รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน

2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม
   กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) :** วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Research and Development Automatic Fertigation Control for Greenhouse

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง : นายสราวุฒิ ปานทน สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี

ผู้ร่วมงาน
นายวุฒิพล จันทร์สระคู	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี
นายธนพงศ์ แสนจุ้ม	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นางสาวขนิษฐ์ หว่านณรงค์	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายอุทัย ธานี	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นางจิรภา ออสติน	สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต
นายอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์	สังกัด กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

5. **บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต โดยการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ เพื่อควบคุมระดับความเข้มข้นของสารละลายให้อยู่ในระดับที่ต้องการ และสร้างโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์ตามแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (นาวี, 2550) ขนาด 2 x 7.2 เมตร มาใช้ในการทดสอบระบบควบคุมฯ ดังกล่าว โดยในการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของทำงานของอุปกรณ์ควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติ ข้อมูลสภาพแวดล้อม การเจริญเติบโต รวมถึงผลผลิตพืชผัก ในโครงการวิจัยใหม่ปี 2564 ต่อไป

Abstract

The objective of this study is to Research and Development Automatic Fertigation Control for Greenhouse. The control system will control the concentration and adjust the appropriate solution ratio for prevents nitrate residue production. Design and development of solution concentrate control system with automatic control and build a hydroponics greenhouse according to the design by Agricultural Engineering Research Institute. It will create a test set for a model of a building, width x length, 2 x 7.2 meter. The preparation of laboratory tests to the performance of the automatic control system, conducted to collect the environment information, growth data, Including vegetable yields in the new research project in 2021

6. คำนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชในโรงเรือนเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องมาจากการปลูกพืชในโรงเรือนมีข้อดีหลายประการ สามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคหรือแมลงศัตรูพืชบางอย่างได้ หากมีการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ที่เหมาะสมกับดินและพืช และนำวิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานมาใช้ควบคุมศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ จะลดการใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างน้อย 50% (จริยา วิสิทธิ์พานิช, 2549) อย่างไรก็ตามแม้การปลูกพืชในโรงเรือนจะช่วยลดปัญหาโรคแมลงได้ส่วนหนึ่ง แต่หากปลูกพืชลงดินโดยตรงเมื่อทำการปลูกไปหลายๆรอบการผลิต จะทำให้เกิดการสะสมโรคในดิน การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็จะเป็นการป้องกันปัญหาได้อีกทางหนึ่ง

การปลูกพืชไร้ดินแบ่งง่ายๆเป็น 3 ลักษณะ คือ การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate Culture) การปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์ (Hydroponics) และการปลูกแบบแอโรโพนิกส์ (Aeroponics) ข้อดีของการปลูกพืชไร้ดิน คือ สามารถควบคุมปัจจัยการผลิตต่างๆได้ แต่ก็ยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของผักที่รับประทานใบจากการสะสมของไนเตรทที่มากเกินไป ปริมาณการสะสมของไนเตรทขึ้นกับชนิดของพืช อายุพืช เวลาที่เก็บเกี่ยว ความเข้มแสง ฤดูกาลและชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช โดยทั่วไปความเข้มข้นของไนเตรทจะมีมากในช่วงต้นและช่วงกลางการเจริญเติบโต และค่อยๆลดลงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ แต่หากผู้ปลูกไม่ลดความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยลงหรือเปลี่ยนไปใช้น้ำเปล่าก่อนการเก็บเกี่ยว อาจส่งผลให้ไนเตรทตกค้างในผลผลิตและอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้

การปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือนเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาในการสะสมของโรคในดิน สามารถช่วยลดการใช้สารกำจัดแมลงได้ ถึงแม้การปลูกผักไร้ดินจะสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการได้ แต่ผู้บริโภคก็ยังกังวลกับการสะสมของไนเตรทในปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นควรวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมกับการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือน ที่จะช่วยควบคุมให้สารละลายมีความเข้มข้นที่เหมาะสมตามความต้องการ ระบบการจ่ายสารละลายที่เหมาะสมลดการใช้พลังงาน และลดการสะสมของไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และทดสอบเทคโนโลยีระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติของเกษตรกร

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์และสิ่งที่ใช้ในการทดลอง
  1) โรงเรือนไฮโดรโพนิกส์
  2) เครื่องมือวัดความเข้มข้นของสารละลาย

- แบบและวิธีการทดลอง

การทดลองนี้ไม่มีแบบแผนการทดลอง เป็นการศึกษาและพัฒนา ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรมและออกแบบอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย ทำการศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ศึกษาทฤษฎี ข้อมูลต่างๆ รูปแบบและวิธีการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ และการจัดการการผสมสารละลายที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย

2. เขียนโปรแกรมควบคุมการจ่ายสารละลาย

   2.1 โปรแกรมจะต้องสั่งจ่ายสารละลายเข้มข้นลงไปผสมให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ

   2.2 ทดสอบการทำงานการประมวลผลของโปรแกรม

3. ออกแบบอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายปุ๋ย และทดสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์

   3.1 ทดสอบการวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย การส่งสัญญาณจากหัวอ่านให้บอร์ดประมวลผล ตรวจสอบการประมวลผลการทำงานของบอร์ด

   3.2 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมและบอร์ดประมวลผลในห้องปฏิบัติการ

   3.3 ทำการสอบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ส่วนควบคุมต่างๆ เพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ

4. ทำการสร้างโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์ตามแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม เพื่อใช้ในการทดสอบระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายและการจ่ายสารละลายปุ๋ยในการปลูกพืช

กรมวิชาการเกษตร

5. ทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายและการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติในการปลูกพืชในโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์ เก็บข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม ข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลความเสียหาย และสูญเสียที่เกิดจากโรค แมลงศัตรูพืชต่างๆ

6. วิเคราะห์ปริมาณตกค้างของไนเตรทในพืชผักที่ผลิตในโรงเรือนที่มีอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติต้นแบบ

7. วิเคราะห์ผลการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนปลูกพืชผักแบบไฮโดรโพนิกส์ในโรงเรือนเพื่อการผลิตเชิงการค้า

8. สรุปผล เสนอรายงาน เผยแพร่

- การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลความเข้มข้นของสารละลาย ด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) แต่ละวันในรอบการผล
2. ข้อมูลสภาพแวดล้อมของการปลูกพืช เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์
3. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต
4. ข้อมูลอื่นๆ เช่น ปริมาณตกค้างของไนเตรท

- เวลาและสถานที่

- ระบุเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ตุลาคม 2562 - กันยายน 2563
- สถานที่ทำการทดลอง

1) สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
2) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต กรมวิชาการเกษตร
3) ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาข้อมูล วิธีการควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย และการจัดการการผสมสารละลายที่เหมาะสมในการปลูกพืช วิธีปฏิบัติในการใช้สารละลายที่เกษตรกรใช้ในการปลูกพืช นำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายให้เหมาะสมกับการใช้งาน ศึกษาทฤษฎีและหลักการออกแบบระบบควบคุม หาหลักการที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการออกแบบโปรแกรมระบบควบคุมอุปกรณ์ควบคุมสารละลาย

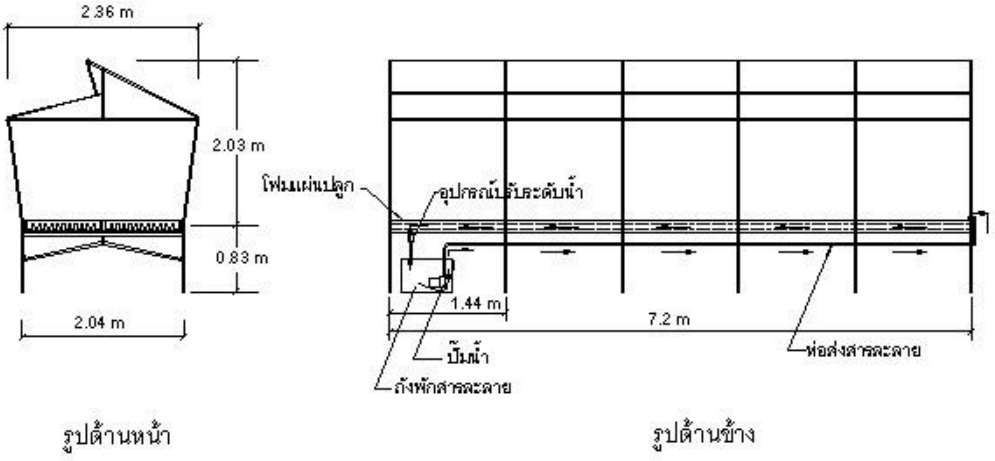
ลงพื้นที่สำรวจข้อมูล เพื่อนำมาใช้ประกอบในการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมสารละลาย ณ ศวพ.ภูเก็ต และร่วมวางแผนการทดลองในพื้นที่

ภาพที่ 1 ลงพื้นที่เพื่อร่วมวางแผนการทดลอง

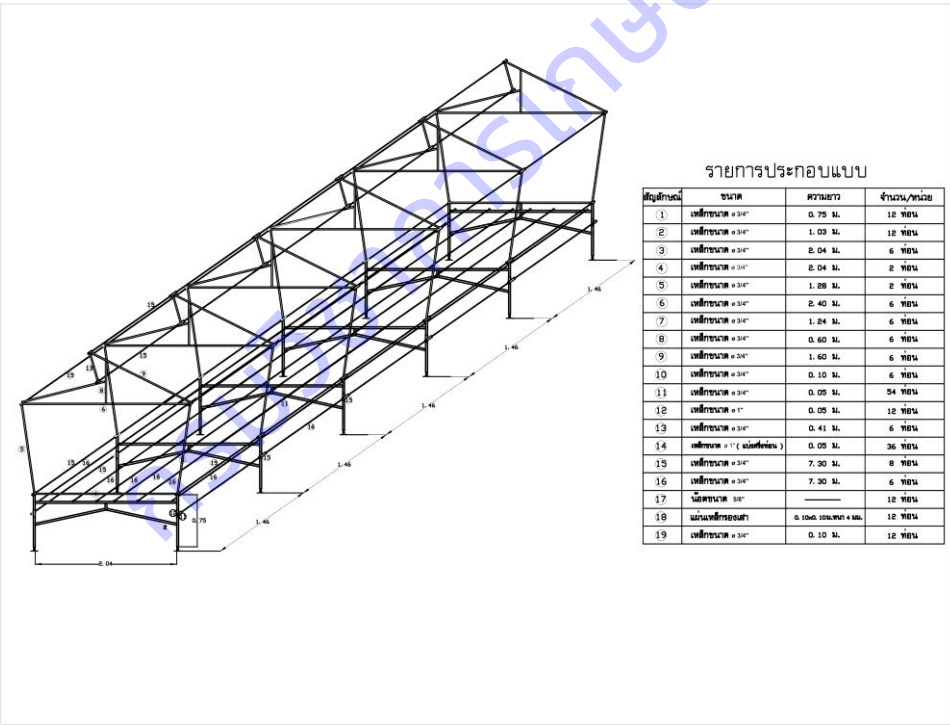
ภาพที่ 2 สำรวจสถานที่เพื่อเป็นข้อมูลในการทดลอง

เขียนแบบโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์สำหรับการสร้างโรงเรือนทดสอบ ทำการออกแบบรูปแบบของระบบการจ่ายสารละลาย และการทำงานของระบบไฮโรโพนิกส์ (ภาพที่ 3) เขียนแบบรายละเอียดการสร้างโรงเรือนและถอดรายการวัสดุอุปกรณ์สำหรับการสร้าง (ภาพที่ 4) ทำการสร้างโครงสร้างโรงเรือนตามแบบ (ภาพที่ 5)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3 แบบโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโพนิกส์



ภาพที่ 4 แบบรายละเอียดสำหรับสร้างโรงเรือน

ภาพที่ 5 โครงสร้างโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์

ทำการเชื่อมประกอบโครงสร้างของโรงเรือน ซึ่งมีชุดโครงสร้างหลัก จำนวน 6 โครง/โรงเรือน โดยโครงที่ 1 และ 6 จะมีคานขวางกันถาดปลูก ส่วนโครงที่ 2-5 จะไม่มีคานขวาง (ภาพที่ 6) ในส่วนขาตั้งจะมีแผ่นเหล็กเชื่อมติดกับน็อตเกลียว สามารถปรับสูง-ต่ำได้ (ภาพที่ 7) เมื่อได้ชุดโครงสร้างหลักครบทั้ง 6 โครงแล้ว จึงทดสอบการประกอบโรงเรือน โดยโครงสร้างแต่ละชุด จะยึดกันด้วยท่อเหล็กตามแนวยาวของโรงเรือน จุดที่ยึดกับโครงสร้างจะมีท่อปลอกเชื่อมติดกับโครง และเจาะรูเชื่อมน็อตติดกับท่อปลอก สำหรับขันอัดกับท่อเหล็กที่สอดตามแนวยาวสร้างความแข็งแรงให้กับโรงเรือน (ภาพที่ 8) เนื่องจากชุดโครงสร้างโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์เป็นแบบถอด-ประกอบได้ (น็อคดาวน์) จึงทำให้สะดวกต่อการขนย้ายไปติดตั้ง หรือการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนสถานที่ปลูก

ภาพที่ 6 โครงสร้างด้านหัวและด้านท้าย

ภาพที่ 7 แผ่นเหล็กรองขา

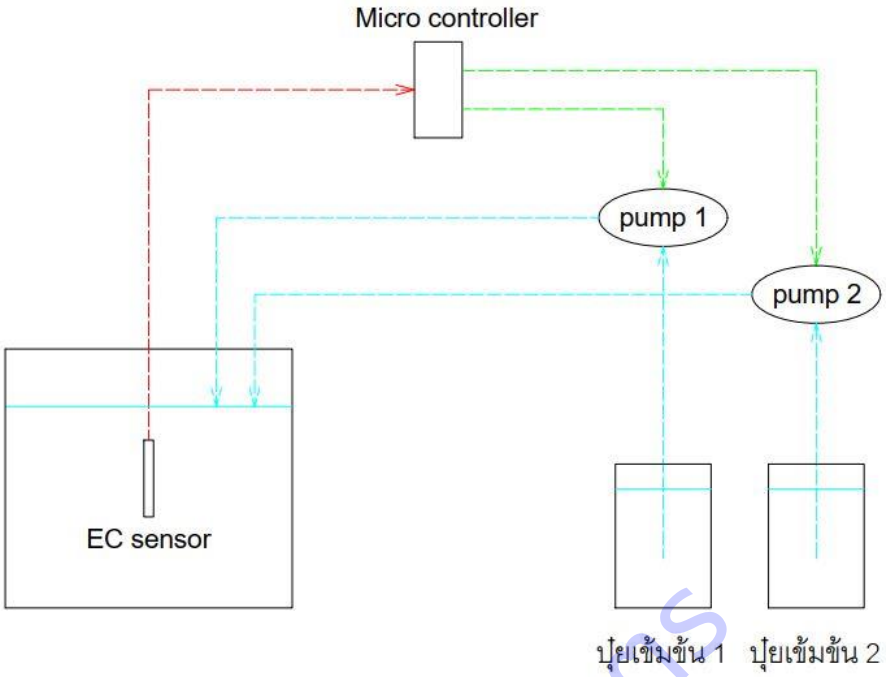
ภาพที่ 8 ท่อเหล็กยึดโครงสร้างโรงเรือนแต่ละชุดให้เป็นโรงเรือน

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 9 โครงสร้างโรงเรือนที่ประกอบเสร็จ

ทำโปรแกรมควบคุมการจ่ายสารละลาย โดยโปรแกรมจะสามารถปรับอัตราส่วนระหว่างสารละลาย 2 ตัว ที่เป็นอัตราส่วนที่แตกต่างกันได้ เช่น 1 : 1.2, 1 : 1.5 หรืออัตราส่วนอื่นๆ เนื่องจากโดยทั่วไปอุปกรณ์ควบคุมการผสมสารละลายที่ควบคุมด้วยค่าการนำไฟฟ้า (EC) เมื่อทำการผสมลงไปในถังผสมแล้ว จะไม่สามารถแยกได้ว่าสารละลายตัวที่ 1 กับตัวที่ 2 มีความเข้มข้นเป็นอัตราส่วนเท่าไหร่ จึงจำเป็นต้องโปรแกรมให้กำหนดอัตราส่วนที่ต้องการตั้งแต่เริ่มต้นผสมสารละลาย เพื่อควบคุมให้ได้อัตราส่วนของสารละลายที่ต้องการ

กรมวิชาการเกษตร



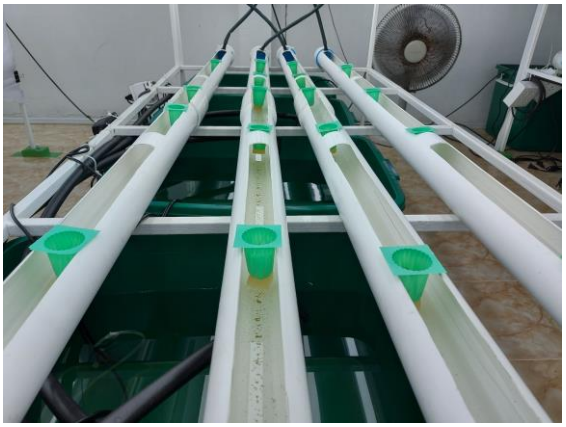
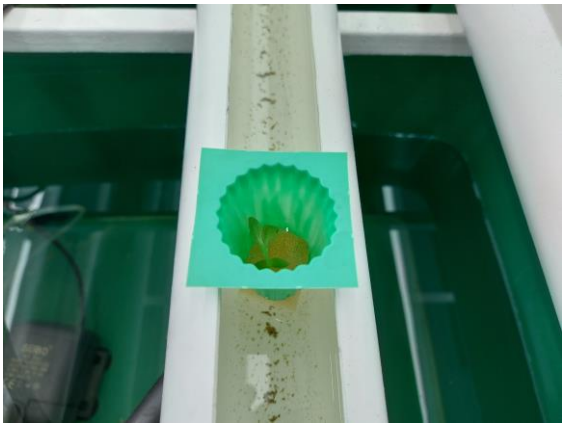
ภาพที่ 10 แผนผังการทำงานของระบบจ่ายปุ๋ย

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลการปลูกพืช ณ ศวพ.ภูเก็ต โดยเก็บข้อมูลด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยใช้สารละลาย ทำการปรึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลการปลูกพืชโดยใช้สารละลายร่วมกับหัวหน้าโครงการ และนักวิชาการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลในการตั้งเงื่อนไขในการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายที่เหมาะสม โดยสารละลายที่ได้จะต้องไม่เจือจางหรือเข้มข้นเกินไป

ปัญหาและอุปสรรค

การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้เดิม เนื่องจากถูกปรับลดงบประมาณลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้องปรับแผนการดำเนินงานใหม่ ประกอบกับการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด 19 ร่วมกับผู้วิจัยมีการย้ายสถานที่ทำงานจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรุงเทพฯ ไปประจำ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นศูนย์ฯ เปิดใหม่ ไม่มีทีมงานในการสร้างต้นแบบ จึงต้องอาศัยการสร้างต้นแบบจากทีมช่างที่สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้ดำเนินการ ประกอบกับอุปสรรคในการเดินทางไปร่วมสร้างต้นแบบกับทีมช่างจากปัญหาโรคระบาด ทำได้เพียงการติดต่อประสานงานกับทีมช่างให้ดำเนินการสร้างต้นแบบ จึงทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 11 เก็บข้อมูลการปลูกพืชโดยใช้สารละลาย

ภาพที่ 12 ปรึกษาแลกเปลี่ยนข้อมูลการปลูกกับหัวหน้าโครงการและนักวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการดำเนินผลงานวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติ สำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบโรงเรือนปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ตามแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (นาวี, 2550) ขนาด 2 x 7.2 เมตร โดยมีเอกลักษณ์ คือ หลังคาจะเป็นลักษณะโค้งเหลื่อม ช่วยให้อากาศร้อนภายในโรงเรือนสามารถระบายออกทางช่องได้ตามธรรมชาติ และอยู่ระหว่างการดำเนินการ ออกแบบ พัฒนาและสร้างต้นแบบอุปกรณ์ระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ สำหรับใช้ในการทดสอบปลูกผักกับโรงเรือนไฮไฮโดรโพนิกส์ โดยจะดำเนินการทดสอบ เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมสารละลาย ข้อมูลสภาพแวดล้อม และการเจริญเติบโต และผลผลิตในโครงการวิจัยใหม่ ปี 2564 ต่อไป

ปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ เนื่องจากถูกปรับลดงบประมาณลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้องปรับแผนการดำเนินงานใหม่ ประกอบกับการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด 19 ร่วมกับผู้วิจัยมีการย้ายสถานที่ทำงานจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรุงเทพฯ ไปประจำ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นศูนย์ฯ เปิดใหม่ ไม่มีทีมงานในการสร้างต้นแบบ จึงต้องอาศัยการสร้างต้นแบบจากทีมช่างที่สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้ดำเนินการ ประกอบกับอุปสรรคในการเดินทางไปร่วมสร้างต้นแบบกับทีมช่างจากปัญหาโรคระบาด ทำได้เพียงการติดต่อประสานงานกับทีมช่างให้ดำเนินการสร้างต้นแบบ จึงทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีการปรับแผนการดำเนินงานจากเดิมที่ การทดลองวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติ สำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน ซึ่งอยู่

ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม เดิมที จะต้องมีระยะเวลาในการดำเนินงาน 2 ปี (2563-2564) แต่เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนระบบการบริหารโครงการ ภายใต้แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน จึงมีความจำเป็นต้องสิ้นสุดการทดลองให้เหลือเพียงปีเดียว (2563) และให้เริ่มดำเนินการวิจัยใหม่ในปี 2564 ในโครงการวิจัยเรื่อง วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติ ภายใต้แผนงานวิจัยย่อย การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคารในต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรนำผลงานวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน พร้อมคำแนะนำในการติดตั้งและใช้งาน ไปใช้ในการผลิตพืชที่ปลูกโดยใช้สารละลาย ลดความยุ่งยากในการผสมสารละลาย ช่วยให้สารละลายมีความเข้มข้นสม่ำเสมอตรงกับที่พืชต้องการ และช่วยลดปัญหาการตกค้างของไนเตรทลงได้

กลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มและชมรมเกษตรกร กรมวิชาการเกษตรกรมส่งเสริมการเกษตร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ สถาบันการศึกษาและประชาชนที่สนใจ

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต กรมวิชาการเกษตร ที่มีส่วนช่วยเหลือทั้งงานสร้างต้นแบบ ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน ช่วยให้ทดลองครั้งนี้สามารถดำเนินการได้แล้วเสร็จในระดับหนึ่ง เท่าที่เงื่อนไขการทำงานจะเอื้ออำนวย

12. เอกสารอ้างอิง

จริยา วิสิทธิ์พานิช. 2549. พัฒนาการผลิตผักคุณภาพ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกผักปลอดสารพิษ ในโรงตาข่ายกันแมลง (ระยะที่ 2). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ชิติ ศรีตนทิพย์, สันติ ช่างเจรจา, ยุทธนา เขาสุเมรุ, สัญชัย พันธโชติ, พิทักษ์ พุทธวรชัย, วิรัตน์ อำพันธุ์, สุนัน เลสัก. 2556. การปลูกพืชไร้ดินต้นทุนต่ำเชิงการค้าในชุมชน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ดิเรก ทองอร่าม. 2553. นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ ปีที่ 10 (2): 2553. หน้า 55-69.

นาวี จิระชีวี, วุฒิพล จันทร์สระคู, วันชัย คุปวานิชพงษ์. 2550. รายงานเรื่องเต็ม ทดสอบประสิทธิภาพโรงเรือนปลูกผักแบบใช้สารละลาย แผนงานวิจัยเครื่องจักรกลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

อาณัฐ ตันโช. เอกสารการอบรม การปลูกผัก Hydroponics. มูลนิธิโครงการหลวง. สืบค้นจาก : http://www.maejonaturalfarming.org/pdf/ระบบปลูกผักไม่ใช้ดิน.pdf. เข้าถึงเมื่อ 15 มิ.ย. 2561.

กรมวิชาการเกษตร