รายงานแผนวิจัยย่อย

การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร
Research and Development Technology for Indoor Vegetable Production

ชื่อหัวหน้าแผนวิจัยย่อย
จีรภา ออสติน
Jirapa Austin

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร

Research and Development Technology for Indoor Vegetable Production

ชื่อหัวหน้าแผนวิจัยย่อย

จีรภา ออสติน

Jirapa Austin

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้เกษตรกรประสบปัญหาในการผลิตพืช การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน จะป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งมีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น สามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ สามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิต ปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง ปลูกนอกฤดูกาล และผลผลิตมีคุณภาพ เพิ่มผลตอบแทนต่อพื้นที่ให้แก่เกษตรกร การเก็บเกี่ยวเร็ว ระยะการเก็บเกี่ยวนาน ลดการใช้ปุ๋ย รวมถึงเน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรคแมลงและวัชพืช ปัจจุบันสินค้าด้านการเกษตรมีการแข่งขันที่สูง ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดและมีความสามารถในการแข่งขัน จะต้องเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยอยู่ในระดับมาตรฐานตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติที่มีเป้าหมายการพัฒนาที่มุ่งเน้นการยกระดับศักยภาพของประเทศในหลากหลายมิติ การเกษตรสร้างมูลค่าให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลิตภาพการผลิต ทั้งเชิงปริมาณและมูลค่า และความหลากหลายของสินค้าเกษตร เช่น เกษตรปลอดภัย และ เกษตรอัจฉริยะ ปัจจุบันการผลิตภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ในประเทศไทย เทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือนได้ถูกนำใช้กันอย่างแพร่หลาย และในหลายประเทศได้พัฒนาการปลูกพืชในระบบปิดหรือการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม

ดังนั้น จึงได้ศึกษารูปแบบการผลิตพืชในแนวตั้งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ การพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมกับการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชที่จะช่วยควบคุมให้สารละลายมีความเข้มข้นที่เหมาะสมตามความต้องการ ระบบการจ่ายสารละลายที่เหมาะสมลดการใช้พลังงานและลดการสะสมของไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการวิจัยระบบท่อนำแสงไปติดตั้งในอาคารปลูกพืชต้นทุนต่ำ เพื่อลดการใช้พลังงานแสงจากไฟฟ้า เกษตรกรนำผลงานการวิจัยไปต่อยอดและประยุกต์ใช้เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น รวมไปถึงทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ อันจะเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกร และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้แก่เกษตรกรที่สนใจการผลิตพืชผักในโรงงานปลูกพืช เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมการผลิตในอนาคตของประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	5
ผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	7
บทนำ	8
บทคัดย่อ	10
- วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม	12
- วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร	23
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	41

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษารูปแบบการผลิตพืชในแนวดิ่งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม เพื่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ให้ผลตอบแทนสูงสุด และยังคงคุณภาพผลผลิตที่ดี เน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรค แมลง และวัชพืช รวมถึงศึกษาการใช้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ และการใช้แสงธรรมชาติจากท่อนำแสงมาใช้ในอาคารปลูกพืช สามารถแนะนำการผลิตสู่ระบบเชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

ขอขอบคุณทีมผู้วิจัยของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทุกท่านที่ได้ร่วมทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การดำเนินงานของโครงการ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

จีรภา ออสติน	Jirapa Austin
วุฒิพล จันทร์สระคู	Wuttiphol Chansrakoo
สราวุฒิ ปานทน	Sarawuth Parnthon
อารีวรรณ ฉิมทับ	Areewan Chimthup
ภัทรพร ศรีวราพันธุ์	Pattaraporn Sriwarapan
อรพิน หนูทอง	Orapin Noothong
ธนพงค์ แสนจุ้ม	Tanapong Sanchum
ขนิษฐ์ หว่านณรงค์	Khanit Wannarong
เอกภาพ ป้านภูมิ	Akkaparp Panpoom
ธนวัฒน์ ทิพย์ชิต	Thanawat Thipchit
อุทัย ธานี	Uthai Thani
อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์	Anusorn Tiensirireok

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

$\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

S.D. หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

NFT หมายถึง ระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique

FW หมายถึง น้ำหนักสด

EC หมายถึง ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

PH หมายถึง ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ (Potential of Hydrogen ion)

LED หมายถึง ไดโอดเปล่งแสง (LED: Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ให้แสงสว่างได้เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่าน

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกัน เพื่อป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น สามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ สามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิต ปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง ปลูกนอกฤดูกาล และผลผลิตมีคุณภาพ เพิ่มผลตอบแทนต่อพื้นที่ให้แก่เกษตรกร การเก็บเกี่ยวเร็ว ระยะการเก็บเกี่ยวนาน ลดการใช้ปุ๋ย รวมถึงเน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรคแมลงและวัชพืช ปัจจุบันสินค้าด้านการเกษตรมีการแข่งขันที่สูง ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดและมีความสามารถในการแข่งขัน จะต้องเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยอยู่ในระดับมาตรฐาน การผลิตภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือน ได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ในหลายประเทศได้ทำการการปลูกพืชในระบบปิดหรือการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม

โรงงานปลูกพืช (plant factory) เป็นเทคโนโลยีใหม่ของการปลูกเลี้ยงพืชภาพใต้สภาพป้องกัน ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายใน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ก๊าซคาร์บอนไดออไซด์ และแสง สามารถผลิตได้ผลผลิตและคุณภาพสูง แต่ต้นทุนในการดำเนินการสูง ดังนั้นควรเลือกชนิดพืช หรือพันธุ์พืช ที่มีช่วงเวลาการผลิตที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มรายได้สูงสุด

โรงเรือนปลูกพืชทดลองของมหาวิทยาลัยแห่งชาติเจจู ประเทศเกาหลีใต้ มีสารละลายธาตุอาหารสูตร Wanshi สำหรับปลูกผักใบทั่วไป รวมถึงสารละลายธาตุอาหารสูตร Sum vegetables สำหรับปลูกผักที่นิยมใช้สำหรับห่ออาหารเพื่อรับประทานสดแบบเกาหลี และสารละลายที่ใช้สำหรับปลูกเลี้ยง Ice plant

ปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกพืชภายใต้สภาพโรงเรือนหลังคาพลาสติกกันอย่างแพร่หลาย พบว่า เกษตรกรประสบปัญหา การระบาดของโรค และโรงเรือนที่มีจำหน่ายในปัจจุบันยังมีการสะสมความร้อน ทำให้ไม่สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี เกษตรกรผู้ปลูกซื้อปุ๋ยที่ใช้ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบสำเร็จรูป ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง มีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยที่มีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในผลผลิตผัก เกี่ยวกับการบริโภคผักที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร โดยเฉพาะเรื่องการสะสมของไนเตรท ดังนั้น จึงได้ศึกษารูปแบบการผลิตพืชในแนวตั้งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยการเลือกพืช ไอซ์ แพลนท์ ซึ่งเป็นพืชผักที่มีศักยภาพการผลิตในอาคาร และการผลิตใบบัวบก ซึ่งเป็นพืชผักสมุนไพรที่ประสบกับปัญหาการตกค้างของสารเคมี รวมถึงวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมกับการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือน ที่จะช่วยควบคุมให้สารละลายมีความเข้มข้นที่เหมาะสมตามความต้องการ ระบบการจ่ายสารละลายที่เหมาะสมลดการใช้พลังงาน และลดการสะสมของไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ในโรงงานปลูกพืชต้นทุนต่ำ (Low Cost Plant Factory) เพื่อลดการใช้พลังงานแสงจากไฟฟ้า จะลดต้นทุนการผลิต ทำให้เกษตรกรทั่วไป สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ดังกล่าวได้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ โดยการแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกร จะเป็นการพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษของประเทศและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักในอนาคตของประเทศต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

กรมวิชาการเกษตร

1) เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ (Ice plant) ในระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique (NFT) และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

2) เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ที่เหมาะสม สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ ในระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique (NFT) และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

3) เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

4) เพื่อให้ได้วิธีการปลูก และพันธุ์บัวบกที่ให้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับบริโภคสด และเหมาะสมสำหรับการปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

5) เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และ ทดสอบเทคโนโลยีระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติของเกษตรกร

6) เพื่อศึกษารูปแบบของท่อนำแสงที่เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารสำหรับการเพาะปลูกพืชในระบบการปลูกในอาคารโดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแสงสว่างผ่านท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร นำไปออกแบบและติดตั้งระบบท่อนำแสงที่เหมาะสมในอาคารทดลองปลูกพืช

โดยศึกษาการปลูกพืชในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม โดยศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหาร เพื่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ และยังคงคุณภาพผลผลิตที่ดี ศึกษาวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ เน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรค แมลง และวัชพืช ศึกษาหารูปแบบ สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ และบัวบกในแนวดิ่ง ในระบบหมุนเวียนธาตุอาหารแบบ NFT และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารในวัสดุปลูก โดยใช้ความหนาแน่นต้น และค่า EC ที่เหมาะสม เพื่อให้ผลตอบแทนสูงสุด คัดเลือกพันธุ์บัวบกที่เหมาะสมสำหรับปลูกในอาคารเพื่อการบริโภค หรือเพื่ออุตสาหกรรมอื่น ศึกษาวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ ในอาคาร เพื่อลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ และเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรในโอกาสต่อไป ศึกษาการใช้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ และศึกษาการใช้แสงธรรมชาติจากท่อนำแสงมาใช้ในอาคารปลูกพืชที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกันเพื่อป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือนแพร่หลายในประเทศไทย ในหลายประเทศได้ทำการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม จึงได้ศึกษารูปแบบการผลิตพืชผักแบบแนวดิ่งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เพื่อพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัย เพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิต วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อลดการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และศึกษารูปแบบของท่อนำแสงที่เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร เพื่อลดการใช้แสงเทียม ผลการศึกษาในโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม สรุปได้ว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ใช้ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหารพืช Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสดและสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร ได้พันธุ์บัวบกที่เหมาะสม สำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืชโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 2 สายพันธุ์ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ได้พันธุ์บัวบกเหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร 1 สายพันธุ์ การศึกษาโครงการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรม และอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย และได้ออกแบบระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช สร้างอุปกรณ์ และติดตั้งท่อนำแสงอาทิตย์จากภายนอกอาคาร เพื่อให้แสงสว่างแก่การปลูกพืชในอาคาร เปรียบเทียบกับการใช้แสงธรรมชาติภายนอกอาคาร ผลการทดลองพบว่า อุปกรณ์ควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติที่ได้ออกแบบ สามารถใช้ทดแทนระบบการผสมสารละลายด้วยตนเองได้ สลัด 2 พันธุ์ มีขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน และการออกแบบและพัฒนาระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช พบว่า ท่อนำแสงธรรมชาติที่ได้ออกแบบนั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ และสามารถประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงร่วมกับการใช้แสงเทียมในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดหรือในอาคารได้

Abstract

Climate change affect agricultural production. The growing crop under protected cultivation is to protect them from adverse environmental conditions. It offers several advantages. At present, the technology of plant production under greenhouse conditions has been widely used in Thailand. Nowadays, the cultivation of plants under controlled

environments is present in many countries. The objectives were study on vegetables production grown indoor vertical farming which was not controlled environment conditions in order to increase the yield and reduce the production costs. And to develop a solution concentration control system with automatic control equipment. The concentration is controlled and the ratio of the solution is adjusted appropriately to decrease nitrate residues on vegetable produce and study on an optical tube suitable to bringing natural light into the building for decreasing the use of artificial light. The results from the research and development technology of vegetables production under controlled environment project. We conclude that both nutrient solutions derived from aqueous extraction of chicken manure compost mixing with Photosynthetic bacteria solution and all nutrient solution formulas can use for Pennywort (*Centella asiatica* Linn. Urban) production. Wanshi nutrient solution could be recommended for growing as a leafy vegetable. Enshi nutrient solution and Sum vegetables nutrient solution might be suggested for growing Pennywort as a medicinal herb. There are 2 varieties of Pennywort that suitable for grown indoor vertical cultivation which were not controlled temperature and humidity. They have a long petiole, large leaf, tender vine and leaves, have good taste, have no bitter taste that recommended for a leafy vegetable production. Chumphon variety is recommended plants for medicinal purposes. The research and development of automatic fertilizer control equipment and solar tube system for indoor plant production. We were designed and build a device for an automated solution concentration control system by developing a program and a solution concentration control and designed a natural light duct system into the building by designing, constructing, and installing a solar tube from the outside of the building to illuminate the plant growing in the building compared to using the natural light outside the building. The results showed that an automated solution concentration control system can replace the self-mixing solution. The canopy width of 2 salad varieties were quite similar. We were found that the using of natural solar tube is beneficial for indoor illumination, helps reduce the cost of using electricity and it can be applied to the solar tube system together with the use of artificial lighting for growing plants in EVAP greenhouses or in the building.

กรมวิทยาศาสตร์

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม

Research and Development Technology of Vegetables Production under Controlled Environment

จีรภา ออสติน อารีวรรณ ฉิมทับ ภัทรพร ศรีวราพันธุ์ วุฒิพล จันทร์สระคู อรพิน หนูทอง

Jirapa Austin Areewan Chimthup Pattaraporn Sriwarapan Wuttiphol Chansrakoo Orapin Noothong

คำสำคัญ : ระบบอินทรีย์ การปลูกพืชในแนวตั้ง การปลูกพืชในอาคาร โรงงานปลูกพืช บัวบก ปุ๋ยหมักมูลไก่ สารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ สารละลายธาตุอาหาร การปลูกพืชไม่ใช้ดิน ไฮโดรโปนิกส์ การควบคุมจ่ายปุ๋ย

Key words : Organic system, Vertical farming production, Indoor vertical farming, Plant factory, Gotu Kola, Pennywort, Chicken manure compost, Organic nutrient solution, Nutrient, solution Soilless culture, Hydroponics, fertilizer control

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกันเพื่อป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือนแพร่หลายในประเทศไทย ในหลายประเทศได้ทำการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม โครงการนี้จึงศึกษารูปแบบการผลิตพืชผักแบบแนวดิ่งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เพื่อพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัย เพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิต ทำการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพังงา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2564 ระยะเวลา 2 ปี การผลิตบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ สรุปได้ว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ใช้ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงผสมในสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกบัวบกได้ การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม พบว่า สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหารพืช Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด และสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร การคัดเลือกพันธุ์บัวบก พบว่า บัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) เป็นพันธุ์บัวบกที่เหมาะสม สำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืชโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนบัวบกพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และการศึกษาการปลูกไอซ์ แพลนท์ ที่เป็นพืชใหม่ มีมูลค่าสูง และเป็นพืชผัก

กรมวิชาการเกษตร

ที่มีศักยภาพการผลิตในอาคาร ไม่ประสบผลสำเร็จ อาจเป็นผลเนื่องจากเป็นเมล็ดนำเข้าจากประเทศจีน ทำให้ต้นพืชไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในห้องปลูกเลี้ยงที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้

Abstracts

Climate change affect agricultural production. The growing crop under protected cultivation is to protect them from adverse environmental conditions. It offers several advantages. At present, the technology of plant production under greenhouse conditions has been widely used in Thailand. Nowadays, the cultivation of plants under controlled environments is present in many countries. The objectives were study on vegetables production grown indoor vertical farming which was not controlled environment conditions in order to increase the yield and reduce the production costs. The experiments were conducted at Phang Nga Agricultural Research and Development Center and Phuket Agricultural Research and Development Center during October, 2019-September, 2021 for two-year duration. The study of organic nutrient solution on growth and yield of Pennywort (*Centella asiatica* Linn. Urban) in substrate grown indoor vertical farming was concluded that, both nutrient solutions derived from aqueous extraction of chicken manure compost mixing with Photosynthetic bacteria solution were suitable for Pennywort. The study on the optimum nutrient solution for Pennywort production grown in substrate to increase productivity. According to the results, all nutrient solution formulas can use for growing Pennywort. Wanshi nutrient solution could be recommended for growing as a leafy vegetable. Enshi nutrient solution and Sum vegetables nutrient solution might be suggested for growing Pennywort as a medicinal herb. The study on the optimum variety of Pennywort. Based on the results, Nakhon Si Thammarat (Suprap) and Nakhon Si Thammarat (Porn) varieties are suitable for growing Pennywort. They have a long petiole, large leaf, tender vine and leaves, have good taste, have no bitter taste that recommended for a leafy vegetable production. Chumphon variety is recommended plants for medicinal purposes. Because of their higher content of phenolic compounds and the antioxidant activity. But the studies on the new technologies of Ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum*) production which is the new plant with high value and have a potential for indoor vertical farming were not successful. Due to its seeds were imported from China. So that, the

กรมวิชาการเกษตร

plant is unable adapted to the environment conditions in growing room where without controlled temperature and humidity.

บทนำ (Introduction)

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกันเพื่อป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ที่มีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น สามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ สามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิต ปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง ปลูกนอกฤดูกาล และผลผลิตมีคุณภาพ เพิ่มผลตอบแทนต่อพื้นที่ให้แก่เกษตรกร การเก็บเกี่ยวเร็ว ระยะการเก็บเกี่ยวนาน ลดการใช้ปุ๋ย รวมถึงเน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรคแมลงและวัชพืช ปัจจุบันสินค้าด้านการเกษตรมีการแข่งขันที่สูง ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดและมีความสามารถในการแข่งขัน จะต้องเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยอยู่ในระดับมาตรฐาน การผลิตภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือน ได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ในหลายประเทศได้ทำการการปลูกพืชในระบบปิดหรือการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม

โรงงานปลูกพืช (plant factory) เป็นเทคโนโลยีใหม่ของการปลูกเลี้ยงพืชภาพใต้สภาพป้องกัน ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายใน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ก๊าซคาร์บอนไดออไซด์ และแสง สามารถผลิตได้ผลผลิตและคุณภาพสูง แต่ต้นทุนในการดำเนินการสูง ดังนั้นควรเลือกชนิดพืช หรือพันธุ์พืช ที่มีช่วงเวลาการผลิตที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มรายได้สูงสุด

โรงเรือนปลูกพืชทดลองของมหาวิทยาลัยแห่งชาติเจจู ประเทศเกาหลีใต้ มีสารละลายธาตุอาหารสูตร Wanshi สำหรับปลูกผักใบทั่วไป รวมถึงสารละลายธาตุอาหารสูตร Sum vegetables สำหรับปลูกผักที่นิยมใช้สำหรับห่ออาหารเพื่อรับประทานสดแบบเกาหลี และสารละลายที่ใช้สำหรับปลูกเลี้ยง Ice plant

ปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกพืชภายใต้สภาพโรงเรือนหลังคาพลาสติกกันอย่างแพร่หลาย พบว่า เกษตรกรประสบปัญหา การระบาดของโรค และโรงเรือนที่มีจำหน่ายในปัจจุบันยังมีการสะสมความร้อน ทำให้ไม่สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี เกษตรกรผู้ปลูกซื้อปุ๋ยที่ใช้ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบสำเร็จรูป ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง มีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยที่มีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในผลผลิตผัก เกี่ยวกับการบริโภคผักที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร โดยเฉพาะเรื่องการสะสมของไนเตรท ดังนั้น จึงได้ศึกษารูปแบบการผลิตพืชในแนวตั้งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยการเลือกพืช ไอซ์ แพลนท์ ซึ่งเป็นพืชผักที่มีศักยภาพการผลิตในอาคาร และการผลิตใบบัวบก ซึ่งเป็นพืชผักสมุนไพรที่ประสบกับปัญหาการตกค้างของสารเคมี รวมถึงวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมกับการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือน ที่จะช่วยควบคุมให้สารละลายมีความเข้มข้นที่เหมาะสมตามความต้องการ ระบบการจ่ายสารละลายที่เหมาะสมลดการใช้พลังงาน และลดการสะสมของไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ในโรงงานปลูกพืชต้นทุนต่ำ (Low Cost Plant Factory) เพื่อลดการใช้พลังงานแสงจากไฟฟ้า จะลดต้นทุนการผลิต ทำให้

กรมวิชาการเกษตร

เกษตรกรทั่วไป สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ดังกล่าวได้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ โดยการแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกร จะเป็นการพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษของประเทศ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักในอนาคตของประเทศต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1) เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ (Ice plant) ในระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique (NFT) และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

2) เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ที่เหมาะสม สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ ในระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique (NFT) และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

3) เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

4) เพื่อให้ได้วิธีการปลูก และพันธุ์บัวบกที่ให้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับบริโภคสด และเหมาะสมสำหรับการปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ

5) เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และ ทดสอบเทคโนโลยีระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติของเกษตรกร

6) เพื่อศึกษารูปแบบของท่อนำแสงที่เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารสำหรับการเพาะปลูกพืชในระบบการปลูกในอาคารโดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแสงสว่างผ่านท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร นำไปออกแบบและติดตั้งระบบท่อนำแสงที่เหมาะสมในอาคารทดลองปลูกพืช

โดยศึกษาการปลูกพืชในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม โดยศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหาร เพื่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ และยังคงคุณภาพผลผลิตที่ดี ศึกษาวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ เน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรค แมลง และวัชพืช ศึกษาหารูปแบบ สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ และบัวบกในแนวดิ่ง ในระบบหมุนเวียนธาตุอาหารแบบ NFT และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารในวัสดุปลูก โดยใช้ความหนาแน่นต้น และค่า EC ที่เหมาะสม เพื่อให้ผลตอบแทนสูงสุด คัดเลือกพันธุ์บัวบกที่เหมาะสมสำหรับปลูกในอาคารเพื่อการบริโภค หรือเพื่ออุตสาหกรรมอื่น ศึกษาวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ ในอาคาร เพื่อลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ และเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรในโอกาสต่อไป ศึกษาการใช้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ และศึกษาการใช้แสงธรรมชาติจากท่อนำแสงมาใช้ในอาคารปลูกพืชที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.ศึกษาการใช้สารละลายธาตุอาหารพืช และสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ (Ice plant) และบัวบกบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ โดยการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชที่เตรียมจากปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ได้แก่ สารละลายธาตุอาหาร Wanshi Sum vegetables และ Enshi และการใช้สารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ ที่เตรียมจากมูลไก่หมัก 2 สูตร ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ปลูกตามกรรมวิธี บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต วิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผลผลิต ปริมาณธาตุอาหารพืช และการทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในบัวบก โดยการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) และค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging assay)

2.การคัดเลือกพันธุ์บัวบก โดยรวบรวมพันธุ์บัวบกจากพื้นที่แปลงเกษตรกรจากแหล่งปลูกต่างๆ นำไปปลูกในระบบบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช ใช้แกลบดิบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 ส่วน เป็นวัสดุปลูก โดยการใช้แสงเทียม ปลูกตามกรรมวิธี บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต วิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผลผลิต ปริมาณธาตุอาหารพืช คุณค่าทางโภชนาการ และการทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในบัวบก โดยการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) และค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging assay)

3. พัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรมและออกแบบอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายและการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติ ในการปลูกพืชในโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ บันทึกข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต

4. การออกแบบ สร้างอุปกรณ์ และติดตั้งท่อนำแสงอาทิตย์จากภายนอกอาคาร ในพื้นที่ที่กำหนดหรือในห้องปลูกพืชที่กำหนดไว้สำหรับการทดสอบปลูกพืชแนวตั้งในอาคาร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช และข้อมูลของแสงที่ใช้ปลูก

ผลของสารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

กรรมวิธีที่ 5 สารละลายธาตุอาหาร Enshi เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองในอาคาร (ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (ดัดแปลงจาก Choi et al., (2001) และใช้พัดลมเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในห้อง) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต โดยปฏิบัติดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

- การเตรียมสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก

1. การเตรียมมูลไก่หมักสูตร 1 มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 20 กิโลกรัม มูลไก่หมักสูตร 2 มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 10 กิโลกรัม และแหนแดงแห้ง 10 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากัน ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ 150-200 กรัม ผสมน้ำ 20 ลิตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ราดบนกองวัสดุ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10-15 วัน ใช้อัตราส่วนมูลไก่หมัก สูตร 1 : น้ำ เท่ากับ 1:5 ส่วน ผสมหมักเป็นเวลา 14 วัน โดยคนส่วนผสมในวันที่ 7 และ 14 หลังจากนั้น ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วใช้น้ำที่ได้มาใช้ในการปลูกในระบบ [ดัดแปลงจาก Koné et al., (2010)]

2. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 และ สูตร 2 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ใช้อัตราส่วน มูลไก่หมัก:น้ำ เท่ากับ 1:5 ส่วน ใส่แบคทีเรียสังเคราะห์แสง อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ผสมหมักเป็นเวลา 14 วัน คนส่วนผสมในวันที่ 7 และ 14 หลังจากนั้น ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วใช้น้ำที่ได้มาใช้ในการปลูกในระบบ

ปลูกโดยใช้ต้นพันธุ์บัวบกที่ปลูกเป็นการค้าในพื้นที่ภาคใต้ นำไปปลูกในระบบบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช ใช้แกลบดิบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 ส่วน เป็นวัสดุปลูก โดยการใช้แสงเทียม ระดับความเข้มแสง 150 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ระยะเวลาให้แสง 12 ชั่วโมง โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ใช้สารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ตามกรรมวิธี และใช้สารละลายธาตุอาหาร Enshi เป็นตัวเปรียบเทียบ ให้ค่า EC 2.0 $dS.m^{-1}$ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-6.5 โดยใช้ potassium hydroxide (KOH) หรือ phosphoric acid (H_3PO_4) ในการปรับค่า pH เมื่อต้องการ เก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่ออายุ 3 เดือน หลังปลูก

ผลของสารละลายธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร

วางแผนการทดลองแบบ RCB 8 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร Wanshi

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหาร Enshi เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองในอาคาร (ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (ดัดแปลงจาก Choi et al., (2001) และใช้พัดลมเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในห้อง) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต โดยปฏิบัติดังนี้

ปลูกโดยใช้ต้นพันธุ์บัวบกที่ปลูกเป็นการค้าในพื้นที่ภาคใต้ นำไปปลูกในระบบบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช ใช้แกลบดิบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 ส่วน เป็นวัสดุปลูก โดยการใช้แสงเทียม ระดับความเข้มแสง 150 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ระยะเวลาให้แสง 12 ชั่วโมง โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ใช้สารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ตามกรรมวิธี และใช้สารละลายธาตุอาหาร Enshi เป็นตัวเปรียบเทียบ ให้ค่า EC 2.0 $dS.m^{-1}$ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-6.5 โดยใช้ potassium hydroxide (KOH) หรือ phosphoric acid (H_3PO_4) ในการปรับค่า pH เมื่อต้องการ เก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่ออายุ 3 เดือน หลังปลูกทำการทดลอง 2 ครั้ง

การคัดเลือกพันธุ์บัวบกที่เหมาะสมสำหรับปลูกในอาคาร

วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พันธุ์บัวบก จากชุมพร

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 2 พันธุ์บัวบก จากนครศรีธรรมราช (พร)

กรรมวิธีที่ 3 พันธุ์บัวบก จากนครศรีธรรมราช (สุภาพ)

กรรมวิธีที่ 4 พันธุ์บัวบก จากนครศรีธรรมราช (3)

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองในอาคาร (ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (ดัดแปลงจาก Choi et al., (2001) และใช้พัดลมเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในห้อง) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต โดยปฏิบัติดังนี้

รวบรวมพันธุ์บัวบกจากพื้นที่แปลงเกษตรกรจากแหล่งปลูกต่างๆ นำไปปลูกในระบบบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช ใช้แกลบดิบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 ส่วน เป็นวัสดุปลูก โดยการใช้แสงเทียมระดับความเข้มแสง 150 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ระยะเวลาให้แสง 12 ชั่วโมง โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ใช้สารละลายธาตุอาหาร Enshi ในการทดลองครั้งที่ 1 ปี 2563 และปี 2564 ใช้สารละลายธาตุอาหาร Wanshi .ในการทดลองครั้งที่ 2 ปี 2564 ให้ค่า EC 2.0 $dS.m^{-1}$ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-6.5 โดยใช้ potassium hydroxide (KOH) หรือ phosphoric acid (H_3PO_4) ในการปรับค่า pH เมื่อต้องการ เก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่ออายุ 3 เดือน

การผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ ในอาคาร

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร จากกิจกรรมที่ 1.1 จากการทดลองที่ 3 + NaCl 500 mM เมื่ออายุ 5 สัปดาห์หลังเพาะกล้า+ NaCl 400 mM หลังออกดอก

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหาร จากกิจกรรมที่ 1.1 จากการทดลองที่ 4 + NaCl 500 mM เมื่ออายุ 5 สัปดาห์หลังเพาะกล้า+ NaCl 400 mM หลังออกดอก

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหาร จากกิจกรรมที่ 1.1 จากการทดลองที่ 3

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายธาตุอาหาร จากกิจกรรมที่ 1.1 จากการทดลองที่ 4

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองในอาคาร (ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (ดัดแปลงจาก Choi et al., 2001) ระดับความเข้มแสง 120-200 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$ ให้แสง 12 ชั่วโมง (Cha et al., 2014) และใช้พัดลมเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในห้อง) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต โดยปฏิบัติดังนี้

เพาะกล้าผลิตไอซ์ แพลนท์ เมื่ออายุ 1 เดือนหลังงอก นำไปปลูกในระบบ โดยใช้ขุยมะพร้าวผสมกาบมะพร้าวสับ (หรืออาจใช้แกลบดิบ) อัตราส่วน 2:1 ระยะปลูก 15x15 ซม. ใช้สารละลายธาตุอาหารพืชตามกรรมวิธีให้ค่า EC 0.5 $dS.m^{-1}$ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-6.5 โดยใช้ potassium hydroxide (KOH) หรือ phosphoric acid (H_3PO_4) ในการปรับค่า pH เมื่อต้องการ

การผลิตไอซ์ แพลนท์ด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์บนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 5 สารละลายธาตุอาหาร Enshi เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองในอาคาร (ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (ดัดแปลงจาก Choi et al., 2001) ระดับความเข้มแสง 120-200 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$ ให้แสง 12 ชั่วโมง (Cha et al., 2014) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต โดยปฏิบัติดังนี้

เพาะกล้าไอซ์ แพลนท์ เมื่ออายุ 1 เดือนหลังงอก นำไปปลูกในระบบ โดยใช้ขุยมะพร้าวผสมกาบมะพร้าวสับ (หรืออาจใช้แกลบดิบ) อัตราส่วน 2:1 ระยะปลูก 15x15 เซนติเมตร. ใช้สารละลายธาตุอาหารพืชตามกรรมวิธีให้ค่า EC 0.5 $dS.m^{-1}$ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-6.5 โดยใช้ potassium hydroxide (KOH) หรือ phosphoric acid (H_3PO_4) ในการปรับค่า pH เมื่อต้องการ

- การเตรียมสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก

1. การเตรียมมูลไก่หมักสูตร 1 และสูตร 2 (ดัดแปลงจากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรกรมพัฒนาที่ดิน) ผสมให้เข้ากัน ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ 150-200 กรัม ผสมน้ำ 20 ลิตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ราดบนกองวัสดุ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10-15 วัน ใช้อัตราส่วน มูลไก่หมัก:น้ำ เท่ากับ 1:5 ส่วน ผสมหมักเป็นเวลา 14 วัน โดยคนส่วนผสมในวันที่ 7 และ 14 หลังจากนั้น ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วใช้น้ำที่ได้มาใช้ในการปลูกในระบบ [ดัดแปลงจาก Koné et al., (2010)]

2. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 และ สูตร 2 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ใช้อัตราส่วน มูลไก่หมัก:น้ำ เท่ากับ 1:5 ส่วน ใส่แบคทีเรียสังเคราะห์แสง (*Rhodopseudomonas capsulate*) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ผสมหมักเป็นเวลา 14 วัน คนส่วนผสมในวันที่ 7 และ 14 หลังจากนั้น ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วใช้น้ำที่ได้มาใช้ในการปลูกในระบบ

การผลิตไอซ์ แพลนท์ ด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร

ทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร Enshi

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหาร Wanshi

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายธาตุอาหาร Ice plant เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองในอาคาร (ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (ดัดแปลงจาก Choi et al., 2001) ระดับความเข้มแสง 120-200 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$ ให้แสง 12 ชั่วโมง (Cha et al., 2014) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต โดยปฏิบัติดังนี้

เพาะกล้าผลิตไอซ์ แพลนท์ เมื่ออายุ 1 เดือนหลังงอก นำไปปลูกในระบบ โดยใช้ขุยมะพร้าวผสมกาบมะพร้าวสับ (หรืออาจใช้แกลบดิบ) อัตราส่วน 2:1 ระยะปลูก 15x15 ซม. ใช้สารละลายธาตุอาหารพืชตามกรรมวิธีให้ค่า EC 0.5 $dS.m^{-1}$ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0-6.5 โดยใช้ potassium hydroxide (KOH) หรือ phosphoric acid (H_3PO_4) ในการปรับค่า pH เมื่อต้องการ

การบันทึกข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร

1.บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความสูงต้น ความกว้างใบ น้ำหนักต้นแห้ง จำนวนใบ และจำนวนไหล

2.การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผลผลิต ปริมาณธาตุอาหารพืช คุณค่าทางโภชนาการ และการทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในบัวบก โดยการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) และค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging assay)

ระยะเวลาและสถานที่ทำการวิจัย

เริ่มต้น ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564 ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพังงา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรภูเก็ต

ผลการวิจัย (Results)

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi ซึ่งเป็นวิธีเปรียบเทียบ มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบกสูงที่สุด และมากกว่าการปลูกโดยให้สารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 สูตร และการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบกมากที่สุด การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบก ไม่แตกต่างกัน แต่จะเห็นได้ว่า การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ใช้มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 20 กิโลกรัม ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ให้น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อต้นและจำนวนไหลมากกว่าการปลูกด้วยสารละลายอินทรีย์ชนิดอื่น ผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ใช้มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 10 กิโลกรัม และแหนแดงแห้ง 10 กิโลกรัม ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด แต่ผลวิเคราะห์จากศูนย์บริการวิชาการเกษตรและอาหารอันดามัน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยวิธีเดียวกัน พบว่า ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมาก และการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่าการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi ผลจากการทดลองครั้งนี้ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง สามารถใช้ปลูกบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืชโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ควรมีการเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์ในสารละลายธาตุอาหาร หรือในการทำปุ๋ยมูลไก่หมัก ในกรณีจะปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารพืช พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi ทั้ง 2 ครั้ง บัวบกมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมาก รองลงมา คือ การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร

ระบบการเกษตร

Sum vegetables การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผลผลิตจาก 2 สถานที่ ให้ผลสอดคล้องกัน โดยบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด แต่มีปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมน้อยที่สุด การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด และการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้ปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปรนิกส์ในอาคารได้ โดยบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารพืช Wanshi เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคสด เนื่องจากมีปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผลผลิตต่ำที่สุด ส่วนสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดและสารต้านอนุมูลอิสระสูง

การคัดเลือกพันธุ์บัวบกที่เหมาะสมสำหรับปลูกในอาคาร ผลจากการศึกษา ปี 2563 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ให้น้ำหนักสดต่อต้น และน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีความสูงต้น และมีจำนวนไหลมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีความกว้างใบมากที่สุด พันธุ์ชุมพร มีจำนวนใบมากที่สุด ผลจากการศึกษา ปี 2564 ครั้งที่ 1 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) ให้น้ำหนักสดต่อต้น ความสูงต้น และความกว้างใบมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) ให้น้ำหนักต้นแห้ง มีจำนวนใบมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีจำนวนไหลมากที่สุด ผลจากการศึกษา ปี 2564 ครั้งที่ 2 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) ให้น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักต้นแห้งสูงสุด จำนวนใบ และจำนวนไหลมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีความสูงต้น และความกว้างใบมากที่สุด ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบก จากผลการวิเคราะห์ จากกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร โดยวิธี Salicylic Acid Method พบว่า ผลผลิตพันธุ์ชุมพร มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และผลผลิตพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีปริมาณไนเตรทน้อย สอดคล้องกับผลวิเคราะห์จากศูนย์บริการวิชาการเกษตรและอาหารอันดามัน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต คุณค่าทางโภชนาการของบัวบก พบว่า พันธุ์ชุมพร มีความชื้นต่ำสุด แต่มีคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีความชื้น และโปรตีนสูงสุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีเถ้าสูงสุด และพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีไขมัน และเยื่อใยทั้งหมดสูงสุด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระของบัวบก พบว่า พันธุ์ชุมพร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ผลผลิตพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีปริมาณไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมมากที่สุด แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด พันธุ์ชุมพร มีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด จากการทดลองจะเห็นว่า พันธุ์บัวบกจากจังหวัดนครศรีธรรมราช จัดอยู่ในกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่ และพันธุ์ชุมพรจัดอยู่ในกลุ่มที่มีใบขนาดเล็ก จากการทดลองชิมรสชาติ ยังพบว่าพันธุ์บัวบกจากจังหวัดนครศรีธรรมราช นอกจากจะมีขนาดลำต้นสูงใหญ่ และขนาดใบใหญ่แล้ว ในส่วนของเถา และใบกรอบ ไม่เหนียว

กรมวิชาการเกษตร

รสชาติดี ไม่มีรสขม โดยบัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง และผลผลิตจะมีปริมาณไนเตรทต่ำกว่าบัวบกพันธุ์ชุมพรและพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ซึ่งเหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนบัวบกพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

การศึกษาการปลูกไอซ์ แพลนท์ ที่เป็นพืชใหม่ มีมูลค่าสูง และเป็นพืชผักที่มีศักยภาพการผลิตในอาคาร จากผลการดำเนินงานทั้ง 3 การทดลอง พบว่า การเพาะกล้า ในวัสดุเพาะกล้าที่ผสมพีสมอสกับเพอร์ไลท์ ต้นกล้างอกดี แต่เมื่องอกไปได้ระยะหนึ่ง จะทยอยเหี่ยวตายไป จึงได้ดำเนินการเพาะกล้าในวัสดุเพาะกล้า Rockwool ต้นกล้างอกดี แต่เหี่ยวตายไปอีกครั้ง จึงได้ย้ายกล้าที่เหลือลงวัสดุปลูก ก็ทยอยตายไป อาจเป็นผลเนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นเมล็ดนำเข้าจากประเทศจีน ทำให้ต้นพืชไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในห้องปลูกเลี้ยง ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้

ผลการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติ โดยติดตั้งในโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์แบบหลังคาจั่ว (แบบ ก.ไก่) ขนาด 2.5 x 7.0 เมตร ผลการวัดการเจริญเติบโต พบว่า ในระบบปกติที่ผสมสารละลายด้วยตนเอง ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของสลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 17.52 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 20.07 เซนติเมตร ส่วนในระบบที่ให้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ สลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 19.11 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 19.43 เซนติเมตร

ผลการทดสอบระบบการใช้งานท่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาของอาคารนำแสงเข้าในห้องทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 30 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด/พื้นที่ 9 ตารางเมตร เปรียบเทียบวัสดุเคลือบท่อนำแสง 2 ชนิด คือ อลูมิเนียม และสังกะสี ซึ่งผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า แสงไม่เพียงพอและต้องเพิ่มขำนวนท่อนำแสงเป็น 4 ชุดต่อพื้นที่ 9 ตารางเมตร ไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตพืชผักสลัดได้ เนื่องจากแสงแดดที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการพืช ทำให้ต้นกล้าบางต้นยืดและตาย

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ โดยใช้สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร คือ สูตร 1 ใช้มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 20 กิโลกรัม และสูตร 2 มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 10 กิโลกรัม และแหนแดงแห้ง 10 กิโลกรัม ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง สามารถใช้ปลูกบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ แต่ควรมีการเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์ ในกรณีจะปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์ สารละลายธาตุอาหารพืช 3 ชนิด ได้แก่ Wanshi Sum vegetables และ Enshi สามารถใช้ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด ส่วนสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร บัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกในแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช และไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบ

กรมวิชาการเกษตร

กรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร

การศึกษาการปลูกไอซ์ แพลนท์ ซึ่งเป็นพืชใหม่ นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้ง 3 การทดลอง พบว่า การเพาะกล้า ในวัสดุเพาะกล้าที่ผสมพีสมอสกับเพอร์ไลท์ ต้นกล้างอกดี แต่เมื่องอกไปได้ระยะหนึ่ง จะทยอยเหี่ยวตายไป อาจเป็นผลเนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นเมล็ดนำเข้าจากประเทศจีน ทำให้ต้นพืชไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในห้องปลูกเลี้ยง ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้

การปลูกผักสลัด 2 สายพันธุ์ ในโรงเรือนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติที่ได้ออกแบบ สามารถใช้ทดแทนระบบการผสมสารละลายด้วยตนเองได้ โดยสลัดทั้ง 2 พันธุ์ มีขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน และการออกแบบและพัฒนาระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช พบว่า ท่อนำแสงธรรมชาติที่ได้ออกแบบนั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ และสามารถประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงร่วมกับการใช้แสงเทียมในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดหรือในอาคารได้

อภิปรายผล (Discussion)

การศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi ที่เป็นวิธีการเปรียบเทียบ มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบกมากที่สุด การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบก ไม่แตกต่างกัน แต่จะเห็นได้ว่า การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ใช้มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 20 กิโลกรัม ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ให้น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อต้นและจำนวนไหลมากกว่าการปลูกด้วยสารละลายอินทรีย์ชนิดอื่น ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบก จากผลการวิเคราะห์ จากกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร โดยวิธี Salicylic Acid Method พบว่า ผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ใช้มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 10 กิโลกรัม และแหนแดงแห้ง 10 กิโลกรัม ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด เท่ากับ 464.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์จากศูนย์บริการวิชาการเกษตรและอาหารอันดามัน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยวิธีเดียวกัน พบว่า ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระของบัวบก พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมาก และการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่าการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi

สงวนลิขสิทธิ์

การศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร ผลการศึกษา การปลูกครั้งที่ 1 เก็บผลผลิต 28 เมษายน 2564 พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตบัวบกมาก รองลงมา คือ การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables การปลูกครั้งที่ 2 เก็บผลผลิต 10 พฤศจิกายน 2564 พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกันกับการทดลองครั้งที่ 1 โดยการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบกมากที่สุด ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบก จากผลการวิเคราะห์ จากกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร โดยวิธี Salicylic Acid Method พบว่า ผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด สอดคล้องกับการวิเคราะห์จากศูนย์บริการวิชาการเกษตรและอาหารอันดามัน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระของบัวบก พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด รองลงมา คือ การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables และสารละลายธาตุอาหาร Wanshi การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมา คือ การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi และสารละลายธาตุอาหาร Enshi ผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด แต่มีปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมน้อยที่สุด การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด และการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด

การคัดเลือกพันธุ์บัวบกที่เหมาะสมสำหรับปลูกในอาคาร ผลจากการศึกษา ปี 2563 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ให้น้ำหนักสดต่อต้น และน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีความสูงต้น และมีจำนวนไหลมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีความกว้างใบมากที่สุด พันธุ์ชุมพร มีจำนวนใบมากที่สุด ผลจากการศึกษา ปี 2564 ครั้งที่ 1 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) ให้น้ำหนักสดต่อต้น ความสูงต้น และความกว้างใบมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) ให้น้ำหนักต้นแห้ง มีจำนวนใบมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีจำนวนไหลมากที่สุด ผลจากการศึกษา ปี 2564 ครั้งที่ 2 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) ให้น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักต้นแห้งสูงสุด จำนวนใบ และจำนวนไหลมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีความสูงต้น และความกว้างใบมากที่สุด ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบก จากผลการวิเคราะห์ จากกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร โดยวิธี Salicylic Acid Method พบว่า ผลผลิตพันธุ์ชุมพร มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และผลผลิตพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีปริมาณไนเตรทน้อย สอดคล้องกับผลวิเคราะห์จากศูนย์บริการวิชาการเกษตรและอาหารอันดามัน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต คุณค่าทางโภชนาการของบัวบก พบว่า พันธุ์ชุมพร มีความชื้นต่ำสุด ร้อยละ 91.08 ± 0.49 แต่มีคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ร้อยละ 5.93 พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีความชื้น และโปรตีนสูงสุด ร้อยละ 93.34 ± 0.29 และ 1.68 ± 0.01 ตามลำดับ พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีเถ้าสูงสุด ร้อยละ 1.00 ± 0.04 และพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

นครศรีธรรมราช (3) มีไขมัน และเยื่อใยทั้งหมดสูงสุด ร้อยละ 0.44 ± 0.01 และ 1.76 ± 0.57 ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระของบัวบก พบว่า พันธุ์ชุมพร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมา คือ พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ปริมาณธาตุอาหารของผลผลิตบัวบก พบว่า ผลผลิตพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีปริมาณไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมมากที่สุด แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด พันธุ์ชุมพร มีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด

การผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ ในอาคาร

การผลิตไอซ์ แพลนท์ด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์บนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร

การผลิตไอซ์ แพลนท์ ด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคาร

ไอซ์ แพลนท์ ที่เป็นพืชใหม่ มีมูลค่าสูง และเป็นพืชผักที่มีศักยภาพการผลิตในอาคาร จากผลการดำเนินงานทั้ง 3 การทดลอง พบว่า การเพาะกล้า ในวัสดุเพาะกล้าที่ผสมพีสมอสกับเพอร์ไลท์ ต้นกล้างอกดี แต่เมื่องอกไปได้ระยะหนึ่ง จะทยอยเหี่ยวตายไป จึงได้ดำเนินการเพาะกล้าในวัสดุเพาะกล้า Rockwool ต้นกล้างอกดี แต่เหี่ยวตายไปอีกครั้ง จึงได้ย้ายกล้าที่เหลือลงวัสดุปลูก ก็ทยอยตายไป อาจเป็นผลเนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นเมล็ดนำเข้าจากประเทศจีน ทำให้ต้นพืชไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในห้องปลูกเลี้ยง ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้

อภิปรายผล (Discussion)

การปลูกบัวบกด้วยสารสารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี บัวบกจะมีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดสูง แต่จะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าการปลูกด้วยสารละลายอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งการปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่าการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี จากการทดลองไม่ได้วิเคราะห์ปริมาณสาร Asiaticoside ซึ่งเป็นสาระสำคัญที่มีอยู่ในบัวบกตัวหนึ่ง บุษบาและรักเกียรติ (2560) ได้ศึกษาการให้ปุ๋ยอินทรีย์และเคมีในการปลูกบัวบกในดินทรายร่วน โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือน อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง จะทำให้บัวบกมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นสูงที่สุด แต่กลับพบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณ Asiaticoside ในส่วนแผ่นใบของบัวบกสูงที่สุด แต่จากรายงานของ ภาวิณี และคณะ (2562) ได้วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกที่ปลูกในระบบปลูกแบบอินทรีย์และเคมีในสภาพแปลง พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ 4 สัปดาห์ บัวบกมีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในขณะที่ชนิดของปุ๋ยไม่ส่งผลต่อปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ดี ผลจากการทดลองครั้งนี้ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสามารถใช้ปลูกบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ควรมี

กรมวิชาการเกษตร

การเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์ในสารละลายธาตุอาหาร หรือในการทำปุ๋ยมูลไก่หมัก ในกรณีจะปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์

ผลจากการทดลองจะพบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตบัวบกมากที่สุดทั้ง 2 ครั้ง มีปริมาณไนเตรทต่ำกว่าการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดน้อยที่สุด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงเป็นอันดับที่ 2 จากรายงานการปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปรนิกส์ เป็นครั้งแรกในวารสารวิชาการ Industrial Crops and Products โดย Prasad et al. (2012) ได้ทำการปลูกบัวบกในสารละลาย Hogland and Arnon's ดัดแปลง ปรับค่า pH 6.2 ± 0.4. ให้ผลผลิตบัวบกสดต่อต้น เท่ากับ 0.847 ± 0.521 กรัม และให้น้ำหนักแห้ง เท่ากับ 0.1943 ± 0.007 กรัม นอกจากนี้ยังแนะนำไว้ว่า การปลูกบัวบกเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านสมุนไพร ให้ได้ผลผลิตสะอาด และมีคุณภาพดี ควรปลูกในระบบไฮโดรโปรนิกส์ สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้ปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปรนิกส์ในอาคารได้ โดยบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารพืช Wanshi เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคสด เนื่องจากมีปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผลผลิตต่ำที่สุด ส่วนสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระสูง

การคัดเลือกพันธุ์บัวบก จะเห็นว่า บัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันมาก ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ ลลิตาและคณะ (2564) ที่รวบรวมพันธุ์บัวบกจาก 6 สถานที่ พบว่า บัวบกแต่ละตัวอย่างมีปริมาณสารไตรเทอร์ปีน สารประกอบฟีนอลิค และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน ซึ่งเป็นข้อมูลหนึ่งมาประกอบการพิจารณาการคัดลือกพันธุ์บัวบก ณัฐพงค์ และคณะ (2019) ได้จัดกลุ่มบัวบกตามขนาดใบได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีใบขนาดเล็ก และกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่มากกว่า 5 เซนติเมตร มีใบขนาดใหญ่จะมีความยาวก้านใบ ราก การแตกไหล และความยาวของก้านดอกที่มากกว่ากลุ่มใบที่มีขนาดเล็ก จากการทดลองจะเห็นว่า พันธุ์บัวบกจากจังหวัดนครศรีธรรมราช จัดอยู่ในกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่ และพันธุ์ชุมพรจัดอยู่ในกลุ่มที่มีใบขนาดเล็ก จากการทดลองชิมรสชาติ ยังพบว่าพันธุ์บัวบกจากจังหวัดนครศรีธรรมราช นอกจากจะมีขนาดลำต้นสูงใหญ่ และขนาดใบใหญ่แล้ว ในส่วนของเถา และใบกรอบ ไม่เหนียว รสชาติดี ไม่มีรสขม โดยบัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง และผลผลิตจะมีปริมาณไนเตรทต่ำกว่าบัวบกพันธุ์ชุมพรและพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ซึ่งเหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนบัวบกพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

จากการดำเนินงานศึกษาการปลูกไอซ์ แพลนท์ ซึ่งเป็นพืชใหม่ นำเข้าจากต่างประเทศ ไม่ประสบผลสำเร็จ อาจเป็นผลเนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นเมล็ดนำเข้าจากประเทศจีน ทำให้ต้นพืชไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในห้องปลูกเลี้ยงที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ โดยใช้สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร คือ สูตร 1 ที่ใช้มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 20 กิโลกรัม และสูตร 2 มูลไก่ไข่ 80 กิโลกรัม ผสมกับรำข้าว 10 กิโลกรัม และแหนแดงแห้ง 10 กิโลกรัม ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง สามารถใช้ปลูกบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ แต่ควรมีการเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์ ในกรณีจะปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์ สารละลายธาตุอาหารพืช 3 ชนิด ได้แก่ Wanshi Sum vegetables และ Enshi สามารถใช้ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด ส่วนสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร บัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกในแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช และไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร

จากผลการดำเนินงานศึกษาการปลูกไอซ์ แพลนท์ ซึ่งเป็นพืชใหม่ นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้ง 3 การทดลอง พบว่า การเพาะกล้า ในวัสดุเพาะกล้าที่ผสมพีสมอสกับเพอร์ไลท์ ต้นกล้างอกดี แต่เมื่องอกไปได้ระยะหนึ่งจะทยอยเหี่ยวตายไป จึงได้ดำเนินการเพาะกล้าในวัสดุเพาะกล้า Rockwool ต้นกล้างอกดี แต่เหี่ยวตายไปอีกครั้ง จึงได้ย้ายกล้าที่เหลือลงวัสดุปลูก ก็ทยอยตายไปเช่นเดิม

กรมวิชาการเกษตร

วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร

Research and development of automatic fertilizer control equipment and solar tube system for indoor plant production

วุฒิพล จันทร์สระคู สราวุฒิ ปานทน ธนพงศ์ แสนจุ้ม ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ เอกภาพ ป้านภูมิ ธนวัฒน์ ทิพย์ชิต อุทัย ธานี อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์

Wuttiphol Chansrakoo Sarawuth Parnthon Tanapong Sanchum Khanit Wannarong Akkaparp Panpoom Thanawat Thipchit Uthai Thani Anusorn Tiensirireok

คำสำคัญ : การปลูกพืชไม่ใช้ดิน ไฮโดรโปนิกส์ การควบคุมจ่ายปุ๋ย

Key words : Soilless culture, Hydroponics, fertilizer control

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และเพื่อศึกษารูปแบบของท่อนำแสงที่เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารสำหรับการเพาะปลูกพืชในระบบการปลูกในอาคาร ดำเนินการกิจกรรมที่ 1 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรม และอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย และกิจกรรมที่ 2 ออกแบบระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช โดยออกแบบ สร้างอุปกรณ์ และติดตั้งท่อนำแสงอาทิตย์จากภายนอกอาคาร เพื่อให้แสงสว่างแก่การปลูกพืชในอาคาร เปรียบเทียบกับการใช้แสงธรรมชาติภายนอกอาคาร ผลการทดลองพบว่า โรงเรือนไฮโดรโพนิกส์แบบหลังคาจั่ว หรือแบบฟันเลื่อย ขนาดกว้าง 2.1 เมตร ยาว 7.2 เมตร และสูง 2.5 เมตร ประกอบโครงสร้างโรงเรือนแบบน็อคดาวน์ มีช่องเปิดระบายอากาศด้านบนหลังคาจั่ว กว้าง 30 เซนติเมตร ตลอดแนวยาวโรงเรือน มุงหลังคาพลาสติกกันฝน ติดมุ้งกันแมลงรอบโรงเรือน วางโฟมรางปลูกแล้วปูพลาสติกสำหรับรองรับน้ำและสารละลาย ด้านหัวให้สูงกว่าด้านท้ายโรงเรือนเล็กน้อยเพื่อให้สารละลายไหลจากด้านหัวโรงเรือนกลับลงถังพัก ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติ ทำการปลูกผักสลัดทดสอบระบบ พบว่า ในระบบควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติ กรีนโอคมีค่าเฉลี่ยทรงพุ่ม 22.20 เซนติเมตร เรดโอคมีค่าเฉลี่ยทรงพุ่ม 26.00 เซนติเมตร ส่วนแบบปกติกรีนโอคมีค่าเฉลี่ยทรงพุ่ม 20.54 เซนติเมตร เรดโอคมีค่าเฉลี่ยทรงพุ่ม 23.50 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัด ในระบบควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติ กรีนโอคมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 148.16 กรัม เรดโอคมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 286.87 กรัม ส่วนแบบปกติกรีนโอคมีค่าเฉลี่ย

น้ำหนัก 301.92 กรัม เรดโอค 262.32 กรัม ส่วนการทดสอบระบบการใช้งานท่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาของอาคารนำแสงเข้าในห้องทดลอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 30 เซนติเมตร วัสดุที่เหมาะสำหรับสร้างท่อนำแสงคือ ท่ออลูมิเนียม มีการกระจายแสงได้ทั่วทั้งพื้นที่ตกกระทบ ห้องปลูกผักสลัดขนาด 9 ตารางเมตร เปรียบกับการใช้หลอดไฟ LED โดยสภาพแวดล้อมภายในอาคารหรือห้องทดลองปลูกผักสลัดมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ไม่แตกต่างจากภายนอกอาคาร และภายในโรงเรือนปลูกผักแบบโฮโดรโปนิกส์ ทั้งนี้ในการทดลองไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตพืชผักสลัดได้ เนื่องจากแสงแดดที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการพืช ทำให้ต้นกล้าบางต้นยืดและตาย จึงไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ท่อนำแสงธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ และสามารถประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงร่วมกับการใช้แสงเทียมในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดหรือในอาคารได้

Abstracts

The objective of this research and develop a solution concentration control system with automatic control equipment. The concentration is controlled and the ratio of the solution is adjusted appropriately to prevent nitrate residues in the produce and to study the form of an optical tube suitable for bringing natural light into the building for plant cultivation in the indoor growing system. Activity 1 design and build a device for an automated solution concentration control system by developing a program and a solution concentration control device to study the relevant factors for use in the solution concentration control, Activity 2 designing a natural light duct system into the plant building by designing, constructing, and installing a solar tube from the outside of the building to illuminate the plant growing in the building compared to using the natural light outside the building. The results showed that hydroponics sawtooth greenhouse with dimensions 2.1 m wide, 7.2 m long, and 2.5 m high. There is an opening for ventilation on the top of the gable roof, a width of 30 cm, along the length of the greenhouse, plastic roofing that prevents rain, attaching insect nets around the house, placing foam rails, and then laying plastic for supporting water and solution. The head side is slightly higher than the rear of the house to allow the solution to flow from the head side back into the tank. The results showed that the automatic fertigation system, average diameter of Green Oak 22.20 cm. and average diameter of Red Oak 26.00 cm. The normal system, average diameter of Green Oak 20.54 cm. and average diameter of Red Oak 23.50 cm. The results of compared with average weight. the automatic fertigation system, average weight of Green Oak 148.16 g. and average weight of Red Oak 286.87 g. The normal system, average weight of Green Oak 301.92 g. and average weight of Red Oak 262.32 g. As for the testing of the natural light guidance system from the roof of the building, the light was brought to the laboratory with a tube diameter of 30 cm.

กรมวิชาการเกษตร

The ideal material for building a light guide is an aluminum tube that distributes light throughout the space affecting the salad growing room of 9 square meters, compared to the use of LED lamps. The temperature and relative humidity were not different between inside the building or in the growing room and outside the building or inside the hydroponics greenhouse. There was not enough light in the growing room for plant light demand, some seedlings were stretched and died. Therefore, plant growth data could be not collected. However, the use of natural solar tube is beneficial for indoor illumination, helps reduce the cost of using electricity and it can be applied to the solar tube system together with the use of artificial lighting for growing plants in EVAP greenhouses or in the building.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกพืชภายใต้สภาพโรงเรือน และภายใต้หลังคาพลาสติกกันอย่างแพร่หลาย พบว่าเกษตรกรประสบปัญหา การระบาดของโรค และโรงเรือนที่มีจำหน่ายในปัจจุบันยังมีการสะสมความร้อน ทำให้ไม่สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี เกษตรกรผู้ปลูกซื้อปุ๋ยที่ใช้ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบสำเร็จรูป ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง การผลิตในระบบไฮโดรโปนิกส์นั้นจะมีความปลอดภัยในระบบการผลิตที่สะอาด และสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้ แต่ยังคงมีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อย ที่มีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในตัวผัก หรืออีกนัยหนึ่งคือมีความกังวลเกี่ยวกับการบริโภคผักที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร โดยเฉพาะเรื่องการสะสมของไนเตรท ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษาแนวทางการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ตลอดจนใช้องค์ความรู้ นวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าของการผลิตพืช โดยเน้นการผลิตปลอดภัย และส่งเสริมการใช้นวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า จึงได้ศึกษาเทคนิคต่างๆ ในการผลิตพืชผักโดยจะนำเทคโนโลยีที่มีการศึกษาทดลองแล้วมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในการผลิตพืชผักด้วยสารละลายธาตุอาหาร ทั้งการใช้ปุ๋ยเคมี และไม่ใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มมูลค่าผลผลิตด้วยการผลิตพืชปลอดภัย ศึกษารูปแบบการผลิตพืชในแนวตั้งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ รวมถึงวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมกับการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือน ที่จะช่วยควบคุมให้สารละลายมีความเข้มข้นที่เหมาะสมตามความต้องการ ระบบการจ่ายสารละลายที่เหมาะสมลดการใช้พลังงาน และลดการสะสมของไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ในโรงงานปลูกพืชต้นทุนต่ำ (Low Cost Plant Factory) เพื่อลดการใช้พลังงานแสงจากไฟฟ้า จะลดต้นทุนการผลิต ทำให้เกษตรกรทั่วไป สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ดังกล่าวได้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ โดยการแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกรจะเป็นการพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษของประเทศ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักในอนาคตของประเทศต่อไป การดำเนินงานมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และ ทดสอบเทคโนโลยีระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติของเกษตรกร

2) เพื่อศึกษารูปแบบของท่อนำแสงที่เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารสำหรับการเพาะปลูกพืชในระบบการปลูกในอาคารโดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และลดการใช้แสงเทียม รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแสงสว่างผ่านท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร นำไปออกแบบและติดตั้งระบบท่อนำแสงที่เหมาะสมในอาคารทดลองปลูกพืช

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน

กรมวิชาการเกษตร

การศึกษาและพัฒนา ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรมและออกแบบอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย

1. ศึกษาทฤษฎี ข้อมูลต่างๆ รูปแบบและวิธีการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ และการจัดการการผสมสารละลายที่เหมาะสม

2. เขียนโปรแกรมควบคุมความเข้มข้นสารละลาย และทดสอบการทำงาน และการประมวลผลของโปรแกรม

3. ออกแบบอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายปุ๋ย และทดสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์

4. ทำการสร้างโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ตามแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

5. ทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายและการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติในการปลูกพืชในโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ เก็บข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม

6. วิเคราะห์ปริมาณตกค้างของไนเตรทในพืชผักที่ผลิตในโรงเรือนที่มีอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติต้นแบบ

7. วิเคราะห์ผลการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม

8. สรุปผล เสนอรายงาน เผยแพร่

กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช

การออกแบบ สร้างอุปกรณ์ และติดตั้งท่อนำแสงอาทิตย์จากภายนอกอาคาร เพื่อให้แสงสว่างแก่การปลูกพืชในอาคาร เป็นการศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อนำแสง ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ จำนวนท่อนำแสงต่อหน่วยพื้นที่ห้องในอาคารปลูกพืช เปรียบเทียบกับการใช้แสงธรรมชาติภายนอกอาคาร และแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าที่ใช้เป็นแสงประดิษฐ์ในการเพาะปลูกพืชในอาคาร

1. เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รูปแบบการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารในรูปแบบต่างๆ และเทคนิคการสะท้อนแสงต่างๆ เพื่อช่วยในแสงเข้าสู่อาคาร

2. ออกแบบและสร้างแบบจำลองท่อนำแสงที่มีการใช้รูปแบบ ค่าการสะท้อนแสง และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ทิศทางการหันรับแสง และเวลาต่างๆ การวัดปริมาณแสงที่ได้จากท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร

3. ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงกับรูปแบบของท่อนำแสง โดยการกำหนดจากแบบจำลอง

4. วัดค่าความสว่างเพื่อกำหนดรูปแบบการนำแสงที่เหมาะสมกับการใช้งานในอาคารปลูกพืช สำหรับการออกแบบและติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสม

5. ออกแบบสร้างและติดตั้งท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร ในพื้นที่ที่กำหนดหรือในห้องปลูกพืชที่กำหนดไว้สำหรับการทดสอบปลูกพืชแนวตั้งในอาคาร

6. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช และข้อมูลของแสงที่ใช้ปลูก ได้แก่ ปริมาณความเข้มแสง เวลาที่ใช้เปิดให้พืช และสภาพแวดล้อมในรอบการผลิตพืชชนิดนั้นๆ

7. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และ8.สรุปผล เสนอรายงาน เผยแพร่

กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลาและสถานที่ทำการวิจัย เริ่มต้น ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564 ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี

ผลการวิจัย (Results)

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติ

- ติดตั้งโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์แบบหลังคาจั่ว (แบบ ก.ไก่) ขนาด 2.5 x 7.0 เมตร ประกอบโครงสร้างโรงเรือนแบบน็อคดาวน์ (ภาพที่ 1.1) มีช่องเปิดระบายอากาศด้านบนหลังคาจั่ว กว้าง 30 เซนติเมตร ตลอดแนวยาวโรงเรือน มุงหลังคาพลาสติกกันฝน ติดมุ้งกันแมลงรอบโรงเรือน วางโฟมรางปลูกแล้วปูพลาสติกสำหรับรองรับน้ำและสารละลาย (ภาพที่ 1.2) ทำการปรับตั้งความสูงของโรงเรือนด้านหัวให้สูงกว่าด้านท้ายโรงเรือนเล็กน้อย เพื่อให้สารละลายไหลจากด้านหัวโรงเรือนกลับลงถังพัก ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสารละลาย และทดสอบการทำงานเบื้องต้น (ภาพที่ 1.3)

ภาพที่ 1.1 ประกอบโครงสร้างโรงเรือนต้นแบบ

ภาพที่ 1.2 ปูพลาสติกและจัดพลาสติกให้เรียบสนิทกับโฟมรางปลูก

ภาพที่ 1.3 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสารละลายและทดสอบการทำงาน

- ทำการเพาะเมล็ดผักสำหรับการทดสอบระบบควบคุมสารละลาย ผักที่ใช้ปลูกทดสอบเป็นผักสลัดพันธุ์กรีนโอค และเรดโอค โดยในการปลูกทดสอบ ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และเปรียบเทียบข้อมูลการเจริญเติบโต ระหว่างผักชุดที่ปลูกโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย กับการผสมสารละลายด้วยตนเอง โดยอุปกรณ์ควบคุมสารละลายจะตั้งเวลาให้มีการวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย วันละ 2 ครั้ง ครั้งแรกเวลา 09.00-10.00 น. ครั้งที่สองเวลา 16.00-17.00 น. เนื่องจากในการผสมสารละลายปุ๋ยครั้งแรกนั้น จะผสมลงในถังพัก เมื่อมีการดูดสารละลายวนขึ้นไปบนรางปลูก น้ำในรางปลูกจะผสมกับสารละลายที่ดูดขึ้นไปจากถังพัก สารละลายที่ล้นกลับลงมาที่ถังพักจะมีการเจือจางลง จึงเว้นระยะเวลาการวัดความเข็มข้น เพื่อให้มีการผสมสารละลายจนมีความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกันทั้งในถังพักและในโฟมรางปลูก

- ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ในระหว่างทำการปลูกผักสลัดทดสอบ (ภาพที่ 1.4-1.6) ผลการวัดการเจริญเติบโตพบว่า ในระบบปกติที่ผสมสารละลายด้วยตนเอง ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของสลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 17.52 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 20.07 เซนติเมตร ส่วนในระบบที่ให้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ สลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 19.11 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 19.43 เซนติเมตร (ภาพที่ 1.7)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาพที่ 1.4 ทดสอบปลูกผักสลัดในโรงเรือนต้นแบบ

ภาพที่ 1.5 เก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความสว่าง

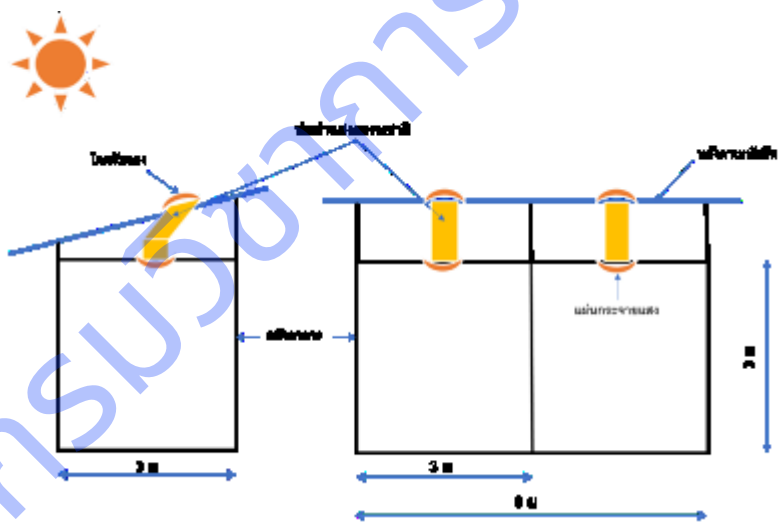
ภาพที่ 1.6 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.7 เปรียบเทียบขนาดทรงพุ่มของผักที่ปลูกทั้งสองระบบ

กิจกรรมที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร

- ออกแบบและสร้างแบบจำลองอาคารทดสอบระบบท่อนำแสงอาทิตย์มาใช้ในอาคารปลูกพืช (ภาพที่ 2.1) เพื่อใช้ทดลองระบบท่อนำแสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีอาคารปลูกพืชที่เหมาะสำหรับการดำเนินงานวิจัย จึงต้องสร้างห้องจำลองขึ้นใหม่ตามงบประมาณที่ได้รับ



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองอาคารทดสอบระบบท่อนำแสงอาทิตย์มาใช้ในอาคารปลูกพืช

- ส่วนประกอบระบบท่อนำแสงและเครื่องมือวัดความเข้มแสง สำหรับใช้ในการทดลองศึกษาความเป็นไปได้ในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในการปลูกพืชในอาคาร (ภาพที่ 2.2)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบระบบท่อนำแสงและเครื่องมือวัดความเข้มแสง

- ดำเนินการจัดสร้างห้องทดลองระบบท่อนำแสงตามขนาดที่ออกแบบไว้ 3x3x3 เมตร จำนวน 2 ห้อง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบการใช้ท่อนำแสงสำหรับปลูกพืช ซึ่งสร้างแบบจำลองอาคารปลูกพืชขนาดเล็กขึ้นใหม่ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี (ภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.3 การติดตั้งท่อนำแสงผ่านหลังคาเข้าในตัวอาคารห้องทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.4 ระบบท่อนำแสงธรรมชาติสำหรับปลูกพืชในห้องทดลอง

- ได้ชุดทดสอบระบบการใช้งานท่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาของอาคารนำแสงเข้าในห้องทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 30 ซม. จำนวน 1 ชุด/พื้นที่ 9 ตรม. เปรียบเทียบวัสดุเคลือบท่อนำแสง 2 ชนิด คือ อลูมิเนียม และสังกะสี (ภาพที่ 2.4 - 2.5) ซึ่งผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า แสงไม่เพียงพอและต้องเพิ่มขำนวนท่อนำแสงเป็น 4 ชุด/พื้นที่ 9 ตรม.

ภาพที่ 2.5 ทดสอบเปรียบเทียบวัสดุเคลือบท่อนำแสง 2 ชนิด คือ อลูมิเนียม และสังกะสี

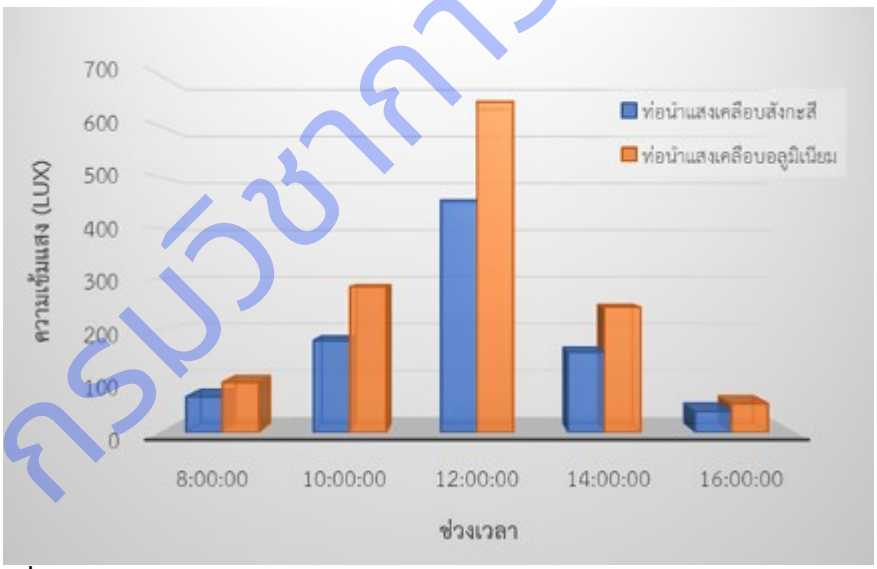
- ไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตพืชผักสลัดได้ เนื่องจากแสงแดดที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการพืช ทำให้ต้นกล้าบางต้นยืดและตาย จะต้องเพาะกล้าและทดสอบใหม่หลังการปรับปรุงปริมาณแสงในห้องทดลองใหม่

กรมวิชาการเกษตร

- จัดทำชุดท่อนำแสงเพิ่มเป็น 4 ชุด เพื่อให้มีการกระจายแสงได้ทั่วทั้งพื้นที่ตกกระทบ 9 ตร.ม. เปรียบกับการใช้หลอดไฟ LED (ภาพที่ 2.6)

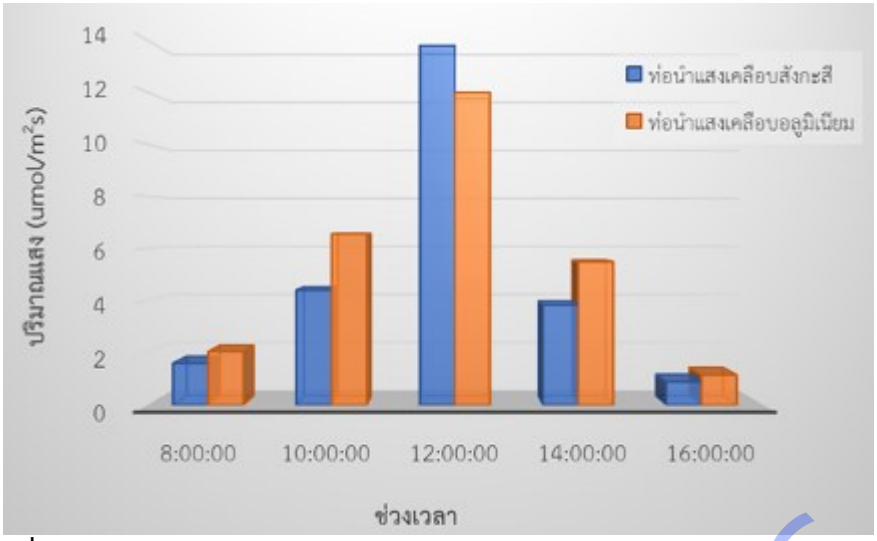
ภาพที่ 2.6 ท่ออลูมิเนียมนำแสงธรรมชาติ 4 ชุด เปรียบกับการใช้หลอดไฟ LED ในการทดลองปลูกผักสลัด

- เพาะกล้าผักสลัด สำหรับการทดสอบปลูกและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และวัดปริมาณแสงที่พืชได้รับหน่วย umol/m2s และ LUX ในการปลูกผักสลัดทดสอบรอบใหม่ (ภาพที่ 2.7 – 2.8)

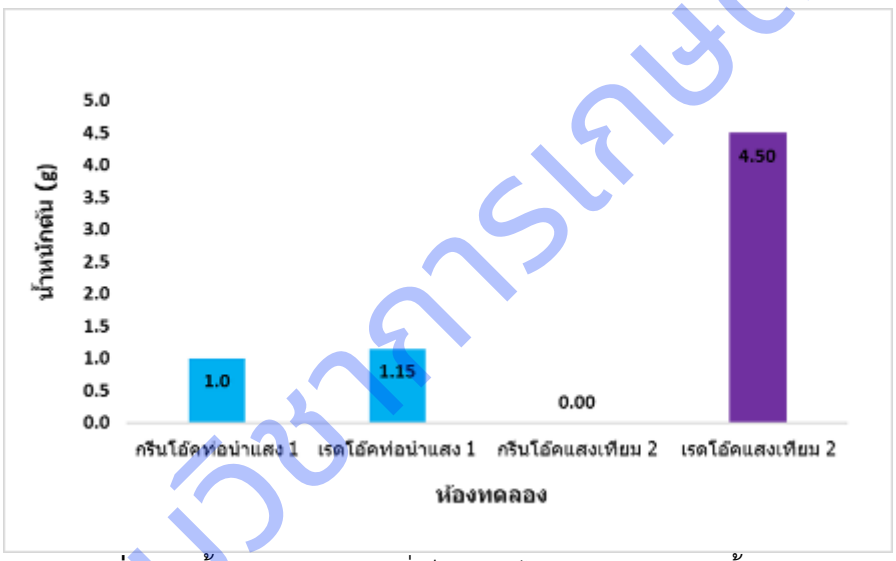


ภาพที่ 2.7 การวัดปริมาณแสงโดยใช้ LUX meter เปรียบเทียบวัสดุท่อนำแสง 2 แบบ

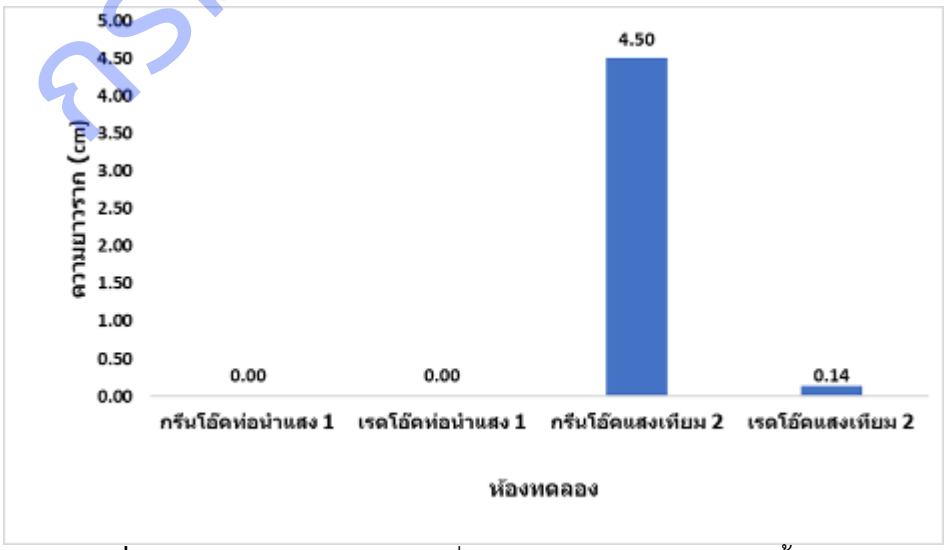
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.8 การวัดปริมาณแสงโดยใช้ PAR meter เปรียบเทียบวัสดุท่อนำแสง 2 แบบ

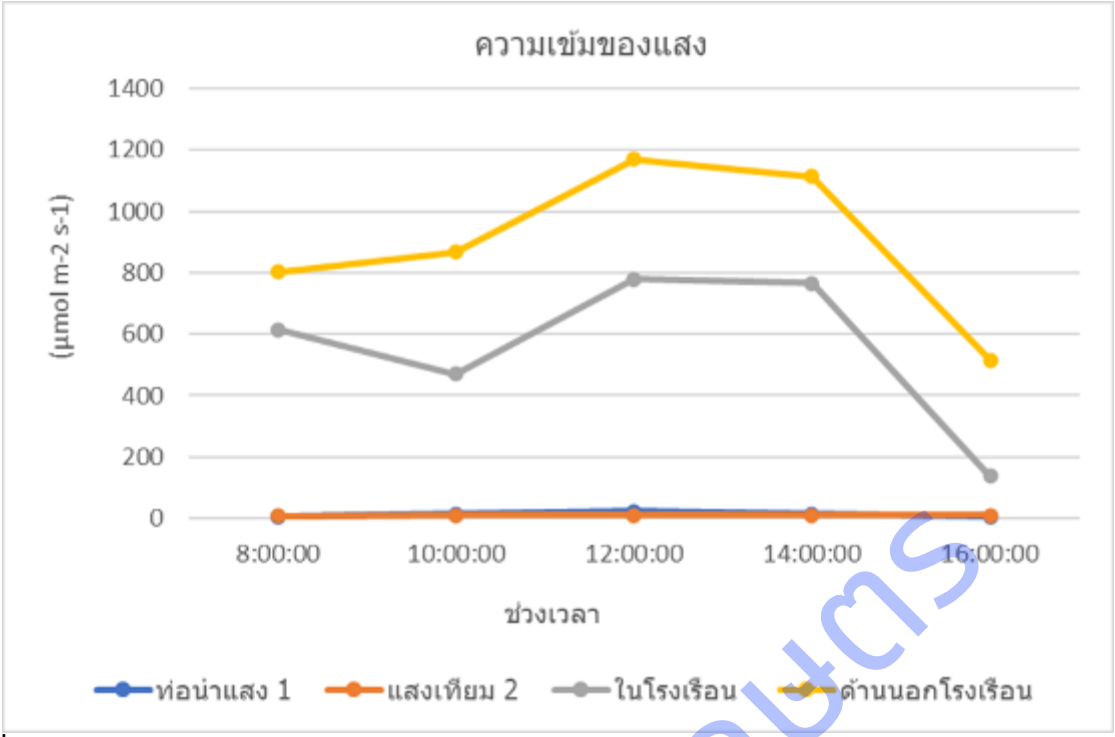


ภาพที่ 2.9 น้ำหนักต้นผักสลัดที่เก็บข้อมูลได้จากห้องทดลองทั้ง 2 แบบ

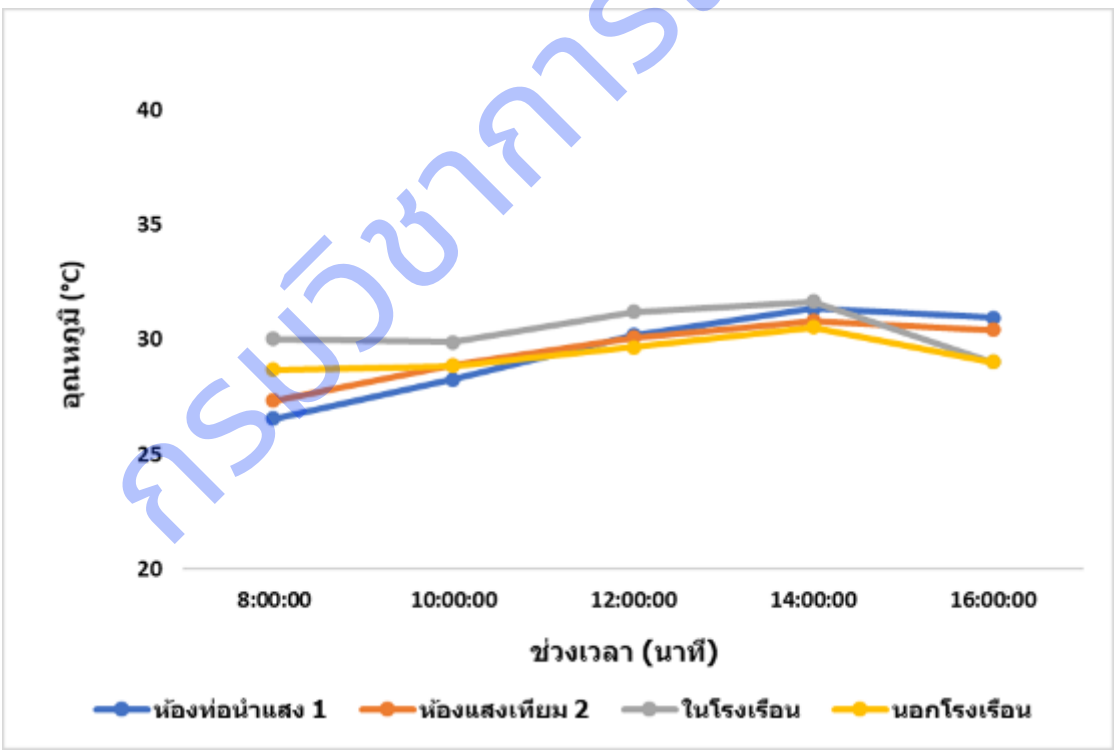


ภาพที่ 2.10 ความยาวรากผักสลัดที่เก็บข้อมูลได้จากห้องทดลองทั้ง 2 แบบ

กรมวิชาการเกษตร

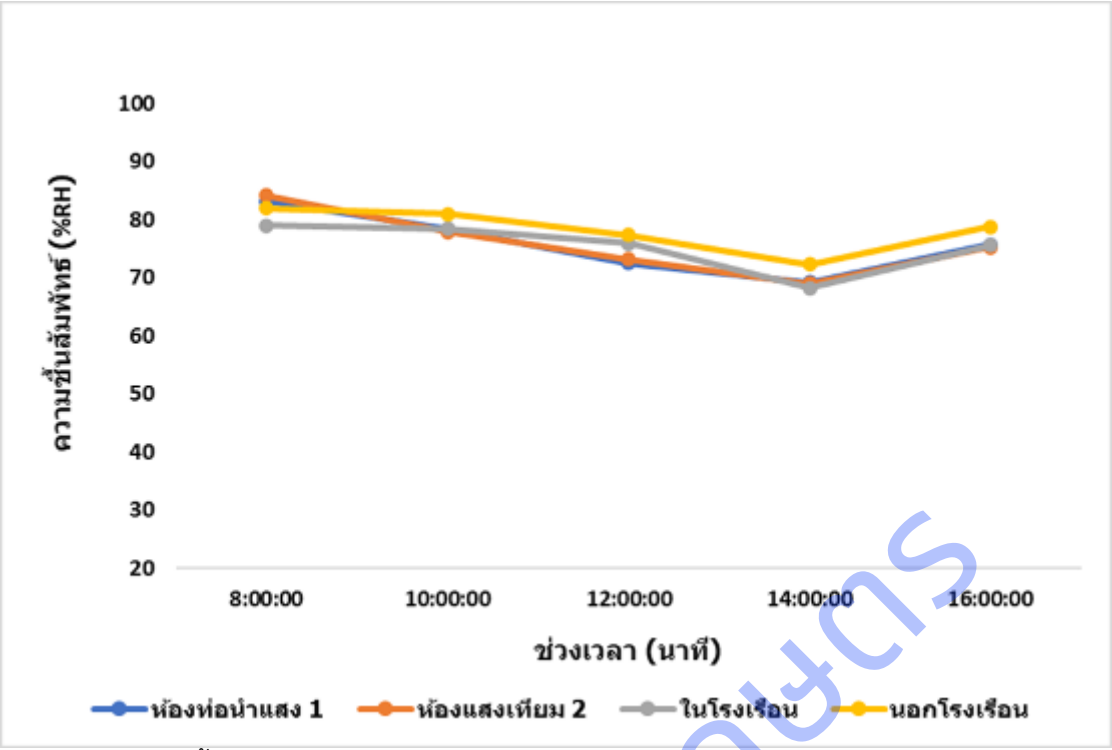


ภาพที่ 2.11 ปริมาณความเข้มของแสงจากการวัดเปรียบเทียบในห้องทดลองแสงและด้านนอก-ในโรงเรือนปลูกผัก



ภาพที่ 2.12 อุณหภูมิจากการวัดเปรียบเทียบในห้องทดลองแสงและด้านนอก-ในโรงเรือนปลูกผัก

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.13 ความชื้นสัมพัทธ์จากการวัดเปรียบเทียบในห้องทดลองแสงและด้านนอก-ในโรงเรือนปลูกผัก

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล (Discussion)

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชที่ให้สารละลายในโรงเรือน

ออกแบบสร้างโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์แบบหลังคาจั่ว (แบบ ก.ไก่) ขนาดกว้าง 2.1 เมตร ยาว 7.2 เมตร และสูง 2.5 เมตร ประกอบโครงสร้างโรงเรือนแบบน็อคดาวน์ มีช่องเปิดระบายอากาศด้านบนหลังคาจั่ว กว้าง 30 เซนติเมตร ตลอดแนวยาวโรงเรือน มุงหลังคาพลาสติกกันฝน ติดมุ้งกันแมลงรอบโรงเรือน วางโฟมรางปลูกแล้วปูพลาสติกสำหรับรองรับน้ำและสารละลาย ทำการปรับตั้งความสูงของโรงเรือนด้านหัวให้สูงกว่าด้านท้ายโรงเรือนเล็กน้อยเพื่อให้สารละลายไหลจากด้านหัวโรงเรือนกลับลงถังพัก ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติ ทำการเพาะเมล็ดผักสำหรับการทดสอบระบบควบคุมสารละลาย ผักที่ใช้ปลูกทดสอบเป็นผักสลัดพันธุ์กรีนโอคและเรดโอค โดยในการปลูกทดสอบ ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และเปรียบเทียบข้อมูลการเจริญเติบโต ระหว่างผักชุดที่ปลูกโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย กับการผสมสารละลายด้วยตนเอง โดยอุปกรณ์ควบคุมสารละลายจะตั้งเวลาให้มีการวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย วันละ 2 ครั้ง ครั้งแรกเวลา 09.00-10.00 น. ครั้งที่สองเวลา 16.00-17.00 น. เนื่องจากในการผสมสารละลายปุ๋ยครั้งแรกนั้น จะผสมลงในถังพัก เมื่อมีการดูดสารละลายวนขึ้นไปบนรางปลูก น้ำในรางปลูกจะผสมกับสารละลายที่ดูดขึ้นไปจากถังพัก สารละลายที่ล้นกลับลงมาที่ถังพักจะมีการเจือจางลง จึงเว้นระยะเวลาการวัดความเข้มข้น เพื่อให้มีการผสมสารละลายจนมีความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกันทั้งในถังพักและในโฟมรางปลูก เก็บข้อมูลต่างๆ ในระหว่างทำการปลูกทดสอบ ผลการวัดการเจริญเติบโต พบว่า ในระบบปกติที่ผสมสารละลายด้วยตนเอง ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของสลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 17.52 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 20.07 เซนติเมตร ส่วนในระบบที่ให้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ สลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 19.11 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 19.43 เซนติเมตร

กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช

ดำเนินการจัดสร้างห้องทดลองระบบท่อนำแสงตามขนาดที่ออกแบบไว้ 3x3x3 เมตร จำนวน 2 ห้อง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบการใช้ท่อนำแสงสำหรับปลูกพืช ซึ่งสร้างแบบจำลองอาคารปลูกพืชขนาดเล็กขึ้นใหม่ ทดสอบระบบการใช้งานท่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาของอาคารนำแสงเข้าในห้องทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 30 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุดต่อพื้นที่ 9 ตารางเมตร เปรียบเทียบวัสดุเคลือบท่อนำแสง 2 ชนิด คือ อลูมิเนียม และสังกะสี ซึ่งผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า แสงไม่เพียงพอและต้องเพิ่มขำนวนท่อนำแสงเป็น 4 ชุดต่อพื้นที่ 9 ตารางเมตร. ได้ข้อมูลวัสดุที่เหมาะสำหรับสร้างท่อนำแสงที่หาซื้อได้ง่ายในร้านค้าวัสดุทั่วไป คือ ท่ออลูมิเนียม จัดทำชุดท่ออลูมิเนียมนำแสงธรรมชาติ (แสงแดด) เพิ่มเป็น 4 ชุด เพื่อให้มีการกระจายแสงได้ทั่วทั้งพื้นที่ตกกระทบ 9 ตารางเมตร เปรียบกับการใช้หลอดไฟ LED โดยสภาพแวดล้อมภายในอาคารหรือห้องทดลองปลูกผักสลัดมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ไม่แตกต่างจากภายนอกอาคาร และภายในโรงเรือนปลูกผักแบบโฮโดรโปนิกส์ ทั้งนี้ในการทดลองไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตพืชผักสลัดได้ เนื่องจากแสงแดดที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการพืช ทำให้ต้นกล้าบางต้นยืดและตาย จึงไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการ

กรมวิชาการเกษตร

เจริญเติบโต และผลผลิตได้ตามแผนการทดลองที่วางไว้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ท่อนำแสงธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ และสามารถประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงร่วมกับการใช้แสงเทียมในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดหรือในอาคารได้

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. ประสบปัญหาในการสร้างต้นแบบไม่ได้ตามแผนที่กำหนด
2. แสงที่ได้จากธรรมชาติผ่านระบบท่อนำแสงมีปริมาณความเข้มแสงไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช
3. การเลือกใช้วัสดุท่อนำแสงที่ไม่ได้คุณภาพ
4. การออกแบบอาคารทดลองปลูกพืชเพื่อนำแสงจากธรรมชาติมาใช้อาจจะมีขนาดไม่เหมาะสม
5. หาแหล่งจัดซื้อวัสดุท่อนำแสงที่มีคุณภาพเพื่อการเลือกใช้อย่างเหมาะสมได้ค่อนข้างยาก

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาในโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม สรุปได้ว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ใช้ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหารพืช Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด และสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร ได้พันธุ์บัวบกที่เหมาะสม สำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืชโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 2 สายพันธุ์ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ได้พันธุ์บัวบกเหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร 1 สายพันธุ์ ผลการศึกษาโครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรม และอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย และได้ออกแบบระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช สร้างอุปกรณ์และติดตั้งท่อนำแสงอาทิตย์จากภายนอกอาคาร เพื่อให้แสงสว่างแก่การปลูกพืชในอาคาร เปรียบเทียบกับการใช้แสงธรรมชาติภายนอกอาคาร ผลการทดลองปลูกผักสลัดพันธุ์กรีนโอค และเรดโอค ในโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์แบบหลังคาจั่ว หรือแบบฟันเลื่อย และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสารละลายแบบอัตโนมัติ พบว่า ผักสลัด 2 สายพันธุ์ ที่ปลูกในระบบปกติและระบบที่ให้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ส่วนการทดสอบระบบการใช้งานท่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาของอาคารนำแสงเข้าในห้องทดลอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 30 เซนติเมตร วัสดุที่เหมาะสำหรับสร้างท่อนำแสงคือ ท่ออลูมิเนียม มีการกระจายแสงได้ทั่วทั้งพื้นที่ตกกระทบ ห้องปลูกผักสลัดขนาด 9 ตารางเมตร เปรียบเทียบกับการใช้หลอดไฟ LED อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร และภายในโรงเรือนทดลองไม่แตกต่างแต่แสงที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโต ทำให้ต้นกล้าบางต้นยืดและตาย จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชทดลองได้

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อเกษตรกรนำผลงานที่ได้รับ ได้แก่ สารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ สารละลายธาตุอาหารพืช พันธุ์บัวบกที่เหมาะสม รวมถึงรูปแบบการผลิตพืชในแนวดิ่งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืช เพื่อป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ช่วยลดการตกค้างของสารเคมี และโลหะหนักในผลผลิต และเกษตรสามารถนำไปปรับใช้เพื่อให้เข้าระบบการผลิตแบบอินทรีย์ได้ต่อไป นอกจากนี้เกษตรกรที่ปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ สามารถลดต้นทุนได้ เนื่องจากสารละลายธาตุอาหารพืชที่ได้จากการทดลองมีต้นทุนต่ำกว่าสูตรปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในการผลิตในปัจจุบัน และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์ในระบบปิด เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านสมุนไพร เพื่อลดการตกค้างของสารเคมี และสารโลหะหนักในผลผลิต รวมถึงการนำชุดอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชในอาคารและผลงานวิจัยระบบท่อนำแสงที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งในอาคารทดลองปลูกพืช จะลดการใช้แสงเทียม พร้อมคำแนะนำการใช้และคำแนะนำการติดตั้งระบบท่อนำแสง เพื่อช่วยลดการใช้กระแสไฟฟ้า และลดต้นทุนการผลิตพืชในอาคารได้

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

ก.โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม

กรมพัฒนาที่ดินโดยใช้สารเร่ง พด.เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. สืบค้นจากhttp://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_20.pdf. [กรกฎาคม2561].

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพ. 87 หน้ากรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตร

ณัฐพงค์ จันจุฬา อนันต์ พิริยะภัทรกิจ พรกมล รูปเลิศ และกนกอร อัมพรายน์ (2019) การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่าง ๆ. Thai Journal of Science and Technology, 8(1), 64-65.

เด่น แซ่อึ้ง. การให้ความสว่างทางเดินภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติโดยทางช่องท่อนำแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550.

บุษบา บัวคำ และรักเกียรติ แสนประเสริฐ. 2560. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb.) ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 19(1): 101-110.

ประนอม ใจอ้าย แสงมณี ชิงดวง มณฑิรา ภูติวรนาถ พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย คณิศร มนุษย์สม สากล มีสุข. 2556. การคัดเลือกพันธุ์บัวบกที่ให้ผลผลิตและสารสำคัญสูงในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคกลาง. รายงานโครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตบัวบก กรมวิชาการเกษตร.

ภาวิณี อารีศรีสม นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ กอบลาภ อารีศรีสม และสัตยา มั่นคง. 2562. ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ในระบบปลูกแบบอินทรีย์และเคมีของบัวบก. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27(5): 904-914.

ภิญโญ ชุมมณี จันทกานต์ ทวีกุล ชูเกียรติ คุปตานนท์ ปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล, 2549. การออกแบบการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงในอาคารในภูมิอากาศภาคใต้ของประเทศไทย. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร.

ลลิตา เจริญทรัพย์ เยาวพา จิระเกียรติกุล ภาณุมาศ ฤทธิไชย และพรชัย หาระโคตร. 2564. ปริมาณไตรเทอร์ปีนสารประกอบฟีนอลิคและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในบัวบก. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 29(3): 904-914. 469-482

ศิวดล อุปพงษ์ และยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. 2556. การใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านท่อนำาแสงแนวดิ่ง. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 12 ประจำปี 2556.

Choi, H.K., S.M., Park and C.S., Jeong. 2001. Comparison of quality changes in soil and hydroponic cultured muskmelon fruits. Journal of the Korean Society for Horticultural Science 2001 42(3):264-270

Jang Nam Choi, Hee Jung Lee, Yun Ji Lee, Jin Tae Jeong, Jeong Hoon Lee, Jae Ki Chang and Chun Geon Park. 2020. Growth Characteristics and Asiaticoside Content, and Antioxidant

กรมวิชาการเกษตร

Activities in *Centella asiatica* by Cultivation and Irrigation Methods. Korean J. Medicinal Crop Sci. 28(4) : 254 – 259

Kanto, U. 2011. An integrated animal-plant agriculture system in Thailand in response to climate change. J.ISSAAS 17(1):8-16

Koné, S.B., A. Dionne, R.J. Tweddell, H. Antoun and T.J. Avis. 2010 Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato. *Biol Control J.* 52. 167–173

Liana Chassioti. Natural lighting systems. [online], Available from http://www.4myhouse.gr/Article.aspx?artid=310&catid=3&subcatid=104

Prasad, A., V.S., Pragadheesh, A., Mathur, N.K., Srivastava, M., Singh and A.K. Mathur. 2012. Growth and centelloside production in hydroponically established medicinal plant-*Centella asiatica* (L.). Industrial Crops and Products 35 (2012) 309– 312

Sunpipe co.,inc., Residient Applications [online], Available from http://www.sunpipe.com/20.html

Vaibhav Kolatkar, Uday Chhatre, Vaibhav Jawalekar. 2015. Effect of red, blue and uv light on constituents of *Centella asiatica* L. urban grown under controlled environment. IJMRD 2015; 2(2): 671-674

ข. โครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร

ภิญโญ ชุมมณี จันทกานต์ ทวีกุล ชูเกียรติ คุปตานนท์ ปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล, 2549. การออกแบบการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงในอาคารในภูมิอากาศภาคใต้ของประเทศไทย. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร.

เด่น แซ่อึ้ง. การให้ความสว่างทางเดินภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติโดยทางช่องท่อนำแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550.

ศิวดล อุปพงษ์ และยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. 2556. การใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านท่อนำาแสงแนวดิ่ง. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 12 ประจำปี 2556.

Sunpipe co.,inc., Residient Applications [online], Available from http://www.sunpipe.com/20.html

Liana Chassioti. Natural lighting systems. [online], Available from http://www.4myhouse.gr/Article.aspx?artid=310&catid=3&subcatid=104

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 เปรียบเทียบต้นทุนสารละลายธาตุอาหารพืชที่แนะนำกับของเกษตรกรกลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตรกลุ่มปลูกผักบ้านท่าดินแดง ต.ลำแก่น อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา

	ปุ๋ยเคมี	Wanshi	เกษตรกร	Wanshi	เกษตรกร
Solution A	$Ca(NO_3)_2•4H_2O$ (Calcium Nitrate, Tetrahydrate)	944	8,500	26.43	221
	KNO_3 (Potassium nitrate)	404		16.97	
	Fe-EDTA (Iron chelate)	23.1	300	8.09	105
Solution B	KNO_3 (Potassium nitrate)	404	6,000	16.97	282
	$NH_4H_2PO_4$ (Ammonium dihydrogen phosphate)	149.5	1,000	7.77	56
	$MgSO_4.7H_2O$ (Magnesium sulphate)	462	3,800	7.85	76
	$CuSO_4.5H2O$ (Copper Sulfate Pentahydrate)	0.08		0.01	
	H_3BO_3 (Boric acid)	2.9		0.17	
	$MnSO_4.5H_2O$ (Manganese Sulfate Pentahydrate)	2.11		0.13	
	$ZnSO_4.7H_2O$ (Zinc Sulfate Heptahydrate)	0.22		0.01	
	$NaMoO_4$ (Sodium molybdate)	0.03		0.15	
	โมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต		**1000**		**78**
	นิคสเปร์		**200**		**82**
		ต้นทุน/10ลิตร		84.55	225

ตารางภาคผนวกที่ 2 เปรียบเทียบต้นทุนสารละลายธาตุอาหารพืชที่แนะนำกับของเกษตรกรกลุ่มเศรษฐกิจพอเพียงในชุมชน ต.กะปง จ.พังงา และ Young smart farmer ต.เหมาะ จ.พังงา

	ปุ๋ยเคมี	Wanshi	เกษตรกร	Wanshi	เกษตรกร
Solution A	$Ca(NO_3)_2•4H_2O$ (Calcium Nitrate, Tetrahydrate)	9,440	12,000	245.44	312
	KNO_3 (Potassium nitrate)	4,040		189.88	0
	Fe-EDTA (Iron chelate)	231	700	80.85	245
Solution B	KNO_3 (Potassium nitrate)	4,040	7,000	189.88	329
	$NH_4H_2PO_4$ (Ammonium dihydrogen phosphate)	1,495	0	83.72	0

กรมวิชาการเกษตร

$MgSO_4.7H_2O$ (Magnesium sulphate)	4,620	5,500	92.40	110
$CuSO_4.5H2O$ (Copper Sulfate Pentahydrate)	0.8		0.06	0
H_3BO_3 (Boric acid)	2.9		0.17	0
$MnSO_4.5H_2O$ (Manganese Sulfate Pentahydrate)	21.1	120	1.27	7.2
$ZnSO_4.7H_2O$ (Zinc Sulfate Heptahydrate)	2.2		0.10	0
$NaMoO_4$ (Sodium molybdate)	0.3	15	1.50	75
โมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต		3,500		273
นิคสเปร์		500		205
นิเกิลซัลเฟต		10		22
	ต้นทุน/100ลิตร		**885.27**	**1,578.20**

ภาพภาคผนวกที่ 1 การเจริญเติบโตของบัวบกที่ปลูกในรูปแบบการผลิตพืชในแนวดิ่งในอาคาร ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ภาพภาคผนวกที่ 2 ขยายผลการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชทั้งการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สู่กลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตรกลุ่มปลูกผักบ้านท่าดินแดง ต.ลำแก่น อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา

ภาพภาคผนวกที่ 3 ขยายผลการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชแบบใช้ปุ๋ยเคมีสู่กลุ่มเศรษฐกิจพอเพียงในชุมชน ต.กะปง จ.พังงา และ Young smart farmer ต.เหมาะ จ.พังงา

กรมวิชาการเกษตร