รายงานแผนงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน

Research and development on safe vegetables production in greenhouse

ชื่อหัวหน้าแผนงาน

นฤทัย วรสถิตย์

Naruatai Worasatit

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานแผนงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน

Research and development on safe vegetables production in greenhouse

ชื่อหัวหน้าแผนงาน

นฤทัย วรสถิตย์

Naruatai Worasatit

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

พืชผักนับเป็นส่วนประกอบสำคัญในอาหาร เพราะเป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญหลายชนิด ที่ช่วยสร้างเสริมสุขภาพและภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย เกษตรกรมีการผลิตพืชผักกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ โดยเป็นการผลิตในสภาพแปลงปลูก ทำให้ในบางพื้นที่ บางช่วงฤดูไม่สามารถผลิตพืชผักหลายชนิดได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ทำให้เจริญเติบโตได้ไม่ดี และในพื้นที่ๆ มีการผลิตต่อเนื่องก็มักพบโรคและแมลงศัตรูพืชเข้าทำลาย จนเกษตรกรต้องพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดบ่อยครั้ง จนเกิดปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม เกษตรกรจึงพยายามปรับเปลี่ยนวิธีการผลิต เช่น การปลูกแบบยกแคร่ และทำหลังคาพลาสติกคลุม เพื่อป้องกันฝนที่ตกกระแทกต้นพืชและน้ำไหลบ่าท่วมแปลง และหันมาสนใจการปลูกในโรงเรือนเพิ่มมากขึ้น

การปลูกพืชในโรงเรือนมีการพัฒนากันมานานในพื้นที่เขตหนาว หรือเขตอบอุ่น เพื่อให้สามารถปลูกพืชในช่วงฤดูหนาว หรือในสภาพที่มีหิมะตกได้ จึงมีการออกแบบโรงเรือนให้มีอุณหภูมิภายในสูงขึ้น เหมาะสมกับการปลูกพืช แต่ในเขตร้อนเช่นในประเทศไทยต้องพยายามทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่สูงจนเกินไป พืชหลายชนิดจึงจะเจริญเติบโตได้ดี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จึงร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ในสังกัดกรมวิชาการเกษตร วิจัย พัฒนา และทดสอบเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชผักในโรงเรือน ตั้งแต่การปรับปรุงสภาพของโรงเรือน ให้ระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้น และมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน การศึกษาการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่เหมาะสมกับพืชผักแต่ละชนิด การจัดการศัตรูพืชในโรงเรือน ก่อนจะนำไปทดสอบในศูนย์วิจัยและพัฒนา และในโรงเรือนของเกษตรกร รวมทั้งศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า และสำรวจสภาพการผลิตพืชในโรงเรือนรูปแบบต่างๆ ในพื้นที่ผลิตทั่วประเทศ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และสรุปเป็นแนวทางการจัดทำเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน

นอกจากนี้ในแผนงานวิจัย ยังมีการศึกษาและพัฒนาการผลิตพืชในอาคารแบบแนวตั้ง (plant factory) แบบง่าย โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้เป็นวิธีการที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ โดยใช้บัวบก และไอซ์ แพล้นท์ เป็นพืชต้นแบบ โดยศึกษาการใช้สารละลายธาตุอาหารทั้งแบบเคมี และอินทรีย์ มีการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร และพัฒนาต้นแบบท่อนำแสงเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารปลูกพืช การวิจัยเรื่องนี้ยังค่อนข้างใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอซ์ แพล้นท์ ซึ่งเลือกมาศึกษาเป็นพืชต้นแบบเพราะเป็นพืชผักที่มีราคาสูง หากประสบความสำเร็จ จะทำให้การลงทุนผลิตพืชในอาคารสามารถคืนทุนได้ในเวลาไม่นานนัก แต่เมล็ดพันธุ์ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ มีความงอกและความแข็งแรงต่ำมาก ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ จึงมีผลการวิจัยเฉพาะบัวบกเพียงพืชเดียว

อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานวิจัยภายใต้แผนงานวิจัยนี้ จะไม่ประสบความสำเร็จทั้งหมด แต่คณะนักวิจัยหวังว่าผลงานวิจัยส่วนใหญ่ จะเกิดประโยชน์กับเกษตรกรและผู้ประกอบการ ที่ต้องการปรับเปลี่ยนมาปลูกพืชผักในโรงเรือน เพื่อให้การผลิตพืชผักของเกษตรกรไทย มีความปลอดภัย มีคุณภาพดี สามารถผลิตได้ต่อเนื่องตลอดปี เพื่อสร้างรายได้และอาชีพที่มั่นคง

นางสาวนฤทัย วรสถิตย์

ศูนย์วิชาการเกษตร

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... ค

ผู้วิจัย ..... ง

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... จ

บทนำ..... 1

1. การวิจัยพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน และแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 5

2. การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร..... 16

บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 23

บรรณานุกรม..... 26

ภาคผนวก i

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยนี้ เป็นแผนงานวิจัยที่ดำเนินการโดยความร่วมมือของ 6 หน่วยงานหลัก ของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 สถาบันวิจัยพืชสวน สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และกองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช จึงเป็นแผนงานวิจัยที่มีการบูรณาการความร่วมมือของนักวิชาการหลากหลายสาขา เพื่อร่วมมือกันทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในโรงเรือน และพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร (plant factory) แบบง่าย โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้ต้นทุนการผลิตไม่สูงจนเกินไป เกษตรกรหรือผู้สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ง่าย ซึ่งนับเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่ สำหรับทีมนักวิจัย

คณะนักวิจัยขอขอบคุณ ผู้บริหาร และคณะกรรมการที่ปรึกษา สถาบันและสำนักต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งคณะกรรมการที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณที่ปรึกษาคณะทำงานแผนงานวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตพืช ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมการเกษตร ผู้เชี่ยวชาญด้านดินและปุ๋ย และ ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคพืช ของกรมวิชาการเกษตร รวมทั้ง รศ.ดร.กัณยา รัตน์ สุไพบูลย์วัฒน จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และขอขอบคุณ ผศ.ดร.นาตยา มนตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.วัชระ จินตโกวิท จากมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี ที่ได้ร่วมเป็นคณะทำงานแผนงานวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

นางสาวนฤทัย วรสถิตย์
ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

ผู้วิจัย

นฤทัย วรสถิตย์
รพีพร ศรีสถิตย์
จิรภา ออสติน
วุฒิพล จันทร์สระคู
อรัญญ์ ขันติยวิชย์
ศิริลักษณ์ พุทธวงค์
บุญญาภา ศรีหาตา
เสาวนี เขตสกุล
รัติกาล ยุทธศิลป์
ศิลดา ประนาโส
ปภัสสร สีลารักษ์

ณัฏฐ์ชยธร ขันติยะพุฒิเมธ
ศศิธร ประพรม
วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล
ปัญจพล สิริสุวรรณมา
จารุพงศ์ ประสพสุข
วุฒิชัย กากแก้ว
สัจจะ ประสงค์ทรัพย์
วิศรุต สันม่าแอ
พฤกษ์ คงสวัสดิ์
อรทัย วงค์เมธา
ทัศนีย์ ดวงแย้ม

มนัสภร ฉิ่งวังตะกอ
สราวุฒิ ปานทน
อารีวรรณ ฉิมทับ
ภัทรพร ศรีวราพันธุ์
อรพิน หนูทอง
ธนพงค์ แสนจุ้ม
ขนิษฐ์ หว่านณรงค์
เอกภาพ ป้านภูมิ
ธนวัฒน์ ทิพย์ชิต
อุทัย ธานี
อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

GAP (Good Agriculture Practices) หมายถึง การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

GMP : Good Manufacturing Practices หมายถึง หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร

DRFT : Dynamic Root Floating Technique

DFT : Deep Flow Technique

NFT : Nutrient Film Technique

Evap : Evaporative cooling system

PFAL: Plant Factory with Artificial Lighting

EC : Electrical Conductivity หมายถึง การวัดค่าการนำไฟฟ้าภายในสารละลายธาตุอาหาร

$\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

S.D. หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

NFT หมายถึง ระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique

FW หมายถึง น้ำหนักสด

EC หมายถึง ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

EC หมายถึง ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electric Conductivity)

PH หมายถึง ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ (PH : Potential of Hydrogen ion)

LED หมายถึง ไดโอดเปล่งแสง (LED: Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ให้แสงสว่างได้เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่าน

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ปัญหาสำคัญของการผลิตพืชผักคือการพบสารพิษตกค้างในผลผลิตเนื่องจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชบ่อยครั้ง และไม่สามารถผลิตพืชผักหลายชนิดได้ในบางฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสภาพอากาศแปรปรวนมากยิ่งขึ้น ทำให้มีผลผลิตจำหน่ายไม่เพียงพอตลอดทั้งปี แม้จะมีตลาดรองรับ การปลูกพืชผักในโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เพราะนอกจากจะป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ การทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชแล้ว ยังสามารถวางแผนการผลิต เร่งการผลิดอกออกผล และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ ในประเทศไทยการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้ยังมีไม่มากนัก แม้ภาคเอกชนจะมีการผลิตพืชในโรงเรือนก็เป็นการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก เกษตรกรที่ปลูกพืชภายใต้โรงเรือนหลังคาพลาสติกมักประสบปัญหา การระบาดของโรคพืช การสะสมความร้อน ต้นทุนการผลิตสูง และมีส่วนหนึ่งที่พบการสะสมของไนเตรทในผลผลิต

ดังนั้น จึงต้องมีการพัฒนาโรงเรือนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย โดยนำร่องในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอากาศร้อนจัด ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการผลิตพืชผัก โดยปรับปรุงโรงเรือนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ให้สามารถลดความร้อนภายในได้ดี และมีต้นทุนไม่สูงมาก มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการผลิตพืชผัก ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เป็นทางเลือกเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในผลิตพืชให้ได้คุณภาพดีและปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต่างๆ ได้ และพัฒนาการปลูกพืชในอาคารโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้เป็นระบบที่มีต้นทุนการผลิตไม่สูงเกินไป นำร่องในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีอุณหภูมิไม่สูงมาก มีความเป็นไปได้สูง เพื่อให้เกษตรกรสามารถลงทุนได้ พัฒนาการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมกับชนิดพืช โดยการประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยที่มีการศึกษามาแล้ว นำร่องในพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการหรือสรรพคุณทางยาและมีมูลค่าสูง ได้แก่ ไอซ์ แพล้นท์ และบัวบก ซึ่งเป็นพืชผักสมุนไพรที่ประสบปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดแมลงและโลหะหนักในผลผลิต เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตพืชผักด้วยสารละลายธาตุอาหาร (Nutrient solution) ทั้งวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี และไม่ใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มมูลค่าผลผลิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบโรงเรือนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยและระบบควบคุมสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติ

2. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในโรงเรือน ในอาคาร และพัฒนาเป็นต้นแบบการผลิตพืชในโรงเรือนและในอาคาร

3. เพื่อศึกษาข้อมูลสำหรับจัดทำแนวทาง/เกณฑ์การปฏิบัติเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดทำมาตรฐานการผลิตพืชในโรงเรือน

แผนงานวิจัยประกอบด้วย 2 แผนงานวิจัยย่อย 4 โครงการวิจัย ได้แก่

แผนงานย่อยที่ 1: การวิจัยพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือนและแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่

ศูนย์วิทยทรัพยากร

โครงการที่ 1 ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

การผลิตพืชผักในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนส่วนใหญ่เป็นการผลิตกลางแจ้ง สามารถผลิตได้ในฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน–กุมภาพันธ์ ไม่สามารถผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนได้ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีสภาพไม่เหมาะสม อุณหภูมิสูง แสงแดดจัด และในฤดูฝนมีความชื้นสูงมีโรคแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย เกษตรกรบางคนใช้สารเคมีมากเกินจำเป็นทำให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิต และเป็นการผลิตที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ยาก ดังนั้นการผลิตพืชผักภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่จำเป็น มีความเหมาะสมกับสภาพเงื่อนไขในสภาพอากาศปัจจุบัน เนื่องจากโรงเรือนสามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ป้องกันพืชจากการทำลายของสัตว์ โรค และแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ โรงเรือนยังเป็นระบบที่ใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพทำให้ไม่ต้องใช้น้ำปริมาณมากเหมือนสภาพปกติ สามารถกำหนดทิศทางและวางแผนการผลิต เร่งการผลิดอกออกผล และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ ประกอบกับมีกลุ่มเกษตรกร และหน่วยงานในพื้นที่ตื่นตัวต้องการเปลี่ยนมาปลูกพืชในโรงเรือน

ดังนั้นจึงควรทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ในพืชผักที่สำคัญหรือมีราคาสูง ได้แก่ มะเขือเทศเชอรี่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโม แตงกวาญี่ปุ่น ผักชี ผักกาดหอม และคะน้าฮ่องกง โดยทำการพัฒนาต้นแบบโรงเรือนที่เหมาะสม ศึกษาการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตผักในระบบโรงเรือน วิจัยและพัฒนาพันธุ์ผักที่เหมาะสำหรับปลูกในโรงเรือน แล้วพัฒนาเป็นต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือน เป็นแหล่งเรียนรู้ให้เกษตรกรนำไปปรับใช้และขยายผลในระบบการผลิตผักของตนเอง ส่วนกลุ่มเกษตรกรที่มีโรงเรือนเดิมอยู่แล้ว จะทดสอบเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาการผลิตผัก ของเกษตรกรในพื้นที่ให้ได้มาตรฐาน ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และปลอดภัยต่อการบริโภค ลดการใช้สารเคมี ลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม สร้างสุขภาวะที่ดีต่อผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ผลิต สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดและสร้างรายได้ที่ดีให้เกษตรกร

โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนากำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชในโรงเรือน

ประเทศไทยมีการผลิตผักในโรงเรือนเพื่อการค้าอยู่ 2 รูปแบบ คือ 1) ใช้เทคโนโลยีการผลิตนำเข้าทั้งระบบ และ 2) ใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีบางส่วนจากต่างประเทศ ภาคเอกชนประสบความสำเร็จระดับหนึ่ง และเริ่มขยายตัวเพิ่มขึ้น แต่ยังมีงานวิจัยมารองรับน้อย เนื่องจากต้องมีการลงทุนสูงในระยะแรกและขาดข้อมูลทั้งการผลิต การจัดการที่ถูกต้อง ทำให้ผลผลิตผักภายใต้สภาพโรงเรือนของประเทศไทยยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

นโยบายคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติด้านการพัฒนานวัตกรรมและการจัดการผลผลิต ให้มีการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการการผลิตผักและผลไม้ในโรงเรือนที่มีศักยภาพและเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย แต่การปลูกพืชในโรงเรือนของประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานการผลิตให้เป็นระบบที่เป็นมาตรฐานทั่วไปและสามารถแนะนำแก่เกษตรกร ข้อมูลจากผลการวิจัยในโครงการนี้ จะช่วยสนับสนุนให้สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชผักในโรงเรือน แต่ละรูปแบบรวมทั้ง คุณภาพของผลิตผล สิ่งแวดล้อม สุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

แผนงานย่อยที่ 2: การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่

โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกันเพื่อป้องกันพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ที่อาจสร้างต่อความเสียหายต่อผลผลิต มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น สามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ สามารถกำหนดทิศทางและวางแผนการผลิต ปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง ปลูกนอกฤดูกาล และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ เพิ่มผลตอบแทนต่อพื้นที่ให้แก่เกษตรกร การเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น ระยะการเก็บเกี่ยวนาน ลดการใช้ปุ๋ย รวมถึงเน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการโรคแมลงและวัชพืช ปัจจุบันสินค้าด้านการเกษตรมีการแข่งขันที่สูง ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดและมีความสามารถในการแข่งขัน จะต้องเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยอยู่ในระดับมาตรฐาน การผลิตภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ในปัจจุบันการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือน ได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่ในหลายประเทศได้ทำการปลูกพืชในระบบปิดหรือการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม จึงน่าจะมีการวิจัยและพัฒนาการปลูกพืชระบบนี้ในประเทศไทย โดยประยุกต์ให้เป็นรูปแบบที่มีต้นทุนต่ำ เหมาะกับเกษตรกรรุ่นใหม่หรือวิสาหกิจชุมชน โดยใช้พืชต้นแบบ 2 ชนิด คือ ไอซ์ แพลนท์ (Ice plant) (*Mesembryanthemum crystallinum*)] ซึ่งเป็นพืชที่มีราคาสูงและนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน และ บัวบก (*Centella asiatica* Linn. Urba) ซึ่งเป็นผักพื้นบ้านที่นิยมรับประทานเป็นผักสด มีสรรพคุณทางสมุนไพรและคุณค่ามากมาย ปัจจุบันมีการเพิ่มมูลค่าใบบัวบก โดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรในรูปแบบต่างๆ แต่การผลิตใบบัวบกในปัจจุบัน ประสบกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดแมลงและโลหะหนักในผลผลิต จากรายงานผลการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารกำจัดแมลงของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข พบว่า ใบบัวบก ตรวจพบสารพิษตกค้างมากเป็นอันดับ 1 มาตั้งแต่ ปี 2553-2559

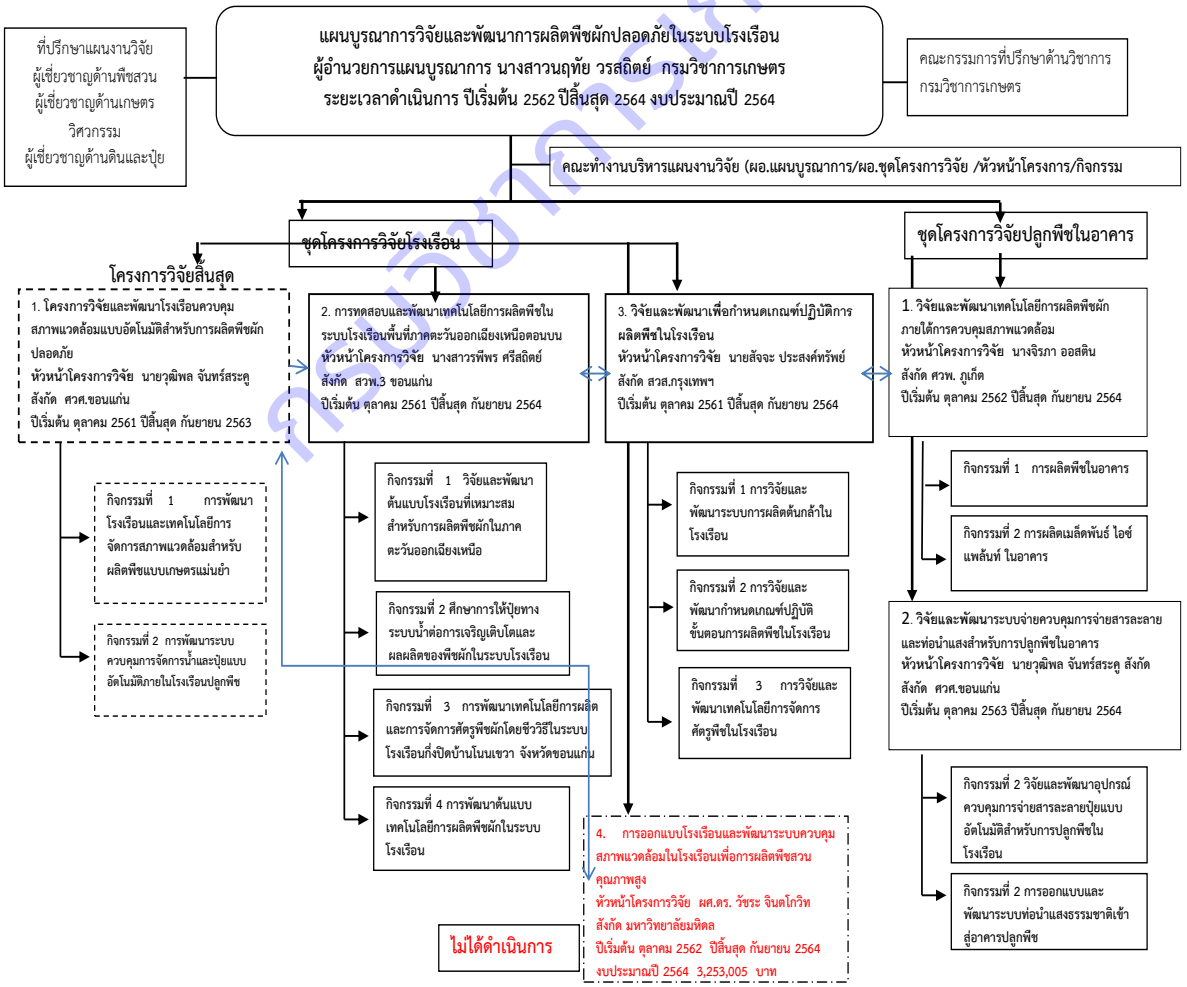
โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร

การปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือนเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาในการสะสมของโรคในดิน สามารถช่วยลดการใช้สารกำจัดแมลงได้ ถึงแม้การปลูกผักไร้ดินจะสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการได้ แต่ผู้บริโภคก็ยังกังวลกับการสะสมของไนเตรทในปริมาณที่มากเกินไป การวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมกับการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือน ซึ่งจะช่วยควบคุมให้สารละลายมีความเข้มข้นที่เหมาะสมตามความต้องการ ระบบการจ่ายสารละลายที่เหมาะสมและลดการใช้พลังงาน ซึ่งพัฒนาและต่อยอดจากงานวิจัยของการทดลองการพัฒนาระบบควบคุมการจัดการน้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนปลูกพืช ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาโรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตพืชผักปลอดภัยสารพิษตกค้าง ที่เป็นการออกแบบชุดสูบจ่ายระบบให้น้ำและให้ปุ๋ย โดยมีถังสารละลายปุ๋ยและปั๊มปุ๋ยแยกเฉพาะสารละลายปุ๋ยแต่ละถัง สำหรับการจ่ายสารละลายปุ๋ยไปพร้อมกับระบบให้น้ำหยดสำหรับการปลูกพืชด้วยวัสดุปลูก โดยมีระบบจ่ายสารละลายปุ๋ยเข้มข้นและถังเก็บปุ๋ยละลายน้ำเจือจางควบคุมแบบอัตโนมัติ และเทคนิคการจัดการน้ำเพื่อช่วยลดอุณหภูมิน้ำ โดยฝังบ่อน้ำคอนกรีตลงดินเพื่อให้น้ำที่เก็บกักมีอุณหภูมิต่ำและจ่ายน้ำให้พืชในเวลากลางวันได้ โดยในงานวิจัยใหม่นี้จะนำมาใช้ทดสอบและประยุกต์ใช้งานกับ

กรมวิชาการเกษตร

ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบไฮโดรโปนิกส์สำหรับปลูกผักลิ้นห่าน และลดการสะสมของไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แสงธรรมชาติเป็นพลังงานทดแทนจากธรรมชาติ เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการประหยัดพลังงาน ประเทศไทยอยู่ในเขตโซนที่มีแสงธรรมชาติเพียงพอ โดยมีปริมาณแสงสว่างที่ได้จากท้องฟ้าที่มีค่ามากกว่า 10,000 (lux) สูงถึง 90% ซึ่งหากสามารถนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานแสงสว่างภายในอาคาร ปัจจุบันในประเทศไทยมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบแสงสว่างสูงถึงร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกปี การเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมก็จะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยรวมได้ในระยะยาว ดังนั้นจึงจะออกแบบและสร้างท่อนำแสง เพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้เป็นอีกทางเลือกในการให้แสงสว่าง โดยโดมจะทำหน้าที่รวมแสงสว่างจากภายนอกสู่ภายในอาคาร เพื่อให้แสงสว่างภายในอาคารในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ ซึ่งพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และเป็นพลังงานที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ท่อนำแสงมีจุดเด่นคือการนำแสงจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการส่องสว่าง ช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสำหรับการปลูกพืชในอาคาร



กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1

การวิจัย พัฒนา และทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือนและแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

Research development and testing of plant production technologies in greenhouse systems and Benchmark guidelines

ผู้วิจัย

รพีพร ศรีสถิตย์ วุฒิพล จันทร์สระคู อรัญญ์ ขันติยวิชย์ ศิริลักษณ์ พุทธวงค์ บุญญาภา ศรีหาตา เสาวนี เขตสกุล รัติกาล ยุทธศิลป์ ปภัสสร สีลารักษ์ ศศิธร ประพรม วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล ปัญจพล สิริสุวรรณมา จารุพงศ์ ประสพสุข วุฒิชัย กากแก้ว สัจจะ ประสงค์ทรัพย์ วิศรุต สันม่าแอ พฤกษ์ คงสวัสดิ์ อรทัย วงค์เมธา ทัศนีย์ ดวงแย้ม มนัสภร ฉิ่งวังตะกอ สุนิตรา คามีศักดิ์ เพทาย กาญจนเกสร อนุภพ เผือกผ่อง สมบัติ บวรพรเมธี ทิวา บุปผาประเสริฐ

Rapeeporn Srisathit Wuttiphol Chansrakoo Aran Khamtiyawit Siriluk Buddhawong Boonyapha Srihata Saowanee Ketsakul Rattikan Yutthasin Papatsorn seelarak Sasithon Praprom Wibharat Damrikemtrakool Panjaphol Sirisuwanma Jarupong Prasopsuk Wutichai Kagkaew Satja Prasongsap[1/] Wisarute Sanmaerre[1/] Phruek kongsawad[2/] Orathai Wongmetha[3/] Tatsanee Duangyam[4/] Manatsaporn Chingvangtakor [5/] Sunitra Kamesak[1/] Phethai Kanchanakesorn[6/] Anupop Puekpong[7/] Sombat Bowonpornmethee[10/] Tiwa Bupphaprasert[1]

กรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ

พืชผัก โรงเรือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เทคโนโลยีการผลิตพืช มาตรฐาน วัสดุปลูก ไฮโดรโพนิกส์ แอโรโพนิกส์ แสง สารไนเตรท ศัตรูพืช

Key words

Vegetables, Greenhouse, Northeast, Crop Production Technology Standard, Substrate, Hydroponic, Aeroponic, Light, Nitrate, Plant pest

บทคัดย่อ

ระบบการผลิตผักในโรงเรือนเหมาะสำหรับการปลูกผักที่มีมูลค่าสูง แต่ข้อมูลการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผักในโรงเรือนยังมีน้อย เกษตรกรที่ปลูกพืชภายใต้โรงเรือนหลังคาพลาสติกมักประสบปัญหา การระบาดของศัตรูพืช การสะสมความร้อน ต้นทุนการผลิตสูง และมีส่วนหนึ่งที่พบการสะสมของไนเตรทในผลผลิต เพื่อแก้ปัญหา

นี้จึงดำเนินการวิจัย พัฒนา และทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือนและแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ดำเนินการในโรงเรือนของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น ศูนย์และวิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร นครพนม เลย และชัยภูมิ ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน และโรงเรือนของกลุ่มเกษตรกร จังหวัดขอนแก่น ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2564 ระยะเวลา 3 ปี ผลการดำเนินงาน พบว่า โรงเรือนแบบหลังคาโค้งสองชั้นมีการระบายอากาศด้านบนหลัง 2 ด้าน มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ต่ำกว่าโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อย มีการระบายอากาศได้ดีกว่า และไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางลมและสภาพพื้นที่ในการติดตั้ง การให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น A B สำหรับผลิตพืชผักกินใบที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นจะให้อัตราส่วน 1:1 ส่วนผักกินใบที่มีอายุการเก็บเกี่ยวนานเช่น กะหล่ำปลี จะให้ปุ๋ยเช่นเดียวกับผักกินผลโดยจะให้อัตราส่วน 1:1 1:1.2 1:1.6 และ 1:2.4 โดยปริมาตรของสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น A B และระยะเวลาในการให้ปุ๋ยขึ้นอยู่กับอายุของพืชแต่ละชนิด เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชผักโดยวิธีผสมผสาน ได้แก่ การจัดการด้านเขตกรรม การใส่ปุ๋ย ติดกับดัก และการควบคุมโดยชีววิธี เช่น ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง *Bacillus thuringiensis* และ *B. subtilis* ไตรโคเดอร์มา และเชื้อราบิวเวอเรียทำให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพปลอดภัย การผลิตพืชในระบบโรงเรือน จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี กะหล่ำปลี พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด มะเขือเทศเชอรี่ และแตงกวาญี่ปุ่น ต้องเริ่มจากการเตรียมต้นกล้าที่แข็งแรง และมีอายุที่เหมาะสมสำหรับย้ายปลูก ส่วนผสมของวัสดุปลูก การให้ปุ๋ย การดูแลรักษา และการจัดการศัตรูพืช ที่เหมาะสมตามชนิดของพืชจะทำให้ได้ผลผลิตพืชสูง ต้นทุนต่ำ สามารถผลิตได้หลายรอบต่อปี สำหรับการคัดเลือกพันธุ์มะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือน ได้มะเขือเทศเชอรี่จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ SKc33-4-1 SKc33-3-6 SKc14-2-1 และ SKc002-6-2-6 มะเขือเทศผลใหญ่ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SKb451I/62-4-5 SKbb451I/62-5-2 SKb388-2-1-3 SKb029-4-2-1 และ SKb467I/62-4-6 เพื่อนำไปปลูกคัดเลือกในขั้นตอนต่อไป ระบบการผลิตต้นกล้าพืชผักในโรงเรือนที่เหมาะสม คือ ใช้วัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของแกลบดำผสมกับพีทมอส หรือขุยมะพร้าวผสมกับพีท มอส ในอัตราส่วน 1:1 ให้แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน อัตราส่วน 3 : 1 ในต้นกล้าผักสลัดกรีนโอ๊ค ผักสลัดเรดคอส แสง LED สีน้ำเงิน:สีแดง อัตรา 2:1 ในต้นกล้าพริก แสง LED สีแดง:สีน้ำเงิน อัตรา 3:1 ในต้นกล้าโหระพา คื่นฉ่าย แสง LED สีแดง:สีน้ำเงิน อัตรา 1:1 ในต้นกล้าบ๊อกฉ่อย กวางตุ้ง แสง LED สีแดง ในต้นกล้ากะเพรา เพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของพืชผักแต่ละชนิด ให้สารละลายธาตุอาหาร A B ที่มีค่า EC ระหว่าง 1.2-1.6 mS/cm มีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน มีกฎระเบียบที่เข้มงวดสำหรับผู้เข้าไปปฏิบัติงานในโรงเรือน และได้ร่างเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตผักในโรงเรือนซึ่งประกอบด้วย 8 ข้อกำหนดหลักของ GAP นำไปจัดทำเอกสารวิชาการเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตผักในโรงเรือน จำนวน 4 เรื่อง

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

Vegetable production in greenhouse is suitable for growing of high value vegetables. Nevertheless, information to improve the quality and quantity of the production is still limit. Farmers who grow vegetables under plastic roof greenhouse face with various problems such as

widespread of plant pests, heat accumulation, high cost of production and occasionally nitrate residue was also observed. To solve these problems, we conducted the research program namely "Research development and testing of plant production technologies in greenhouse systems and Benchmark guidelines". It was carried out during October 2018-September 2021 at greenhouses of the Office of Agricultural Research and Development Region 3, Agricultural Research and Development center of Chaiyaphum, Mukdahan, Nakhon Phanom and Loei, Agricultural Production Sciences Research and Development Center, Khon Kaen Seed Research and Development Center, Srisaket Horticultural Research Center and farmer's greenhouses. Result showed that a curve double-roofed greenhouse has a better ventilation compare to a saw teeth roof greenhouse and has no limit of the lay out when constructed. The study also indicated that a rate of 1:1 A:B nutrient solution was suitable for leaf vegetables except cabbage which has to apply A:B nutrient solution at 1:1, 1:1.2, 1:1.6 and 1:2.4 at different growth stages, similar to tomato, chili and watermelon. But the amount and period apply was different for each vegetable. Integrated pest management technology using cultural practices, suitable fertilization, traps and biological control such as the insecticide nematode, *Bacillus thuringiensis* and *B. subtilis, Trichoderma* and *Beauveria* fungi could effectively control plant pests resulted in high yield and good and safe quality product. Greenhouse production procedure for 9 vegetables; lettuce, Hong Kong kale, cilantro and cabbage, cherry tomatoes. large paprika, bell pepper, Seedless Watermelon and Japanese Cucumber included healthy seedling, good planting media, suitable fertilization and good cultivation. Four varieties of Cherry tomatoes; SKc33-4-1, SKc33-3-6, SKc14-2-1, SKc002-6-2-6 and 5 large fruit tomatoes varieties; SKb451I/62-4-5, SKbb451I/62-5-2, SKb388-2-1-3, SKb029-4-2-1 and SKb467I/62-4-6 were selected for the next screening. A system for producing vegetables seedlings in greenhouses was also developed. It included the suitable planting materials that is black rice husk mixed with peat moss or coconut coir mixed with peat moss at 1:1 ratio. Optimum LED light, blue light to red light on various vegetables seedling were 3:1 for green oak and red lettuce, 2:1 for chili, red light to blue light at 3:1 for basil and celery, 1:1 for Cantonese cabbage and red light for sweet basil. The suitable nutrient solution A B for growing vegetables seedling should have EC between 1.2-1.6 mS/cm. Integrated pest management should be continuously performed and set up strict rule for working in greenhouse. Moreover, the greenhouse vegetables production operating criteria consist of 8 main GAP requirements was set up to produce 4 academic documents.

สวพ.3 ขอนแก่น

บทนำ

โดยภาพรวมการผลิตพืชผักในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนส่วนใหญ่มีการผลิตกลางแจ้งสามารถผลิตได้ในฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ไม่สามารถผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีสภาพไม่เหมาะสม อุณหภูมิสูง แสงแดดจัด และในฤดูฝนมีความชื้นสูงมีโรคแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย เกษตรกรบางคนใช้สารเคมีมากเกินจำเป็นทำให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิต เป็นการผลิตที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ยาก มีปัญหาการผลิตมากมาย ดังนั้นการผลิตพืชผักภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่จำเป็น มีความเหมาะสมกับสภาพเงื่อนไขในสภาพอากาศปัจจุบัน เนื่องจากโรงเรือนสามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ป้องกันพืชจากการทำลายของสัตว์ โรค และแมลงศัตรู นอกจากนี้ โรงเรือนยังเป็นระบบที่ใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพทำให้ไม่ต้องใช้น้ำปริมาณมากเหมือนสภาพปกติและยังสามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิต เร่งการผลิดอกออกผล และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ ประกอบกับมีกลุ่มเกษตรกร และหน่วยงานในพื้นที่ตื่นตัวต้องการเปลี่ยนมาปลูกในโรงเรือน

ดังนั้นจึงสมควรทำการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเพื่อแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต เกษตรกรสามารถผลิตพืชผักที่มีคุณภาพป้อนตลาดได้พอเพียงและตลอดทั้งปี ในพืชผักที่สำคัญหรือมีราคาสูง ได้แก่ มะเขือเทศเชอรี่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโม แตงกวาญี่ปุ่น ผักชี ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกงโดยทำการพัฒนาต้นแบบโรงเรือนที่เหมาะสมศึกษาการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตผักในระบบโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง วิจัยหาพันธุ์ผักที่เหมาะสำหรับการปลูกในโรงเรือน แล้วพัฒนาต่อเป็นต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือน ในพื้นที่ใกล้แหล่งผลิตผัก เป็นแหล่งให้เกษตรกรได้เรียนรู้และนำไปขยายผลและปรับใช้ในระบบการผลิตผักของตนเอง ส่วนกลุ่มเกษตรกรที่มีโรงเรือนเดิมอยู่แล้วก็วิจัยเพื่อแก้ปัญหาการผลิตผัก ส่งผลให้การผลิตผักของเกษตรกรในพื้นที่ได้มาตรฐาน ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และปลอดภัยต่อการบริโภค ลดการใช้สารเคมีลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม สร้างสุขภาวะที่ดีต่อผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ผลิต มีผลผลิตจำหน่ายเพียงพอตลอดปี และส่งออกได้ในอนาคต รวมทั้งพัฒนาการผลิตผักในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและสร้างรายได้ที่ดีให้เกษตรกรต่อไป

2.วัตถุประสงค์

1.เพื่อวิจัยและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือน

2.เพื่อพัฒนาต้นแบบโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชผัก

3.เพื่อวิจัยและทดสอบการควบคุมศัตรูพืชผักโดยวิธีผสมผสาน

4.เพื่อวิจัยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่เหมาะสมของพืชผักกินใบและผักกินผล

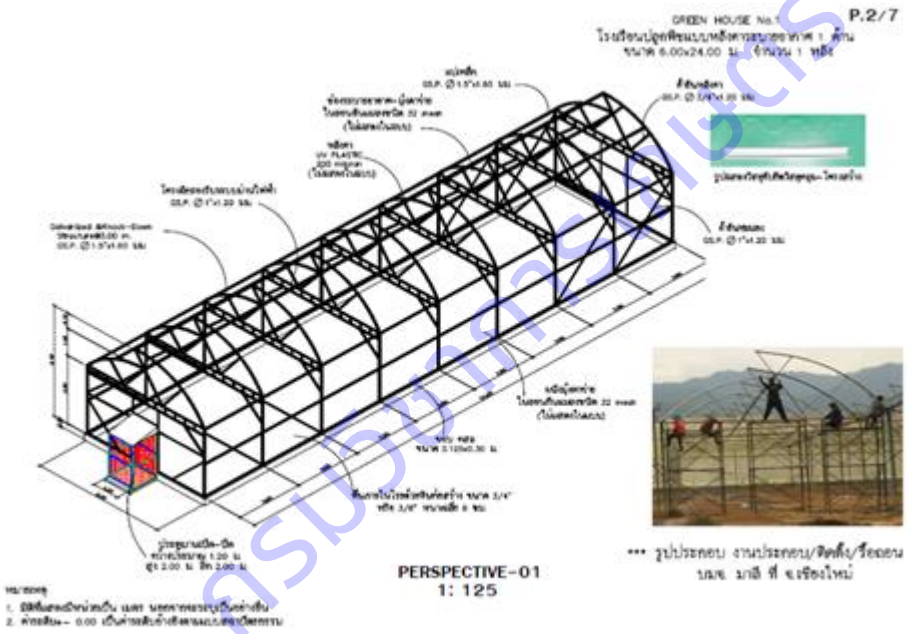
5.เพื่อวิจัยคัดเลือกพันธุ์มะเขือเทศผลเล็กเชอรี่และมะเขือเทศผลใหญ่ที่เหมาะสำหรับการปลูกในโรงเรือน

ศรีเชียงใหม่ news

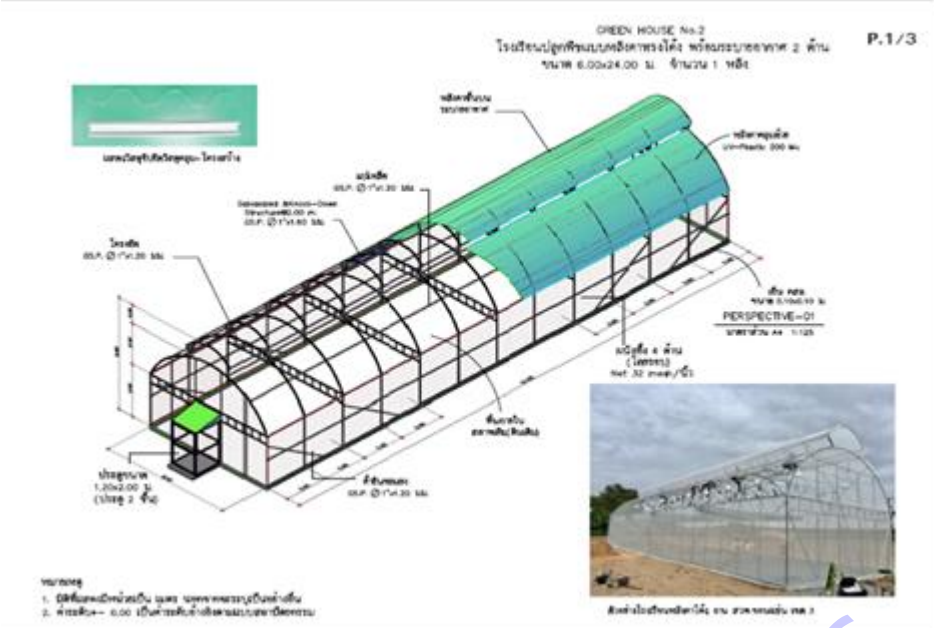
ระเบียบวิธีการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. พัฒนาต้นแบบโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชผักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการออกแบบและ สร้างโรงเรือนจำนวน 2 รูปแบบ คือ โรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อย (ภาพที่ 1) และแบบหลังคาสองชั้น (ภาพที่ 2) โดยโรงเรือนทั้งสองแบบมีโครงสร้างเป็นเหล็กอาบสังกะสีและเหล็กพ่นสีกันสนิม มีขนาด (กxยxส) 6x24x5 m แบบหลังคาโค้งมีช่องเปิดระบายอากาศด้านบนหลังคา มุงหลังคาด้วยพลาสติกความหนา 200 micron คลุมด้วยฟิล์มพลาสติกคัดกรองแสงที่มีสมบัติกรองรังสียูวี ด้านข้างติดตั้งมุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 32 mesh โดยรอบ ภายในโรงเรือนติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุมระบบให้น้ำแบบหยดและการให้น้ำแบบพ่นหมอก 4 ทาง ควบคุมการทำงานโดยการตั้งเวลาอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในช่วงเวลากลางวัน และบันทึกสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงวันตามรอบการผลิตพืช และปลูกพืชทดสอบ 2 ชนิด มะเขือเทศเชอรี่ และผักคะน้าฮ่องกง



ภาพที่ 1 รูปแบบโรงเรือนพลาสติกหลังคาโค้งแบบฟันเลื่อยหรือแบบ ก.ไก่



ภาพที่ 2 รูปแบบโรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาโค้งสองชั้น หรือ ฮ.นกฮูก

2. ศึกษาอัตรา และปริมาณการให้ปุ๋ย A B ที่เหมาะสมทางระบบน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักในระบบโรงเรือน โดยทดสอบในพืชผัก 2 กลุ่ม คือ 1) ผักกินใบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ผักชี คะน้าฮ่องกง และผักกาดหอม กะหล่ำปลี และ 2) ผักกินผล 5 ชนิด ได้แก่ มะเขือเทศเชอรี่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด แตงกวาญี่ปุ่น ดำเนินการปลูกผักในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ในภาชนะปลูกพืช แยกปลูกเป็นรอบตามชนิดพืช แต่ละพืชวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี โดยให้กรรมวิธีเป็นระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ 1) ให้น้ำเปล่า 2) ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น A B อย่างละ 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ 3) ใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้น A B อย่างละ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ 4) ใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้น A B อย่างละ 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ และ 5) ใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้น A B อย่างละ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ โดยอัตราส่วนของ A B ที่ใช้ในผักกินใบ ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง และ ผักชี คือ 1:1 ส่วนกะหล่ำปลี และผักกินผล ใช้อัตราส่วน 1:1 1:1.2 1:1.6 และ 1:2.4

3. พัฒนาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชของคะน้า ผักบุ้งจีน และพริกหยวกที่ปลูกในโรงเรือนหลังคาพลาสติกของกลุ่มเกษตรกรชาวสวนบ้านโนนเขวา ต.ดอนหัน อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยใช้เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชผักแบบผสมผสาน ได้แก่ การจัดการด้านเขตกรรม การเสริมความแข็งแรงให้กับต้นพืชโดยการใส่ปุ๋ยอย่างเหมาะสม การใช้กับดัก และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี เช่น NPV ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* และ *B. subtilis* ไตรโคเดอร์มา และเชื้อราบิวเวอเรีย เปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร ดำเนินการโดยประชุมเกษตรกรร่วมทดสอบเพื่อชี้แจงแนวทางการวิจัย พร้อมทั้งเสวนาให้ความรู้ด้านการเพาะปลูกและดูแลรักษาตามแผนการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานร่วมกับการควบคุมโดยชีววิธี เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลูก ดูแลรักษา และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสภาพโรงเรือนก่อนทำการทดลอง คัดเลือกเกษตรกร

กรมวิชาการเกษตร

และจัดทำแผนการดำเนินการทดลองร่วมกับเกษตรกร จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยหมัก วัสดุปลูก สารเคมี และจุลินทรีย์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช ส่วนการทดสอบในแปลงต้นแบบและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูคะน้าเห็ดหอม ผักบุ้ง และพริกหยวกในสภาพโรงเรือน ดำเนินการโดยจัดประชุมชี้แจงแนวทางการจัดทำแปลงต้นแบบ พร้อมทั้งเสวนาให้ความรู้ด้านการเพาะปลูกและดูแลรักษาพืชในโรงเรือนตามแผนการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานก่อนดำเนินงาน จัดทำหลักสูตรการฝึกอบรมขยายผลการทดลอง จัดทำคู่มือและวัสดุเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีชื่อหลักสูตร : การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในระบบโรงเรือนเพื่อการผลิตพืชผักปลอดภัย

4. พัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือน โดยนำรูปแบบระบบโรงเรือนที่ได้ผลจากขั้นตอนที่ 1 และผลการให้ปุ๋ยจากขั้นตอนที่ 2 มาปรับใช้ในการผลิตพืชผัก 9 ชนิด ได้แก่ มะเขือเทศเชอรี่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด แตงกวาญี่ปุ่น ผักชี ผักกาดหอม คะน้า กะหล่ำปลี ในโรงเรือนต้นแบบที่สร้างขึ้นในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร (ศวพ.) ชัยภูมิ นครพนม มุกดาหาร เลย และ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (สวพ.3) จังหวัดขอนแก่น

5. คัดเลือกเลือกพันธุ์มะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือนต้นแบบ โดยนำมะเขือเทศผลเล็ก (เชอรี่) และมะเขือเทศบริโภคสดผลใหญ่ จากการสำรวจและจำแนกมะเขือเทศเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ มาปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า และปลูกทดสอบ ในโรงเรือนปลูกพืชที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ทำการคัดเลือกเลือกพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่และมะเขือเทศบริโภคสดผลใหญ่ที่มีศักยภาพเหมาะสำหรับปลูกในโรงเรือนอย่างน้อยชนิดละ 1 สายพันธุ์

6. พัฒนากำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชในโรงเรือนแบ่งเป็น 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) ศึกษาระบบการผลิตต้นกล้าในโรงเรือน 2) ศึกษาวิเคราะห์เทคโนโลยีการผลิตพืชปลูกบนดิน ระบบไฮโดรโพนิกส์ แอโรโปนิกส์ ในโรงเรือนปลูกพืชพื้นที่ต่างๆ 3) เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชในโรงเรือน และนำข้อมูลที่ได้จัดทำเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติสำหรับการกำหนดมาตรฐานการผลิตพืชในโรงเรือน เผยแพร่ข้อมูลและเทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือน สู่เกษตรกร ผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ และผู้ที่สนใจ

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

1. จากการทดสอบปลูกพืชในโรงเรือน 2 รูปแบบ คือ โรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อยและแบบหลังคาโค้งสองชั้น พบว่า โรงเรือนแบบหลังคาสองชั้นซึ่งมีการระบายอากาศด้านบนหลังคา 2 ด้าน ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่าโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อย เนื่องจากมีการระบายอากาศได้ดีกว่า ทั้งนี้โรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อย มีปัจจัยและข้อจำกัดในด้านแนวทิศทางและตำแหน่งการติดตั้งโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยด้านทิศทางลมและสภาพพื้นที่ ที่บางแห่งอาจจะไม่สามารถเลือกพื้นที่ได้ตามที่เกษตรกรต้องการ เนื่องจากการวางแนวผังโรงเรือนที่ช่องระบายอากาศแบบฟันเลื่อย หรือ ก.ไก่ ถ้ารับแรงลมมากไป จะทำให้หลังคาโรงเรือนเสียหายได้ง่าย ผลการปลูกพืชทดสอบ พบว่า มะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกในโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อยมีแนวโน้มเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าที่ปลูกในโรงเรือนแบบหลังคาโค้งสองชั้น แต่ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกใน

โรงเรือนแบบหลังคาสองชั้นสูงกว่าในโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อย ส่วนคะน้าฮ่องกงพันธุ์กวนอูที่ปลูกในโต๊ะปลูกภายใต้โรงเรือนทั้งสองแบบมีการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. จากการศึกษาผลของธาตุอาหาร A B ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผัก พบว่า การให้ธาตุอาหาร A B ในผักกินใบจะใช้อัตราส่วน 1 : 1 แต่ปริมาตรสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น (Stock) A B และระยะเวลาที่ให้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืช ดังนี้ ผักกาดหอม และคะน้าฮ่องกง ใช้ stock A B อย่างละ 6 มิลลิลิตรผสมน้ำ 1 ลิตร ให้ทุกสัปดาห์ หลังย้ายปลูกต้นกล้า 7 วัน รวมทั้งหมด 5 และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ ผักชี ใช้ stock ปุ๋ย A และ B อย่างละ 4 มิลลิลิตรผสมน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ จำนวน 6 สัปดาห์ สำหรับกะหล่ำปลีให้ตามช่วงการเจริญเติบโตในอัตราส่วน 1:1 (stock ปุ๋ย A และ B อย่างละ 5 มิลลิลิตรผสมน้ำ 1 ลิตร จากนั้นให้อัตรา 1:1.2 1:1.6 และ 1:2.4) รวม 13 สัปดาห์ สำหรับผักกินผลการให้ธาตุอาหาร A B ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยจะใช้อัตราส่วน 1:1 1:1.2 1:1.6 และ 1:2.4 แต่ปริมาตร stock สารละลาย A B และระยะเวลาในการให้ปุ๋ยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช ได้แก่ มะเขือเทศเชอรี สัปดาห์ที่ 1-2 ให้สารละลายธาตุอาหาร A B อัตรา 1:1 (stock ปุ๋ย A และB ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร) สัปดาห์ที่ 3-5 อัตรา 1:1.2 สัปดาห์ที่ 6-8 อัตรา 1:1.6 และสัปดาห์ที่ 9-11 อัตรา 1:2.4 พริกขี้หนูผลใหญ่และพริกหยวก สัปดาห์ที่ 1-3 ให้สารละลายธาตุอาหาร A B อัตรา 1:1 (stock ปุ๋ย A และ B ปริมาตร 6 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร) สัปดาห์ที่ 4-6 อัตรา 1:1.2 สัปดาห์ที่ 7-8 อัตรา 1:1.6 และสัปดาห์ที่ 9-10 อัตรา 1:2.4 แตงโมไร้เมล็ด สัปดาห์ที่ 1 ให้สารละลายธาตุอาหาร A B อัตรา 1:1 (stock ปุ๋ย A และ B ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร) สัปดาห์ที่ 2-3 อัตรา 1:1.2 สัปดาห์ที่ 4 อัตรา 1:1.6 และสัปดาห์ที่ 5-6 อัตรา 1:2.4 ขณะที่แตงกวาญี่ปุ่นให้สารละลายธาตุอาหาร A B สัปดาห์ที่ 1-2 อัตรา 1:1 (stock ปุ๋ย A และ B ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร) สัปดาห์ที่ 3-4 อัตรา 1:1.2 สัปดาห์ที่ 5-6 อัตรา 1:1.6 และสัปดาห์ที่ 7 อัตรา 1:2.4

3. จากการทดสอบเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชผักแบบผสมผสาน ได้แก่ การจัดการด้านเขตกรรม การใส่ปุ๋ยอย่างเหมาะสม การใช้กับดัก และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี เปรียบเทียบกับวิธีการเดิมของเกษตรกร พบว่า เทคโนโลยีการควบคุมศัตรูคะน้า โดยการเตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าวและปุ๋ยหมักเติมอากาศ ฆ่าเชื้อและไข่แมลงโดยการหมักหรืออบด้วยแสงอาทิตย์ เพาะกล้าในวัสดุเพาะพีทมอส อนุบาลต้นกล้าในโรงเรือนตาข่าย 32 ตาขึ้นไป และย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ระยะปลูก 20-25 เซนติเมตร ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง เมื่อคะน้าอายุ 15 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ย A B 1 ครั้ง โดยการปล่อยทางระบบน้ำหยด การจัดการตามขั้นตอนข้างต้นช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชขนาดเล็กได้ และใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง จำนวน 40-80 กับดัก/ไร่ หรือวางกับดัก 1 แผ่น ต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร เพื่อดักแมลงและพยากรณ์การระบาดของแมลง หากพบหนอนผีเสื้อพ่นเชื้อ *Bacillus thuringensis* หากพบโรคใบจุด โรคราน้ำค้าง ให้เก็บใบออกไปทำลายนอกโรงเรือนแล้วพ่นเชื้อราไตรโคเดอร์มา ทุก 3-5 วัน การเพาะกล้าในถาดเพาะก่อนย้ายปลูก นอกจากช่วยให้ต้นกล้าสมบูรณ์แข็งแรงแล้ว ยังช่วยลดระยะเวลาการปลูกคะน้าในแปลงโรงเรือนได้จากที่ปลูกแบบหว่านเมล็ดจะต้องใช้เวลา 45–55 วัน แต่หากเพาะกล้าไว้ก่อนจะช่วยให้สามารถเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น เมื่อคะน้าเห็ดหอมอายุ 25-30 วันหลังย้ายปลูก ทำให้สามารถย้ายกล้าคะน้ามาปลูกในโรงเรือนได้ตลอดทั้งปี รวม 10 รอบการผลิต ในโรงเรือนขนาด 12x30 เมตร หรือ 360 ตารางเมตร วางโต๊ะปลูกได้ 144 ตารางเมตร จะมีต้นทุนการผลิต 44,640 บาท มีรายได้ 147,456 บาท

ศรีมิชาการเกษตร

ผลตอบแทน 102,816 บาท มีผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุน 3.30 แสดงว่าเทคโนโลยีที่ได้คุ้มค่าต่อการลงทุน การปลูกพืชผักบุ้งหมุนเวียนกับผักชนิดอื่นๆ ร่วมกับการใช้เชื้อไตรโคเดอร์มาในระยะการเตรียมดินและการฉีดพ่นเชื้อไตรโคเดอร์มา ทุก 5-7 วัน สามารถลดการระบาดของโรคราสนิมขาวของผักบุ้งได้ สำหรับพริกหยวก ใช้วิธีการปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าวและปุ๋ยหมักเติมอากาศ ฆ่าเชื้อและไข่แมลงโดยการหมักหรืออบด้วยแสงอาทิตย์ เพาะกล้าในวัสดุเพาะพีทมอส อนุบาลต้นกล้าในโรงเรือน และย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และ 13-13-21 เมื่อพริกอายุ 30–40 และ 60 วัน ตามลำดับ ตัดแต่งกิ่งให้โปร่งและมัดค้างยึดให้ต้นพริกแข็งแรง ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง จำนวน 40-80 กับดัก/ไร่ หรือจำนวน 1 แผ่นต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร พ่นเชื้อ *Bacillus thuringensis* สลับกับสารฟิโปรนิลและปิโตรเลียมออยล์ หากพบไรพ่นสารกำมะถัน อัตราตามฉลาก ทุก 7 วัน ควบคุมการระบาดของโรคแอนแทรคโนสพริก โดยใช้ไตรโคเดอร์มา เก็บผลผลิตเมื่อพริกหยวกขาวอายุ 90 วันหลังปลูก และเก็บต่อเนื่องทุก 3-5 วัน ต้นทุนการผลิตต่อพื้นที่ 160 ตารางเมตร จำนวน 1,020 บาท มีรายได้เฉลี่ย 5,525 บาทต่อรอบการผลิต 5-6 เดือน ผลตอบแทน 4,505 บาท ผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุน (BCR) 4.42 จากการจัดทำแปลงต้นแบบและถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่าแปลงต้นแบบให้ผลผลิตและผลตอบแทนเป็นไปในทางเดียวกันกับผลการทดลอง มีเกษตรกรเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รวม 200 ราย มีโรงเรือนเกษตรกรที่นำเทคโนโลยีไปใช้จำนวน 67 โรงเรือน และจากการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีของผู้เข้าร่วมอบรม พบว่า มีความพึงพอใจระดับระดับมาก ถึงมากที่สุด

4. จากการทดสอบต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือนแบบหลังคาโค้งสองชั้น ขนาด 6x24 เมตร ในพื้นที่ของ สวพ.3 จังหวัดขอนแก่น ศวพ. ชัยภูมิ นครพนม มุกดาหาร และ เลย พื้นที่ละ 1 หลัง และโรงเรือนแบบฟันเลื่อย จำนวน 1 หลัง ในพื้นที่ของ สวพ.3 ดำเนินการปลูกพืชในโรงเรือนแต่ละพื้นที่จำนวน 1-2 ชนิด รวมทั้งหมด 9 ชนิด คือ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด มะเขือเทศเชอรี่ แตงกวาญี่ปุ่น กะหล่ำปลี ผักชี ผักกาดหอม และคะน้าฮ่องกง มีการปรับใช้ปุ๋ยตามการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 รวมทั้งมีการควบคุมศัตรูพืชโดยเน้นการใช้ชีวภัณฑ์ และแมลงศัตรูธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า วัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพริกขี้หนูผลใหญ่และพริกหยวก เป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของ ดิน แกลบดำ ปุ๋ยหมักเติมอากาศ 3:2:1 แตงโมไร้เมล็ดใช้วัสดุปลูก ดิน ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมักเติมอากาศ 2:1:1 กะหล่ำปลี ผักชี มะเขือเทศเชอรี่ ผักกาดหอม แตงกวาญี่ปุ่น และคะน้าฮ่องกง ใช้วัสดุปลูกที่มี ขุยมะพร้าว แกลบดิบ แกลบดำ ทรายแม่น้ำ มีสัดส่วน 6:2:1.5:0.5 สัดส่วนการใช้ปุ๋ย A:B ใช้อัตราส่วน 1:1 สำหรับผักใบ และอัตราส่วน 1:1,1:1.2,1:1.6,1-2:2.4 ในผักกินผล ผลการผลิตผักในโรงเรือนต้นแบบ พบว่า พริกทุกพันธุ์ มีแนวโน้มการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตมากกว่าสภาพนอกโรงเรือน ยกเว้นพริกจินดาศรีสะเกษ พริกหยวกให้ผลผลิตและผลตอบแทนสูงสุด สัดส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) พริกขี้หนูผลใหญ่ และพริกผลใหญ่ เท่ากับ 1 และ 1.5 ตามลำดับ แตงโมไร้เมล็ด ผลผลิต 550 กก./โรงเรือน/รอบ น้ำหนัก 2.1 กก./ผล ความหวาน 12.6 Brix° ต้นทุนการผลิตรวม 7,683 บาท รายได้รวม 19,250 บาท รายได้สุทธิ 11,567 บาท BCR เท่ากับ 1.5 กะหล่ำปลีที่ได้รับปุ๋ย A:B ในอัตราส่วนต่างๆ ยังเจริญเติบโตได้ไม่ดีมีขนาดและน้ำหนักหัวยังไม่เหมาะสม ส่วนผักชีที่ได้รับปุ๋ย A:B ให้ผลผลิตและเจริญเติบโตได้ดี มะเขือเทศเชอรี่ : ต้นทุนการผลิต 24,888 บาท/โรงเรือน รายได้ 97,875 บาท/โรงเรือน /ปี ผลตอบแทน 72,989 บาท/โรงเรือน /ปี BCR เท่ากับ 3.9 ผักกาดหอม: ผลผลิต 485-840 กก./โรงเรือน/ปี และช่วงปลูกตุลาคม–ธันวาคม ให้ผลผลิตมากที่สุดแต่

กรมวิชาการเกษตร

ต่ำสุดช่วงปลูกเดือนมีนาคม-เมษายน ผลตอบแทน 20,830 บาท/โรงเรือน /ปี ค่า BCR เท่ากับ 1.3 แตงกวาญี่ปุ่น ต้นทุนการผลิต 7,357 บาท/รอบการผลิต ผลผลิต 269 กก./รอบการผลิต รายได้รวม และรายได้สุทธิ 13,817 และ 6,460 บาท/รอบการผลิต BCR เท่ากับ 1.88 คะน้าฮ่องกง มีต้นทุนการผลิต 16,339 บาท/รอบการผลิต ผลผลิต 195 กก./รอบการผลิต รายได้รวม และรายได้สุทธิ 19,917 และ 3,577 บาท/รอบการผลิต BCR เท่ากับ 1.22 และจากการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีของผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 100 ราย พบว่า มีความพึงพอใจระดับระดับมาก ถึงมากที่สุด

5. จากการคัดเลือกพันธุ์มะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือน โดยใช้พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่และมะเขือเทศรับประทานสดผลใหญ่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพันธุ์ที่ใช้ปลูกในโรงเรือน ซึ่งรวบรวมไว้ในศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ชนิดละ 15 สายพันธุ์ ปลูกและคัดเลือกพันธุ์ในโรงเรือนจำนวน 3 ฤดู โดยใช้พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ 154 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ในมะเขือเทศเชอรี่ และพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์การค้า (พันธุ์ลูกท้อ) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบสำหรับมะเขือเทศรับประทานสดผลใหญ่ สามารถคัดพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือนในมะเขือเทศเชอรี่ได้จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ SKc33-4-1 SKc33-3-6 SKc14-2-1 และ SKc002-6-2-6 มีน้ำหนักผลต่อต้นในฤดูที่ 3 2,637 2,208 2,138 และ 1,942 กรัม ตามลำดับ ซึ่งพันธุ์ที่คัดเลือกทั้ง 4 สายพันธุ์นี้มีน้ำหนักผลต่อต้นในฤดูที่ 3 มากกว่ามะเขือเทศเชอรี่ 154 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ 52.39% สำหรับมะเขือเทศรับประทานสดผลใหญ่สามารถคัดพันธุ์มะเขือเทศผลใหญ่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือนได้จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SKb451I/62-4-5 SKbb451I/62-5-2 SKb388-2-1-3 SKb029-4-2-1 และ SKb467I/62-4-6 มีน้ำหนักผลต่อต้นในฤดูที่ 3 เท่ากับ 1,734 1,621 1,571 1,356 และ 1,467 กรัม ตามลำดับ

6. จากการวิจัยและพัฒนากำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตพืชในโรงเรือน พบว่า ระบบการผลิตต้นกล้าพืชผักในโรงเรือนที่เหมาะสม คือ ใช้วัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของแกลบดำผสมกับพีทมอส หรือขุยมะพร้าวผสมกับพีทมอส อัตราส่วน 1:1 การใช้แสง LED แสงสีน้ำเงินต่อแสงสีแดงอัตราส่วน 3:1 ในต้นกล้าผักสลัดกรีนโอ๊ค ผักสลัดเรดคอส แสง LED สีน้ำเงิน: สีแดง อัตรา 2:1 ในต้นกล้าพริก แสง LED สีแดง: สีน้ำเงินอัตรา 3:1 ในต้นกล้าโหระพา คื่นฉ่าย แสง LED สีแดง: สีน้ำเงิน อัตรา 1:1 ในต้นกล้าบ๊อกฉ่อย กวางตุ้ง แสง LED สีแดง ในต้นกล้ากะเพรา สามารถกระตุ้นการงอกเมล็ดและการเจริญเติบโตของพืชผักแต่ละชนิดได้ดีที่สุด การให้สารละลายธาตุอาหารปุ๋ย A B ที่มีค่า EC ระหว่าง 1.2-1.6 mS/cm มีผลต่อต้นกล้าผักหลายชนิด เช่น ผักสลัดชนิดต่างๆ ผักกาดขาว กวางตุ้ง ชุนฉาย ทำให้ต้นกล้ามีความสมบูรณ์และเจริญเติบโตดีที่สุดเหมาะสมต่อการย้ายเข้าปลูกในโรงเรือน เกณฑ์ปฏิบัติการผลิตผักในโรงเรือนประกอบด้วย 1. แหล่งน้ำ 2. พื้นที่ปลูกพืชผักในโรงเรือน 3. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร 4. กระบวนการก่อนเก็บเกี่ยวพืชในระบบปลูกผักในโรงเรือน 5 การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว 6. การเก็บรักษา และการขนย้าย 7. สุขลักษณะส่วนบุคคล 8. การบันทึกข้อมูล นำไปจัดทำเอกสารวิชาการเกณฑ์ปฏิบัติการผลิตผักในโรงเรือน จำนวน 4 เรื่อง สำหรับวิธีการลดไนเตรท พบว่าระบบการปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโพนิกส์ที่ให้แสงหลัง 18.00 น.เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และลดค่า EC ก่อนการเก็บเกี่ยว 15 วัน สามารถลดปริมาณสารไนเตรทโดยที่คุณภาพของผักไม่เปลี่ยนแปลง การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชในโรงเรือน พบการระบาดแมลง ไร และศัตรูพืช 4 กลุ่มหลัก คือ 1. แมลงปากดูด ได้แก่ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย เพลี้ยจักจั่น แมลงหวี่ขาว 2. แมลงปากกัด ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนชอนใบ ปลวก และมด

3. ไร ได้แก่ ไรแดง ไรสี่ขา 4. สัตว์ฟันแทะ ได้แก่ หนู มักจะทำลายวัสดุอุปกรณ์ของโรงเรือน เช่น ตาข่าย สายไฟ เพื่อเข้าไปหาอาหาร โรคศัตรูพืชที่พบ ได้แก่ โรคราแป้ง โรคใบจุด โรคผลเน่า โรครากเน่า โรคไวรัส และโรคใบไหม้ การป้องกันกำจัดคือติดกับดักกาวเหนียวสีเหลืองอัตรา 8-10 กับดักต่อโรงเรือนขนาด 6x12 เมตร ใช้ส่วนขยายพันธุ์ปลอดโรค หรือพันธุ์ต้านทานโรค ไถตากดิน หรือฆ่าเชื้อวัสดุปลูกและอุปกรณ์ทางการเกษตรที่นำมาใช้ในโรงเรือน ปลูกพืชสลับหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรของเชื้อสาเหตุ หมั่นตรวจสอบความเสียหายของโรงเรือน และตาข่ายต้องมีความละเอียดสูงขนาด 50 เมตร ขึ้นไป ระบายความชื้นเพื่อไม่ให้ความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเหมาะสมต่อการเกิดโรค ทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรงเรือนให้ถูกสุขลักษณะ การจัดการสุขาภิบาลที่ดี หลีกเลี่ยงผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าไปภายในโรงเรือน มีกฎระเบียบที่เข้มงวดสำหรับผู้เข้าไปปฏิบัติงานในโรงเรือน

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. โรงเรือนต้นแบบที่เหมาะสมในการปลูกผัก ขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 24 เมตร และสูง 5 เมตร แบบหลังคาโค้งสองชั้นมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคา มุงหลังคาด้วยพลาสติกความหนา 200 ไมครอน เคลือบด้วยฟิล์มกรองรังสียูวี ด้านข้างติดตั้งมุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 32 เมช โดยรอบพร้อมประตูเข้าออก ภายในออกแบบติดตั้งระบบให้น้ำแบบหยดสำหรับพืชที่ปลูกแต่ละชนิด และติดตั้งระบบให้น้ำแบบพ่นหมอกเพื่อช่วยลดอุณหภูมิ และเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

2. การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น A B สำหรับผลิตพืชผัก 9 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี มะเขือเทศเชอรี่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด และแตงกวาญี่ปุ่น แตกต่างกันตามชนิดพืช โดยผักกินใบที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นจะให้อัตราส่วน 1:1 ส่วนผักกินใบที่มีอายุการเก็บเกี่ยวยาว เช่น กะหล่ำปลี จะให้ปุ๋ยเช่นเดียวกับผักกินผล โดยจะให้สัดส่วน 1:1 1:1.2 1:1.6 และ 1:2.4 สำหรับปริมาตรของสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น A B และระยะเวลาในการให้ปุ๋ยขึ้นอยู่กับอายุ และลักษณะการเติบโตของพืชแต่ละชนิด

3. การควบคุมศัตรูคะน้า ผักบุ้ง และพริก ต้องใช้หลายวิธีร่วมกันแบบผสมผสาน ทั้งการจัดการวัสดุเพาะวัสดุปลูก การใช้กับดับ การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้ชีวภัณฑ์

4. การผลิตพืชในระบบโรงเรือน จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี กะหล่ำปลี พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด มะเขือเทศเชอรี่ และแตงกวาญี่ปุ่น ต้องเริ่มจากการเตรียมต้นกล้าที่แข็งแรง และมีอายุที่เหมาะสมสำหรับย้ายปลูก มีส่วนผสมของวัสดุปลูก การให้ปุ๋ย การดูแลรักษา และการจัดการศัตรูพืช ที่เหมาะสมตามชนิดของพืช จะทำให้ได้ผลผลิตพืชสูง ต้นทุนต่ำ สามารถผลิตได้หลายรอบต่อปี

5. ได้พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือนได้จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ SKc33-4-1 SKc33-3-6 SKc14-2-1 และ SKc002-6-2-6 และพันธุ์มะเขือเทศผลใหญ่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือนได้จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ SKb451l/62-4-5 SKbb451l/62-5-2 SKb388-2-1-3 SKb029-4-2-1 SKb467l/62-4-6 เพื่อในปลูกปลูกคัดเลือก ประเมินผลผลิตและคุณภาพในขั้นตอนต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

6. การศึกษาวัสดุปลูกที่เกษตรกรสามารถใช้และช่วยลดต้นทุนการปลูกต้นกล้าได้ดี คือแกลบดำและขุยมะพร้าว การศึกษาอิทธิพลของแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นกล้า พบว่า แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน ในอัตราส่วนต่างๆ มีผลทำให้ต้นกล้าผักชนิดต่างๆ มีการเจริญเติบโตได้ดี การศึกษาอิทธิพล ของ EC ที่มีผลต่อการผลิตต้นกล้าในโรงเรือน พบว่า การให้ EC ที่ 1.0-1.6 mS/cm มีผลทำให้ต้นกล้าพืชมีการเจริญเติบโตได้ดี สมบูรณ์แข็งแรงเหมาะสำหรับการย้ายลงปลูกในโรงเรือน แต่การปลูกพืชในโรงเรือนมักพบแมลงศัตรูพืช 4 กลุ่มหลัก คือ 1. แมลงปากดูด เช่น แมลงหวี่ขาว 2. แมลงปากกัด 3. ไร 4. สัตว์ฟันแทะ และโรคระบาดที่พบแพร่หลายคือ โรคใบจุด โรคแอนแทรคโนส โรคราแป้ง โรครากเน่า ควรป้องกันกำจัดโดยใช้หลักการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน ได้แก่ ติดกับดักกาวเหนียว ใช้ส่วนขยายพันธุ์ปลอดโรค หรือพันธุ์ต้านทานโรค ไถตากดิน หรือฆ่าเชื้อวัสดุปลูกและอุปกรณ์ทางการเกษตรที่นำมาใช้ในโรงเรือน ปลูกพืชสลับหมุนเวียน การระบายความชื้นเพื่อไม่ให้ความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนสูงเหมาะสมต่อการเกิดโรค หลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าไปภายในโรงเรือน และควรมีกฎระเบียบที่เข้มงวดสำหรับผู้เข้าไปปฏิบัติงานในโรงเรือน

ข้อเสนอแนะ

1.ควรปรับปรุงระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เป็นแบบอัตโนมัติ ควบคุมทั้งความชื้น อุณหภูมิและแสง ให้เหมาะกับชนิดพืช

2.ควรศึกษาหรือพัฒนาเครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ลดการใช้แรงงาน เพื่อเป็นต้นแบบการจัดการศัตรูพืชร่วมกับการควบคุมโดยชีววิธี ที่เหมาะสมต่อการผลิตเพื่อการบริโภคและการผลิตเมล็ดพันธุ์เชิงการค้า

3.ควรทดสอบการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในระบบโรงเรือนพืชผักที่เป็นโรงเรือนขนาดใหญ่

4.การปลูกพริกในโรงเรือนต่อเนื่องทำให้เกิดการสะสมของแมลงศัตรู ควรมีการศึกษาการปลูกพืชชนิดอื่นสลับ เพื่อตัดวงจรของศัตรูพืช

5. การให้ปุ๋ยกับผักกินผลและผักกินใบที่มีอายุการเก็บเกี่ยวนาน เช่น มะเขือเทศ พริก กะหล่ำปลี แตงโม ไร้เมล็ด ควรศึกษาเพิ่มเติมโดยการประเมินความต้องการธาตุอาหารโดยวิเคราะห์จากดินและพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีขนาด คุณภาพ และรสชาติ ตามที่ตลาดและผู้บริโภคต้องการ

6. ควรมีการทดสอบการให้ปุ๋ย A B ที่เป็นสูตรผสมใช้เอง เนื่องจากในงานวิจัยใช้ปุ๋ย A B ที่เป็นสูตรสำเร็จจากบริษัท ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง

กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 2

การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร

Research and Development Technology for Indoor Vegetable Production

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

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, Chicken manure compost, Organic nutrient solution, Nutrient, solution Soilless culture, Hydroponics, fertilizer control

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกันเพื่อปกป้องพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่อาจมีผลให้เกิดความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือนแพร่หลายในประเทศไทย ขณะที่ในหลายประเทศมีการปลูกพืชในสภาวะควบคุมสภาพแวดล้อม จึงได้ศึกษารูปแบบการผลิตพืชผักแบบแนวดิ่งในอาคารที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เพื่อพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัย เพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิต วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมความเข้มข้นและปรับอัตราส่วนของสารละลายที่เหมาะสมเพื่อลดการตกค้างของไนเตรทในผลผลิต และศึกษารูปแบบของท่อนำแสงที่เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร เพื่อลดการใช้แสงเทียม ผลการศึกษาในโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้

ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหารพืช Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด และสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร การคัดเลือกพันธุ์บัวบก พบว่า ได้พันธุ์บัวบกที่เหมาะสม สำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืชโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 2 สายพันธุ์ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด และได้พันธุ์บัวบกสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร 1 สายพันธุ์ ผลการดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและระบบท่อนำแสงสำหรับการผลิตพืชในอาคาร ทำให้ได้ต้นแบบระบบควบคุมความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยโปรแกรม และอุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย สามารถใช้ทดแทนระบบการผสมสารละลายด้วยตนเองได้ ผักสลัด 2 พันธุ์ ที่นำมาปลูกทดสอบมีขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกับการใช้สารละลายปุ๋ยที่ผสมด้วยมือ ส่วนการพัฒนาท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช ท่อนำแสงธรรมชาติที่ออกแบบนั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ และสามารถประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงร่วมกับการใช้แสงเทียมในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดหรือในอาคารได้

กรมวิชาการเกษตร

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. However, the cultivation of plants under controlled environments is in practice in many countries. The objectives of this study were to develop vegetables production grown as indoor vertical farming under un-controlled environmental conditions in order to increase its 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. The study was also conducted to develop an optical tube to bring in natural light into the building for decreasing the use of artificial light. 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 Pennywort 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 growing indoor vertical cultivation which was not

controlled temperature and humidity. They have a long petiole, large leaf, tender vine and leaves, have good taste without bitter taste that recommended for a leafy vegetable production. Chumphon variety is recommended to plant for medicinal purposes. The automatic fertilizer control equipment was developed, consisted of an automatic solution concentration control system and a controlling program. The results showed that an automated solution concentration control system can replace the self-mixing solution, the canopy width of 2 lettuce varieties feed with fertilizer solution from the control system were not different from the ones feed with self-mixing solution. We also found that the use of natural solar tube is beneficial for indoor illumination, helped to reduce the cost of using electricity and it can be applied to use together with artificial light for growing plants in EVAP greenhouses or in the building.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้การผลิตพืชประสบกับปัญหาต่างๆ การปลูกพืชภายใต้สภาพป้องกันเพื่อปกป้องต้นพืชให้พ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ที่อาจมีผลต่อความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตร 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 เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วสามารถแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกร จะเป็นการพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักของประเทศต่อไป การดำเนินงานมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ (Ice plant) และบัวบกในระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique (NFT) และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ

2. เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ที่เหมาะสม สำหรับการปลูกไอซ์ แพลนท์ และบัวบกในระบบหมุนเวียนธาตุอาหาร Nutrient film Technique (NFT) และไม่หมุนเวียนธาตุอาหารบนวัสดุปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

3. เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ไอซ์ แพลนท์ในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ

4. เพื่อให้ได้วิธีการปลูก และพันธุ์บัวบกที่ให้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับบริโภคสด และเหมาะสมสำหรับการปลูกในอาคารที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการ

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

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชอินทรีย์ พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบกมากที่สุด การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตบัวบก ไม่แตกต่างกัน แต่จะเห็นได้ว่า การปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 1 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ให้น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อต้นและจำนวนไหลมากกว่าการปลูกด้วยสารละลายอินทรีย์ชนิดอื่น ผลผลิตบัวบกที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก สูตร 2 ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณไนเตรทน้อยที่สุด ผลวิเคราะห์จากศูนย์บริการวิชาการเกษตรและอาหารอันดามัน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยวิธีเดียวกัน พบว่า ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบกที่ปลูก

กรมวิชาการเกษตร

ด้วยการปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมัก 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 สามารถใช้ปลูกบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ควรมีการเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์ในสารละลายธาตุอาหาร หรือในการทำปุ๋ยมูลไก่หมัก ในกรณีจะปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารพืช พบว่า การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi ทั้ง 2 ครั้ง บัวบกมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมาก รองลงมา คือ การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหาร 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 ในปี 2563 เมื่อปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ให้น้ำหนักสดต่อต้น และน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) มีความสูงต้น และมีจำนวนไหลมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีความกว้างใบมากที่สุด พันธุ์ชุมพร มีจำนวนใบมากที่สุด ผลจากการศึกษา ในปี 2564 ครั้งที่ 1 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Enshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) ให้น้ำหนักสดต่อต้น ความสูงต้น และความกว้างใบมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) ให้น้ำหนักต้นแห้ง มีจำนวนใบมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีจำนวนไหลมากที่สุด ผลจากการศึกษา ในปี 2564 ครั้งที่ 2 ปลูกบัวบกทั้ง 4 สายพันธุ์ ด้วยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi พบว่า พันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) ให้น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักต้นแห้งสูงสุด จำนวนใบ และจำนวนไหลมากที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีความสูงต้น และความกว้างใบมากที่สุด ปริมาณไนเตรทของผลผลิตบัวบก จากผลการวิเคราะห์ จากกลุ่มพัฒนาการ

กรมวิชาการเกษตร

ตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี 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 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระของบัวบก พบว่า พันธุ์ชุมพร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ผลผลิตพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) มีปริมาณไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมมากที่สุด แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด พันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด พันธุ์ชุมพร มีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด จากการทดลองจะเห็นว่า พันธุ์บัวบกจากจังหวัดนครศรีธรรมราชจัดอยู่ในกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่ และพันธุ์ชุมพรจัดอยู่ในกลุ่มที่มีใบขนาดเล็ก จากการทดลองชิมรสชาติ ยังพบว่าพันธุ์บัวบกจากจังหวัดนครศรีธรรมราช นอกจากจะมีขนาดลำต้นสูงใหญ่ และขนาดใบใหญ่แล้ว ในส่วนของเถาและใบกรอบ ไม่เหนียว รสชาติดี ไม่มีรสขม โดยบัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) มีคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง และผลผลิตมีปริมาณไนเตรทต่ำกว่าบัวบกพันธุ์ชุมพรและพันธุ์นครศรีธรรมราช (3) ซึ่งเหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนบัวบกพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

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

ผลการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติ โดยติดตั้งในโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์แบบหลังคาจั่ว (แบบ ก.ไก่) ขนาด 2.5x7.0 เมตร และปลูกผักสลัดทดสอบ พบว่า ในระบบปกติที่ผสมสารละลายด้วยตนเอง ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของสลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 17.52 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 20.07 เซนติเมตร ส่วนในระบบที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ สลัดพันธุ์กรีนโอคมีทรงพุ่ม 19.11 เซนติเมตร เรดโอคมีทรงพุ่ม 19.43 เซนติเมตร

ผลการทดสอบระบบการใช้งานท่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาของอาคาร นำแสงเข้าในห้องทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 30 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด/พื้นที่ 9 ตารางเมตร เปรียบเทียบวัสดุเคลือบท่อนำแสง 2 ชนิด คือ อลูมิเนียม และสังกะสี ซึ่งผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ให้แสงไม่เพียงพอ จึงต้องเพิ่มจำนวนท่อนำแสงเป็น 4 ชุดต่อพื้นที่ 9 ตารางเมตร ไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของผักสลัดได้ เนื่องจากแสงที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ต้นกล้าบางต้นยืดและตาย

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การปลูกบัวบกด้วยสารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ โดยใช้สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง สามารถใช้ปลูกบัวบกบนวัสดุปลูกแบบแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ แต่ควรมีการเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์ ในกรณีที่จะปลูกบัวบกในระบบอินทรีย์ สารละลายธาตุอาหารพืช 3 ชนิด ได้แก่ Wanshi Sum vegetables และ Enshi สามารถใช้ในการปลูกบัวบกได้ โดยสารละลายธาตุอาหาร Wanshi เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด ส่วนสารละลายธาตุอาหาร Enshi และสารละลายธาตุอาหาร Sum vegetables เหมาะสำหรับปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร บัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบนวัสดุปลูกในแนวดิ่งในอาคารปลูกพืช โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางสมุนไพร

การศึกษาการปลูกไอซ์ แพลนท์ ซึ่งเป็นพืชใหม่ นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้ง 3 การทดลอง พบว่า การเพาะกล้า ในวัสดุเพาะกล้าที่ผสมพีสมอสกับเพอร์ไลท์ ต้นกล้างอกดี แต่เมื่องอกไปได้ระยะหนึ่ง จะทยอยเหี่ยวตายไป อาจเป็นผลมาจากเมล็ดพันธุ์ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศจีน ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในห้องปลูกเลี้ยงที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้

อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติที่ได้ออกแบบ สามารถใช้ทดแทนระบบการผสมสารละลายด้วยมือได้ ทำให้ผักสลัด 2 พันธุ์ ที่ปลูกเลี้ยงโดยใช้สารละลายธาตุอาหารจาก 2 ระบบ มีขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน และการออกแบบและพัฒนาระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช พบว่า ท่อนำแสงธรรมชาติที่ได้นั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ และสามารถประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงร่วมกับการใช้แสงเทียมในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดหรือในอาคารได้

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยจากแผนงานวิจัยนี้ บรรลุวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ที่ตั้งไว้ ในการพัฒนาการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือน โดยในแผนงานวิจัยย่อยที่ 1 การวิจัยพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักปลอดภัยในระบบโรงเรือนและแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน นั้น ได้ข้อสรุปที่สำคัญ ดังนี้

1. โรงเรือนต้นแบบที่เหมาะสมในการปลูกผัก ขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 24 เมตร และสูง 5 เมตร แบบหลังคาโค้งสองชั้นมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคา มุงหลังคาด้วยพลาสติกความหนา 200 ไมครอน เคลือบด้วยฟิล์มกรองรังสียูวี ด้านข้างติดตั้งมุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 32 เมช โดยรอบพร้อมประตูเข้าออก ภายในออกแบบติดตั้งระบบให้น้ำแบบหยดสำหรับพืชที่ปลูกแต่ละชนิด และติดตั้งระบบให้น้ำแบบพ่นหมอกเพื่อช่วยลดอุณหภูมิ และเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

2. การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น A B สำหรับผลิตพืชผัก 9 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี มะเขือเทศเชอรี่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด และแตงกวาญี่ปุ่น โดยผักกินใบที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นจะให้ในอัตราส่วน 1:1 ส่วนผักกินใบที่มีอายุการเก็บเกี่ยวยาว เช่น กะหล่ำปลี จะให้สารละลายธาตุอาหารเช่นเดียวกับผักกินผล โดยจะให้สัดส่วน 1:1 1:1.2 1:1.6 และ 1:2.4 แต่ปริมาตรของสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น A B และระยะเวลาในการให้ปุ๋ยขึ้นอยู่กับอายุ และลักษณะการเติบโตของพืชแต่ละชนิด

4. การผลิตพืชผัก 9 ชนิด ในโรงเรือนต้นแบบ ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี กะหล่ำปลี พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกหยวก แตงโมไร้เมล็ด มะเขือเทศเชอรี่ และแตงกวาญี่ปุ่น ต้องเริ่มจากการเตรียมต้นกล้าที่แข็งแรงและมีอายุที่เหมาะสมสำหรับย้ายปลูก ส่วนผสมของวัสดุปลูก การให้ปุ๋ย การดูแลรักษา และการจัดการศัตรูพืช ที่เหมาะสมตามชนิดของพืช จะทำให้ได้ผลผลิตพืชสูง ต้นทุนต่ำ สามารถผลิตได้หลายรอบต่อปี

5. การควบคุมศัตรูคะน้า ผักบุ้ง และพริก ในโรงเรือนของเกษตรกร ต้องใช้หลายวิธีร่วมกันแบบผสมผสาน และมีการจัดการที่ดีตั้งแต่การจัดการวัสดุเพาะ วัสดุปลูก การใช้กับดับ การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้ชีวภัณฑ์ จะทำให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดี และปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง เกษตรกรให้การยอมรับ และนำไปปฏิบัติ

6. ได้สายพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ จำนวน 4 สายพันธุ์ และมะเขือเทศผลใหญ่ จำนวน 5 สายพันธุ์ เป็นสายพันธ์ดีเด่นและมีศักยภาพสำหรับปลูกในโรงเรือน เพื่อนำไปปลูกคัดเลือก ประเมินผลผลิตและคุณภาพในขั้นตอนต่อไป ซึ่งน่าจะทำให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อขอรับรองเป็นพันธุ์ดีแนะนำให้เกษตรกรใช้ปลูกในโรงเรือน อย่างน้อยชนิดละ 1 พันธุ์

7. เทคโนโลยีการผลิตต้นกล้าในโรงเรือน โดยใช้วัสดุปลูกที่มีต้นทุนต่ำ คือแกลบดำ และขุยมะพร้าว ผสมกับพีทมอส เพื่อลดต้นทุนค่าพีทมอส ใช้แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน ในอัตราส่วนต่างๆ ช่วยให้ต้นกล้าผักเจริญเติบโตได้ดี และควบคุมค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.0-1.6 mS/cm จะทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดี สมบูรณ์แข็งแรง เหมาะสำหรับการย้ายลงปลูกในโรงเรือน และควรป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช โดยใช้วิธีการแบบผสมผสาน ได้แก่ ติดกับดักกาวเหนียว ใช้ส่วนขยายพันธุ์ปลอดโรค หรือพันธุ์ต้านทานโรค ไถตากดิน หรือฆ่าเชื้อวัสดุปลูกและอุปกรณ์ทางการเกษตรที่นำมาใช้ในโรงเรือน ปลูกพืชสลับหมุนเวียน และ

ศรีปทุมการเกษตร

ระบายความชื้นในโรงเรือนไม่ให้ความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนสูง เหมาะสมต่อการเกิดโรค รวมทั้งควรมีกฎระเบียบที่เข้มงวดสำหรับผู้เข้าไปปฏิบัติงานในโรงเรือน

8. ได้หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน ที่สามารถนำไปเป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดทำมาตรฐานการผลิตพืชในโรงเรือนได้

สำหรับแผนงานวิจัยย่อยที่ 2 การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชผักในอาคาร ได้ข้อสรุปที่สำคัญ ดังนี้

1. ระบบการผลิตบัวบกบนวัสดุปลูกที่เป็น แกลบดิบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 บนชั้นปลูกในอาคารปลูกพืชไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ทำได้ 2 วิธี คือ

1) ให้สารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ โดยใช้สารละลายธาตุอาหารจากมูลไก่หมักทั้ง 2 สูตร ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง แต่ควรมีการเติมสารที่ให้ธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม จากแหล่งที่เป็นวัสดุอินทรีย์

2) ให้สารละลายธาตุอาหาร Wanshi สำหรับปลูกบัวบกเพื่อการบริโภคสด และสารละลายธาตุอาหาร Enshi หรือ Sum vegetables สำหรับการปลูกบัวบกเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร

2. บัวบกพันธุ์นครศรีธรรมราช (สุภาพ) และพันธุ์นครศรีธรรมราช (พร) เป็นพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นสูงใหญ่ ขนาดใบใหญ่ เถา และใบกรอบ รสชาติดี ไม่ขม เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการบริโภคเป็นผักสด ส่วนพันธุ์ชุมพร เหมาะสำหรับปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร

3. ได้อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารละลายแบบอัตโนมัติ ที่มีโปรแกรมควบคุมค่า EC สามารถใช้ทดแทนระบบการผสมสารละลายด้วยมือ

4. ระบบท่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารปลูกพืช สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการให้ความสว่างภายในอาคาร ช่วยลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าได้ แต่ไม่สามารถให้แสงได้เพียงพอสำหรับการปลูกพืชในอาคาร

ข้อเสนอแนะ

แผนงานวิจัยนี้มีผลการวิจัยที่เป็นต้นแบบเทคโนโลยีที่ดี มีการเผยแพร่เป็นข้อมูลทางวิชาการ และเผยแพร่เป็นเทคโนโลยีที่เกษตรกร ภาคเอกชน และผู้สนใจ สามารถนำไปศึกษาต่อยอด และมีเกษตรกรที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีนำไปปรับใช้แล้วส่วนหนึ่ง แต่เนื่องจากเป็นโครงการที่มีระยะเวลาดำเนินการเพียง 3 ปี โดยในปีแรกมีการพัฒนาโรงเรือนต้นแบบ ซึ่งต้องใช้เวลา และเมื่อนำโรงเรือนต้นแบบไปสร้างในศูนย์วิจัยและพัฒนา 4 แห่ง เพื่อทดสอบเทคโนโลยีการให้สารละลายธาตุอาหารและการจัดการด้านต่างๆ เพื่อผลิตพืชทั้ง 9 ชนิด ให้ได้ผลดี เป็นต้นแบบเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกร ก็ต้องใช้เวลาจัดสร้างตามขั้นตอนเงื่อนไขของครุภัณฑ์ เช่นเดียวกับการศึกษาการผลิตพืชในอาคาร ที่เริ่มดำเนินการในปีที่ 2 ประกอบกับสถานการณ์การระบาดของเชื้อโควิด-19 การจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีในพื้นที่ และระบบขนส่งหยุดชะงักจากการล็อคดาวน์ ทำให้เริ่มการวิจัยได้ล่าช้า ผลการทดสอบในบางชนิดพืชจึงยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร น่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมในบางประเด็น เช่น

1. พัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เป็นแบบอัตโนมัติ สามารถควบคุมทั้งความชื้น อุณหภูมิ และแสง ให้เหมาะกับชนิดพืช

กรมวิชาการเกษตร

2. ควรมีการศึกษาหรือพัฒนาเครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ลดการใช้แรงงาน เพื่อเป็นต้นแบบการจัดการศัตรูพืชร่วมกับการควบคุมโดยชีววิธี ที่เหมาะสมต่อการผลิตเพื่อการบริโภค และการผลิตเมล็ดพันธุ์เชิงการค้า

3. ควรทดสอบการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในระบบโรงเรือนปลูกพืชผักที่เป็นโรงเรือนขนาดใหญ่ เพิ่มเติม

4. การปลูกพริกในโรงเรือนต่อเนื่องทำให้เกิดการสะสมของแมลงศัตรู ควรมีการศึกษาการปลูกพืชชนิดอื่นสลับ เพื่อตัดวงจรของศัตรูพืช

5. การให้ปุ๋ยกับผักกินผลและผักกินใบที่มีอายุการเก็บเกี่ยวนาน เช่น มะเขือเทศ พริก กะหล่ำปลี และแตงโมไร้เมล็ด ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการประเมินความต้องการธาตุอาหารโดยวิเคราะห์จากดินและพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีขนาด คุณภาพ และรสชาติ ตามที่ตลาดและผู้บริโภคต้องการ

6. ควรมีการทดสอบการให้ปุ๋ย A B ที่เป็นสูตรผสมใช้เอง เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้ปุ๋ย A B ที่เป็นสูตรสำเร็จจากบริษัทเอกชน ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. สารสนเทศส่งเสริมการเกษตร: ข้อมูลสภาวการณ์ผลิตพืชปี 2561. สืบค้นจาก http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/veget/veget.pdf. [8 เมษายน 2563].

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2540). สถิติการเพาะปลูกและการส่งออกพืชผักต่าง ๆ. กองแผนงาน, กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กรุง สีตะธนี. 2543 . การปลูกมะเขือเทศ. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 17 หน้า

กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผัก ไม้ดอกและไม้ประดับ. (2542). แมลงศัตรูผัก. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กองกีฏและสัตววิทยา. (2543). คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2543. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

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.

ทวีป และคณะ. 2559. ได้ศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการผลิตต้นกล้างอกของผักขี้หูด. วารสารพืชศาสตร์ สงขลานครินทร์ปีที่3 ฉบับพิเศษ (III): M06/17-23, 2559

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2550. การปลูกพืชในโรงเรือน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 35 หน้า.

นุชรีย์ ศิริ ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และจิราภรณ์ เสวนา. (2544). การควบคุมแมลงศัตรูพักวงศ์กะหล่ำด้วยแมลงศัตรูธรรมชาติ. รายงานผลงานวิชาการประจำปี. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประพาย และสุขสันต์. ศึกษาถึงชนิดของวัสดุที่ใช้สำหรับการเพาะเมล็ดไม้.ตาเสือ.

ปิยะพร เศรษฐศิริไพบูลย์. 2563. โรงเรือนพลาสติกเพื่อการผลิตพืชผักคุณภาพ.

กรมวิชาการเกษตร

ประนอม ใจอ้าย แสงมณี ชิงดวง มณทิรา 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.

มาลี ชวนะพงศ์ วิภาดา ปลอดครบุรี อรนุช กองกาญจนะ ดำรง เวชกิจ จีรนุช เอกอำนวย กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์ อุทัย เกตุนุติ อัจฉรา ตันติโชดก อรพรรณ วิเศษสังข์ จุมพล สาระนาค เสริมศิริ คงแสงดาว สุปราณี อิ่มพิทักษ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย และสมเกียรติ ขำเอี่ยม. (2543). การป้องกันกำจัดศัตรูคะน้าโดยวิธีผสมผสาน. ใน: รายงานผลการดำเนินงานการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสานครั้งที่ 3 โรงแรมโนโวเทล ริมแพรีสอร์ท จังหวัดระยอง, 29-31 สิงหาคม 2543. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

รณรงค์ และคณะ (2557) ผลของวัสดุเพาะกล้าและการแช่เมล็ดพันธุ์ที่มีต่อการผลิตทานตะวันงอก. 926 แก่นเกษตร42 ฉบับพิเศษ 3 : (2557). 1 สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. (2533). การศึกษาประสิทธิภาพสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผัก ใน: รายงานการค้นคว้าและวิจัยปี 2533. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. (2535). แมลงศัตรูพืชผักตระกูลกะหล่ำและแนวทางการบริหาร. หน้า 143-152. ใน: แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เสาวนี เขตสกุล จิรภา ออสติน รัชนี ศิริยาน อรรถพล รุกขพันธ์ ปัญจพล สิริสุวรรณมา วิมล แก้วสีดา ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล จันทนา โชคพาชื่น สุภาวดี สมภาค ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล ปัญจพล สิริสุวรรณมา วิมล แก้วสีดา และวัชรพล บำเพ็ญอยู่. 2558. โครงการเทคโนโลยีการผลิตมะเขือเทศ รายงานผลงานเรื่อง

กรมวิชาการเกษตร

เต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2558.

ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. 2563. สภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ.2562. http://climate.tmd.go.th/content/file/1478 สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2564.

อรทัย วงค์เมธา, 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตร หลวงเชียงใหม่สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. เชียงใหม่. 65 หน้า.

เอกรัฐ ชอุ่มเอียด. 2562. การควบคุมความชื้นในดินสาหรับโรงเรือนเมล่อน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 11(2) : 269-278 (2562). หน้า 269-278.

อรรถพล รุกขพันธ์ จิรภา ออสติน รัชนี ศิริยาน สุภาวดี สมภาค และ เสาวนี เขตสกุล. 2556. สำรวจและจำแนกพันธุ์มะเขือเทศเพื่อการปรับปรุงพันธุ์. โครงการเทคโนโลยีการผลิตมะเขือเทศ รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2558.

Abdul-Baki, A.A. 1991. Tolerance of tomato cultivars and selected germplasm to heat stress. JASHS November 1991 116(6):1113-1116.

Berry, S.Z. and M.R. Uddin. 1988. Effect of high temperature on fruit-set in tomato cultivars and selected germplasm. Hort. Sci. 23:606-608.

Hanna, H.Y. and T.F. Hernandez. 1982. Response of six tomato genotypes under summer and spring weather conditions in Louisiana. Hort. Sci. 17(5):758-769.

Lohar, D.P. and W.E Peat. 1998. Floral characteristics of heat-tolerant and heat-sensitive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars at high temperature. Sci Hortic (Amsterdam) J. 73(1):53–60.

McGuire, R.G. (1992) Reporting of Objective Color Measurements. HortScience, 27, 1254-1255

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 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

กรมวิชาการเกษตร

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., Resident 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

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

เกณฑ์ปฏิบัติขั้นตอนระบบการผลิตผักในโรงเรือน ใช้ได้ทั้ง 4 ระบบ คือ ระบบการผลิตผักบนดินในโรงเรือน ระบบการผลิตพืชโดยใช้วัสดุปลูก ระบบการผลิตผักไฮโดรโพนิกส์ และระบบการผลิตพืชแอโรโพนิกส์

หัวข้อที่	ข้อพิจารณา	หมายเหตุ
1.	**แหล่งน้ำ**	
	1.1 แหล่งน้ำต้องสะอาด ไม่มีการปนเปื้อนของวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย	(ตาม GAP พืชอาหาร)
2.	**พื้นที่ปลูก**	
	2.1 ต้องไม่มีวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อน	(ตาม GAP พืชอาหาร)
	2.2 สถานที่ตั้งควรอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชนเมือง ผู้เลี้ยงสัตว์รายอื่น แหล่งน้ำสาธารณะ แหล่งปนเปื้อนของสิ่งอันตรายทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โรงฆ่าสัตว์และตลาดนัดค้าสัตว์	(ตาม GAP ฟาร์มปศุสัตว์)
	2.3 - น้ำไม่ท่วมขัง	(ตาม GAP ฟาร์มปศุสัตว์)
	เพิ่ม ควรเป็นพื้นที่ไม่มีประวัติน้ำท่วมขังเป็นเวลา ยกเว้นในการปลูกพืชน้ำ	
	2.4 มีการคมนาคมสะดวก **เพิ่ม** เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ปลูก	(ตาม GAP ฟาร์มปศุสัตว์)
	2.5 โรงเรือน - โรงเรือนต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง มีหลังคากันแดด กันฝน กันลมแรงได้ - ภายในโรงเรือนมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีอุณหภูมิที่เหมาะสม - ภายในโรงเรือนต้องมีแสงสว่างเพียงพอ - ภายในโรงเรือนจะต้องมีความเข้มของก๊าซ ฝุ่น อยู่ในสภาพที่เหมาะสม - พื้นโรงเรือนทำด้วยวัสดุที่เหมาะสม แห้ง สะอาด เพื่อป้องกันการลื่นของสัตว์ - โรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือนต้องปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์และผู้เลี้ยง - มีอ่างจุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้า - ออกโรงเรือน - โรงเรือนจะต้องมีทางระบายน้ำที่สะดวก	(ตาม GAP ฟาร์มปศุสัตว์)
	เพิ่ม - โรงเรือนใช้วัสดุก่อสร้างที่มีความแข็งแรงทนทาน เช่น เหล็ก ปูนซีเมนต์ ไม้เนื้อแข็ง ไม้ไผ่ เป็นต้น - หลังคาและด้านข้าง ปิดทุกด้านมีความแข็งแรงทนทาน เช่น แผ่นพลาสติก แผ่นโพลีคาร์บอเนต ซาแลน ตาข่ายกันแมลง เป็นต้น หรือ อื่น ๆ - รูปทรงหลังคามีรูปทรงที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ	สามารถควบคุมโรคและแมลงศัตรู
	เพิ่ม - ควรระบบภูมิอากาศ และพรางแสง ตามความเหมาะสม หรือ อื่น ๆ - ระบบให้น้ำและปุ๋ย ควรมีการบำรุงรักษา ทำความสะอาดให้อยู่เสมอ	

ร่างมาตรฐาน

3.	**การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร**	
	- ใช้ตามคำแนะนำหรืออ้างอิงของกรมวิชาการเกษตร หรือตามฉลากที่ขึ้นทะเบียนอย่างถูกต้องกับกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ - ใช้สารเคมีที่ประเทศคู่ค้าอนุญาตให้ใช้ - ห้ามใช้วัตถุอันตรายที่ระบุในทะเบียนวัตถุอันตรายที่ทางราชการห้ามใช้	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร 1.การเข้ารับการอบรม GAP หรือ IPM ตามกระบวนการโรงเรียนเกษตรกร 2.สำรวจศัตรูพืชก่อนตัดสินใจป้องกันกำจัดศัตรูพืช 3.มีการใช้วิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน 4.มีการใช้สารเคมีที่ขึ้นทะเบียนถูกต้องตามกฎหมาย 5.ไม่ใช้สารเคมีต้องห้ามหรือห้ามจำหน่าย 6.อ่านฉลากก่อนใช้สารเคมี 7.มีการทำลายหรือเก็บภาชนะบรรจุสารเคมีฯ เมื่อใช้หมด 8.ใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองขณะฉีดพ่นสารเคมี	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร กรมส่งเสริมการเกษตร)
	การจัดเก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตร 1.มีสถานที่จัดเก็บวัตถุอันตรายมิดชิดป้องกันแดดและฝนได้ มีอากาศถ่ายเทสะดวก 2.มีสถานที่เก็บวัตถุอันตรายห่างจากแหล่งน้ำ หรือน้ำท่วมถึงได้ 3.มีป้ายแสดงวัตถุอันตราย แยกเป็นหมวดหมู่ ไม่ปะปนกับปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโต/อาหารเสริม 4.เก็บวัตถุอันตรายแยกจากคลอรีน ปุ๋ยแอมโมเนีย โปแทสเซียมไนเตรด โซเดียมไนเตรด 5.มีการจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายที่ใช้หมดแล้วในสถานที่จัดเก็บหรือภาชนะบรรจุและเขียนป้ายบอกชัดเจน หรือนำไปทำลาย/ฝังห่างจากแหล่งน้ำและฝังลึกพอสมควร	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร กรมส่งเสริมการเกษตร)
4.	**การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ**	
	- ปฏิบัติและจัดการการผลิตตามแผนควบคุมการผลิต	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	การจัดกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ เกษตรกรสามารถอธิบายการจัดการขบวนการผลิตให้ได้คุณภาพตามคำแนะนำรายพืช เช่น การจัดการดิน การจัดการปัจจัยการผลิต การให้น้ำ การจัดการศัตรูพืช การเก็บเกี่ยว	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร กรมส่งเสริมการเกษตร)
	4.1 พันธุ์พืช	
	4.1.1 ควรมีชื่อพันธุ์ชัดเจน วัตถุปลูก บันทึกวันเพาะ วันพร้อมปลูก	
	4.2 การปลูก	
	4.2.1 การเตรียมวัสดุปลูก	
	4.2.1.1 การปลูกบนดิน/โดยใช้วัสดุปลูก **เพิ่ม**	

กรมวิชาการเกษตร

	- บันทึกขนาด อัตราส่วนของวัตถุปลูก หรือ อื่น ๆ - ควรตรวจวิเคราะห์ตรวจสารโลหะ/สารพิษทางการเกษตร	
	4.2.1.2 การปลูกไร้ดิน ระบบไฮโดรโพนิกส์และระบบแอร์โรโพนิกส์ **เพิ่ม** วิเคราะห์ตรวจสารโลหะ/สารพิษทางการเกษตร	
	4.2.2 ระยะปลูก **เพิ่ม** ตามคำแนะนำและจุดประสงค์การปลูก	
	4.2.3 การขยายพันธุ์ **เพิ่ม** - ระบุวิธีขยายพันธุ์โดยเมล็ด หรือ ท่อนพันธุ์/ยอดพันธุ์ หรือ หัวพันธุ์ หรือ อื่น ๆ - ระบุอายุกล้าพันธุ์ที่ใช้ปลูก	
	4.2.4 ช่วงเวลาปลูก .....ทั้งปี / เป็นฤดู หรือ อื่น ๆ	
	4.3 การดูแลรักษา	
	4.3.1 การให้น้ำ **เพิ่ม** - ใช้สายยาง หรือ ใช้ระบบน้ำ หรือ อื่น ๆ	
	4.3.2 การพูนดิน และคลุมแปลง **เพิ่ม** ตามคำแนะนำ	
	4.3.3 การใส่ปุ๋ย **เพิ่ม** - ตามคำแนะนำในแต่ละช่วง - การปลูกไร้ดิน ระบบไฮโดรโพนิกส์และระบบแอร์โรโพนิกส์ ควรตรวจค่า EC และ PH อยู่เสมอ และให้เหมาะสมในแต่ละช่วงการพัฒนาการของพืช	
	4.3.4 การผสมเกสร เพิ่ม - วิธีการผสม โดยวิธีกล หรือ สารเคมี หรือ ใช้แมลงช่วยผสม	
	4.3.5 การจัดการทรงพุ่ม **เพิ่ม** - ในพืชประเภทเถาเลื้อย ควรการทำค้าง ตาข่ายพยุงลำต้น ต้องมีความแข็งแรงสะอาด - ควรมีการตัดแต่งกิ่ง ใบ เพื่อควบคุมทรงพุ่มให้ได้รับแสงทั่วถึงและเพียงพอ - ตัดแต่งผล/ใบ ที่ไม่สมบูรณ์ - พยุง / ห่อผล เพื่อเพิ่มคุณภาพ	
5.	**การผลิตให้ปลอดจากศัตรูพืชในโรงเรือน**	
	- สำรวจ ป้องกัน และกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้อง - ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้วต้องไม่มีศัตรูพืชติดอยู่ ถ้าพบต้องคัดแยกไว้ต่างหา	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	5.1 การป้องกันกำจัดวัชพืช	
	5.2 การป้องกันและกำจัดโรคพืช	
	5.3 การป้องกันและกำจัดแมลงพืช	
	เพิ่ม -ใช้วิธีกล ใช้วิธี.....ทำทุกๆ .....วัน วัชพืช/โรคพืช/แมลงพืช ที่พบ..... -ใช้สารเคมี - ใช้กับพืชโดยตรง ใช้สาร..... อัตราใช้..... วันฉีด.....ห่างจากวันเก็บเกี่ยว....วัน - ใช้บริเวณรอบ ๆ ใช้สาร..... อัตราใช้..... วันฉีด.....ห่างจากวันเก็บเกี่ยว....วัน ใช้ชีวภัณฑ์	

กรมวิชาการเกษตร

	- ใช้กับพืชโดยตรง ใช้สาร..... อัตราใช้..... วันฉีด.....ห่างจากวันเก็บเกี่ยว....วัน - ใช้บริเวณรอบ ๆ ใช้สาร..... อัตราใช้..... วันฉีด.....ห่างจากวันเก็บเกี่ยว....วัน	
6.	**การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว**	
	- เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะเวลาที่เหมาะสมตามแผนควบคุมการผลิต - อุปกรณ์ ภาชนะบรรจุที่ใช้ รวมถึงวิธีการเก็บเกี่ยว ต้องสะอาด ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคุณภาพของผลิตผล และไม่ปนเปื้อนสิ่งอันตรายที่มีผลต่อการบริโภค - คัดแยกผลิตผลที่ไม่มีคุณภาพไว้ต่างหาก	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	1.เว้นระยะเวลาเก็บเกี่ยวให้อยู่ในระยะปลอดภัยจากการตกค้างของสารเคมีที่เป็นพิษต่อผู้บริโภค 2.มีเครื่องมือเก็บเกี่ยวเฉพาะและเหมาะสม และเก็บรักษาเครื่องมือเก็บเกี่ยวในที่แห้งและสะอาด 3.บรรจุภัณฑ์ที่ไว้บรรจุผลผลิตมีความสะอาด แยกจากปุ๋ยและสารเคมี 4.ส่วนพักผลผลิต มีวัสดุรองพื้นป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้ และอยู่ห่างจากที่เก็บวัสดุการเกษตร,สารเคมี,น้ำมัน,เชื้อเพลิง 5.มีน้ำสะอาดในการชำระสิ่งปนเปื้อนผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว 6. มีการคัดแยกผลผลิตที่มีศัตรูพืชออกไว้ต่างหาก	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร กรมส่งเสริมการเกษตร)
	เพิ่ม **ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม** - อายุเก็บเกี่ยวของพันธุ์ ..... การบันทึกวันปลูก ..... - ลักษณะที่ใช้สังเกตด้วยสายตา ..... **เก็บเกี่ยวครั้งแรก หลังปลูก .....วัน** **วิธีการเก็บเกี่ยว .....** จำนวนครั้งที่เก็บเกี่ยว .....ครั้ง ระยะห่างของรอบเก็บเกี่ยว .....วัน **ผลผลิตสดต่อพื้นที่ปลูกแปลง/โรงเรือน..... กก.**	
7.	**การเก็บรักษาและการขนย้ายผลิตผลภายในแปลงเพาะปลูก**	
	- สถานที่เก็บรักษาต้องสะอาด อากาศถ่ายเทได้ดี สามารถป้องกันการปนเปื้อนของวัตถุ แปลกปลอม วัตถุอันตราย และสัตว์พาหะนำโรค - อุปกรณ์และพาหนะในการขนย้ายต้องสะอาด ปราศจากการปนเปื้อนสิ่งอันตรายที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภค - ต้องขนย้ายผลิตผลอย่างระมัดระวัง	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	เพิ่ม **การบรรจุ** ภาชนะที่ใช้ ..... **การขนส่งไปสู่บริเวณคัดบรรจุ** ใช้..... ระยะทาง.....กม. ใช้เวลา..... ชม. **การทำความสะอาด** ใช้วิธี..... ใช้เวลา.....ชม. **การตัดแต่งผลผลิต** ใช้วิธี .....ผลผลิตดี .....% ตัด/คัดทิ้ง .....%	

กรมวิชาการเกษตร

	การแยกขั้นคุณภาพ เกรด S .....% เกรด A .....% เกรด B .....% เกรด C .....% ตกเกรด.....% **หรือ** คละเกรด ..... **การเก็บรักษา** ใช้วิธี..... อุณหภูมิเฉลี่ย....C° ความชื้น ...% เก็บรักษานาน ... ชม. **การขนส่งไปแหล่งจำหน่าย** ใช้..... ระยะทาง.....กม. ใช้เวลา.....ชม.	
8.	**สุขลักษณะส่วนบุคคล**	
	- ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ที่เหมาะสม หรือผ่านกระบวนการอบรมการปฏิบัติที่ถูกต้องและถูกสุขลักษณะ - มีการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคล เพื่อปูองกันไม่ให้ผลิตผลเกิดการปนเปื้อนจากผู้ที่สัมผัสกับผลิตผลโดยตรง โดยเฉพาะในขั้นการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับพืชที่ใช้บริโภคสด	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	เพิ่ม **-** การรักษาแปลงปลูกให้ถูกสุขลักษณะและสะอาดอยู่เสมอ **-** การกำจัดวัชพืชรอบๆแปลง **-** การจัดการสิ่งเหลือใช้ หลังการทำความสะอาด ตัดแต่ง **-** กำจัดภาชนะบรรจุให้ถูกวิธี **-** การจัดการหลังหลังการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช **-** เก็บรักษาวัสดุทางการเกษตร (ปัจจัยการผลิต) - ผู้ปฏิบัติงานมีการตรวจสุขภาพประจำปี	
9.	**การบันทึกข้อมูล**	
	- บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยการผลิต การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ข้อมูลการขยายผลผลิต รวมถึงการปฏิบัติในทุกขั้นตอน - ต้องมีการบันทึกข้อมูลการสำรวจและการป้องกันการกำจัดศัตรูพืช - ต้องมีการบันทึกข้อมูลผู้รับซื้อผลิตผล หรือแหล่งที่นำผลิตผลในแต่ละรุ่นไปจำหน่าย	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร)
	1. เกษตรกรมีการบันทึกข้อมูลในสมุดบันทึกข้อมูลประจำแปลง 2 .เกษตรกรมีการเก็บเอกสารต่าง ๆ - แหล่งที่ซื้อปัจจัยการผลิต - ผลการวิเคราะห์ดิน - ผลการวิเคราะห์น้ำ	(ตามระบบ GAP พืชอาหาร กรมส่งเสริมการเกษตร)

กรมวิชาการเกษตร