบโต

การผลิตพืชในโรงเรือนเป็นแนวทางการทำการเกษตรที่มีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย เพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช โดยการปลูกพืชในโรงเรือนจะเป็นการแก้ปัญหาของการปลูกพืชในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะทางภาคใต้ที่มีฝนตกชุกในช่วงฤดูฝน การที่ฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงทำให้พืชที่ปลูกเกิดโรคขึ้นได้ หากสามารถควบคุมระบบระบายอากาศให้ความชื้นไม่ก่อให้เกิดโรคได้ จะสามารถลดความเสียหายของพืชที่ปลูกในช่วงฤดูฝนได้ โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเทคโนโลยีระบบควบคุมการระบายอากาศ และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนระบบเปิดให้เหมาะสมกับการปลูกผัก เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดโรคเนื่องจากความชื้นภายในโรงเรือนที่สูงมากเกินไป โดยได้สร้างต้นแบบโรงเรือน ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 12 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กชุบกันสนิม หลังคาโค้งมุงด้วยพลาสติกใสกันยูวี โครงสร้างหลังคาออกแบบเป็นแบบโครงถักเพิ่มความแข็งแรง สามารถทำค้างได้ในกรณีที่ปลูกพืชที่ต้องใช้ค้างอย่างเมล่อน ด้านข้างโรงเรือนปิดด้วยมุ้งกันแมลง ความถี่ 32 ตาต่อตารางนิ้ว ประตูเข้าออก

กรมวิชาการเกษตร

ออกแบบให้เป็นประตูสองชั้น โดยในส่วนโครงสร้างจะออกแบบไว้สำหรับการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือนซึ่งจะมี 2 แบบ คือ 1) พัดลมดูดอากาศ ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายในออกไปด้านนอกโรงเรือน 2) พัดลมหมุนเวียนอากาศ ทำหน้าที่หมุนอากาศภายในโรงเรือนให้มีการเคลื่อนที่ ด้านข้างโรงเรือนจะติดตั้งพลาสติกใสด้านนอกมุ้งกันแมลงที่สามารถเลื่อนปิด-เปิดได้ เพื่อช่วยในการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนอีกทางนึง ดำเนินการสร้างโรงเรือนต้นแบบ ทำการปรับพื้นที่ ตีแผนผัง ขุดหลุมสำหรับทำฐานรองรับเสาโรงเรือน เทฐานเสาติดตั้งเสาและส่วนของโครงสร้างหลังคา ก่ออิฐบล็อกตามแนวเสารอบโรงเรือนเพื่อเป็นแนวกันดิน ทำการมุงหลังคาพลาสติกใสกันยูวี และติดมุ้งกันแมลง ติดตั้งระบบควบคุมการระบายอากาศ ระบบให้น้ำให้ปุ๋ย ทำการทดสอบการทำงานและเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ ให้พร้อมสำหรับการทดสอบปลูกพืชและเก็บข้อมูล เพื่อพัฒนาชุดระบบควบคุมการระบายอากาศ ต่อไป

การปลูกแบบแนวตั้งมีหลายรูปแบบ เช่นแบบ A-Frame แบบท่อ แบบเป็นชั้นโดยใช้หลอดไฟให้แสงเทียมล้วน การปลูกพืชแนวตั้งจะนิยมใช้เฉพาะการปลูกแบบไฮโดรโพนิค ซึ่งการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิคมีต้นทุนสูงกว่าการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูก ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าและโรคแมลงน้อยเช่นเดียวกัน จึงมีแนวคิดที่จะนำชุดปลูกแบบ A-Frame มาใช้ปลูกผักโดยใช้วัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน ปัญหาของการตั้ง A-Frame เรียงกันหลายอันจะส่งผลให้เกิดเงาพาดบนชุดปลูก ซึ่งแสงอาทิตย์จะมีมุมการส่องแสงแตกต่างกันไปตามแต่ฤดูกาล และในฤดูหนาวจะมีช่วงกลางวันสั้นทำให้ชั่วโมงของแสงต่อวันน้อยลงและยังมีเมฆปกคลุมมืดครึ้มแสง ทำให้พืชได้รับแสงไม่เพียงพอ จึงต้องมีการเพิ่มหลอดไฟ เพื่อเปิดในเวลาที่แสงไม่เพียงพอ โดยมีเซนเซอร์วัดแสงรับค่าและส่งค่าไปคำนวณการเปิดปิดไฟให้แสงเพียงพอกับที่พืชต้องการต่อวัน ผลการเก็บข้อมูลการปลูกผักชีบนโต๊ะปลูกแนวราบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร ผักชีพันธุ์รสทิพย์ วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ขุยมะพร้าว : แกลบดิบ : ทรายหยาบ : ขี้เถ้าแกลบ+ปูนขาวหรือ โดโลไมท์ อัตราส่วน 60 : 20 : 15 : 5 + 500 กรัม เริ่มเก็บเกี่ยวตั้งแต่อายุ 83-92 วัน ในโต๊ะปลูกขนาด 1.2 x 3.0 เมตร ใช้ระยะ 10x10 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย 51 เซนติเมตร จำนวน 14 ต้นต่อหลุมปลูก น้ำหนักเฉลี่ย 625 กรัมต่อหลุม น้ำหนักรวม 491 กิโลกรัมต่อโรงเรือน ในการทดลองครั้งนี้จะเปรียบเทียบกับโต๊ะปลูกขนาด 1.2 x 3.0 เมตร ใช้ระยะ 10x10 เซนติเมตรเช่นเดียวกันบนชั้น A-Frame เลือกใช้โรงเรือนขนาด6 x24 ใน สวพ.3 ที่มีระบบพรางแสงอัตโนมัติ หลอดไฟ ระบบน้ำ และระบบพ่นหมอกพร้อมสำหรับการทำงาน โดยคาดการณ์ว่าจะปลูกในน้ำหนักสูงกว่าแนวราบอย่างน้อย 1.8 เท่า

หุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน ประกอบไปด้วยโครงสร้างหุ่นยนต์ แขนกลสำหรับเก็บเกี่ยวและระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ โดยระบบควบคุมการทำงานของแขนกลที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ คัดเลือกผลสุกแก่ และหาตำแหน่งของการตัด และควบคุมการทำงานของแขนกลด้วยบอร์ดสมองกล ตัวหุ่นยนต์จะเป็นแบบเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทั้ง 3 แกน (Cartesian Robot) โดยหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่อัตโนมัติภายในโรงเรือนเพื่อเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกบนรางปลูกที่มีขนาดความกว้าง 40 ซม. สูง 100 ซม.

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The purpose of this research is to research and develop a smart container house for medicinal plant production has proceeded to design the plant factory structure, size (WxDxH) 3x12x2.5 meters. Made of anti-rust painted steel and made of bases to support containers. The walls are 50 mm. thick, the ceiling is pre-insulated panels 75 mm. thick, and the center is insulated with polystyrene foam (PS). The inner and outer parts are coated steel sheets with 20 mm. thickness Viva board flooring and equipment, shelves, plant systems, including water and fertilizer systems with automatic timed on-off control. Prepare a test kit for vegetable growing system and factor control system in the laboratory. To study guidelines that are suitable for the size of containers.

Automatically Insect trapper for flower purpose to reduce Thripidae in smart greenhouse was two years conducted (2022- 2023). The progressive results were the prototype of inside greenhouse's environment control system via microcontroller PLC, temperature, relative humidity and light sensor, ventilation fan, foggy and automatically irrigation system for Chrysanthemum cultivating. The prototype of 31x31x85 cm. insect trapper with UV-A lamp 30W, 8 in fan 30 W which are the insect attraction and lead the insect trapped into the sticky paper. The picture was taken for insect analysis. The project budget of first year was 350,547.73 THB used, the total transaction budget was 358,624 THB. The research was reached to the project objective.

Develop a greenhouse for the potato tubers production with automatic control system, to be able to produce disease-free potato cultivars and can reduce production costs. By building a greenhouse structure with a curved roof, dimensions were 6 x 15 x 3.25 meters (width x length x height). The top of the roof is covered with plastic, thickness 200 microns and the sides are covered with nets 32 mesh. The area is used for the potato tubers production was 6 x 12 meters (width x length). The rest of the area used for the control system and water system. The initial control system consisted of 3 main parts: 1) relative humidity 2) light intensity and 3) providing water and fertilizer. Which uses air humidity, temperature, and light sensors to control the system to operate automatic and use a timer to control the frequency of solution application according to the growing period.

Greenhouse crop production is on agricultural practice that plays an increasing role in Thailand. Growing plants in greenhouses solves the problem of growing crops in each area. Especially in the southern which has a lot of rain during the rainy season can cause plant disease. If the relative humidity in the air can be controlled can reduce the incidence of disease. This project aims to ventilation control system technology development and control the relative humidity inside the greenhouse. The open system is suitable for growing vegetables to reduce the risk of disease due to excessive humidity in the Greenhouse. The prototype Greenhouse is 5 meters wide and 12 meter long. The structure is galvanized steel. The roof is

covered with UV resistant clear plastic. The roof structure is designed as a truss structure for strength. The side of the Greenhouse is covered with insect nets, 32 eyes per square inch. The entrance is designed as a double door. Inside the Greenhouse there are 2 types of fans: exhaust fans and air circulation fan to control relative humidity. On the side of the Greenhouse, there will be a clear plastic outside insect net that can be closed-opened for controlling the environment in the Greenhouse. Proceed to build a prototype greenhouse. Install a ventilation control system, relative humidity, Irrigation, and fertilizer system ready for the next test.

Vertical plantings come in many forms, such as A-Frame, tubular, tiered, all using artificial lighting. Vertical crops are commonly used only for hydroponic cultivation. The cost of hydroponic cultivation is higher than growing plants using planting materials. which has lower cost and fewer insect diseases as well Therefore, there is an idea to use the A-Frame planting set to grow vegetables using soilless planting materials. The problem with multiple A-Frames aligned will result in cast shadows on the grow set. The sunlight will have different angles of light depending on the season. And in the winter, there is a short daylight hour, resulting in fewer hours of light per day and there is still a dark cloud cover. causing the plants to not get enough light Therefore, additional bulbs must be added. to turn on when the light is insufficient with a light sensor that receives and sends values to calculate how to turn on and off the light to give the plants enough light per day. Results of collecting data on coriander cultivation on horizontal planting tables at the Mukdahan Agricultural Research and Development Center. Rosthip Coriander Planting material with a mixture of coconut coir: raw rice husks: coarse sand: rice husk ash + lime or dolomite, ratio 60: 20: 15: 5 + 500 grams, harvested from 83-92 days of age in a 1.2 x 3.0 planting table. meters, using 10x10 centimeters, with an average height of 51 centimeters, 14 plants per planting hole. Average weight 625 grams per hole, total weight 491 kilograms per house. In this experiment, it will be compared with a 1.2 x 3.0 meter growing table, using the same 10x10 centimeter distance on the A-Frame floor, greenhouse size A 6 x2 4 with automatic shading, light bulbs, water, and spray systems is selected. The fog is ready for work. which is expected to be planted in weight higher than horizontal at least 1.8 times

Robotic Strawberries Harvester in Greenhouse It consists of a robotic structure. Harvesting arm and control system for strawberry picking robot by controlling the operation of a robotic arm using image processing technology to determine the position of the strawberry fruit. Selection of ripe fruit and finds the location of the cut and controls the operation of the robotic arm with Embedded system The robot will move in a straight line in all 3 axes (Cartesian Robot). The robot will automatically move inside the greenhouse to harvest strawberries grown on a planting trough with a width of 40 cm. and a height of 100 cm.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์ การสนับสนุน การอำนวยความสะดวก และความร่วมมือของข้าราชการ ลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ และพนักงานจ้างเหมาฯ ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี เชียงใหม่ ขอนแก่น และจันทบุรี สังกัดสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร และทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และสนับสนุนงาน ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ทำให้โครงการวิจัยนี้ดำเนินการได้ตามแผนงานวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	6
Abstract	8
กิตติกรรมประกาศ	10
สารบัญ	11
สารบัญภาพ	12
สารบัญตาราง	13
บทที่ 1 บทนำ	14
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	19
บทที่ 3 ผลการศึกษา	25
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	45
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	50

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แบบแปลนโรงเรือนผลิตพืชอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์ 25
ภาพที่ 1.2 แบบแปลนส่วนประกอบภายในตู้คอนเทนเนอร์ 26
ภาพที่ 1.3 ฐานตอม่อสำหรับรองรับห้องทดลองปลูกพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์ 26
ภาพที่ 1.4 ลักษณะโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์ 26
ภาพที่ 1.5 ลักษณะตู้คอนเทนเนอร์สำหรับใช้เป็นต้นแบบโรงงานผลิตพืชขนาด 3*12 เมตร 27
ภาพที่ 1.6 ทดสอบเบื้องต้นระบบการปลูกผักโดยใช้สารละลายและแสงเทียมจากหลอด LED 27
ภาพที่ 1.7 แบบแปลนอุปกรณ์ชั้นปลูกเพื่อใช้สำหรับทดสอบการปลูกพืชในระบบคอนเทนเนอร์ 28
ภาพที่ 1.8 อุปกรณ์ชั้นปลูกเพื่อใช้สำหรับการทดสอบเบื้องต้นระบบปลูกผักในตู้คอนเทนเนอร์ 28
ภาพที่ 2.1 โรงเรือน ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ภายในโรงเรือน 29
ภาพที่ 2.2 เครื่องดักแมลงต้นแบบและการทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องดักแมลงเชิงพาณิชย์ 30
ภาพที่ 3.1 โรงเรือนที่ใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งแบบป้องกันแมลง 31
ภาพที่ 3.2 ต้นแบบโครงสร้างโรงเรือน 31
ภาพที่ 3.3 พัดลมระบายอากาศ 32
ภาพที่ 3.4 ผังระบบพ่นหมอก 32
ภาพที่ 3.5 ระบบพ่นหมอก 32
ภาพที่ 3.6 ม่านทึบปิดด้านข้างซ้าย-ขวา 33
ภาพที่ 3.7 ม่านพรางแสง 33
ภาพที่ 3.8 ผังระบบการให้น้ำและปุ๋ย 34
ภาพที่ 3.9 ผังระบบน้ำและปุ๋ยย้อนกลับเข้าถัง 34
ภาพที่ 3.10 ตู้ควบคุมและชุดเซ็นเซอร์ 34
ภาพที่ 4.1 เก็บข้อมูล สอบถามปัญหา ณ ฟาร์มสารวัน 35
ภาพที่ 4.2 สอบถามปัญหา ติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ บุนนาคฟาร์ม 35
ภาพที่ 4.3 ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโรงเรือน 36
ภาพที่ 4.4 รูปแบบโครงสร้างโรงเรือน 36
ภาพที่ 4.5 ต้นแบบโรงเรือนสำหรับทดสอบระบบการควบคุมสภาพอากาศและความชื้นสัมพัทธ์เบื้องต้น 37
ภาพที่ 5.1 โรงเรือนสำหรับการทดสอบการปลูกพืชแนวตั้ง 38
ภาพที่ 5.2 การออกแบบชุดปลูกพืชแนวตั้งในโรงเรือน 38
ภาพที่ 5.3 การสร้างโต๊ะปลูกและชุดลูกพืชแนวตั้งจำนวนอย่างละ 6 ตัว 39
ภาพที่ 5.4 ติดตั้งระบบน้ำ ระบบควบคุมแสงและเริ่มทำการปลูก 39
ภาพที่ 5.5 จัดเตรียมต้นกล้าเพื่อทดสอบการปลูกเปรียบเทียบ 39
ภาพที่ 6.1 แขนกลและระบบขับเคลื่อนเคลื่อนแบบเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน 40
ภาพที่ 6.2 ระบบการตรวจจับผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ 40

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค ช่วงเริ่มปลูก - 1.5 เดือน (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)	50
ตารางที่ 2	สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค ช่วงอายุ 1.5 เดือน – เก็บเกี่ยว (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010 และ Kim, 2014)	51
ตารางที่ 3	ช่วงเวลาการให้น้ำ, ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)	51

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน.... 3,847,256.....บาท

ลำดับที่	ชื่อโครงการย่อย	งบประมาณที่ได้รับจัดสรร
1	วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชผักและสมุนไพร	1,183,628
2	วิจัยและพัฒนาเครื่องดักจับแมลงอัตโนมัติสำหรับไม้ดอกเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟในโรงเรือนอัจฉริยะ	358,624
3	วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง	504,012
4	วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนปลูกผักระบบเปิดเขตพื้นที่ฝนตกชุก	504,713
5	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมแบบอัจฉริยะ	668,169
6	วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน	628,110

กรมวิชาการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาการปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน เพื่อป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร ด้วยการผลิตภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือนได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศได้ทำการการปลูกพืชในระบบปิดหรือการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม การผลิตพืชภายใต้โรงงานผลิตพืชที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในระบบให้มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเพราะจะทำให้สามารถผลิตพืชได้ในทุกฤดูกาลและใช้เวลาน้อยลง การเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช ช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณน้ำตาลและแป้งที่ละลายน้ำได้ด้วย แสงเทียมที่ใช้ในการปลูกพืชนั้นควรต้องมีความเหมาะสมทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อส่งเสริมการสังเคราะห์แสงของพืชและทำให้ได้ลักษณะของพืชเหมือนกับการปลูกในธรรมชาติมากที่สุด การปลูกพืชผักในปัจจุบันมีบางชนิดที่ไม่สามารถปลูกในฤดูฝนได้ ซึ่งเป็นผักที่มีความต้องการในตลาดอยู่ตลอดทั้งปี การปลูกในโรงเรือนแบบเปิดและควบคุมอุณหภูมิความชื้นให้พอเหมาะ การปลูกแนวตั้งจะช่วยเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่เพื่อให้คุ้มค่ากับการปลูกในโรงเรือน ปัญหาของการปลูกแนวตั้งชั้นปลูกจะเรียงกันหลายอันจะส่งผลให้เกิดเงาพาดบนชุดปลูก ซึ่งแสงอาทิตย์จะมีมุมการส่องแสงแตกต่างกันไปตามแต่ฤดูกาล การเกิดเงาทับชุดปลูกจะส่งผลให้พืชที่โดนเงาได้รับแสงไม่เพียงพอ จึงต้องมีการเพิ่มหลอดไฟเพื่อเปิดในเวลาที่แสงไม่เพียงพอ โดยมีเซนเซอร์วัดแสงรับค่าและส่งค่าไปคำนวนการเปิดปิดไฟให้แสงเพียงพอกับที่พืชต้องการต่อวัน การพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง โดยการควบคุมสภาวะอากาศในโรงเรือนและควบคุมการให้น้ำที่เหมาะสมกับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ไม่แน่นอน สามารถลดต้นทุนการผลิต การผลิตพืชในโรงเรือน เป็นแนวทางการทำการเกษตรที่มีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย เพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น น้ำ และปุ๋ยได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพอากาศกรณีที่ปลูกกลางแจ้ง และยังสามารถปลูกพืชนอกฤดูกาลปกติได้ ปัญหาที่สำคัญของการปลูกพืชในโรงเรือนในประเทศไทย คือ อุณหภูมิ และความชื้นที่สูงเกินไปจนก่อให้เกิดโรคได้ง่าย ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับโรงเรือนมักจะเน้นไปที่การลดความร้อนภายในโรงเรือน แต่ในเขตที่มีฝนตกชุก จะพบปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่สูงเกินไปจนก่อให้เกิดโรคได้ หากสามารถระบายอากาศ หรือควบคุมความชื้นให้เหมาะสมจะสามารถลดสาเหตุการเกิดโรคได้ ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนโดยการควบคุมสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณและความเข้มแสง คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ เพื่อให้สามารถผลิตพืชทีมีคุณภาพ สะอาดและปลอดภัย สามารถผลิตได้ผลผลิตและคุณภาพสูง ตลอดจนการเลือกชนิดพืชที่มีช่วงเวลาการผลิตที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มรายได้สูงสุดให้แก่เกษตรกร

เกษตรอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็นฟาร์มอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มผลผลิตการเกษตรในเชิงมูลค่าและปริมาณต่อพื้นที่สูงสุด และเตรียมพร้อมรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยสร้างและนำเทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติและเซ็นเซอร์อัจฉริยะ ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตตรงตามความต้องการของพืชผัก สมุนไพร รวมทั้งส่งเสริมการถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรให้เข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตร การสร้างฐานข้อมูลการเพาะปลูกระดับประเทศ รวมทั้งการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน ควบคุมสภาพแวดล้อม จะช่วยป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เหมาะสมต่างๆ ที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรได้ ทำให้กำหนดทิศทางวางแผนการผลิต การปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง การปลูกพืชนอกฤดูกาล และผลผลิตที่ได้มีคุณภาพ นอกจากนี้การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน การปลูกพืชแนวตั้งโดยการออกแบบชั้นปลูกรูปแบบต่างๆ ยังสามารถเพิ่มผลตอบแทนต่อพื้นที่ให้แก่เกษตรกร การเก็บเกี่ยวเร็ว ระยะการเก็บเกี่ยวนาน ดำเนินการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่าง เนื่องจากลดการจัดการเรื่อง โรค แมลง และวัชพืช เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้ว จะทำให้เกษตรกรทั่วไป สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ดังกล่าวได้ นำข้อมูลที่ได้มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยจะทำการแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกร จะเป็นการพัฒนาการผลิตพืชที่ปลอดภัย และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักในอนาคตของประเทศต่อไป การวิจัยและพัฒนาโรงเรือนการผลิตพืชแบบอัจฉริยะ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดโรคและปลอดสารพิษตกค้าง สามารถช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ไม่แน่นอนและลดต้นทุนการผลิตได้ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ในด้านการเกษตรสร้างมูลค่า โดยเน้นเกษตรคุณภาพสูงและขับเคลื่อนการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลิตภาพการผลิตทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพทางการบริโภคและหรือสำหรับการผลิตยาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ตลอดจนเพื่อให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น

ในปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมโดยการใช้เซนเซอร์ร่วมกับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อการรับ-ส่ง และจัดการข้อมูลควบคุมระบบสิ่งแวดล้อม รวมถึงการจัดการระบบน้ำ-ปุ๋ยให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า โรงเรือนนิยมใช้งานในด้านการปลูกพืช ผัก ไม้ดอก และสมุนไพร การพัฒนาระบบการควบคุมสิ่งแวดล้อมในโรงเรือนจะสามารถช่วยป้องกันการเกิดและระบาดของโรคที่ทำให้ผลผลิตเสียหาย แต่ในการควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพืชในโรงเรือนควรใช้วิธีการจัดการแบบผสมผสาน เครื่องดักจับแมลงเป็นเครื่องมือสำหรับการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชวิธีหนึ่ง ที่สามารถช่วยลดจำนวนแมลงศัตรูพืชได้มากขึ้น และสามารถช่วยลดการใช้สารเคมีได้ การพัฒนาเครื่องมือ-อุปกรณ์สำหรับงานผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะนั้น นอกจากเครื่องมือ-อุปกรณ์สำหรับการดูแลอารักขาพืชแล้ว เครื่องมือเก็บเกี่ยวแบบอัตโนมัติซึ่งสามารถทดแทนแรงงานที่ขาดแคลนในอนาคต และสามารถควบคุมการเก็บผลผลิตให้ได้คุณภาพสม่ำเสมอกัน ทั้งยังเป็นการผลักดันการเกษตรของไทยให้ก้าวสู่เกษตรอัจฉริยะ ปัจจุบันการปลูกสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือนมากขึ้นทำให้ได้ผลผลิตคุณภาพดี แต่ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวยังใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก เพราะยังไม่มีเครื่องเก็บสตรอเบอร์รี่ ถ้าหากมีการพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่จะสามารถช่วยทดแทนแรงงานและเป็นแนวทางสำหรับการส่งเสริมการขับเคลื่อนการเกษตร 4.0 ให้ก้าวหน้าต่อไปได้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์แบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน มีแนวทางเชิงยุทธศาสตร์สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม แผนงานวิจัยสนับสนุนการยกระดับศักยภาพการผลิตพืชสวน ไม้ดอกคุณภาพ โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแผนงานวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในยุทธศาสตร์การวิจัยการส่งเสริมกลไกและกิจกรรมการนำกระบวนการวิจัย ผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม โดยความร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ กลยุทธ์การ 2.1 ส่งเสริม สนับสนุน และสร้างแรงจูงใจให้ภาคเอกชนเพิ่มการลงทุนและขยายการวิจัยและพัฒนาภายในองค์กร ในการสร้างผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัยให้เกิดประโยชน์ด้านการผลิต พาณิชย์และบริการ และยุทธศาสตร์การวิจัยด้านพืชสวน ไม้ผล พืชผัก และไม้ดอกไม้ประดับ และแนวทางของงานวิจัยสอดคล้องกับแผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ ภายใต้กรอบการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้น

กรมวิชาการเกษตร

สูงและเกษตรอัจฉริยะด้านการผลิตพืช และมีสอดคล้องกับกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (2561-2580) ในยุทธศาสตร์ที่ 3 การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันภาคเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการขับเคลื่อนเกษตร 4.0 ให้สอดคล้องกับไทยแลนด์ 4.0 และยุทธศาสตร์ของแผนงานย่อยนี้สอดคล้องกับแผนงาน วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ และสอดคล้องกับขอบเขตและแนวทางการวิจัยของกรอบวิจัย ภายใต้แผนการปฏิบัติด้านการวิจัยและนวัตกรรมของกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2564-2569 ในกรอบลำดับที่ 26 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงและเกษตรอัจฉริยะด้านการผลิตพืช

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อวิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชสมุนไพร

2) เพื่อพัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมือ รวมทั้งเทคโนโลยีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพการพืชสวน (สตรอเบอร์รี่) และไม้ดอก (ดอกเยอบีร่า/ดอกเบญจมาศ)

3) เพื่อวิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

4) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีระบบควบคุมการระบายอากาศ และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนระบบเปิดให้เหมาะสม

5) พัฒนาเทคโนโลยีการปลูกพืชผักแนวตั้งในระบบโรงเรือน และเทคโนโลยีระบบการใช้แสงเทียมที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชในแต่ละฤดู

ขอบเขตการศึกษา

1) เป็นการวิจัยและพัฒนาต้นแบบโรงงานปลูกพืชขนาดเล็กแบบตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อใช้สำหรับการทดลอง การศึกษาปัจจัยปริมาณความเข้มของแสงเทียมจากหลอดไฟแอลอีดี เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการผลิตผักสลัด และใบบัวบกในระบบปิด และการศึกษาปัจจัยปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เหมาะสมกับการตอบสนองในการปลูกแบบระบบปิด

2) พัฒนาต้นแบบเครื่องดักจับแมลงสำหรับใช้ในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยจะทดสอบการดักจับแมลงระยะตัวเต็มวัย (เพลี้ยไฟ) ซึ่งจะมาวางไข่และเมื่อเป็นตัวอ่อนจะทำลายดอก มีพืชเป้าหมายคือ เบญจมาศ ที่ จ.จันทบุรี, ดาวเรือง ที่ จ.ราชบุรี (ปี 2565) และ เยอบีร่า ที่ จ.จันทบุรี เบญจมาศ ที่ จ. ศรีสะเกษ, จ.อุบลราชธานี (ปี 2566) ที่ปลูกในโรงเรือน และ พัฒนาระบบการควบคุมสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มของแสง) สำหรับการปลูกเยอบีร่าและเบญจมาศในโรงเรือน เพื่อช่วยควบคุม-กำจัดเพลี้ยไฟและลดการใช้สารเคมีในการกำจัดเพลี้ยไฟแบบตัวเต็มวัย

3) วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งสำหรับมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติค เนื่องจากเป็นพันธุ์แปรรูปที่มีการปลูกส่งเข้าโรงงานมากกว่าร้อยละ 90 ของมันฝรั่งทั้งหมด

4) เป็นการศึกษาการควบคุมการระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเขตพื้นที่ฝนตกชุก เพื่อช่วยแก้ปัญหาความชื้นภายในโรงเรือนที่สูงมากเกินไปในช่วงฤดูฝน โดยการศึกษาจะให้โรงเรือนต้นแบบหลังคาโค้งมุงด้วยพลาสติกใส ด้านข้างมุงด้วยมุ้งกันแมลง ด้านนอกมุ้งกันแมลงจะมีพลาสติกใสที่สามารถปิด-เปิดได้ ภายในโรงเรือนติดพัดลมเพื่อช่วยควบคุมการระบายอากาศ ทำการศึกษาเงื่อนไขในการควบคุมระบบระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่เหมาะสม

5) เป็นการสร้างชุดปลูกแบบ A-Frame มาใช้ปลูกผักโดยใช้วัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน สำหรับพืชที่ไม่เหมาะกับการปลูกในฤดูฝน โดยมีระบบใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียม การปลูกแบบแนวตั้งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบ A-Frame แบบท่อ แบบเป็นชั้นโดยใช้หลอดไฟให้แสงเทียมล้วน การปลูกแบบแนวตั้งนิยมใช้เฉพาะการปลูก

กรมวิชาการเกษตร

แบบไฮโดรโพนิค ซึ่งการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิคมีต้นทุนสูงกว่าการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูก ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าและโรคแมลงน้อยเช่นเดียวกัน จึงมีแนวคิดที่จะนำชุดปลูกแบบ A-Frame มาใช้ปลูกผักโดยใช้วัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน

6) โครงการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือนใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้กล้องตรวจสอบความสุกแก่และตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ที่จะทำการเก็บเกี่ยว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลด้วยบอร์ดสมองกลเพื่อสั่งการให้แขนกลชนิดเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน เข้าทำการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอร์รี่ โดยหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่อัตโนมัติภายในโรงเรือนเพื่อเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกบนรางปลูกที่มีขนาดความกว้าง 40 ซม. สูง 100 ซม.

นิยามศัพท์

- ตู้คอนเทนเนอร์ (Container Box) คือ ตู้ขนาดใหญ่ที่ผลิตด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียมเพื่อใช้บรรจุสินค้าและขนส่ง
- หลอดไฟแอลอีดี (LED) คือ สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแล้วปล่อยแสงสว่างออกมาได้ทันที
- โรงงานผลิตพืช (Plant factory) คือ การปลูกในระบบปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อม ทำให้ปลอดภัยสูง ไม่ต้องใช้ยาฆ่าแมลง มีปริมาณผลผลิตที่คงที่ และยังสามารถปลูกได้ทั้งปีโดยไม่ขึ้นกับฤดูกาล
- ปริมาณค่า EC คือ ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในของเหลว ในการปลูกไฮโดรโพนิกส์หมายถึงปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในของเหลว โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะมีค่านำกระแสไฟฟ้าต่ำหรือมีค่าเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีการเติมสารละลายต่างๆ ลงในในน้ำนั้นจะทำให้ค่าสารละลาย หรือค่านำกระแสไฟฟ้าในน้ำนั้นๆ สูงขึ้นด้วย
- ปริมาณค่า PH คือ ในความหมายของการปลูกพืชไร้ดิน คือค่าความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย (น้ำผสมธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืช) โดยค่า pH จะมีช่วงการวัดอยู่ที่ 1 - 14 โดยจะนับค่าที่ 7 เป็นกลาง กล่าวคือ หากวัดค่าได้ต่ำกว่า 7 แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นกรด หากวัดได้สูงกว่า 7 ขึ้นไปแสดงว่าเป็นเบส
- ปริมาณของแสง (ความเข้มแสง) คือ จำนวนพลังงานรวมที่แสงผลิตออกมาจะอยู่ในรูปของพลังงานต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m2) หรือในเทอมของจำนวนโฟตอน มีหน่วยเป็นไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (μmol /m2/ s) ไมโครคอลโทรลเลอร์ PLC
- ระบบแอโรโปนิค คือ การปลูกพืชโดยที่ส่วนของรากนั้นลอยอยู่ในอากาศแล้วจ่ายสารละลายธาตุอาหาร (nutrient solution) ให้แก่พืชโดยวิธีฉีดพ่นสารละลายเป็นฝอย (mist) หรือหมอก (aerosol) ไปที่รากพืชโดยตรงอย่างต่อเนื่อง
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คือ “อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน” ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%)
- อุปกรณ์ควบคุมเวลา (Timer) หรือ อุปกรณ์ในการตั้งเวลา คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมเวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้งานต้องการ
- A-Frame คือ โครงสร้างชุดปลูกพืชแนวตั้งรูปทรงตัว A
- ระบบหุ่นยนต์ หรือแขนกล (Robotics or Robot arm System) คือ หุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ที่ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ทำงานแทนมนุษย์ในงานที่ต้องการความเร็ว หรือเสี่ยงอันตราย
- บอร์ดสมองกลฝังตัว คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับข้อมูล ประมวลผล และสั่งงานเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ได้
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1. วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ ประกอบด้วย 6 โครงการย่อย มีระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี มีแผนการเพื่อจัดการและควบคุม บริหารความเสี่ยงให้งานวิจัยภายใต้แผนย่อยสำเร็จตามเป้าหมายดังนี้

1. ระยะต้น ประชุมหัวหน้าโครงการย่อย เพื่อวิเคราะห์แผนการดำเนินงานและปัจจัยที่อาจจะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อเป้าหมายของโครงการ และติดตามผลการดำเนินงานในแต่ละงวด

2. ระยะกลาง ระหว่างดำเนินการโครงการ ติดตามผลการดำเนินการในแต่ละงวด เพื่อติดตามผลการดำเนินงานและวิเคราะห์ปัจจัยความเสี่ยงที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการโครงการ รวมทั้งวิเคราะห์วิธีแก้ปัญหาเพื่อแก้ไขปัจจัยเสี่ยงนั้น โดยให้คำแนะนำตามความเหมาะสมของแต่ละโครงการย่อย

3. ระยะปลาย ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการดำเนินการ ก่อนปิดโครงการ ติดตาม วิเคราะห์ ประเมินผลการวิจัยตามเป้าหมาย ติดตามผลการดำเนินงานในแต่ละงวด

โครงการย่อยที่ 1 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชผักและสมุนไพร

ขั้นตอนที่ 1 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชสมุนไพร

1) สำรวจ ทดสอบและเก็บข้อมูลปัญหา ข้อจำกัด สภาพแวดล้อม รวมทั้งต้นทุนค่าใช้จ่ายของโรงเรือนแบบหลังคาโค้งปิดไม่มีช่องระบายอากาศด้านบน รูปแบบต่างๆ ที่มีการใช้งานในปัจจุบันสำหรับการผลิตพืชผักในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นแนวในการออกแบบและพัฒนาโรงเรือนผลิตพืชผักต้นแบบ

2) ออกแบบและพัฒนาโรงเรือนระบบปิดต้นแบบขนาดเล็ก โดยเน้นเป็นแบบตู้คอนเทนเนอร์ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้แบบอัจฉริยะ ควบคุมการทำงานด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามความต้องการของพืชทดลอง

3) ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ชั้นวาง เพื่อใช้สำหรับทดสอบการปลูกพืชในโรงเรือน ได้แก่ ใบบัวบก รวมทั้งระบบให้น้ำและปุ๋ยภายในตู้คอนเทนเนอร์ พร้อมระบบควบคุมการเปิดปิดแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ

4) ออกแบบระบบการติดตั้งและควบคุมปริมาณแสงเทียม พร้อมระบบควบคุมด้วยเซนเซอร์วัดปริมาณและความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ

5) ออกแบบและติดตั้งระบบการรจัดการคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมระบบควบคุมด้วยเซนเซอร์วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์แบบอัตโนมัติ

6) ทดสอบเบื้องต้นระบบการทำงานต่างๆ ของโรงงานปลูกพืชขนาดเล็กในระบบปิด ปรับปรุงแก้ไขให้พร้อมสำหรับการทดลองปลูกพืชสมุนไพร ได้แก่ ใบบัวบก เป็นพืชสมุนไพรนำร่อง

7) วางแผนการทดสอบและปลูกพืชสมุนไพรใบบัวบก ซึ่งจะแบ่งการทดสอบเป็น 2 รอบการผลิต โดยการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ ปริมาณแสงเทียมจากหลอดไฟแอลอีดี และปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์

7.1) ศึกษาปัจจัยปริมาณความเข้มของแสงเทียมจากหลอดไฟแอลอีดี เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการผลิตผักสลัดและใบบัวบกในระบบปิด จำนวน 3 ระดับ

7.2) ศึกษาปัจจัยปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เหมาะสมกับการตอบสนองของพืชในการปลูกแบบระบบปิด จำนวน 3 ระดับ

ตรวจการรับรอง

8) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตด้านพืช และข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงงานปลูกพืช ตามแผนการทดสอบทางสถิติ เพื่อศึกษาปัจจัยของแสงเทียมและคาร์บอนไดออกไซด์ บันทึกผลและวิเคราะห์ข้อมูล

9) วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี สรรพคุณทางยา และปริมาณสารพิษตกค้างจากผลผลิตในแต่ละรอบการผลิตสมุนไพร และคุณภาพของพืชผัก

10) สรุปผลและวิจารณ์ผล พร้อมข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีต้นแบบร่วมกับกลุ่มเกษตร

1) ทดสอบและพัฒนาระบบการใช้งานโรงเรือนต้นแบบเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการขยายผลแก่กลุ่มเกษตรกร

2) ทดสอบและขยายผลการใช้เทคโนโลยีการผลิตพืชผักและสมุนไพรในระบบตู้คอนเทนเนอร์ระบบปิด สู่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกสมุนไพรในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3) เก็บข้อมูลการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร

4) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

5) สรุปผลและวิจารณ์ผล พร้อมข้อเสนอแนะในรายงานการวิจัยสิ้นสุด

การบันทึกข้อมูล

1) เก็บและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ภายในโรงงานผลิตพืชแต่ละรอบการผลิตผักสลัด และสมุนไพรใบบัวบก

2) ตรวจวัดและบันทึกความสม่ำเสมอของความยาวคลื่นแสง ความเข้มแสง

3) ตรวจวัดและบันทึกความสม่ำเสมอของระดับความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์

4) ตรวจวัดและบันทึกปริมาณค่า EC และ PH ของสารละลายและความสม่ำสมอของระดับน้ำ

5) วัดอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช ในเชิงปริมาณและคุณภาพของผักสลัด และสมุนไพรใบบัวบกในแต่ละช่วงและรอบการผลิต

6) วัดและบันทึกข้อมูลอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในแต่ละรอบการผลิต

โครงการย่อยที่ 2 การวิจัยและพัฒนาเครื่องดักจับแมลงอัตโนมัติสำหรับไม้ดอกเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟในโรงเรือนอัจฉริยะ

1.ศึกษาและออกแบบ-สร้างเครื่องดักจับแมลงแบบอัตโนมัติ และสร้างโรงเรือนขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 2.5 เมตร วัสดุและโครงสร้างตามแบบมาตรฐานสำหรับการปลูกไม้ดอก พร้อมระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน (พ่นหมอก พัดลมระบายอากาศ แสงไฟ และม่านพลางแสง)

2.ออกแบบและสร้างระบบควบคุมสิ่งแวดล้อมแบบอัตโนมัติภายในโรงเรือน โดยการใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ PLC สำหรับควบคุมและประมวลผล อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง ตามความต้องการของเบญจมาศและสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้เพื่อควบคุมการระบาดของเพลี้ยไฟ

3. ทดสอบเครื่องดักจับแมลงเบื้องต้นในโรงเรือนที่พัฒนาขึ้นและทดสอบในพื้นที่ของเกษตรกรหน่วยงานร่วมวิจัย (จ.ราชบุรี จ.ศรีสะเกษ และ จ.อุบลราชธานี) วางแผนให้ระยะการติดตั้งเครื่องดักจับแมลง ในโรงเรือน และตั้งระหว่างแถวต้นไม้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ในการทำงาน วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และปรับปรุงต้นแบบ

4. ทดสอบปลูกเบญจมาศ (ปี 2565) ในโรงเรือนที่มีการควบคุมสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ณ โรงเรือนต้นแบบที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี มีขั้นตอนดังนี้ ปลูกต้นพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

เบญจมาศ อายุ 15 วัน ในกระถางขนาด 4 นิ้ว ด้วยวัสดุปลูก ทราย ขุยมะพร้าว ดิน ในอัตราส่วน 1:1:1 วางไว้ในที่ร่ม 2 สัปดาห์ และย้ายเข้าในโรงเรือนต้นแบบ บำรุง ดูแลรักษา เก็บข้อมูลสภาพอากาศในโรงเรือนจนกระทั่งเก็บผลผลิต เช็คจำนวนและคุณภาพของผลผลิต

5.ทดสอบเครื่องดักจับแมลงที่ปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ในโรงเรือนของเกษตรกรและโรงเรือนที่สร้างขึ้น โดยใช้ตำแหน่งสำหรับการวางเครื่องดักจับแมลงเป็นผลจากการทดสอบในข้อ 3 เก็บภาพ สำหรับวิเคราะห์จำนวนแมลงที่จับได้

6. วิเคราะห์ผล และเขียนรายงาน

โครงการย่อยที่ 3 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

งานวิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ออกแบบและสร้างต้นแบบโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง (ปี 2565)

1.1) ศึกษารูปแบบโรงเรือนต่างๆ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบต้นแบบโรงเรือนสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

1.2) ออกแบบและสร้างต้นแบบโรงเรือน ขนาด 6 ม. x 12 ม. และสร้างระบบควบคุมสภาพอากาศ ระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย ด้วยระบบอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1.2.1) การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในช่วงระหว่าง 65 – 75 % โดยใช้พัดลมระบายอากาศ, หัวสเปรย์ฉีดน้ำ และม่านทึบปิดด้านข้างที่เป็นมุ้งตาข่าย

1.2.2) การควบคุมปริมาณความเข้มแสงอยู่ในช่วง 1,000 – 1,400 µmol m-2 s-1 ในช่วงของการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง โดยใช้ม่านพรางแสง คือ ม่านพรางแสงสีเขียว 70% ตั้งแต่เริ่มปลูกและไม่เกิน 15 วันหลังปลูก จากนั้นให้แสงเต็มที่

1.2.3) การให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่ง โดยใช้ปั๊มสูบจ่ายสารเคมีในการผสมน้ำกับปุ๋ย และปรับความเข้มข้นของสารละลายตามช่วงการเจริญเติบโต (คำแนะนำของสถาบันวิจัยพืชสวน, 2560)

1.3) ทดสอบการทำงานเบื้องต้นของโรงเรือนต้นแบบและเก็บข้อมูล คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณความเข้มแสง ทั้งข้างใน-นอก โรงเรือน และทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบการให้น้ำและปุ๋ย รวมถึงปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง

2. ทดสอบและพัฒนาต้นแบบโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเบื้องต้น (ปี 2566)

2.1) ทดสอบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในฤดูกาล (ประมาณช่วงเดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) โดยการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2560.การผลิตหัวพันธุ์ G0 ระบบแอโรโปนิค) ในโรงเรือนแบบเดิมเปรียบเทียบโรงเรือนที่สร้างขึ้น และเก็บข้อมูล คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณความเข้มแสง ทั้งข้างใน-นอกโรงเรือน, การเจริญเติบโต, เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ และปริมาณผลผลิต โดยมีค่าชี้ผล เช่น ปริมาณผลผลิตรวม (หัว) และต้นทุนการผลิต (บาทต่อหัว)

2.2) พัฒนาโรงเรือนต้นแบบเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งมากขึ้น โดยปรับปรุงและแก้ไขจุดบกพร่องที่ได้จากการทดสอบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเบื้องต้น

2.3) ทดสอบการทำงานของโรงเรือนต้นแบบหลังการพัฒนาและเก็บข้อมูล คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณความเข้มแสง ทั้งข้างใน-นอก โรงเรือน และทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำและปุ๋ย รวมถึงปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง

3. ทดสอบการใช้งานของโรงเรือนต้นแบบในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง (ปี 2567)

กรมวิชาการเกษตร

3.1) ทดสอบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในฤดูกาล (ประมาณช่วงเดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) โดยการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในโรงเรือนแบบเดิมเปรียบเทียบโรงเรือนที่สร้างขึ้น และเก็บข้อมูล คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณความเข้มแสง ทั้งข้างใน-นอกโรงเรือน, การเจริญเติบโต, เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ และปริมาณผลผลิต โดยมีค่าชี้ผล เช่น ปริมาณผลผลิตรวม (หัว) และต้นทุนการผลิต (บาทต่อหัว)

3.2) ทดสอบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งนอกฤดูกาล (ประมาณช่วงเดือน มีนาคม – มิถุนายน) โดยการปลูกหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (G0) ในโรงเรือนแบบเดิมเปรียบเทียบโรงเรือนที่สร้างขึ้นและเก็บข้อมูล คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณความเข้มแสง ทั้งข้างใน-นอกโรงเรือน, การเจริญเติบโต, เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ และปริมาณผลผลิต โดยมีค่าชี้ผล เช่น ปริมาณผลผลิตรวม (หัว) และต้นทุนการผลิต (บาทต่อหัว)

3.3) วิเคราะห์จุดคุ้มทุนของโรงเรือนที่สร้างขึ้น

3.4) รายงานผล สรุปแนวทางการใช้ประโยชน์สำหรับการเผยแพร่

การบันทึกข้อมูล

1) อุณหภูมิ (°C), ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (%RH), ปริมาณความเข้มแสง (µmol m-2 s-1)

2) การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (มิลลิเมตร), เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร), จำนวนข้อ (ข้อ), ความยาวของข้อ(มิลลิเมตร), และขนาดพื้นที่ของใบ (ตารางเมตร)

3) เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ โดยตรวจสอบโรคใบไหม้ เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus) และประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ ตามการประเมินของ International Potato Center (CIP) (ตารางที่ 7) และถ้าพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

4) ปริมาณผลผลิตรวม (หัว) และต้นทุนการผลิต (บาทต่อหัว)

โครงการย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนปลูกผักระบบเปิดเขตพื้นที่ฝนตกชุก

1) สำรวจ เก็บข้อมูลปัญหาสภาพแวดล้อม ข้อจำกัดในการปลูกพืชในช่วงฤดูฝน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์

2) ออกแบบ สร้างโรงเรือน และติดตั้งระบบให้น้ำ ให้ปุ๋ย

2.1) สร้างโรงเรือน ขนาด 6 x 12 เมตร (พื้นที่ 72 ตร.ม.) สำหรับใช้ในการทดสอบ หลังคามุงพลาสติกใส ด้านข้างมุงด้วยมุ้งกันแมลง ความถี่ 32 ตาต่อตารางนิ้ว ใต้หลังคาพลาสติกมีตาข่ายพรางแสงสีขาว มีกลไกเลื่อนปิด-เปิดได้ ติดตั้งพัดลมระบายอากาศออกนอกโรงเรือน และพัดลมสำหรับหมุนเวียนอากาศภายในโรงเรือน

2.2) ติดตั้งระบบให้น้ำ ให้ปุ๋ยพืชแบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำและปุ๋ยให้พืชได้สม่ำเสมอและเที่ยงตรง

3) ออกแบบและพัฒนา ระบบควบคุมการระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์

4) ทดสอบการทำงานเบื้องต้น ตั้งเงื่อนไขการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยในช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ความชื้นภายในโรงเรือนจะต้องมีค่าใกล้เคียงกับภายนอกโรงเรือน บันทึกข้อมูล ดังนี้

4.1) บันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือน

4.2) บันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน 3 จุด คือ หน้า กลาง และท้ายโรงเรือนแต่ละจุดจะเก็บข้อมูล 3 ระดับ คือ บริเวณยอดต้นพืช ใต้ตาข่ายพรางแสง และบริเวณใต้หลังคา

กรมวิชาการเกษตร

5) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาปรับปรุงพัฒนา ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้อยู่ในจุดที่เหมาะสม คือ พืชยังเจริญเติบโตได้ดี และใช้พลังงานในการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนได้คุ้มค่า

6). ทดสอบการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนในการปลูกพืชจริง เก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณการให้น้ำ ให้ปุ๋ย การเจริญเติบโต ผลผลิต ทั้งคุณภาพและปริมาณ เปรียบเทียบกับการปลูกผักในโรงเรือนธรรมดา

7) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์การทำงานของระบบควบคุม ปรับปรุงและพัฒนาระบบควบคุม ให้การทำงานมีความเสถียร และทดสอบซ้ำเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

8) วิเคราะห์ความคุ้มทุนในการใช้ระบบควบคุมการระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน

การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง) ทั้งภายนอกและภายในโรงเรือน

2) ข้อมูลการให้น้ำ ให้ปุ๋ย ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต

โครงการย่อยที่ 5 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมแบบอัจฉริยะ

1) ศึกษาปัจจัยที่ผลกับการเจริญเติบโตของผักชี เช่น น้ำ อุณหภูมิ ความชื้น การให้ปุ๋ย แสง และจำนวนชั่วโมงแสงต่อวัน

2) นำปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติมโตของพืชมาเตรียมควบคุมการใช้ในโรงเรือน โดยให้ตัวแปรควบคุมคือ น้ำ อุณหภูมิ ความชื้น การให้ปุ๋ย และให้แสงเป็นตัวแปรอิสระ

3) ออกแบบและสร้างชุดปลูกแนวตั้ง A-Frame โดยใช้วัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน 6 ชุด ติดตั้งหลอดไฟแบบอัตโนมัติ 3 ชุด อีก 3 ชุดไม่ติดตั้งหลอดไฟ ติดตั้งระบบน้ำและพรางแสงเพื่อลดอุณหภูมิ

4) สร้างชุดควบคุมอัตโนมัติเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ โดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถป้อนภาษา C

4.1) .Arduino UNO R3 พร้อม สายUSB 50CM

4.2) สายไฟจัมเปอร์ ผู้-ผู้ ยาว 20cm. จำนวน 40 เส้น

4.3) สายไฟจัมเปอร์ ผู้-เมีย ยาว 20cm. จำนวน 40 เส้น

4.4) LED ขนาด 5mm สีแดง จำนวน 5 ดวง

4.5) LED ขนาด 5mm สีเขียว จำนวน 5 ดวง

4.6) Resistor ตัวต้านทาน 220 Ohm 1/4W Metal film 1% จำนวน 10 ชิ้น

4.7) เซ็นเซอร์วัดความสว่างความเข้มแสง LDR Photoresistor Sensor Module

5) ทดสอบเปรียบเทียบ โดยการปลูกผักชีด้วยระบบชุดปลูกแนวตั้ง A-Frame แบบมีหลอดไฟ แบบไม่มีหลอดไฟ แบบปลูกบนพื้น ในโรงเรือนช่วงฤดูร้อน หนาว และฝน

6) วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง) ทั้งภายนอกและภายในโรงเรือน

2) ข้อมูลการให้น้ำ ให้ปุ๋ย

3) ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน

1) ศึกษาและออกแบบระบบแขนกลและการเคลื่อนที่โดยเลือกใช้แขนกลแบบเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน

2) ออกแบบระบบการตรวจจับผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เทคโนโลยีการ*ประมวลผลภาพ* (Image Processing) เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ คัดเลือกผลสุกแก่ และหาตำแหน่งของการตัด

3) ออกแบบระบบขับเคลื่อนของหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่

4) ออกแบบและสร้างรางปลูกที่มีขนาดความกว้าง 40 ซม. สูง 100 ซม. และปลูกสตรอเบอร์รี่สำหรับการทดสอบ

5) สร้างต้นแบบแขนกลสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่

6) ทดสอบอัลกอลิทึมและแขนกลที่ออกแบบโดยใช้การจำลองการทดสอบในห้องปฏิบัติการ สังเกตผลการทดสอบที่ได้และปรับปรุงแก้ไข

7) ทดสอบหลังการแก้ไข ในห้องปฏิบัติการ

8) ทดสอบในแปลงสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน เก็บข้อมูลและสังเกตเพื่อปรับปรุงแก้ไข

9) ทดสอบเก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน เก็บข้อมูลความแม่นยำในการคัดความสุกแก่ของผลสตรอเบอร์รี่ ความสามารถในการเก็บเกี่ยว และเวลาในการเก็บเกี่ยวต่อผล

10) เปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวระหว่างการใช้หุ่นยนต์และการใช้แรงงานคนเพื่อเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวและหาจุดคุ้มทุน

11) วิเคราะห์ผล และเขียนรายงาน

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

สรุปผลการดำเนินงานที่ทำได้จริง โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการย่อยที่ 1. วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชผักและสมุนไพร

1. ได้ศึกษาข้อมูลงานวิจัยและการใช้โรงงานผลิตพืชหรือการปลูกพืชในอาคารของภาครัฐและเอกชน โดยได้เป็นผลสรุปการวิเคราะห์และหาแนวทางในการออกแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการทดสอบระบบปลูกพืช

1.1 โรงงานผลิตพืช เป็นระบบปิดหรือกึ่งปิดในบางกรณี ภายในระบบ ควบคุมสภาพแวดล้อมแสง อุณหภูมิ และความชื้น ผู้เข้าไปปฏิบัติงานต้องสะอาด สวมชุดที่เหมาะสม น้ำและอากาศภายในโรงเรือนผลิตพืชต้องมีการกรอง สามารถผลิตพืชได้ทุกฤดูกาลให้คุณภาพคงที่ สามารถผลิตพืชให้มีความปลอดภัยสูง สามารยืดอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าการผลิตพืชที่ปลูกในแปลงเปิด สามารถผลิตพืชได้ทุกที่ที่มีไฟฟ้า

1.2 ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชในระบบโรงงานผลิตพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์

1) ความชื้น ควรมีเครื่องเพิ่มและลดความชื้น ความชื้นสูงเกินไปมีโอกาสเกิดโรคเชื้อราระบาดสูง ความชื้นต่ำเกินไปปากใบปิด ทำให้พืชสังเคราะห์แสงลดลงและการเจริญเติบโตลดลง

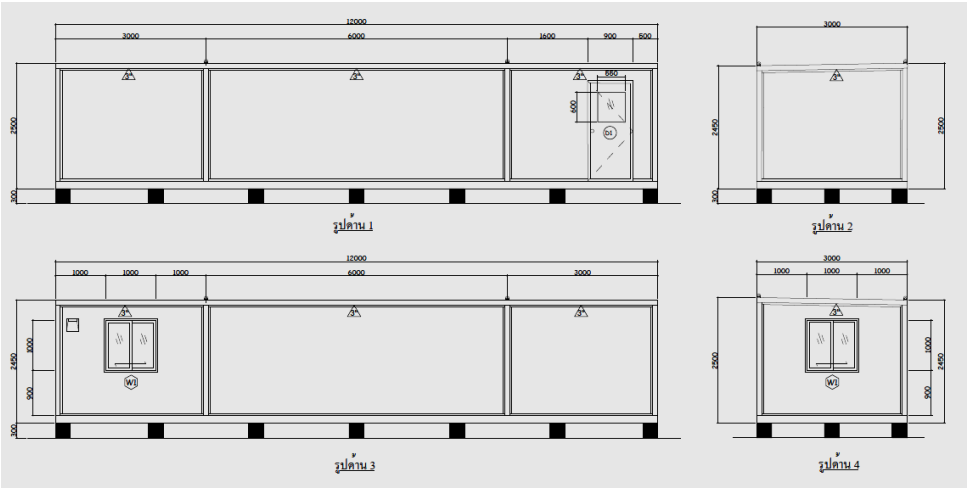
2) ระบบเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ มีถังบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ การปลูกผักใบ เพิ่มระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ จาก 400 ppm ไปเป็นประมาณ 1,000 ppm ช่วยให้ผักใบเจริญเติบโตได้ดี เซนเซอร์ วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ สั่งการผ่านตัวโซลินอยด์วาล์ว เพื่อเติมคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในโรงงานผลิตพืช

3) แสงเทียม หลอด (LED) พลังงานแสงสูงกว่าหลอดชนิดอื่น ประมาณ 4-5 เท่า อายุการใช้งานนานกว่าหลอดชนิดอื่น มีการปลดปล่อยความร้อนออกมาน้อยกว่าหลอดชนิดอื่น สามารถให้กำเนิดแสงสีต่างๆ บางกรณีสามารถใช้แสง หลอด LED ในการให้แสงในช่วงคลื่นที่พืชใช้สังเคราะห์ได้ดี เช่นแสงสีแดง และสีน้ำเงิน เพื่อกระตุ้นให้พืชเจริญเติบ

4) ควบคุมอุณหภูมิ เครื่องปรับอากาศ หาปริมาณความร้อนที่ปลดปล่อยออกมา จากหลอดไฟที่อยู่ในโรงงานผลิตพืช กำลังของเครื่องปรับอากาศที่สูงกว่าห้องปกติที่คนอาศัยอยู่ประมาณเท่าตัว

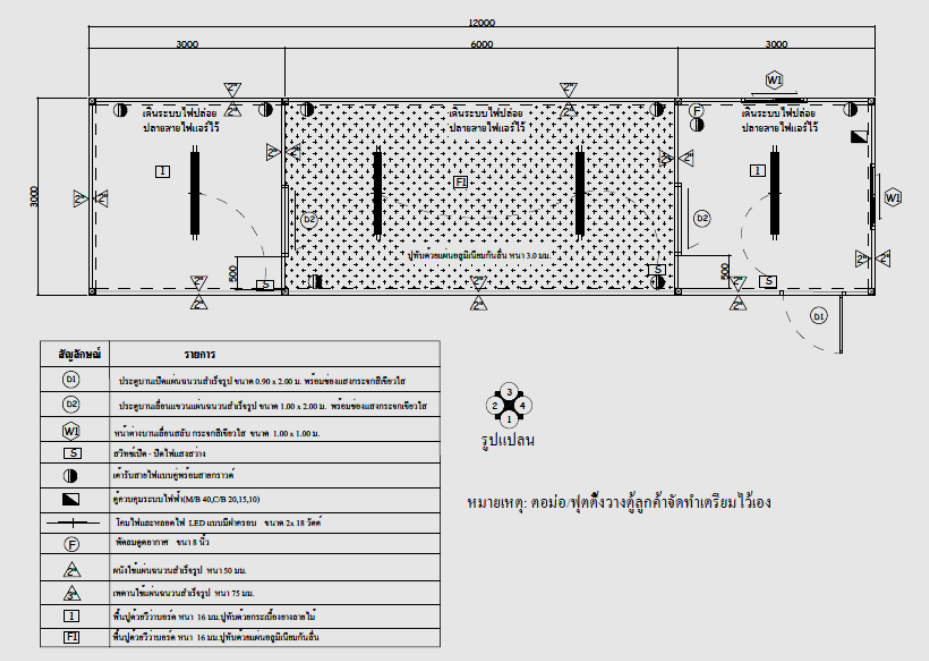
5) ระบบปลูก ระบบปลูกไฮโดโปรนิกส์ (Hydroponics) ปลูกพืชผักในน้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่

2. ได้แบบแปลนและต้นแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับทดสอบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้แบบอัจฉริยะ (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 แบบแปลนโรงเรือนผลิตพืชอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์

กรมวิชาการเกษตร



สัญลักษณ์	รายการ
D1	ประตูบานเปิดแผ่นฉนวนสำเร็จรูป ขนาด 0.90 x 2.00 ม. พร้อมช่องแสงกระจกสีเขียวใส
D2	ประตูบานเลื่อนแขวนแผ่นฉนวนสำเร็จรูป ขนาด 1.00 x 2.00 ม. พร้อมช่องแสงกระจกสีเขียวใส
W1	หน้าต่างบานเลื่อนสลับ กระจกสีเขียวใส ขนาด 1.00 x 1.00 ม.
S	สวิทช์เปิด - ปิดไฟแสงสว่าง
	เต้ารับสายไฟแบบตู้พร้อมสายกราวด์
	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า(M/B 40,C/B 20,15,10)
	โคมไฟและหลอดไฟ LED แบบมีฝาครอบ ขนาด 2x 18 วัตต์
F	พัดลมดูดอากาศ ขนาด 8 นิ้ว
	ผนังใช้แผ่นฉนวนสำเร็จรูป หนา 50 มม.
	เพดานใช้แผ่นฉนวนสำเร็จรูป หนา 75 มม.
I	พื้นปูด้วยวีวายบอร์ด หนา 16 มม.ปูทับด้วยกระเบื้องยางลายไม้
FI	พื้นปูด้วยวีวายบอร์ด หนา 16 มม.ปูทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมกันลื่น

ภาพที่ 1.2 แบบแปลนส่วนประกอบภายในตู้คอนเทนเนอร์

ภาพที่ 1.3 ฐานตอม่อสำหรับรองรับห้องทดลองปลูกพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์

ภาพที่ 1.4 ลักษณะโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์

ภาพที่ 1.5 ลักษณะตู้คอนเทนเนอร์สำหรับใช้เป็นต้นแบบโรงงานผลิตพืชขนาด 3*12 เมตร

ภาพที่ 1.6 ทดสอบเบื้องต้นระบบการปลูกผักโดยใช้สารละลายและแสงเทียมจากหลอด LED

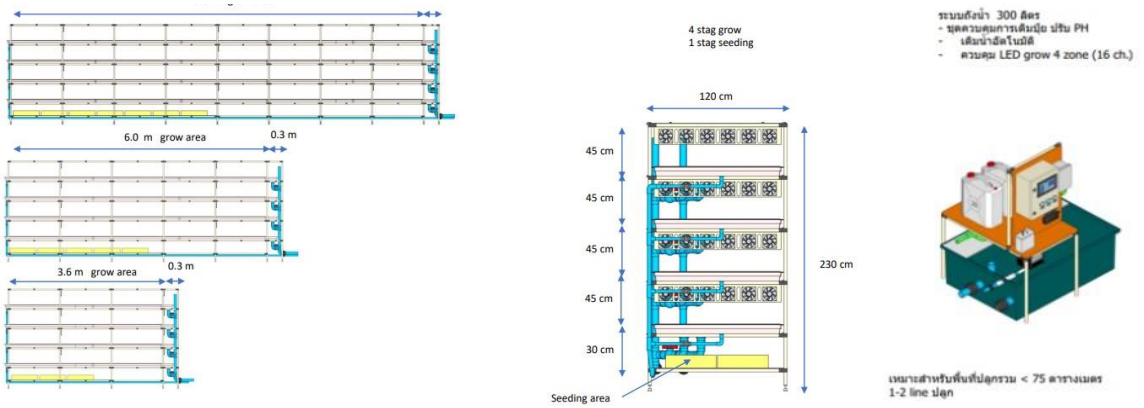
3. จัดทำชุดทดสอบระบบการปลูกผักและระบบควบคุมปัจจัยต่างๆ ในห้องทดลองเพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมกับขนาดตู้คอนคอนเทนเนอร์

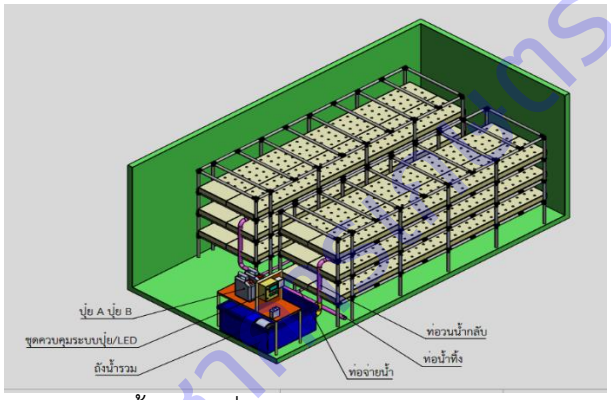
4. ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ชั้นวาง เพื่อใช้สำหรับทดสอบการปลูกพืชในโรงเรือนแบบคอนเทนเนอร์ รวมทั้งระบบให้น้ำและปุ๋ยภายในตู้คอนเทนเนอร์ พร้อมระบบควบคุมการเปิดปิดแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ

กรมวิชาการเกษตร

ชุดปลูกพืชภายในอาคาร ระบบ Plant factory

- LED Grow ปรับความเข้ม และ Spectrum ได้ PPFD 300 µmol/m2/s @ full plant (PPFD 450 is µmol/m2/s option)
- พัดลมเวียนอากาศ ความเร็วลม 0.5 m/s +
- ระบบถาดปลูก NFT / DFT ระดับน้ำสูง 1–3 cm (ปรับได้)
- ถาดปลูกพลาสติกABS Food grade
- ระบบไฟฟ้า DC
- โครงเหล็ก knock down coated pipe กันสนิม (aluminum profile is option)





ภาพที่ 1.7 แบบแปลนอุปกรณ์ชั้นปลูกเพื่อใช้สำหรับทดสอบการปลูกพืชในระบบคอนเทนเนอร์

ภาพที่ 1.8 อุปกรณ์ชั้นปลูกเพื่อใช้สำหรับการทดสอบเบื้องต้นระบบปลูกผักในตู้คอนเทนเนอร์

สรุปผลการออกแบบโครงสร้างโรงงานผลิตพืชขนาด (กxยxส) 3x12x2.5 เมตร ทำจากเหล็กพ่นสีกันสนิม และจัดทำฐานรองรับตู้คอนเทนเนอร์ ผนังหนา 50 มม. และเพดานเป็นแผ่นฉนวนสำเร็จรูปหนา 75 มม. ตรงกลางเป็นฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (PS) ส่วนด้านในและด้านนอกเป็นแผ่นเหล็กเคลือบสี พื้นปูวีว่าบอร์ดหนา 20 มม. และอุปกรณ์ชั้นวางระบบปลูกพืช รวมทั้งระบบให้น้ำและปุ๋ย พร้อมระบบควบคุมการเปิดปิดแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ จัดทำชุดทดสอบระบบการปลูกผักและระบบควบคุมปัจจัยต่างๆ ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมกับขนาดตู้คอนคอนเทนเนอร์

กรมวิชาการเกษตร

โครงการย่อยที่ 2 วิจัยและพัฒนาเครื่องดักจับแมลงอัตโนมัติสำหรับไม้ดอกเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟในโรงเรือนอัจฉริยะ

สร้างต้นแบบโรงเรือนอัจฉริยะขนาด (กว้างxยาว*สูง) 6x12x4.5 เมตร หลังคาจั่วสองชั้น โครงสร้างเหล็กชุบกัลวาไนซ์หลังคาพลาสติก ขนาด 200 ไมครอน มุ้งตาข่าย 32 เมซ พื้นคอนกรีต พัดลมระบายอากาศขนาด 22 นิ้ว ทำงานภายใต้เงื่อนไข อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส สแลนพลางแสง 70% ม่านพลางแสงถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาดแรงม้า และถูกควบคุมการทำงาน ด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PLC ร่วมกับเซนเซอร์แสง รุ่น GY-302 เพื่อช่วยลดความร้อน เพิ่มความชื้นในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอกที่ใช้หัวพ่นหมอกแบบพ่นฝอย อัตรา 5.5 ลิตร/ชั่วโมง จำนวน 6 หัว ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PLC ใช้ระบบตรวจเช็คอุณหภูมิและความชื้น ด้วยเซนเซอร์ model DHT21 และบันทึกข้อมูลใน ระบบ cloud ของ Google ด้วยโมดูล NodeMCU LUA based ESP8266 ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ไร้สายสำหรับส่งถ่ายข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง โดยเก็บข้อมูลทุก 5 นาที

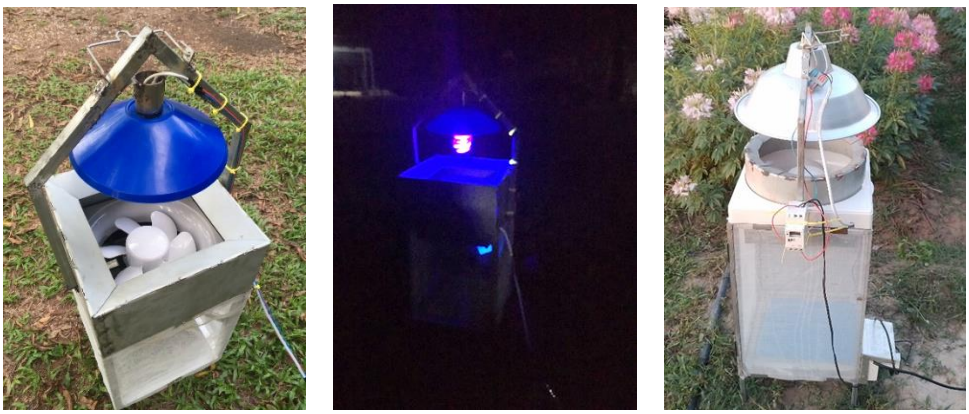
อุปกรณ์ภายในโรงเรือน ประกอบด้วย โต๊ะปลูก ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 1.5 x 4.5 x 0.8 เมตร จำนวน 4 ชุด ติดตั้งระบบให้น้ำแบบน้ำหยด หัวน้ำหยด 8 ลิตร/ชั่วโมง ด้วยสายไมโคร มีระบบกรองน้ำแบบกรองตะแกรง ความละเอียด 130 ไมครอน ให้น้ำด้วยอุปกรณ์ตั้งเวลาและโซลินอยด์วาล์วควบคุมการปิดเปิดตามเวลาที่กำหนด (ภาพที่ 2.1)

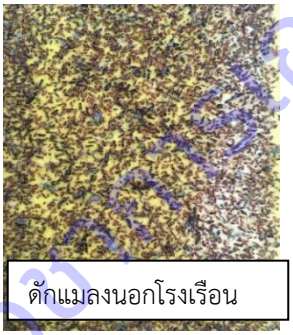
ภาพที่ 2.1 โรงเรือน ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ภายในโรงเรือน

ศึกษาเครื่องดักจับแมลงแบบเชิงพาณิชย์ที่มีในไทยและในต่างประเทศ เครื่องดักแมลงที่มีผลิตและจำหน่ายในประเทศไทยเป็นเครื่องดักแมลงแบบปากกว้าง ใช้พัดลม ขนาด 65 W เป็นชุดดูดแมลง ใช้ไฟสีขาว ขนาด 160 วัตต์ เป็นแสงล่อแมลง เครื่องดักแมลงจากต่างประเทศ (เกาหลี ใช้พัดลม) ขนาด 70 W เป็นชุดดูดแมลง ใช้หลอดไฟ UV-A 20 วัตต์ เป็นแสงชักจูงแมลง

ต้นแบบเครื่องดักแมลง ใช้หลอดไฟแบบ UV-A ขนาด 30 W และพัดลมดูดอากาศ ขนาด 8 นิ้ว 30 W ช่วยชักจูง ดึงดูดให้แมลงเข้ามาติดกระดาษกาวดักแมลงที่วางไว้ด้านล่าง

ทดสอบเบื้องต้นเปรียบเทียบกับเครื่องดักแมลงที่มีใช้งานอยู่ ในโรงเรือนของเกษตรกร โรงเรือนหน่วยงานร่วมวิจัย ผลการทดสอบ เบื้องต้นสามารถใช้งานได้ดี สามารถดักแมลงได้ตามต้องการ เก็บภาพในกระดาษกาว (ภาพที่ 2.2)





ภาพที่ 2.2 เครื่องดักแมลงต้นแบบและการทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องดักแมลงเชิงพาณิชย์

โครงการย่อยที่ 3 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ได้ดำเนินการศึกษาโรงเรือนที่ใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในปัจจุบัน (ภาพที่ 3.1) พบว่า เป็นโรงเรือนแบบหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม ขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 6 x 15 x 3.75 เมตร ซึ่งเสาสูง 2 เมตรและหลังคาสูง 1.75 เมตร มีระยะเหลื่อมกัน 50 เซนติเมตร ด้านบนหลังคาคลุมด้วยพลาสติก ความหนา 150 ไมครอน ส่วนด้านข้างมุงด้วยมุ้งตาข่าย 32 ตา โดยเสาโรงเรือนทำจากท่อเหล็กกลม ขนาด 2 นิ้ว สูง 2 เมตร ซึ่งมีระยะห่างทุก 3 เมตร หลังคาทำจากท่อเหล็กกลม ขนาด 1 นิ้ว ซึ่งมีระยะห่างทุก 1.5 เมตร และคานรอบโรงเรือนทำจากท่อเหล็กสี่เหลี่ยมขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว เมื่อพิจารณาโรงเรือนที่ใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในปัจจุบัน จะเป็นการเพาะปลูกในโรงเรือนแบบป้องกันแมลงและใช้แรงงานคนในการจัดการดูแล ยังไม่มีระบบควบคุมความชื้น แสง และระบบการให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบอัตโนมัติ จึงเลือกโรงเรือนแบบหลังคาโค้งเพื่อใช้เป็นต้นแบบ เนื่องจากการระบายอากาศจะเป็นการระบายออกทางด้านข้าง เหมาะกับสภาพอากาศในเขตอบอุ่นและหนาว สามารถทนแรงลมได้ดี และสามารถควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนได้ (พีระพลและคณะ, 2560)

ภาพที่ 3.1 โรงเรือนที่ใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งแบบป้องกันแมลง

จากนั้นดำเนินการสร้างต้นแบบโครงสร้างโรงเรือน (ภาพที่ 3.2) ซึ่งเป็นโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 6 x 15 x 3.25 เมตร ซึ่งเสาสูง 2 เมตรและหลังคาสูง 1.25 เมตร ด้านบนหลังคาคลุมด้วยพลาสติก ความหนา 200 ไมครอน ส่วนด้านข้างมุงด้วยมุ้งตาข่าย 32 ตา พื้นที่สำหรับใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง มีขนาด กว้าง x ยาว คือ 6 x 12 เมตร ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะใช้สำหรับวางระบบควบคุมและระบบน้ำ โดยเสาโรงเรือนทำจากท่อเหล็กเคลือบสังกะสี ขนาด 2 นิ้ว สูง 2 เมตร ซึ่งเสามีระยะห่างทุก 3 เมตร หลังคาโค้งทำจากท่อเหล็กเคลือบสังกะสี ขนาด 1 นิ้วเป็นส่วนโค้ง ส่วนคานทำจากท่อเหล็กเคลือบสังกะสี ขนาด 1 1/2 นิ้ว และถักด้วยท่อเหล็กเคลือบสังกะสี ขนาด 3/4 นิ้ว ทุกช่วง 1.5 เมตร ซึ่งหลังคาโค้งมีระยะห่างทุก 3 เมตร และคานด้านข้างรอบโรงเรือนทำจากเหล็กกล่องชุบกัลป์วาไนซ์ (เคลือบสังกะสี) ขนาด 1 1/2 x 3 นิ้ว

ภาพที่ 3.2 ต้นแบบโครงสร้างโรงเรือน

ดำเนินการสร้างระบบการควบคุมเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

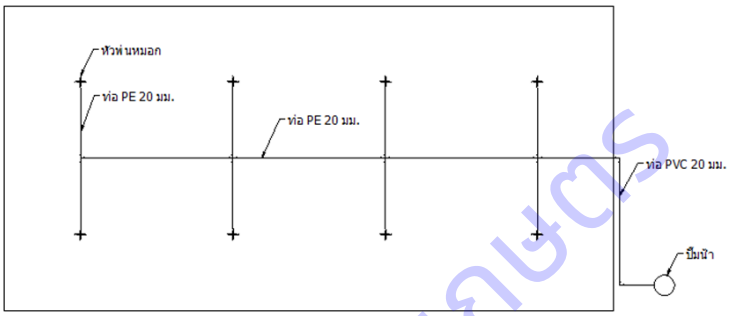
1. การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศและอุณหภูมิ ในการสั่งการให้ระบบทำงานอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด ซึ่งในระบบประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1.1 พัดลมระบายอากาศ (ภาพที่ 3.3) เพื่อใช้ระบายความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เงื่อนไขการทำงาน คือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงกว่า 75 % หรืออุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อสูงกว่า 28.5 °C โดยใช้พัดลมระบายอากาศ ขนาด 10 นิ้ว 40 วัตต์ ที่มีอัตราการไหล 494 CFM จำนวน 2 ตัว

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 3.3 พัดลมระบายอากาศ

1.2 ระบบพ่นหมอก (ภาพที่ 3.4, 3.5) เพื่อใช้ในการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือน เงื่อนไขการทำงาน คือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำกว่า 50 % และทำงาน 2 นาที หยุด 15 นาที โดยใช้หัวพ่นหมอก 4 ทาง ขนาด 0.6 มม. จำนวน 8 ตัว ท่อเมนใช้ท่อ PVC ขนาด 20 มม. ท่อย่อยใช้ท่อ PE ขนาด 20 มม. และใช้ปั๊มน้ำขนาด 1/2 แรงม้า



ภาพที่ 3.4 ผังระบบพ่นหมอก

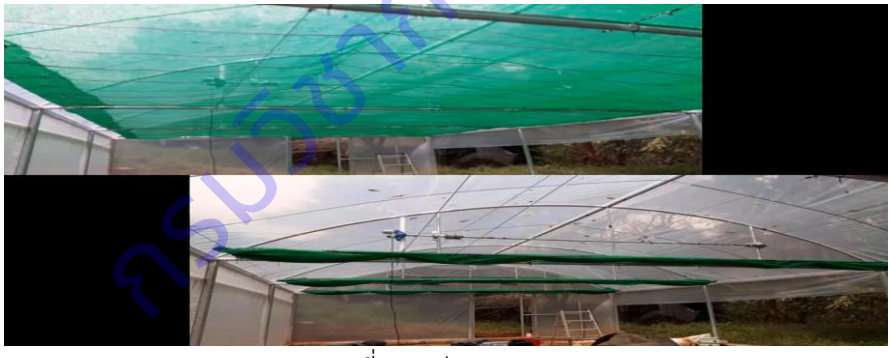
ภาพที่ 3.5 ระบบพ่นหมอก

1.3 ม่านทึบปิดด้านข้าง (ภาพที่ 3.6) เพื่อใช้ในรักษาสภาพอากาศขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแตกต่างกันระหว่างภายในกับภายนอกโรงเรือน เงื่อนไขการทำงาน คือ ทำงานเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำกว่า 50 % หรือ สูงกว่า 75 % โดยม่านใช้พลาสติก ความหนา 150 ไมครอน ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ จำนวน 2 ตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาพที่ 3.6 ม่านทึบปิดด้านข้างซ้าย-ขวา

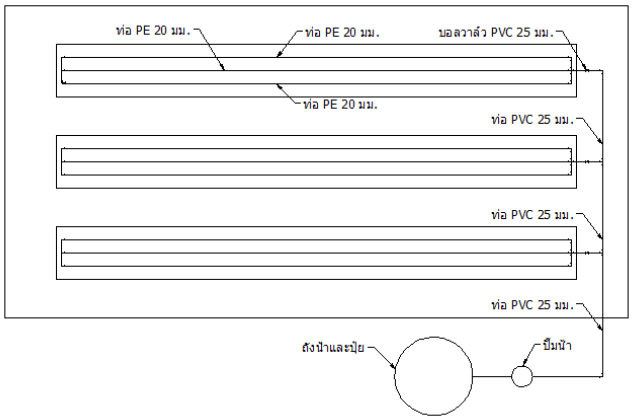
2. การควบคุมปริมาณความเข้มแสง โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง ในการสั่งการให้ม่านพรางแสง (ภาพที่ 3.7) ทำงานอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด เพื่อการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่ง เงื่อนไขการทำงาน คือ ม่านพรางแสงทำงาน 15 วันแรกหลังปลูก และจะทำงานเมื่อค่าความเข้มแสงเกิน 15,000 Lux หรืออุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อสูงกว่า 28.5 °C โดยใช้ม่านพรางแสงสีเขียว 70% ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ จำนวน 1 ตัว ขับแกนเพลาทำจากท่อเหล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 เซนติเมตร ยาว 3.5 เมตร ส่งกำลังผ่านสลิงแบบหุ้มยางขนาด 4 ตร.มม.และมีรอกแบบร่องตัววี ซึ่งทำจากซุปเปอร์ลีน (superlene nylon) ขนาด 4 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร จำนวน 5 ตัว วางตามช่วงหลังคาของโรงเรือน จำนวน 2 แถว และใช้สลิง แบบหุ้มยางขนาด 3 ตร.มม. จำนวน 7 เส้นต่อช่วงหลังคาโรงเรือน ห่างกันทุกระยะ 1 เมตร ยกเว้นด้านข้างห่าง 15 เซนติเมตร เพื่อรองรับน้ำหนักม่านพรางแสง



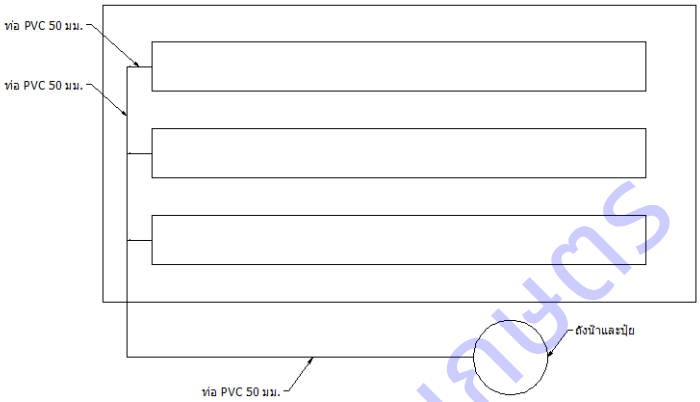
ภาพที่ 3.7 ม่านพรางแสง

3. การให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่ง (ภาพที่ 3.8, 3.9) โดยอุปกรณ์ควบคุมเวลา (Timer) ในการควบคุมความถี่ของการให้สารละลายตามช่วงการเจริญเติบโต (ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยพืชสวน, 2560) โดยปั๊มน้ำขนาด 1.5 แรงม้า ท่อเมนใช้ท่อ PVC ขนาด 25 มม. (1 นิ้ว) ท่อย่อยใช้ท่อ PE ขนาด 20 มม. และ ในท่อย่อยติดหัวพ่นฝอยแบบปรับได้ ขนาด 0.8 มม. ใส่สลับฟันปลาในแต่ละแถว จำนวน 20 ตัวต่อท่อย่อย ส่วนน้ำและปุ๋ยที่ไหลย้อนกลับ กลับเข้าถังน้ำและปุ๋ย โดยใช้ท่อ PVC ขนาด 50 มม. (2 นิ้ว) และผ่านตัวกรองก่อนกลับเข้าถัง

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3.8 ผังระบบการให้น้ำและปุ๋ย



ภาพที่ 3.9 ผังระบบน้ำและปุ๋ยย้อนกลับเข้าถัง

ส่วนระบบการควบคุมเบื้องต้น (ภาพที่ 3.10) โดยใช้ชุดเซ็นเซอร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 2) อุณหภูมิ และ 3) แสง ในการควบคุมระบบที่ (1) กับ (2) ให้ทำงานอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด ส่วนการควบคุมระบบที่ (3) โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมเวลา (Timer) ให้ทำงานอัตโนมัติตามความถี่ของการให้สารละลายตามช่วงการเจริญเติบโต

ภาพที่ 3.10 ตู้ควบคุมและชุดเซ็นเซอร์

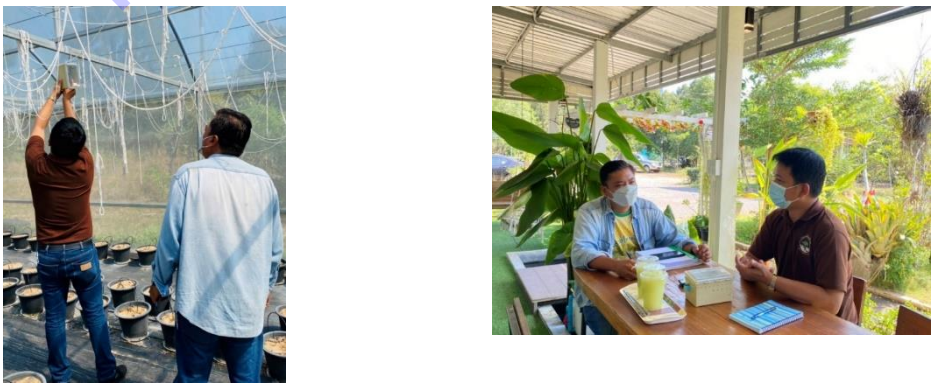
ลิขสิทธิ์การเกษตร

โครงการย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนปลูกผักระบบเปิดเขตพื้นที่ฝนตกชุก

ทำการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาความชื้นในโรงเรือนที่สูงเกินไป ได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลปัญหาความชื้นในโรงเรือนสูงเกินไปจากเกษตรกร ณ ฟาร์มสารวัน อ.ไม้แก่น จ.ปัตตานี (ภาพที่ 4.1) ซึ่งมีปัญหาเรื่องความชื้นสูงเกินไป ไม่สามารถปลูกเมล่อนในช่วงฤดูฝนได้ และลงพื้นที่เก็บข้อมูล และสอบถามปัญหาจากบุญนาคฟาร์ม อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี (ภาพที่ 4.2) เกษตรกรผู้ผลิตเมล่อน และมะเขือเทศในโรงเรือน ซึ่งประสบปัญหาความชื้นในโรงเรือนสูงในช่วงฤดูฝน ทำการติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ไว้ในโรงเรือน และนอกโรงเรือนเพื่อเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก สำหรับเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ (ภาพที่ 4.3)

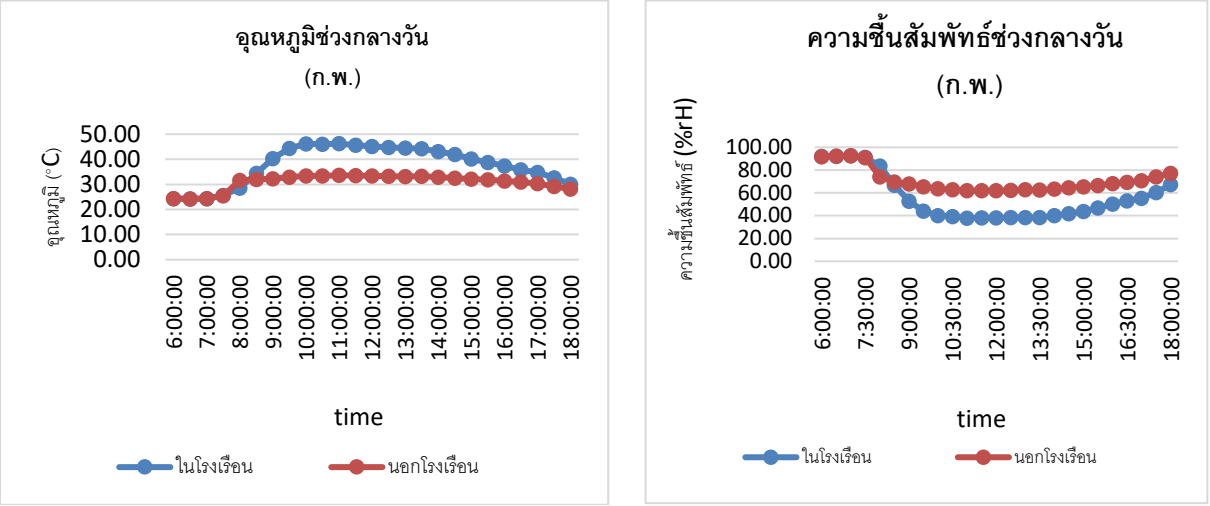
จากการเก็บข้อมูลจากบุนนาคฟาร์ม (ตัวอย่างข้อมูลจากเดือน กุมภาพันธ์ 2565) พบว่า ในช่วงกลางวันอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนมาก (ภาพที่ 3) โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มสูงกว่าตั้งแต่ประมาณ 9.00 น. จนมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันสูงสุดในช่วงเวลา 10.00 – 13.00 น. จากนั้นความต่างของอุณหภูมิค่อยๆ ลดลง จนอุณหภูมิภายนอกและภายในกลับมาใกล้เคียงกันที่เวลา 18.00 น. โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงสุดมากกว่า 45 องศาเซลเซียส ขณะที่ภายนอกอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส ด้านความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลากลางวันนั้น (ภาพที่ 4.4) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจะต่ำกว่าภายนอกโรงเรือนตั้งแต่เวลาประมาณ 9.00 น. และจะแตกต่างกันมากกว่าที่สุดในช่วงเวลา 10.00 – 15.00 น. จากนั้นความชื้นสัมพัทธ์ภายในกับภายนอกโรงเรือนจะค่อยๆ แตกต่างกันน้อยลง จนกลับมาใกล้เคียงกัน โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือนต่ำสุดประมาณ 60 %rH แต่ภายในโรงเรือนลดลงไปที่ระดับ 40 %rH

ภาพที่ 4.1 เก็บข้อมูล สอบถามปัญหา ณ ฟาร์มสารวัน



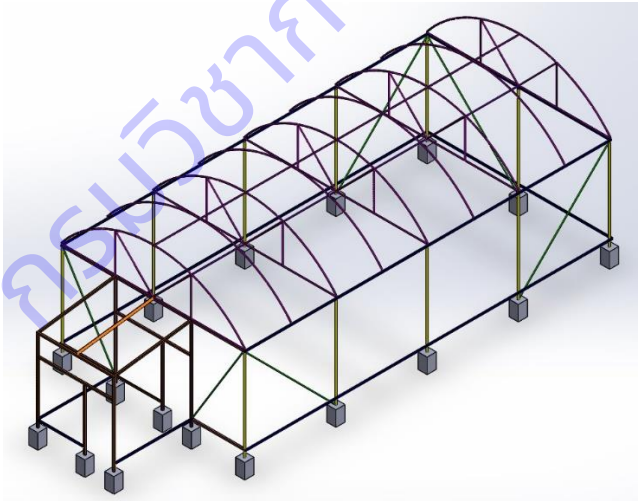
ภาพที่ 4.2 สอบถามปัญหา ติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ บุนนาคฟาร์ม

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4.3 ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโรงเรือน

ทำการออกแบบโรงเรือน ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 12 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กชุบกันสนิม หลังคาโค้งมุงด้วยพลาสติกใสกันยูวี โครงสร้างหลังคาออกแบบเป็นแบบโครงถักเพิ่มความแข็งแรง สามารถทำค้างได้ในกรณีที่ปลูกพืชที่ต้องใช้ค้างอย่างเมล่อน ด้านข้างโรงเรือนปิดด้วยมุ้งกันแมลง ความถี่ 32 ตาต่อตารางนิ้ว ประตูเข้าออกออกแบบให้เป็นประตูสองชั้น (ภาพที่ 4.4) โดยในส่วนโครงสร้างจะออกแบบไว้สำหรับการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือน ซึ่งจะมี 2 แบบ 1) พัดลมที่จะดูดอากาศ ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายในออกไปโรงเรือนออกไปด้านนอกโรงเรือน 2) พัดลมกวนอากาศ ทำหน้าที่เป่าอากาศภายในโรงเรือนให้มีการเคลื่อนที่ ด้านข้างโรงเรือนจะติดตั้งพลาสติกใสด้านนอกมุ้งกันแมลง ที่สามารถเลื่อนปิด-เปิด ได้ เพื่อช่วยในการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนอีกทางนึง



ภาพที่ 4.4 รูปแบบโครงสร้างโรงเรือน

ทำการปรับพื้นที่ ตีผัง ขุดหลุมสำหรับทำฐานรองรับเสาโรงเรือน ดำเนินการติดตั้งเสา โครงหลังคาโรงเรือนต้นแบบ และก่ออิฐบล็อกตามแนวเสารอบโรงเรือนเพื่อเป็นแนวกันดิน ดำเนินการมุงหลังคาพลาสติกใสกันยูวี (ภาพที่ 4.5) และติดมุ้งกันแมลง

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 4.5 ต้นแบบโรงเรือนสำหรับทดสอบระบบการควบคุมสภาพอากาศและความชื้นสัมพัทธ์เบื้องต้น

โครงการย่อยที่ 5 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมแบบอัจฉริยะ

1. ศึกษาปัจจัยที่ผลกับการเจริญเติบโตของผักชี ผักชี Coriander (Coriandrum sativum) เป็นพืชผักที่อยู่คู่ครัวเรือนของไทยมายาวนาน เพราะเป็นส่วนประกอบในเครื่องปรุงอาหาร ผักชีมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากตลาดมีความต้องการมากขึ้นทั้งตลาดภายในและภายนอกประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น ที่มีกระแส นิยมรับประทานผักชี สำหรับประเทศไทยพื้นที่ที่มีการปลูกมากคือพื้นที่ภาคกลาง แต่ในฤดูฝนปี 2564 พื้นที่ปลูกผักในบริเวณภาคกลางได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมทำให้ผักชีมีราคาสูงถึง 200 บาทต่อกิโลกรัม โดยทั่วไปผักชีไทยสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่การปลูกผักชีในช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน ผลผลิตที่ได้จะเกิด ความเสียหายจากสภาพภูมิอากาศ ฉะนั้นการปลูกในโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกที่เกษตรกรสามารถผลิตผักชี ได้หลายรุ่นตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภค (บุญญาภา ศรีหาตา, 2565)

2. ศึกษาข้อมูลการปลูกผักชีที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร ผักชีพันธุ์รสทิพย์ วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ขุยมะพร้าว : แกลบดิบ : ทรายหยาบ : ขี้เถ้าแกลบ+ปูนขาวหรือ โดโลไมท์ อัตราส่วน 60 : 20 : 15 : 5 + 500 กรัม เริ่มเก็บเกี่ยวตั้งแต่อายุ 83-92 วัน ในโต๊ะปลูกขนาด 1.2 x 3.0 เมตร ใช้ระยะ 10x10 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย 51 เซนติเมตร จำนวน 14 ต้นต่อหลุมปลูก น้ำหนักเฉลี่ย 625 กรัมต่อหลุม น้ำหนักรวม 491 กิโลกรัมต่อโรงเรือน สำหรับในกระถางขนาด 10 นิ้ว มีความสูงเฉลี่ย 34 เซนติเมตร จำนวน 16 ต้นต่อหลุมปลูก น้ำหนักเฉลี่ย 198 กรัมต่อหลุม น้ำหนักรวม 336 กิโลกรัมต่อโรงเรือน ในการทดลองครั้งนี้จะเปรียบเทียบกับโต๊ะปลูกขนาด 1.2 x 3.0 เมตร ใช้ระยะ 10x10 เซนติเมตรเช่นเดียวกันบนชั้น A-Frame

เลือกใช้โรงเรือน ขนาด 6 x 24 x 5 เมตร ที่มีระบบพรางแสงอัตโนมัติ หลอดไฟ ระบบน้ำ และระบบพ่นหมอกพร้อมสำหรับการทำงาน

ภาพที่ 5.1 โรงเรือนสำหรับการทดสอบการปลูกพืชแนวตั้ง

ดำเนินการเก็บข้อมูลแสงช่วงพืคที่สุดภายในโรงเรือน และช่วงที่ฟ้ามืดครึ้ม เพื่อนำข้อมูลมาเลือกใช้หลอดไฟ LED ที่ให้แสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางใบ(แสงสีน้ำเงิน)ให้เหมาะสม

ผลการวัดแสง

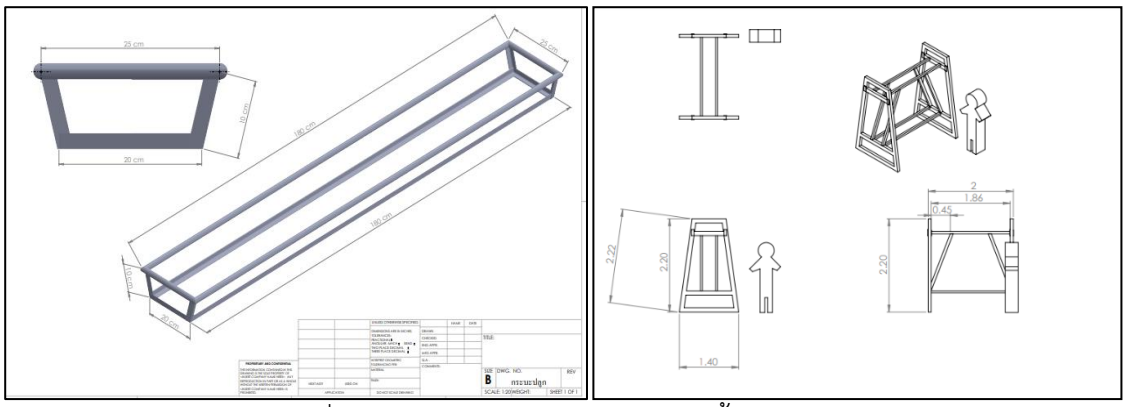
ภายในโรงเรือน 893 μmol/(m²·s) หรือประมาณ 50000 lux

มีสัดส่วนแสงแดง 17.1% หรือประมาณ 153 μmol/(m²·s)

น้ำเงิน 6.6% หรือประมาณ 59 μmol/(m²·s)

ช่วงที่ครึ้มจำลองโดยใช้สแลนดำคลุมและวัดแสงสีน้ำเงิน อยู่ที่ 20 μmol/(m²·s) หมายความว่าต้องเลือกหลอดไฟที่จะดันให้แสงสีน้ำเงินขึ้นไปอีก 30 μmol/(m²·s)

3. ออกแบบให้ความสูงของ A-Frame เหมาะสมกับขนาดของโรงเรือน และชั้นปลูกห่างกัน 38 ซม.คิดจากความสูงของต้นผักชีที่ 34 ซม. (บุญญาภา ศรีหาตา, 2565) มุมเอียงของA-Frame จะไม่บังแสงซึ่งกันและกัน ในส่วนของถาดปลูกให้เป็นลักษณะกว้าง 30 ซม. ลึก 10 ซม ออกแบบจากระยะปลูกของงานวิจัยปลูกชีของ ศวพ. มุกดาหาร เมื่อออกแบบแล้ว คนใช้จะต้องทำงานได้สะดวก



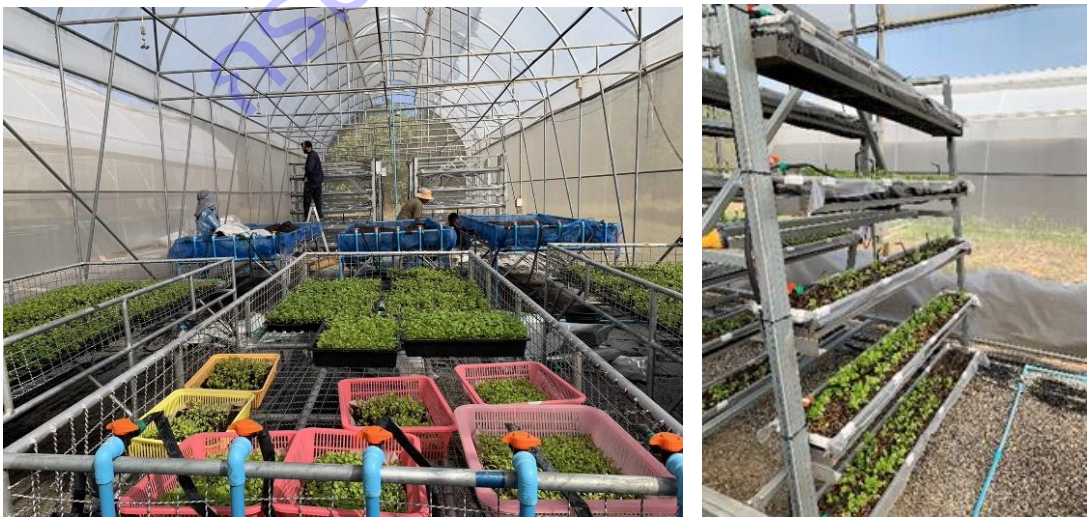
ภาพที่ 5.2 การออกแบบชุดปลูกพืชแนวตั้งในโรงเรือน

กรมวิชาการเกษตร

4. ดำเนินการติดตั้งระบบการให้พืชและหลอดไฟ LED สำหรับชั้นปลูกแนวตั้งในโรงเรือน ที่เน้นแสงสีฟ้า ทำการเปิดปิดตามความเข้มแสงแตกต่างไปในแต่ละชั้นควบคุมการสั่งงานด้วยบอร์ดที่รับค่าจากเซนเซอร์แสง จัดทำโต๊ะปลูกเพื่อทดสอบปลูกผักชีในวัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดินบนโต๊ะปลูก

ภาพที่ 5.3 การสร้างโต๊ะปลูกและชุดลูกพืชแนวตั้งจำนวนอย่างละ 6 ตัว

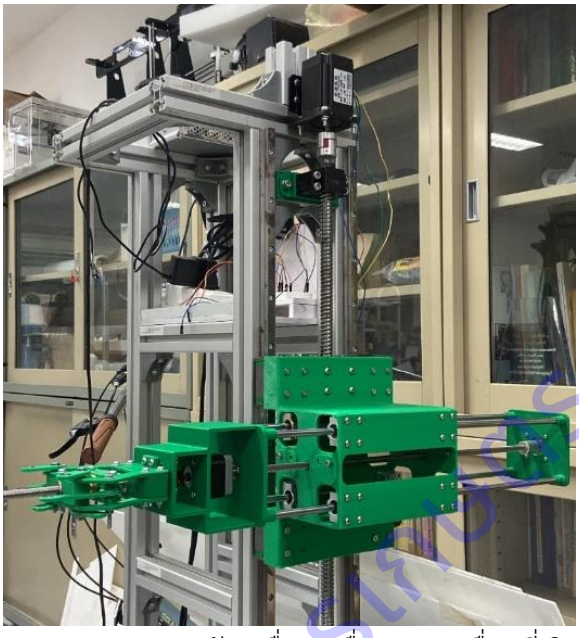
ภาพที่ 5.4 ติดตั้งระบบน้ำ ระบบควบคุมแสงและเริ่มทำการปลูก



ภาพที่ 5.5 จัดเตรียมต้นกล้าเพื่อทดสอบการปลูกเปรียบเทียบ

โครงการย่อยที่ 6 วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน

ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบแขนกลพร้อมระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่เบื้องต้น โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบและสร้างระบบแขนกลและระบบขับเคลื่อนเคลื่อนโดยเลือกใช้แขนกลแบบเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน และออกแบบระบบการตรวจจับผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับภาพทำงานร่วมกับบอร์ดสมองกลเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ คัดเลือกผลสุกแก่ และหาตำแหน่งของการตัด



ภาพที่ 6.1 แขนกลและระบบขับเคลื่อนเคลื่อนแบบเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน

ภาพที่ 6.2 ระบบการตรวจจับผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing)

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output) ปี 2565

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
1 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) ระดับห้องปฏิบัติการ	6	ต้นแบบ	1 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) ระดับห้องปฏิบัติการ	6	ต้นแบบ	1) โครงสร้างโรงงานปลูกพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์และอุปกรณ์การปลูกพืชเบื้องต้น	ได้ต้นแบบโรงเรือนระบบปิดแบบตู้คอนเทนเนอร์ 1) ได้แบบแปลนและต้นแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับทดสอบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้แบบอัจฉริยะ 2) จัดทำชุดทดสอบระบบการปลูกผักและระบบควบคุมปัจจัยต่างๆ ในห้องทดลองเพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมกับขนาดตู้คอนคอนเทนเนอร์
2.						2) เครื่องดักจับแมลงและข้อมูลระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมเบื้องต้น	ต้นแบบเครื่องดักแมลง ที่ใช้หลอดไฟแบบแบล็คไลท์และพัดลมดูดอากาศ ช่วยล่อและดูดแมลง ให้ติดลงที่กระดาษกาวดักแมลง สีเหลือง ผลการทดสอบอยู่ระหว่างการวิเคราะห์
3.						3) โครงสร้างโรงเรือนอัจฉริยะและระบบการควบคุมเบื้องต้นสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง	1.ต้นแบบโครงสร้างโรงเรือน ซึ่งเป็นโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด 6 x 15 x 3.25 เมตร (กxยxส) เสาสูง 2 เมตรและหลังคาสูง 1.25 เมตร ด้านบนหลังคาคลุมด้วยพลาสติก 200 ไมครอน ส่วนด้านข้างมุงด้วยมุ้งตาข่าย 32 ตา พื้นที่สำหรับใช้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งมีขนาด 6 x 12 เมตร (กxย) ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะใช้สำหรับวางระบบควบคุม 2.ระบบควบคุมเบื้องต้นโดยใช้เซนเซอร์ร่วมกับระบบไมโครคอนโทรเลอร์ในการควบคุม ซึ่งสร้างเสร็จแล้ว 2 ส่วน คือ 2.1)การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 2.2) การควบคุมปริมาณความเข้มแสง

กรมวิชาการเกษตร

						4) ได้ต้นแบบโรงเรือนสำหรับทดสอบระบบควบคุมสภาพอากาศและความชื้นสัมพัทธ์เบื้องต้น 5) โรงเรือนทดสอบระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมเบื้องต้น	1. ได้ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนของบุนนาคฟาร์ม เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำงานของระบบควบคุมการระบายอากาศ 2. ได้ต้นแบบโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6x12 เมตร เสาสูง 3 เมตร สูงถึงหลังคา 4.5 เมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกใส หนา 200 ไมครอน ด้านข้างมุงด้วยมุ้งกันแมลง ความถี่ 32 ตา/ตารางนิ้ว โครงสร้างส่วนของหลังคาโค้งออแบบให้เป็นโครงถัก เพื่อความแข็งแรง ประตูทางเข้าโรงเรือนทำเป็นประตู 2 ชั้น เพื่อป้องกันแมลงเข้าโรงเรือน ขณะที่มีการเข้า-ออกโรงเรือน และสามารถใช้เป็นพื้นที่ในการติดตั้งระบบควบคุมต่างๆ ได้ 1) ได้ระบบการให้น้ำพืชและอุปกรณ์ควบคุมการให้แสงสีฟ้ากับพืช และได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุปลูก 2) ได้ชุดปลูกแนวตั้ง ที่สามารถปลูกได้จำนวนใน 1 A-frame จะปลูกได้ 340 หลุม ซึ่งเมื่อคิดทั้งโรงเรือนแล้ว จะสามารถได้จำนวนหลุมมากกว่าการปลูกในโรงเรือนที่มุกดาหาร 9 เท่ามากกว่าและระบบการให้น้ำบนชุดปลูกแบบ A-Frame ทั้ง 6 ชุด 3) ทำการวัดและสรุปความเข้มแสงในโรงเรือนช่วงที่มีแสงจัดและมืดครึ้ม ทำให้สามารถคำนวณหาแสงสีน้ำเงินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของใบ และเลือกใช้หลอดไฟที่ให้แสงอย่างเหมาะสมได้

กรมวิชาการเกษตร

						6) ต้นแบบแขนกลและระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอว์เบอร์รี่เบื้องต้น	1) ต้นแบบแขนกลเก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือนแบบเคลื่อนที่ 3 แกน (แกน X,Y และZ) ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยบอร์ดสมองกลไปยังตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ที่ต้องการเก็บเกี่ยว โดยต้นแบบแขนกลจะประกอบไปด้วยชุดโครงสร้างแขนกล ระบบตรวจจับผลสตรอเบอร์รี่ด้วยการประมวลผลภาพและมือกลสำหรับการตัดก้านสตรอเบอร์รี่เพื่อแยกผลสตรอเบอร์รี่ออกจากต้น 2) เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ โดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับภาพเพื่อวัดความสุกแก่ รวมถึงการตรวจหาพิกัดตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ แล้วส่งข้อมูลให้สมองกลประมวลผลเพื่อควบคุมแขนกลสำหรับการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอร์รี่
2. เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	กระบวนการใหม่	2. เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	กระบวนการใหม่	1) ต้นแบบเทคโนโลยีระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกเบญจมาศในโรงเรือน	1) ติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศ ม่านพลางแสงถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PLC ร่วมกับเซนเซอร์แสง เพื่อช่วยลดความร้อน เพิ่มความชื้นในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอกที่ใช้หัวพ่นหมอกแบบพ่นฝอย ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PLC ใช้ระบบตรวจเช็คอุณหภูมิและความชื้น ด้วยเซนเซอร์บันทึกข้อมูลใน ระบบ cloud ของ Google ด้วยโมดูล NodeMCU LUA based ESP8266 ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ไร้สายสำหรับส่งถ่ายข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง

กรมวิชาการเกษตร

						2) เทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้ง ระยะการวางชุดปลูกแนวตั้งให้วางในโรงเรือนได้จำนวนต้นสูงสุด การตั้งค่าการเปิดปิดแสงในแต่ละฤดูกาล	1) ออกแบบให้ความสูงชั้นปลูกแนวตั้งแบบ A-Frame ให้เหมาะสมกับขนาดของโรงเรือน และชั้นปลูกห่างกัน 38 ซม.คิดจากความสูงของต้นผักชีที่ 34 ซม. มุมเอียงของA-Frame จะไม่บังแสงซึ่งกันและกัน 2) ดำเนินการเก็บข้อมูลแสงช่วงพีคที่สุดภายในโรงเรือน และช่วงที่ฟ้ามืดครึ้ม เพื่อนำข้อมูลมาเลือกใช้หลอดไฟ LED ที่ให้แสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางใบแสงสีน้ำเงินให้เหมาะสม ผลการวัดแสงภายในโรงเรือน 893 μmol/(m²·s) หรือประมาณ 50000 lux มีสัดส่วนแสงแดง 17.1% หรือประมาณ 153 μmol/(m²·s) น้ำเงิน 6.6% หรือประมาณ 59 μmol/(m²·s) ช่วงที่ครึ้มจำลองโดยใช้สแลนดำคลุมและวัดแสงสีน้ำเงิน อยู่ที่ 20 μmol/(m²·s) หมายความว่าต้องเลือกหลอดไฟที่จะดันให้แสงสีน้ำเงินขึ้นไปอีก 30 μmol/(m²·s)

*** ใส่ผลผลิตที่ได้ตามคำรับรอง**

**** หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตให้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก และแนบไฟล์ เรียงตามลำดับผลผลิต**

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

กรมวิชาการเกษตร

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ โดยชี้แจงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก และแนบไฟล์หลักฐาน)

- เนื่องจากเป็นงานวิจัยในปีแรก และต้นแบบที่ได้บางส่วนยังไม่สมบูรณ์จึงยังไม่มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

.....

ด้านนโยบาย โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านสังคม โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านเศรษฐกิจ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านวิชาการ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

*** คำจำกัดความการนำใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน**

1. **ด้านนโยบายและสาธารณะ** การนำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบาย อาจเป็นนโยบายระดับประเทศ ระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับท้องถิ่นการใช้ประโยชน์ด้านนโยบายจะรวมทั้งการนำองค์ความรู้ไปสังเคราะห์เป็นนโยบายหรือทางเลือกเชิงนโยบาย (Policy options) แล้วนำนโยบายนั้นไปสู่ผู้ใช้ประโยชน์ในวงกว้างเพื่อประโยชน์ของสังคม และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน สร้างสังคมคุณภาพ และส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
2. **ด้านพาณิชย์/เศรษฐกิจ** เป็นผลงานวิจัยที่เน้นสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการพัฒนาจากสิ่งที่มีอยู่เดิม โดยเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงพาณิชย์หรือลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือนำไปสู่การพัฒนารูปแบบธุรกิจใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและบริการ
3. **ด้านสังคมและชุมชน** การนำกระบวนการ วิธีการ องค์ความรู้ การเปลี่ยนแปลงการเสริมพลัง อันเป็นผลกระทบ ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นพื้นที่ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์การขยายผลต่อชุมชนท้องถิ่น หรือรวมถึงสังคมอื่น
4. **ด้านวิชาการ** เป็นผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ การนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ระดับชาติหนังสือ ตำรา บทเรียน ไปเป็นประโยชน์ด้านวิชาการ การเรียนรู้ การเรียนการสอนในวงนักวิชาการและผู้สนใจด้านวิชาการ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอดสื่อสาธารณะ การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ ผ่านทางหนังสือพิมพ์ / วารสาร / โทรทัศน์ / วิทยุ / คู่มือ / แผ่นพับ การฝึกอบรม และสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการผลิตพืชผักและสมุนไพร

สรุปผล 1) ได้ข้อมูลงานวิจัยและการใช้โรงงานผลิตพืชหรือการปลูกพืชในอาคารของภาครัฐและเอกชน โดยได้เป็นผลสรุปการวิเคราะห์และหาแนวทางในการออกแบบตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการทดสอบระบบปลูกพืช 2) ได้โครงสร้างโรงงานผลิตพืชขนาด 3x12x2.5 เมตร ทำฐานรองรับตู้คอนเทนเนอร์ ผนังหนา 50 มม. และเพดานเป็นแผ่นฉนวนสำเร็จรูปหนา 75 มม. ตรงกลางเป็นฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (PS) ส่วนด้านในและด้านนอกเป็นแผ่นเหล็กเคลือบสี พื้นปูวีว่าบอร์ดหนา 20 มม. และอุปกรณ์ชั้นวางระบบปลูกพืช รวมทั้งระบบให้น้ำและปุ๋ย พร้อมระบบควบคุมการเปิดปิดแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ 3) จัดทำชุดทดสอบระบบการปลูกผัก

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 เครื่องดักจับแมลงแบบอัตโนมัติสำหรับลดการระบาดเพลี้ยไฟในโรงเรือนอัจฉริยะ

สรุปผล มีผลการดำเนินงานตามเป้าหมาย output คือโรงเรือนต้นแบบขนาด 6 x12 เมตร พร้อมระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายใน ด้วย ระบบพ่นหมอก พัดลมระบายอากาศ และ ม่านพลางแสง เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ภายในโรงเรือน พร้อมระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ ด้วยน้ำหยด ชุด data logger เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน (อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง) ส่งข้อมูลผ่านระบบ cloud -google sheet ผลการทดสอบปลูกเบญจมาศ เก็บข้อมูล และ ต้นแบบเครื่องดักแมลงอัตโนมัติ ที่สามารถดักแมลงได้แบบอัตโนมัติด้วยการตั้งเวลา ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนและระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ สามารถปรับใช้ ขยายผลสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือนได้ โดยได้ทดลองขยายผลการใช้งาน ที่ ศูนย์วิจัยพืชสวน ศรีสะเกษ (หน่วยงานร่วมวิจัย) เพื่อทดสอบการปลูกเบญจมาศในโรงเรือนแบบเปิด ต้นแบบเครื่องดักแมลงอัตโนมัติ สามารถนำไปปรับใช้เพื่อควบคุมการแพร่ระบาดของเพลี้ยไฟ ในโรงเรือน โดยสามารถพัฒนาต่อในเรื่องการวิเคราะห์ชนิดของแมลงและพัฒนาระบบการเตือนภัยการระบาดของแมลง ต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

สรุปผล ได้โครงสร้างโรงเรือนและระบบการควบคุมเบื้องต้นที่จะใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง โดยเป็นโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 6 x 15 x 3.25 เมตร ซึ่งเสาสูง 2 เมตรและหลังคาสูง 1.25 เมตร ด้านบนหลังคาคลุมด้วยพลาสติก ความหนา 200 ไมครอน ส่วนด้านข้างมุงด้วยมุ้งตาข่าย 32 ตา พื้นที่สำหรับใช้ผลิต หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีขนาด กว้าง x ยาว คือ 6 x 12 เมตร ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะใช้สำหรับวางระบบควบคุมและระบบน้ำ และระบบการควบคุมเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 2) การควบคุมปริมาณความเข้มแสง และ 3) การให้น้ำและปุ๋ยด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่ง โดยใช้เซ็นเซอร์ วัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ อุณหภูมิ และแสง ในการควบคุมระบบที่ (1) กับ (2) ทำงานอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด และใช้อุปกรณ์ควบคุมเวลา (Timer) ในการควบคุมระบบที่ (3) ทำงานอัตโนมัติตามความถี่ของการให้สารละลายตามช่วงการเจริญเติบโต

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนปลูกผักระบบเปิดเขตพื้นที่ฝนตกชุก

สรุปผล ได้ทำการออกแบบโรงเรือน ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 12 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กชุบกันสนิม หลังคาโค้งมุงด้วยพลาสติกใสกันยูวี โครงสร้างหลังคาออกแบบเป็นแบบโครงถักเพิ่มความแข็งแรง สามารถทำค้างได้ในกรณีที่ปลูกพืชที่ต้องใช้ค้างอย่างเมล่อน ด้านข้างโรงเรือนปิดด้วยมุ้งกันแมลง ความถี่ 32 ตาต่อตารางนิ้ว ประตูเข้าออก ออกแบบให้เป็นประตูสองชั้น โดยในส่วนโครงสร้างจะออกแบบไว้สำหรับการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือนซึ่งจะมี 2 แบบ คือ 1) พัดลมดูดอากาศ ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายในออกไปด้านนอกโรงเรือน 2) พัดลมหมุนเวียนอากาศ ทำหน้าที่หมุนอากาศภายในโรงเรือนให้มีการเคลื่อนที่ ด้านข้างโรงเรือนจะติดตั้งพลาสติกใสด้านนอกมุ้งกันแมลงที่สามารถเลื่อนปิด-เปิดได้ตามต้องการ เพื่อช่วยในการควบคุม

ศรีวิชัยการเกษตร

สภาพแวดล้อมในโรงเรือนอีกทางนึง โรงเรือนต้นแบบติดตั้งระบบควบคุมการระบายอากาศ ระบบให้น้ำให้ปุ๋ย ทำการทดสอบการทำงานและเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ ให้พร้อมสำหรับการทดสอบปลูกพืชและเก็บข้อมูล เพื่อพัฒนาชุดระบบควบคุมการระบายอากาศต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมแบบอัจฉริยะ

สรุปผล ดำเนินการเก็บข้อมูลแสงช่วงพีคที่สุดภายในโรงเรือน และช่วงที่ฟ้ามืดครึ้ม เพื่อนำข้อมูลมาเลือกใช้หลอดไฟ LED ที่ให้แสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางใบ(แสงสีน้ำเงิน)ให้เหมาะสม โดยเลือกหลอดไฟที่จะดันให้แสงสีน้ำเงินขึ้นไปอีก 30 μmol/(m²·s) ออกแบบให้ความสูงของ A-Frame เหมาะสมกับขนาดของโรงเรือน และชั้นปลูกห่างกัน 38 ซม.คิดจากความสูงของต้นผักชีที่ 34 ซม. มุมเอียงของA-Frame จะไม่บังแสงซึ่งกันและกัน ในส่วนของถาดปลูกให้เป็นลักษณะกว้าง 30 ซม. ลึก 10 ซม ออกแบบจากระยะปลูกของงานวิจัยปลูกชีของศวพ.มุกดาหาร เมื่อออกแบบแล้ว คนใช้จะต้องทำงานได้สะดวก ติดตั้งระบบการให้พืชและหลอดไฟ LED สำหรับชั้นปลูกแนวตั้งในโรงเรือน ที่เน้นแสงสีฟ้า ทำการเปิดปิดตามความเข้มแสงแตกต่างไปในแต่ละชั้นควบคุมการสั่งงานด้วยบอร์ดที่รับค่าจากเซนเซอร์แสง จัดทำโต๊ะปลูกเพื่อทดสอบปลูกผักชีในวัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดินบนโต๊ะปลูก ยังอยู่ในช่วงการปลูกเพื่อทดสอบเปรียบเทียบ

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน

สรุปผล ในปีงบปประมาณ 2565 สามารถสร้างต้นแบบแขนกลและระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอเบอร์รี่ เบื้องต้นประกอบไปด้วยชุดโครงแขนกลที่สามารถเคลื่อนที่ได้ 3 แกนและระบบควบคุมการทำงานของแขนกลที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของผลสตรอเบอร์รี่ คัดเลือกผลสุกแก่ และหาตำแหน่งของการตัด

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

มีข้อเสนอแนะการจัดสรรงบประมาณงวดที่ 1 งวดที่ 2 และ งวดที่ 3 (ไม่มีความชัดเจนว่าจะได้งบประมาณตามที่เสนอไปหรือไม่) และไม่มีกำหนดการโอนงบประมาณในแต่ละงวดที่แน่นอน ซึ่งมีผลทำให้การวางแผนงานวิจัยค่อนข้างยาก โดยเฉพาะการจัดซื้อจัดจ้าง

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1) งบประมาณได้รับจัดสรรล่าช้า

2) สถานการณ์โรค COVID 19 แพร่ระบาด มีทีมงานวิจัยติดเชื้อทำให้ต้องหยุดรักษาตัวเป็นระยะจึงกระทบแผนการดำเนินงานวิจัยล่าช้ากว่ากำหนด

3) ค่าวัสดุก่อสร้างมีการปรับราคาสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการสร้างต้นแบบต่างๆ เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

4) งบประมาณปี 65 งวดที่ 2 มาล่าช้าค่อนข้างมาก

สำนักวิจัยการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563. ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์รายเดือนของ จ.เชียงใหม่ (พ.ศ.2560) . (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.dede.go.th/ewt_news. php?nid =562&filename=index. 9/6/2563

กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563. อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จ.เชียงใหม่ และ ภาคเหนือ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.tmd.go.th. 9/6/2563

ไกรเลิศ ทวีกุล ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2549. สถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. หจก. โรงพิมพ์นานาวิทยา จ.ขอนแก่น.

การปลูกเยอบีร่า. (23 มีนาคม 2563). เข้าถึงได้จาก ไทยเกษตรศาสตร์: https://www.thaikasetsart.com

เทคโนโลยีชาวบ้าน (ฉบับที่ 694). มะระขี้นกยักษ์ โอกินาวา 3 สายพันธุ์ จากประเทศญี่ปุ่น ปลูกได้ดี สร้างรายได้งาม (2562). มติชน

จิรพันธ์ ศรีทองกุล. 2553. อิทธิพลความแก่ใบ ความเข้มแสง และอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเอเซียติโคไซด์และคุณภาพบัวบก. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 99 หน้า.

เฉลิมชาติ เสาวรัจ. การควบคุมสภาพอากาศอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยระบบพ่นหมอก. ปริญญานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีการศึกษา 2560. สืบค้น 1 เมษายน 2563 จาก http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7736/1/Fulltext.pdf

ธานกร และคณะ, 2557. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 8 (1), 98 – 111 น.

พรรณวิภาและคณะ, 2558. โรงเรือนปลูกพืชควบคุมและมอนิเตอรอัตโนมัติผ่านระบบเครือข่าย. รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2558, 454–458 น.

พรพรรณ และคณะ, 2559. การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. รายงานโครงการวิจัยที่สิ้นสุด. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.เชียงใหม่. 348 น.

พิชญ์สินี เพชรไทย และ ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2560. ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่ 4 ฉบับที่3 (กรกฎาคม-กันยายน): 54-59, 2560.

นิรนาม. (23 มีนาคม 2563). *กลุ่มปลูกเบญจมาศไทยสามัคคี*. เข้าถึงได้จาก Thailand Tourism Directory: https://thailandtourismdirectory.go.th/th/info/attraction/detail/itemid/21817

วิวัฒน์และจารุฉัตร, 2555. โรคใบไหม้ของมันฝรั่ง. วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร. 13(3): 13-16 น.

เรวัตร จินดาเจี่ย. ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่โดยไม่ใช้ดิน. 2557

ดิเรกทองอร่าม. เทคโนโลยีเพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรีและนักศึกษาดุษฎีบัณฑิต หลักสูตรการจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 2553.

ดิเรก ทองอร่าม. 2550. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3 พิมพ์ดีการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 816 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. การวัดปริมาณแสง อุณหภูมิ และความชื้นในเรือน เพาะชำ. KURDI Newsletter. 4 (2).

วันชัย คุปวานิชพงษ์ วิโรจน์ โหราศาสตร์ นาวี จิระชีวี สราวุฒิ ปานทน ฉัตรนภา ข่มอาวุธ. 2554. วิจัยและพัฒนาโรงเรือนสำหรับปลูกเบญจมาศ. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12 ประจำปี 2554.

วิโรจน์ โหราศาสตร์, วันชัย คุปวานิชพงษ์, นาวีจิระชีวี, สราวุฒิ ปานทน, ทวีศักดิ์ บุญคุ้ม และสุวลักษณ์ ชัยชูโชติ. 2555. วิจัยและพัฒนาโรงเรือนเปิดดอกเห็ดนางรม. รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด. กรมวิชาการเกษตร. 2555.

หน่วยเครื่องมือกลาง. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. เครื่องลดความชื้น. สืบค้น 21 มิถุนายน 2563 จาก http://ced.sci.psu.ac.th/km/km/experience-km/2561/e40e04e23e37e48e2de07e25e14e04e27e32e21e0ae37e49e19

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ, 2556. แนวทางปฏิบัติการสร้างโรงเรือนทดลองสำหรับพืชดัดแปลงพันธุกรรม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.biotec.or.th/biosafety/index.php/guideline. 24/3/2563

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562. ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร (มันฝรั่ง) . (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดมันฝรั่ง/TH-TH. 24/3/2563

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562. ข้อมูลโควตานำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งปี 63. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก./33126/TH-TH. 24/3/2563

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 1. 2558. พันธุ์มันฝรั่ง. เอกสารวิชาการ เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งคุณภาพในภาคเหนือตอนบน. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 1. 76 น.

สราวุฒิ ปานทน, นาวี จิระชีวี, วุฒิพล จันทร์สระคู, สุรชัย สวยลึก และเพ็ญลักษณ์ ชูดี. 2556. การพัฒนาโรงเรือนสำหรับปลูกกล้วยไม้รองเท้านารีในภาคตะวันตก. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 ปี 2556.

สราวุฒิ ปานทน, นาวี จิระชีวี, สุรชัย ส่วยลึก, วุฒิพล จันทร์สระคู, พฤกษ์ คงสวัสดิ์, และ นิรมล ดำพะธิก. (2558). การพัฒนาโรงเรือนผลิตเบญจมาศแบบประหยัดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก. *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติครั้งที่ 16 ประจำปี 2558 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8*, (หน้า 354-360). กรุงเทพฯ.

สุนทร พูนพิพัฒน์. 2529. โรงเรือนปลูกพืชสำหรับพื้นที่เขตร้อน. *โลกเกษตร* 6(30) : 91-96.

สุนิสา สุดไทย และสิริวัฒน์ สาครวาสี. 2562. การเจริญเติบโตของต้นกล็อกซิเนียภายใต้สภาวะที่มีการเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 20 . 15 มีนาคม 2562 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมชาย ตันชรากรณ์. เกษตรยุคใหม่ปลูกผักสั่งได้แปลงตู้คอนเทนเนอร์โรงเรือนอัจฉริยะให้ผลผลิตทั้งปี. ฐานเศรษฐกิจ ฉบับที่ 3447 วันที่ 24-27 กุมภาพันธ์ 2562 สืบค้นจาก :https://www.thansettakij.com/content/business/396369 เมื่อวันที่ 11 เมษายน 2563.

สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ณ กรุงลอนดอน 2556 ปัญหาการนำเข้าสินค้าผักสดจากไทยมายังสหราชอาณาจักรและสหภาพยุโรป

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.การจัดการผักและผลไม้สดเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรป.พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2554

อมรทิพย์ ภิรมย์บูรณ์ อัจฉรา สุขสมบูรณ์ พงษ์เพชร วงศ์โสภา อำไพพงษ์ เกาะเทียน และรัฐฐา ศรีญาณลักษณ์, 2556. องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น smart officer สมุนไพรและเครื่องเทศ. สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : 142 หน้า

กรมวิชาการเกษตร

อนุภพและคณะ, 2561. อิทธิพลของระดับความเข้มแสงและชนิดของตาข่ายพรางแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. เชียงใหม่. 16 น.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2557. คุณภาพมันฝรั่งที่โรงงานต้องการ. คู่มือการปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 129-132 น.

อรทัย วงค์เมธา, 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. เชียงใหม่. 65 น.

เอกรัฐและคณะ, 2562. การควบคุมความชื้นในดินสาหรับโรงเรือนเมล่อน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 11(2). 269-278 น.

Bourget, C.M. (2008). An introduction to light-emitting diodes. HortScience. 43, 1944- 1946.

Bernhard et al., 2017. Organic potatoes. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://orgprints.org/31006/25/Potato_guide_ORC_Download.pdf. 24/3/2563

Dwelle, 1985. Photosynthesis and photoassimilate partitioning. In P.H. Li (ed.) Potato Physiology. Academic Press, Inc. Orlando, FL. p 35-58.

Fry, W.E., 2013. Protocol: Late blight rating system. Biology of Phytophthora infestans and Management of Late Blight. Department of Plant Pathology and Plant-Microbe Biology. Cornell University. Ithaca. USA.

Henfling J.W., 1987. Late blight of potato (Phytophthora infestans). Technical Information Bulletin 4. International potato center (CIP). Av. LA Universidad s/n. La Molina - Lima, Peru. 25 pp.

Kim et al., 2014. Effect of stem cutting type and transplanting time on plant growth and minituber formation in potato hydroponics. Ph.D. Thesis. Department of Horticulture, Graduate School, JeJu National University.

Kozai, T., Niu, G & Takagaki, M. (2016). Plant Factory An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. U.S.A: Nikki Levy.

Massa, G. D., Kim, H.H., Wheeler, R. M., & Mitchell, C. A. (2010). Plant Productivity in Response to LED Lighting. Hortscience, 43 (Suppl. 7), 1951-1956.

Mbiyu et al., 2013. Use of aeroponics technique for potato (Solanum tuberosum) minitubers production in Kenya. International Journal of Horticulture and Floriculture 1(3): 16-20.

Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber M. & Roth, B. (2015). LEDs for energy efficient greenhouse lighting. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 49, 139-147.

Thimijan et al., 1983. Photometric, radiometric and quantum light unit of measure. A review of procedures for interconversion HortScience 18(6): 818-822.

Xiaoying, L., Shirong, G., Taotao, C., Zhigang, X. & Tezuka, T. (2012). Regulation of the growth and photosynthesis of cherry tomato seedlings by different light irradiations of light emitting diodes (LED). African journal of biotechnology, 11 (Suppl. 22), 6169-6177.

Zhang, F.F., Wang, Y.L., Huang, Z.Z., Zhu, X.C., Zhang, F.J., Chen, F.D., Fang, W.M. and Teng, N.J., (2012). Effects of CO2 Enrichment on growth and development of Impatiens hawkeri. The Scientific World Journal, 2012.

Zen Hydroponics .การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูก สืบค้นเมื่อ 15 กพ.2560

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 สิ่งที่แสดงประกอบเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาผลงานวิจัย

- อัตราและความถี่ของการให้สารละลายตามช่วงการเจริญเติบโต (ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยพืชสวน, 2560)

ตารางที่ 1 สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิคช่วงเริ่มปลูก - 1.5 เดือน (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ลำดับที่	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ	
		100 ลิตร	200 ลิตร
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)		
1	$Ca(NO_3)_2$ (15-0-0) (แคลเซียมไนเตรท)	23.75 กก.	47.5 กก.
2	Fe-EDTA (เหล็กดีเลท)	550 ก.	1.1 กก.
	B (ผสมรวมกันถังเดียว)		
3	KNO_3 (13-0-46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	20.25 กก.	40.5 กก.
4	$NH_4H_2PO_4$ (12-60-0) (โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต)	3.875 กก.	7.75 กก.
5	$MgSO_4$ (0-0-0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	12.5 กก.	25 กก.
	C (ผสมรวมกันถังเดียว)		
6	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	70 ก.	140 ก.
7	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	5 ก.	10 ก.
8	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	50 ก.	100 ก.
9	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	2 ก.	4 ก.
10	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	0.5 ก.	1 ก

หมายเหตุ:
1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C ในถัง 200 ลิตร เวลาตักใช้ต้องต้องใส่ปุ๋ยจากถัง A:B:C อัตรา 2:3:1 รวมในถังผสม แล้วค่อยใส่ลงไปในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน
2. การปรับค่า EC ทุก 0.1 ms/cm ต้องใช้ปุ๋ยจากถัง A + B + C รวมกัน 1 ลิตร
3. ช่วงปลูก - 1.5 เดือน ค่า EC = 0.2-1.7 ms/cm อัตราปุ๋ย A:B:C = 2:3:1 (เร่งต้น)
4. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.5
5. การปลูกมันฝรั่ง 1 crop ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 ลิตร จำนวน 1 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 1 ครั้ง

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค ช่วงอายุ 1.5 เดือน - เก็บเกี่ยว (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010 และ Kim, 2014)

ลำดับที่	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ 200 ลิตร
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)	
1	$Ca(NO_3)_2$ (15-0-0) (แคลเซียมไนเตรท)	2.36 กก.
2	Fe-EDTA (เหล็กคีเลท)	234 ก.
	B (ผสมรวมกันถังเดียว)	
3	KNO_3 (13-0-46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	5 กก.
4	KH_2PO_4 (0-52-34) (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต)	7.75 กก.
5	$MgSO_4$ (0-0-0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	5 กก.
6	Urea (46-0-0) (ยูเรีย)	780 ก.
7	K_2SO_4 (0-0-50) (โพแทสเซียมซัลเฟต)	1.720 กก.
	C (ผสมรวมกันถังเดียว)	
8	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	140 ก.
9	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	10 ก.
10	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	100 ก.
11	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	4 ก.
12	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	1 ก

หมายเหตุ: 1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C ในถัง 200 ลิตร เวลาตักใช้ต้องต้องใส่ปุ๋ยจากถัง A:B:C รวมในถังผสมแล้วค่อย ใส่ลงไปในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้

- ช่วง 1.5-2 เดือน ค่า EC = 1.5-1.7 ms/cm อัตราปุ๋ย A:B:C = 2:4:1 (เร่งไหล)
- ช่วง 2-3 เดือน ค่า EC = 1.7-2.1 ms/cm อัตราปุ๋ย A:B:C = 2:3:1 (เร่งหัว)

2. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.5

3. การปลูกมันฝรั่ง 1 crop ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 ลิตร จำนวน 9 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 8 ครั้ง

ตารางที่ 3 ช่วงเวลาการให้น้ำ, ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ช่วงการเจริญเติบโต	วันหลังจากย้ายปลูก	กลางวัน-กลางคืน		pH	EC
		พ่นน้ำ (วินาที)	หยุด (นาที)		
สร้างราก	1-7 (น้ำเปล่า)	120	3	5.5-6.5	0.20
	8-15	120	4	5.5-6.5	0.88
	16-19	120	8	5.5-6.5	1.22
สร้างไหล	20-24	120	10	5.5-6.5	1.72
	25-35	120	15	5.5-6.5	1.50
สร้างหัว (ช่วงแรก)	36-45	90	40	5.5-6.5	0.86
เร่งหัว	46-90	90	90	5.5-6.5	0.93

หมายเหตุ: 1. ค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.5

2. อุณหภูมิควบคุมที่เหมาะสมภายในโรงเรือน และอุณหภูมิน้ำ = 18 - 25^{O}C

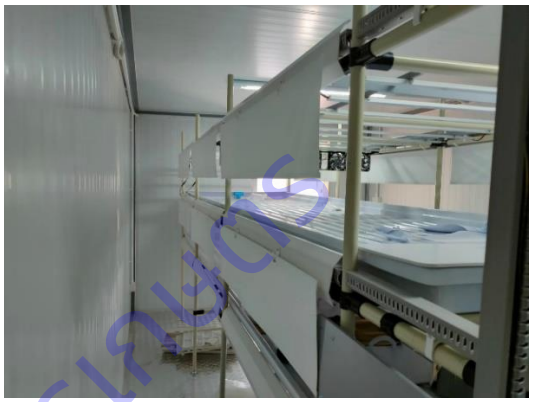
3. ค่า EC ของน้ำมีค่า = 0.2 ms/cm

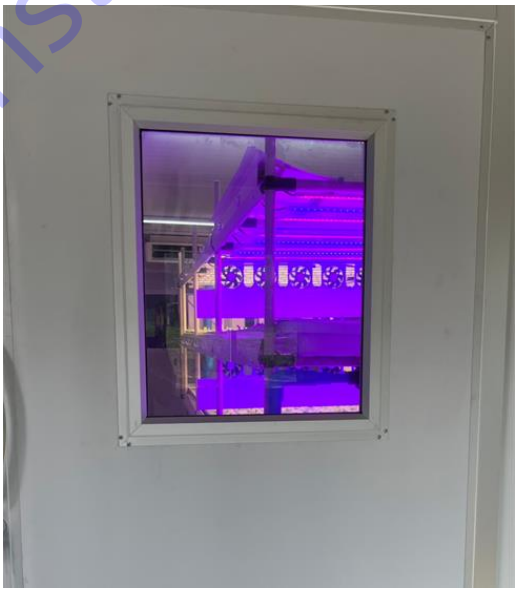
ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาคผนวก 2 หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตที่ได้ จากข้อ 3.2 โดยให้เรียงข้อมูลหลักฐานตามผลผลิตที่แสดงในตาราง

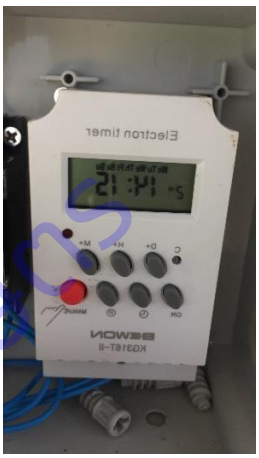
1 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) ระดับห้องปฏิบัติการ 6 ต้นแบบ

1) โครงสร้างโรงงานปลูกพืชแบบตู้คอนเทนเนอร์และอุปกรณ์การปลูกพืชเบื้องต้น





2) เครื่องดักจับแมลงและข้อมูลระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมเบื้องต้น



3) โครงสร้างโรงเรือนอัจฉริยะและระบบการควบคุมเบื้องต้นสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร

4) ได้ต้นแบบโรงเรือนสำหรับทดสอบระบบควบคุมสภาพอากาศและความชื้นสัมพัทธ์เบื้องต้น

5) โรงเรือนทดสอบระบบการปลูกพืชผักแนวตั้งในโรงเรือนโดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้แสงเทียมเบื้องต้น

6) ต้นแบบแขนกลและระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เก็บผลสตรอว์เบอร์รี่เบื้องต้น

2. เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ 2 กระบวนการใหม่

1) ต้นแบบเทคโนโลยีระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกเบญจมาศในโรงเรือน

2) เทคโนโลยีระบบการปลูกพืชผักแนวตั้ง ระยะการวางชุดปลูกแนวตั้งให้วางในโรงเรือนได้จำนวนต้นสูงสุด การตั้งค่าการเปิดปิดแสงในแต่ละฤดูกาล

กรมวิชาการ