

พัฒนาโรงเรือนปลูกผักเพื่อลดการสะสมของไนเตรท

Vegetable Greenhouse Development for Reducing Nitrate Accumulation

ประสพโชค ต้นไทย¹ บุญนิศา ชังคมนตรี¹ นันทิการ์ เสนแก้ว¹ อภิญญา สุราวุธ¹ อาริยา จุฑคง¹
 ลักษมี สุภัทรา¹ มนต์สรวย เรืองขนาบ¹ เขมมิการ์ โขมพัตร¹ ศรินณา ชูธรรมธัช¹ ธัชชาวิวิท สรรุโณ¹
 Prasobchock, T.¹ Bunnisa, K.¹ Nuntika, S.¹ Apinya, S.¹ Arriya, J.¹ Laksami, S.¹
 Monsuang, R.¹ Khemmikar, K.¹ Sarinna, C.¹ and Thatthawin, S.¹

Abstract

This research “Vegetable Greenhouse development for Reducing nitrate accumulation” was established in October 2016- September 2018. Its aimed to design and develop the vegetable greenhouse to reduce nitrate accumulation. This greenhouse was designed to a storey with 2.0 x 8.0 x 2.8 meter. The roof structure was galvanized steel with 4 transparent metal sheets and an opaque metal sheet. It was enclosed by insect protected net size 20 mesh (pore/inch²). Planting area was 0.75-0.90 meters high and planting area up to roof was 1.9 meters high. The beams made by brick blocks, double roofing tiles was used to the planting plot for underlying 8 cm thick of concrete. The first layer of material was 1/2 inch stone and covering the gap with small stone to 4 cm thickness. The middle layer was sandy loam to 12 cm thickness and the upper layer was 2-4 mm of small gravel to 3-4 cm thickness. Between the middle and upper layer was covered by insect protected net size 20 mesh for prevent the mixed layers. The planting slope was 2% so that for the fertilizer solution could be flow back into the storage tank. Construction cost of the prototype greenhouse was 30,000 baht and Variable cost for the prototype of greenhouse was 11.48 baht/kg. The lifetime was 30 years and was a payback period of 7 months. It could be pests control, chemicals, fertilizer and irrigation reduced. Including to less labor used for the production. This prototype of greenhouse was considered to reduce the cost of vegetable production. It could be produce all kinds of vegetables and all year. It was found that the prototype greenhouse could produce more yield than the commercial hydroponics greenhouse was 34.09-67.73 percent and could reduce nitrate accumulation was 61.31-85.79 percent. In addition, the farmers were very satisfied with the prototype of vegetables greenhouse for nitrate accumulation reduced. It approaches to the alternative production for vegetables in the future.

Keyword: Vegetable Greenhouse, Reducing nitrate accumulatio

¹ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสงขลา

¹ Office of Agricultural Research and Development Region 8. Songkhla Province.

บทคัดย่อ

การพัฒนาโรงเรือนปลูกผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท ดำเนินการทดลองตั้งแต่ ตุลาคม 2559-กันยายน 2561 มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโรงเรือนผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท โดยมีการออกแบบโรงเรือนที่มีลักษณะเป็นโรงเรือนชั้นเดียว ขนาด 2.0 x 8.0 x 2.8 เมตร โครงสร้างเหล็ก ออบสังกะสี หลังคาเมทัลชีทโปร่งแสง 4 แผ่น สลับกับทึบแสง 1 แผ่น กันโดยรอบด้วยมุ้งกันแมลง 20 ช่อง/นิ้ว พื้นแปลงปลูกสูง 0.75-0.90 เมตร และพื้นแปลงปลูกถึงหลังคาสูง 1.9 เมตร มีคานเป็นอิฐบล็อก พื้นโรงเรือนใช้กระเบื้องลอนคู่รองรับด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 8 เซนติเมตร วัสดุปลูกชั้นล่างเป็นหิน ขนาด 1/2 นิ้ว ปิดทับร่องหินด้วยหินเกล็ดให้มีความหนา 4 เซนติเมตร ชั้นกลางใช้ดินร่วนปนทราย หนา 12 เซนติเมตร ชั้นบนใช้กรวดเล็กขนาด 2-4 มิลลิเมตร หนา 3-4 เซนติเมตร ระหว่างชั้นดินร่วนปนทรายและกรวดเล็กมีมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว เพื่อป้องกันกรวดเล็กผสมกับดินร่วนปนทราย พื้นแปลงมีความลาดเอียง 2% มีท่อรองรับสารละลายปุ๋ยวนกลับสู่ถังเก็บได้แปลง โดยมีต้นทุน 30,000 บาท/โรงเรือน มีต้นทุนการผลิตผักอยู่ที่ 11.48 บาท/กิโลกรัม มีอายุการใช้งาน 30 ปี มีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 7 เดือน สามารถป้องกันโรคแมลงศัตรูพืชได้ ลดการใช้สารเคมี ลดการใช้น้ำ และปุ๋ยได้ ใช้แรงงานในการผลิตน้อย เป็นโรงเรือนที่สามารถลดต้นทุนในการผลิตผักได้ สามารถผลิตผักได้ทุกชนิดและทุกฤดูกาล จากการเปรียบเทียบการผลิตผักในโรงเรือนต้นแบบกับโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์ พบว่า สามารถผลิตผักในโรงเรือนต้นแบบได้สูงกว่าโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์ ร้อยละ 34.09-67.73 และสามารถลดการสะสมไนเตรท ร้อยละ 61.31-85.79 การผลิตผักโดยใช้โรงเรือนต้นแบบนี้ เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรทในระดับมาก

คำสำคัญ : โรงเรือนปลูกผัก การลดไนเตรทตกค้าง

คำนำ

ปัจจุบันการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) ได้รับความนิยมจากผู้ผลิตค่อนข้างสูง เนื่องจากเหมาะสมกับสภาพเกษตรกรที่มีข้อจำกัดเรื่องดินหรือสภาพพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ส่วนผู้บริโภคก็มีความเชื่อว่าปลอดภัยจากสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช อย่างไรก็ตามการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ ยังพบว่ามีข้อด้อยหลายประการ เช่น มีขั้นตอนมากในการปลูก ใช้อุปกรณ์เป็นโฟมและพลาสติก ที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีอายุการใช้งานสั้น และสิ่งสำคัญคือข้อกังวลด้านการตกค้างของไนเตรทที่มีรายงานว่ายังมีค่อนข้างสูงถึง 2,976-6,019 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด (ปรกชล, 2561) สาเหตุเนื่องมาจากการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ จะใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปสารละลายไนเตรทที่พืชใช้ได้ทันที จึงสะสมไนเตรทในพืชได้ค่อนข้างสูง หากมีกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกต้องจะทำให้มีความเสี่ยงต่อการตกค้างเกินค่ามาตรฐานความปลอดภัย และหากมีการบริโภคพืชที่มีสารไนเตรทตกค้างเข้าสู่ร่างกายคนมากจะเป็นตัวก่อให้เกิดมะเร็งได้ แนวทางการลดไนเตรทตกค้างในการปลูกพืชจึงมุ่งเน้นไปยังทางเลือกการให้ปุ๋ยทางดิน และการให้ปุ๋ยพร้อมน้ำ (Fertigation) ซึ่งเป็นการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ และช่วยลดการเกิดไนเตรทในผลผลิตพืชได้ 10-50 เปอร์เซ็นต์ (นาวิ, 2556)

การเกิดสารไนเตรตตกค้างในพืชผัก นอกจากมีความเกี่ยวข้องกับวิธีการให้ปุ๋ยแล้ว กลไกทางชีวเคมีเมื่อมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน แอมโมเนียไอออนบวก (NH_4^+) จะถูกดูดซับอยู่กับประจุลบคอนลอยด์ในดิน เมื่อดินอุณหภูมิมีสุงขึ้นและได้รับออกซิเจน จะมีจุลินทรีย์บางกลุ่มออกซิไดส์แอมโมเนียไอออนเปลี่ยนเป็นไนเตรต (NO_3^-) ได้เช่นกัน ในกระบวนการไนตริฟิเคชันนี้ จึงทำให้พบปริมาณไนเตรตในผักบางชนิดที่ปลูกบนดินค่อนข้างสูงเกินค่ามาตรฐาน (เขมมีการ, 2556) ดังนั้นการกำจัดจุลินทรีย์ในกระบวนการไนตริฟิเคชันก็จะช่วยลดการเกิดไนเตรตในการปลูกพืชบนดินได้ ซึ่งมันสัน (2558) รายงานว่าแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) โดยใช้หลอดยูวี เป็นเวลา 5 วินาที สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และกำจัดตะไคร่น้ำเขียวได้

การวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาโรงเรือนการผลิตผักแบบใช้ดินเพื่อลดปริมาณไนเตรตตกค้างในพืชผัก พร้อมปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ให้เหมาะสม ลดขั้นตอนการปลูก ลดปุ๋ยและลดวัสดุที่เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อม ใช้หลอดยูวีเพื่อลดจุลินทรีย์ที่จะเปลี่ยนแอมโมเนียไอออนเป็นไนเตรต ซึ่งเป็นทางเลือกในการผลิตผักที่ปลอดภัยสำหรับเกษตรกรและผู้บริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ อุปกรณ์ กระเบื้อง แผ่นเมทัลชีทโปร่งแสง แผ่นเมทัลชีททึบแสง ท่อพีวีซี มุ้งกันแมลง ถังใส่น้ำ บิมน้ำ ตัวจับเวลา กระบอกฉีดน้ำ กระบอกตวง กรรไกรตัดแต่งกิ่ง เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องวัด pH เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

วิธีการ

1. ออกแบบและพัฒนาโรงเรือนต้นแบบผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรต

1.1 ออกแบบโครงสร้างโรงเรือน การออกแบบโรงเรือนให้มีลักษณะคล้ายกับโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์ โดยการออกแบบโรงเรือนเป็นแบบชั้นเดียว ส่วนของตัวโรงเรือนใช้โครงสร้างเป็นโครงเหล็กทึบสีสังกะสี แต่ละโรงเรือนแบ่งเป็น 2 แปลงปลูกอิสระต่อกัน พื้นโรงเรือนใช้กระเบื้องลอนคู่รองรับเทคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 8 เซนติเมตร กั้นโดยรอบด้วยมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว สำหรับวัสดุปลูกผักใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นประกอบด้วยชั้นล่างโรยด้วยหิน 1/2 นิ้ว ปิดช่องว่างด้วยหินเกล็ดรวมหนา 4 เซนติเมตร ชั้นกลางใช้ดินร่วนปนทราย ชั้นบนใช้กรวดเล็กหนา 3-4 เซนติเมตร ระหว่างชั้นดินร่วนปนทรายและกรวดเล็กมีมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว เพื่อป้องกันกรวดเล็กผสมกับดิน และมีท่อรองรับสารละลายปุ๋ยวนกลับสู่ถังเก็บใต้แปลง สำหรับในส่วนของหลังคาใช้แผ่นเมทัลชีทโปร่งแสงสลับกับทึบแสงบุฉนวน

1.2 ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสม ทดลองใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นประกอบด้วย ชั้นล่างโรยด้วยหิน 1/2 นิ้ว ปิดช่องว่างด้วยหินเกล็ดรวมหนา 4 เซนติเมตร ชั้นกลางใช้ดินร่วนปนทราย ชั้นบนใช้กรวดเล็กหนา 3-4 เซนติเมตร ระหว่างชั้นดินร่วนปนทรายและกรวดเล็ก มีมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว กั้นกันกรวดเล็กผสมกับดินร่วน หาความเหมาะสมของวัสดุปลูกโดยทดสอบการไหลของน้ำผ่านวัสดุปลูกชั้นต่าง ๆ และปรับให้เหมาะสม

1.3 ศึกษาระดับความหนาของชั้นดินร่วนปนทรายที่เหมาะสม การหาความหนาของชั้นดินร่วนปนทราย ซึ่งเป็นชั้นกลางของวัสดุปลูก โดยการกันแยกโรงเรือนเป็น 5 ช่วง มีความลาดเอียง 3% และน้ำไหลผ่านถึงกันได้ทุกช่วง เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผัก 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดขาว และผักบุ้งจีน ที่ระดับความหนาของชั้นดินร่วน 3 ระดับ คือ หนา 8, 10 และ 12 เซนติเมตร ระยะต้นกล้า (ผักอายุ 0-7 วัน) มีการให้น้ำ 6 ครั้ง/วัน (เวลา 6.00, 9.00, 12.00, 15.00, 18.00 และ 24.00 น.) หลังจากนั้น (ผักอายุ 8 วัน-เก็บเกี่ยว) มีการให้น้ำ 2 ครั้ง/วัน (เวลา 6.00 และ 16.00 น.) ให้น้ำครั้งละ 20 นาที ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ GAP โดยปุ๋ยยูเรียให้ในรูปของสารละลายปุ๋ยช่วงระยะเวลาการให้สารละลายปุ๋ยควบคุมด้วยเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ

1.4 ศึกษาระดับความลาดเอียงของแปลงปลูก โดยการทดสอบหาระดับความลาดเอียงที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการไหลของสารละลายปุ๋ยและน้ำ โดยการทดสอบปลูกผักบุ้งที่ระดับความลาดเอียง 4 ระดับ คือ 1% 2% 3% และ 4% มีวิธีการให้น้ำและปุ๋ยเช่นเดียวกับข้อ 1.2 ทำการปลูกทดสอบ 5 รอบ จากนั้นเปรียบเทียบข้อมูลผลผลิตผักบุ้งจากที่ระดับความลาดเอียงต่าง ๆ

2. ศึกษาปริมาณการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณไนเตรท

ทดลองอัตราการให้ปุ๋ย โดยปลูกผักคะน้าในโรงเรือนหลังคาโปร่งแสงที่ระดับความลาดเอียงที่ได้จากข้อที่ 1.4 และใช้วิธีการให้ปุ๋ย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ คือ N 100 % ตามอัตราในคำแนะนำ GAP, และลดลงจากคำแนะนำ GAP ที่อัตรา N 70 %, N 60 %, N 50 % และ N 40 % เพื่อให้ได้อัตราการให้ปุ๋ยที่เหมาะสม และเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทตกค้างในผัก

3. ศึกษาระยะเวลาการหยุดให้ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณไนเตรท

ทดลองในโรงเรือนที่มีหลังคาต่างกัน 2 แบบ คือ หลังคาโปร่งแสง กับ โรงเรือนหลังคาเมทัลชีทโปร่งแสงสลับกับทึบแสงบดนวนกันความร้อน

ทดลองระยะเวลาการหยุดให้ปุ๋ย ในโรงเรือนหลังคาโปร่งแสงที่ระดับความลาดเอียงที่ได้จากการข้อที่ 1.4 โดยปลูกผักคะน้าใช้ปุ๋ยในอัตราที่ได้จากข้อ 2 และหยุดให้ปุ๋ยก่อนการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ คือ หยุดให้ปุ๋ย 9, 7, 5, 3 และ 0 วัน โดยให้น้ำเปล่าแทนสารละลายปุ๋ย เพื่อให้ได้วันหยุดให้ปุ๋ยก่อนเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

ทดลองระยะเวลาการหยุดให้ปุ๋ย ในโรงเรือนหลังคาเมทัลชีทโปร่งแสงสลับกับทึบแสงบดนวนกันความร้อนที่ระดับความลาดเอียงที่ได้ จากข้อ 1.4 โดยปลูกผักคะน้า และผักกาดขาวใช้ปุ๋ยในอัตราที่ได้จากการทดลองที่ 2 และหยุดให้ปุ๋ยก่อนการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ คือ หยุดให้ปุ๋ย 13 วัน, 11 วัน, 9 วัน, 7 วัน และ 0 วัน เพื่อให้ได้วันหยุดให้ปุ๋ยก่อนเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

4. ศึกษาการใช้หลอดยูวีเพื่อลดปริมาณไนเตรท

ทดลองการใช้หลอดยูวี โดยปลูกผักคะน้าและผักกาดขาวในโรงเรือนต้นแบบหลังคาเมทัลชีทโปร่งแสงสลับกับทึบแสงบดนวนที่ความลาดเอียงได้จากข้อ 1.4 อัตราให้ปุ๋ยที่ได้จากข้อ 2 และวันหยุดให้ปุ๋ยที่ได้จากการทดลองที่ 3 และ 0 วัน โดยเปรียบเทียบการใช้หลอดยูวีและไม่ใช้หลอดยูวี และระบบไฮโดรโปนิคส์ ทำการทดลอง 4 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่พบในใบ

5. ทดสอบโรงเรือนต้นแบบการปลูกผักเพื่อลดไนเตรทและการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์

ทดสอบประสิทธิภาพการปลูกผักในโรงเรือนต้นแบบเพื่อลดปริมาณไนเตรท กับโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบการค้ำ โดยทดสอบปลูกผัก 2 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า และผักกาดขาว ในโรงเรือนจำนวน 1 โรงเรือน/ชนิดผัก/ชนิดโรงเรือน ทำการทดลอง 4 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและปริมาณไนเตรทที่ได้จากโรงเรือนทั้งสองแบบ

6. การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท

โดยการออกแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มเกษตรกร และเกษตรกรที่นำเอาโรงเรือนต้นแบบไปใช้ประโยชน์ จากจำนวนเกษตรกร 20 ราย โดยมีการกำหนดระดับความพึงพอใจ 4 ด้าน คือ ด้านโครงสร้างโรงเรือน ด้านการใช้งาน ด้านเศรษฐกิจ และด้านคุณภาพผลผลิต โดยมีการกำหนดระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้ คะแนน 4.51-5.00 =มากที่สุด 3.51-4.50= มาก 2.51-3.50=ปานกลาง 1.51-2.50=น้อย 1.00-1.50 = น้อยที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ออกแบบและพัฒนาโรงเรือนต้นแบบผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท

หลักการออกแบบสร้างโรงเรือนปลูกผักเพื่อลดไนเตรทในครั้งนี้ เป็นการผสมผสาน ดัดแปลงจากการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์ และการปลูกพืชบนดิน ให้เป็นโรงเรือนที่มีคุณสมบัติในการป้องกันแมลง มีวัสดุปลูกเป็นชั้นหิน ดินร่วน และกรวด มีระบบน้ำหมุนเวียนคล้ายการปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ แต่มีการควบคุมการไหลของน้ำพร้อมปุ๋ยที่ละลายมากับน้ำด้วยเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ และเลือกใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เป็นแอมโมเนียแทนไนเตรทที่ละลายให้พร้อมน้ำ ซึ่งจะช่วยลดการใช้ปุ๋ยได้มากกว่า 50 % ของการปลูกบนดิน ปุ๋ยบางส่วนยังถูกดูดซับไว้ด้วยอนุภาคดินพีชนำไปใช้ได้ตลอดเวลา ช่วยลดการตกค้างของสารไนเตรทในผัก รวมทั้งมีการนำหลอดยูวีมาใช้เพื่อช่วยลดจุลินทรีย์ที่จะเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจนในปุ๋ยให้เป็นไนเตรท โดยผลการพัฒนา สรุปดังนี้

1.1 การพัฒนาโรงเรือนจากโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ ในขั้นตอนแรกได้ออกแบบให้โรงเรือนมีความสูงใกล้เคียงกับโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งมีความสูงของโรงเรือนอยู่ที่ 2.0 เมตร และมีพื้นแปลงสูงจากพื้นดิน 1.2-1.4 เมตร ซึ่งพบว่า การปฏิบัติงานปลูกผักทำได้ยาก พื้นแปลงสูงเกินไป การระบายอากาศในโรงเรือนเกิดได้ไม่ดี อีกทั้งในส่วนของชายคาเมทัลชีทชนกับศีรษะผู้ปฏิบัติงาน ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาปรับความสูงของโรงเรือนเป็น 2.8 เมตร พื้นโรงเรือนมีความสูงจากพื้นดิน 0.75-0.90 เมตร ทำให้พื้นโรงเรือนจนถึงหลังคา มีความสูงเป็น 1.9 เมตร ซึ่งทำให้การปฏิบัติงานได้สะดวก และมีการไหลเวียนของอากาศได้ดีขึ้น

1.2 การพัฒนาการใช้วัสดุหลังคาโรงเรือน จากการใช้หลังคาเมทัลชีทแบบโปร่งแสงเพียงอย่างเดียว ปรับมาเป็นหลังคาเมทัลชีทโปร่งแสง 1 แผ่น สลับกับที่บแสงบุนนวนกันความร้อนหนา 5 มิลลิเมตร 1 แผ่น และเมื่อทำการทดลองปลูกผัก พบว่า ปริมาณแสงในโรงเรือนไม่เพียงพอ ทำให้ต้นผักมีลักษณะยืดยาว จึงได้เปลี่ยนเป็นแผ่นเมทัลชีทโปร่งแสง 4 แผ่น สลับกับแผ่นที่บแสงบุนนวนกัน

ความร้อนหนา 5 มิลลิเมตร 1 แผ่น พบว่า ผักเจริญเติบโตได้ดี และยังพบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน 0.1°C

1.3 การศึกษาหาวัสดุปลูกที่เหมาะสม ใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นประกอบด้วย ชั้นล่าง โรยด้วย หิน 1/2 นิ้ว ปิดช่องว่างด้วยหินเกล็ดรวมหนา 4 เซนติเมตร ชั้นกลาง ใช้ดินร่วนปนทราย ชั้นบน ใช้ กรวดเล็กหนา 3-4 เซนติเมตร ระหว่างชั้นดินร่วนปนทรายและกรวดเล็ก มีมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/ นิ้ว กั้นกันกรวดเล็กผสมกับดินร่วน ผลการทดสอบการไหลของน้ำผ่านวัสดุปลูกแต่ละชั้น พบว่า น้ำไหลออกจากวัสดุปลูกชั้นล่างที่เป็นหิน 1/2 นิ้วและหินเกล็ดนี้ได้รวดเร็วสม่ำเสมอแล้วรวมกันระบายออกจาก แปลงได้สะดวก ภายในเวลา 5 นาที ชั้นกลางที่เป็นดินร่วนปนทรายเพื่อให้ดินซึมซับสารละลายปุ๋ยและ น้ำไว้ให้พืช พบว่าน้ำไหลซึมออกจากวัสดุปลูกได้ในระยะเวลา 24-36 ชั่วโมง ส่วนวัสดุปลูกชั้นบนที่เป็น กรวดเล็กให้น้ำไหลผ่านภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง ส่วนเตรียมทรายหยาบมาเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูก พบว่า การใช้มุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว มีการระบายน้ำใช้เวลามากกว่า 3 ชั่วโมง จึงปรับเปลี่ยนมาใช้มุ้ง กันแมลง 16 ช่อง/นิ้ว สามารถระบายน้ำได้ในระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง จะได้กรวดเล็กขนาดเมล็ด 2-4 มิลลิเมตร เพื่อให้รากพืชระยะต้นกล้าได้รับทั้งสารละลายปุ๋ย น้ำ และอากาศอย่างเพียงพอ และเมื่อพืช โตรากพืชได้รับรับอากาศอย่างเพียงพอ

1.4 การศึกษาระดับความหนาของชั้นดินร่วนปนทราย ซึ่งเป็นชั้นกลางของวัสดุปลูกในแปลง ปลูกของโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท โดยดินที่นำมาใช้ในการทดลองส่วนที่เป็น ชั้นกลางของวัสดุปลูกนั้นเป็นดินร่วนปนทราย ผลการทดลองโดยปลูกผักคะน้าเก็บเกี่ยวที่ 45 วัน ผักกาดขาวเก็บเกี่ยวที่ 39 วัน และผักบุ้งจีนเก็บเกี่ยวที่ 25 วัน ปลูกโดยหว่านเมล็ดผักบุ้งบนกรวดเล็ก พบว่าเมื่อเมล็ดแตกหน่อขาวออกมาถูกแสงแดดช่วงเที่ยงเผาจนหน่อเหนียวตาย จึงทดลองใหม่โดยกรีด ร่องบนกรวดเล็กลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร หยอดเมล็ดแล้วกลบ พบว่าผักสามารถเจริญเติบโตได้ดี และยังพบว่าบริเวณที่กรวดเล็กบางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร ผักเจริญเติบโตได้ไม่ดี มีการให้น้ำพร้อมปุ๋ย และน้ำเปล่าควบคุมด้วยเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ ปลูกผักคะน้าระยะต้นกล้า 0-7 วัน ให้น้ำเวลา 6.00, 9.00, 12.00, 15.00, 18.00 และ 24.00 นาฬิกา วัน 6 ครั้ง ให้ครั้งละ 20 นาที อายุได้ 5 วันให้ปุ๋ย $15-15-15 = 180$ กรัม หลังจากนั้นจนเก็บเกี่ยวให้น้ำเวลา 6.00 และ 16.00 นาฬิกา วัน 2 ครั้ง ให้ครั้ง ละ 20 นาที เมื่ออายุได้ 20 วันให้ปุ๋ยยูเรีย $46-0-0 = 560$ กรัม ให้แต่ละครั้งชุ่มชื้นตลอดทั้งแปลง อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าภายนอกเฉลี่ย 2.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80% และ สารละลายปุ๋ยมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดของผัก พบว่าระดับความหนาของชั้น ดินร่วนปนทรายที่ระดับ 12 เซนติเมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของผักทั้ง 3 ชนิดสูงสุด คือเฉลี่ย 45.91 กิโลกรัม/แปลง รองลงมา คือ ชั้นดินหนา 10 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร 43.72 และ 39.93 กิโลกรัม/แปลง ตามลำดับ (Figure 3)

1.5 การศึกษาระดับความลาดเอียงของโรงเรือน ผลการทดลองปลูกผักบุ้งที่ระดับความ ลาดเอียง 4 ระดับ พบว่า ที่ระดับความลาดเอียง 2% ให้น้ำหนักผลผลิตผักบุ้งสูงสุด คือ เฉลี่ย 42.6 กิโลกรัม/แปลง รองลงมา คือ ความลาดเอียง 4% 3% และ 1% คือ 41.9, 41.4 และ 35.8 กิโลกรัม/

แปลง ตามลำดับ จากการทดลองดังกล่าวจึงทำให้เลือกใช้ระดับความลาดเอียง 2% เป็นระดับความลาดเอียงของโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำหนัสดของผักบุงสูงที่สุด อีกทั้งการปฏิบัติงานก็ทำได้ง่าย (Figure 4)

สรุปลักษณะโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรทที่เหมาะสม

จากการพัฒนาและทดสอบพบว่าโรงเรือนผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรทที่เหมาะสมคือเป็นแบบโรงเรือนชั้นเดียว มีโครงสร้างเหล็กอาบสังกะสี หลังคาเมทัลชีทโปร่งแสง 4 แผ่น สลับกับทึบแสง 1 แผ่น กันโดยรอบด้วยมุ้งกันแมลง 20 ช่อง/นิ้ว ขนาดกว้าง 2.0 x ยาว 8.0 x สูง 2.8 เมตร พื้นโรงเรือนใช้กระเบื้องลอนคู่รองรับด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 8 เซนติเมตร วัสดุปลูกชั้นล่างเป็นหินขนาด ½ นิ้ว ปิดทับร่องหินด้วยหินเกล็ดให้ความหนา 4 เซนติเมตร ชั้นกลางใช้ดินร่วนปนทราย หนา 12 เซนติเมตร ชั้นบนใช้กรวดเล็กขนาด 2-4 มิลลิเมตร หนา 3-4 เซนติเมตร ระหว่างชั้นดินร่วนปนทรายและกรวดเล็กมีมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว เพื่อป้องกันกรวดเล็กผสมกับดินร่วนปนทราย พื้นแปลงมีความลาดเอียง 2% มีท่อรองรับสารละลายปุ๋ยวนกลับสู่ถังเก็บใต้แปลง (Figure 1 และ 2)

2. ผลการศึกษาปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณไนเตรท

ผลการทดลองใช้ปุ๋ยในการปลูกผักคะน้า ในโรงเรือนหลังคาโปร่งแสงมีความลาดเอียง 2% ที่ 5 ระดับ ทดลอง 4 ซ้ำ คือ N 100%, 70%, 60%, 50% และ 40% ของคำแนะนำ GAP เพื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตน้ำหนัสดและปริมาณไนเตรทตกค้างในใบ พบว่าที่ N 100% ให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูงสุดที่สุดคือ 18.0 กิโลกรัม/แปลง รองลงมา คือ N 70%, N 60%, N 50% และ N 40% ให้น้ำหนัสน้อยที่สุด 17.6, 17.0, 17.7, 14.6 กิโลกรัม/แปลง ตามลำดับ และที่ N 5% มีปริมาณไนเตรทตกค้าง 762.26 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด อยู่ในกลุ่มน้อย ขณะที่ N 100% มีปริมาณไนเตรทตกค้าง 3,744.33 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด จึงเลือกใช้ปุ๋ย N 50% ในการทดสอบครั้งต่อไป (Figure 5)

3. ผลการศึกษาระยะเวลาการหยุดให้ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณไนเตรท

3.1 ผลการทดลองหาระยะเวลาการหยุดให้สารละลายปุ๋ยก่อนการเก็บเกี่ยว โดยปลูกผักคะน้าในโรงเรือนหลังคาโปร่งแสงมีความลาดเอียง 2 % และใช้ปุ๋ย N 50 % ที่ 5 ระยะ ทดลอง 4 ซ้ำ คือ 0, 3, 5, 7, และ 9 วัน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทตกค้างในใบ พบว่าที่ระยะ 9 วัน ไนเตรทตกค้างน้อยที่สุด คือ 436.23 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด โดยไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนัสดผลผลิต คือ 15.8 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก ใกล้เคียงกับที่ระยะ 0 วัน คือ 15.4 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก แต่มีไนเตรทตกค้าง 2,602.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด (Figure 6)

3.2 ผลการทดลองหาระยะเวลาการหยุดให้สารละลายปุ๋ยก่อนการเก็บเกี่ยว โดยปลูกผักคะน้าในโรงเรือนหลังคาโปร่งแสงสลับกับทึบแสงบุฉนวนมีความลาดเอียง 2% และใช้ปุ๋ย N 50% ที่ 5 ระยะ ทดลอง 4 ซ้ำ คือ 0, 7, 9, 11, และ 13 วัน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทตกค้างในใบ พบว่าที่ระยะ 13 วัน ให้ผลผลิตผัก 31.5 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก ไนเตรทตกค้างน้อยที่สุด คือ 505.96 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ที่ระยะ 9 วัน มีปริมาณไนเตรทตกค้างในใบ 1,922.56 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ขณะที่

ระยะ 0 วัน มีไนเตรทตกค้างสูงสุด 14,832.26 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด (Figure 7) สำหรับผักกาดขาว พบว่า ที่ระยะ 9 วัน ให้ผลผลิตผัก 86.9 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก ปริมาณไนเตรทตกค้างในใบต่ำสุด 1,982.70 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ขณะที่ระยะ 0 วัน ให้ผลผลิต 85.6 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก แต่มีไนเตรทตกค้าง 6,695.42 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด (Figure 8) สำหรับบริโภคจากค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด

4. ผลการใช้หลอดยูวี เพื่อลดปริมาณไนเตรท

ผลการทดลองการใช้หลอดยูวีและไม่ใช้หลอดยูวี โดยปลูกผักคะน้าและผักกาดขาวในโรงเรือน หลังคาโปร่งแสงสลั้กับที่บแสงบุนนวนมีความลาดเอียง 2% และให้ปุ๋ยยูเรีย (N) 50% และหยุดให้ปุ๋ย 9 วัน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทตกค้างในใบ พบว่าการใช้หลอดยูวีในทุกวิธีการจะมีไนเตรทตกค้างน้อยกว่าการไม่ใช้หลอดยูวี คือในผักกาดขาว วิธีที่หยุดให้ปุ๋ย 9 วันใช้หลอดยูวีมีไนเตรทตกค้างน้อยที่สุด 2,149.70 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด และที่ไม่ใช้หลอดยูวีมีไนเตรทตกค้าง 2,401.17 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ส่วนผักคะน้า วิธีที่หยุดให้ปุ๋ย 9 วันใช้หลอดยูวีมีไนเตรทตกค้างน้อยที่สุด 698.78 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด และที่ไม่ใช้หลอดยูวีมีไนเตรทตกค้าง 1,992.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด สาเหตุที่ผักกาดขาวมีไนเตรทตกค้างในใบมากกว่าคะน้า เนื่องจากเป็นพืชที่มีใบระดับผิวดินหนาแน่น การปลูกที่ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร แสงแดดไม่สามารถส่องเข้าถึงใบด้านข้างได้ ผักจึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงเปลี่ยนไนเตรทไปเป็นโปรตีนได้เต็มที่ จึงควรเพิ่มระยะปลูกเป็น 30x30 เซนติเมตร แต่ผักคะน้าใบโปร่งแสงจึงส่องได้ทั่วถึง (Figure 9 และ 10)

5. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตผักในโรงเรือนต้นแบบกับโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์เพื่อลดปริมาณไนเตรท

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการปลูกผักในโรงเรือนปลูกผักเพื่อลดปริมาณไนเตรทหลังคาโปร่งแสงสลั้กับที่บแสงบุนนวน ความลาดเอียง 2% ให้ปุ๋ยยูเรีย (N) 50% หยุดให้ปุ๋ย 9 วัน และใช้หลอดยูวีกับโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบการค้ำ ทดสอบปลูกผักคะน้า และผักกาดขาว เพื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตผักและไนเตรทตกค้างในใบ พบว่าในโรงเรือนปลูกผักคะน้าเพื่อลดปริมาณไนเตรท ให้ผลผลิต 35.00 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก สูงกว่าโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ และไนเตรทตกค้าง 698.78 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ให้ผลดีกว่าโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ที่มีผลผลิต 28.13 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก มีไนเตรทตกค้าง 4,914.59 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ขณะที่ผักกาดขาว ผลผลิต 83.95 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก มีไนเตรทตกค้าง 2,149.70 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด ดีกว่าโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ผลผลิต 50.05 กิโลกรัมต่อแปลงปลูก มีไนเตรทตกค้าง 5,555.55 มิลลิกรัม/กิโลกรัมผักสด นอกจากนี้ผักที่ปลูกในโรงเรือนต้นแบบเพื่อลดไนเตรทจะไม่เหี่ยวเฉาตลอดวันแม้แสงแดดแรงจัดทั้งวัน เพราะอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยต่ำกว่าภายนอก 0.1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงกว่า 80% ซึ่งแตกต่างจากโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบการค้ำที่อุณหภูมิภายในจะสูงกว่าภายนอก

6. การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

จากการคำนวณค่าเสื่อมและความคงทนของโรงเรือนต้นแบบ พบว่า มีอายุการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 30 ปี เมื่อคำนวณจากฐานการปลูกผักกาดขาว พบว่า สามารถปลูกผักกาดขาวเฉลี่ย 84.0 กิโลกรัม/โรงเรือน/รอบการผลิต 39 วัน ราคาจำหน่ายในท้องตลาด 80 บาท/กิโลกรัม เป็นรายได้ 6,720 บาท/โรงเรือน/รุ่น หากวางแผนให้มีการมีผลผลิตผักหมุนเวียนตลอดปี ต้องใช้โรงเรือนต้นแบบต่ำสุดจำนวน 13 โรงเรือน คิดการลงทุนในงบลงทุน ต้นทุนคงที่ที่ 13 โรงเรือน ต้นทุนโรงเรือน 30,000 บาท/โรงเรือน และประเมินร้อยละของการตัดแต่งผักสดที่เก็บเกี่ยวได้ที่ร้อยละ 80

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการลงทุนดังนี้

ต้นทุนการผลิต	= (ต้นทุนวัตถุดิบ+ต้นทุนแรงงาน+ค่าใช้จ่าย)/จำนวนผลผลิต
ต้นทุนวัตถุดิบ	= เมล็ดพันธุ์และปุ๋ยต่อ = 60+0.8 กิโลกรัม/แปลง* 10 แปลง* 30 บาท/กก. = 60+240 = 300 บาท/เดือน
ต้นทุนแรงงาน	= ใช้คนหนึ่งคนดูแล เก็บคัดแยก และบรรจุ ค่าแรง 9,000 บาท/เดือน
ค่าใช้จ่าย	= ค่าน้ำ+ค่าไฟฟ้า
ค่าน้ำ	= 1 คิว/แปลง = 1*10 = 10 คิว/เดือน*16 บาท/คิว = 160 บาท/เดือน
ค่าไฟฟ้า	= 100 วัตต์ * 2 ชั่วโมง * 10 แปลง*30 วัน = 60,000 วัตต์ชั่วโมง/เดือน = 60 กิโลวัตต์ชั่วโมง/เดือน * 3 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง = 180 บาท/เดือน
ต้นทุนการผลิต	= (300+9,000+160+180)/84*10 = 11.48 บาท/กิโลกรัม
ระยะเวลาคืนทุน	= เงินลงทุนครั้งแรก/รายได้ต่อปี = 30,000*13/28*0.8*80*365 = 0.596 ปี หรือ 0.596*12=7.15 เดือน

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนและจุดคุ้มทุนของการลงทุนในโรงเรือนต้นแบบการผลิตผัก พบว่า หากมีการก่อสร้างโรงเรือน จำนวน 13 โรงเรือน ก็จะสามารถคุ้มทุนได้ในระยะเวลาเพียง 7.15 เดือน ซึ่งหลังจากนี้ก็ถือว่า ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการผลิตผัก ก็จะมีเพียงต้นทุนหมุนเวียนจากการซื้อปุ๋ย เมล็ดพันธุ์ และอาจจะมีค่าซ่อมแซมบ้างเท่านั้น

7. การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท

จากการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการการนำเอาเทคโนโลยีโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรทที่มีต่อโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท พบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อโรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านโครงสร้างโรงเรือน คะแนน 4.1 ด้านการใช้งาน คะแนน 4.4 ด้านเศรษฐกิจ คะแนน 4.0 และด้านคุณภาพผลผลิต คะแนน 4.0 เกษตรกรมีความต้องการในการนำเอาเทคโนโลยีการผลิตผักในโรงเรือนต้นแบบฯไปใช้สำหรับการผลิตผักของตัวเอง

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาโรงเรือนปลูกผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท ได้ต้นแบบเป็นโรงเรือนแบบชั้นเดียว คานอิฐบล็อกจาก โครงหลังคาเหล็กอาบสังกะสี หลังคาเป็นเมทัลชีทโปร่งแสง 4 แผ่น สลับกับเมทัลชีททึบแสง บุนนวมกันความร้อน 1 แผ่น กันโดยรอบด้วยมุ้งกันแมลง 20 ช่อง/นิ้ว ขนาดกว้าง 2.0 x ยาว 8.0 x สูง 2.8 เมตร พื้นแปลงปลูกถึงหลังคาสูง 1.9 เมตร พื้นโรงเรือนใช้กระเบื้องลอนคู่รองรับคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 8 เซนติเมตร ความลาดเอียงพื้นแปลงปลูก 2% วัสดุปลูกชั้นล่างเป็นหิน ½ นิ้ว ทับปิดร่องด้วยหินเกล็ดให้ความหนา 4 เซนติเมตร ชั้นกลางเป็นดินร่วนปนทราย หนา 12 เซนติเมตร ชั้นบนเป็นกรวดเล็กขนาด 2-4 มิลลิเมตร หนา 3-4 เซนติเมตร ระหว่างชั้นดินร่วนปนทรายและกรวดเล็กมีมุ้งกันแมลงขนาด 20 ช่อง/นิ้ว ป้องกันการผสมกันของกรวดเล็กกับชั้นดินร่วนปนทราย พื้นแปลงมีความลาดเอียง 2% มีท่อรองรับสารละลายปุ๋ยวนกลับสู่ถังเก็บใต้แปลง ควบคุมด้วยเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ การควบคุมระบบน้ำและการให้สารละลายปุ๋ย โดยการใช้ท่อประธาน พีวีซี 1/2 นิ้ว ท่อแขนงพีอี 20 มิลลิเมตร มีบอลวาล์วควบคุมการให้น้ำทุกแถว ท่อแขนงระยะห่างกัน 0.4 เมตร บนท่อเจาะรูขนาด 1 มิลลิเมตร ทุกระยะ 0.3 เมตร ปัมพ์จุ่มแช่น้ำขนาด 60 วัตต์ อัตราการไหล 2,800 ลิตร/นาที่ ส่งน้ำสูง 2.8 เมตร จำนวน 2 ตัว

วิธีการปลูกผัก โดยกรีดร่องบนกรวดเล็กลึก 1-2 เซนติเมตร หยอด 1 เมล็ด แล้วกลบ เมื่อผักอายุ 5 วัน ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำ GAP เมื่ออายุได้ 20 วัน ให้สารละลายปุ๋ยตามคำแนะนำ GAP ให้สารละลายปุ๋ยหรือน้ำเปล่า เวลา 6:00, 12:00, 16:00 และ 24:00 น. ให้น้ำครั้งละ 20 นาที และหยุดการให้สารละลายปุ๋ยที่ระยะ 9 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว เพื่อลดปริมาณการสะสมไนเตรทในผัก

การผลิตผักในโรงเรือนการผลิตผักเพื่อลดการสะสมของไนเตรท สามารถผลิตผักได้ประมาณ 84.0 กิโลกรัม/โรงเรือน และสามารถลดปริมาณไนเตรทสะสมในผักได้ประมาณ ร้อยละ 60-80 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตผักในโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์ ทำให้ผักที่ผลิตได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สำหรับต้นทุนในการผลิตผักภายใต้โรงเรือนต้นแบบการผลิตผักเพื่อลดการสะสมไนเตรท มีต้นทุนคงที่ประมาณ 30,000 บาท/โรงเรือน ต้นทุนการผลิตผัก 11.48 บาท/กิโลกรัม ทำให้มีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 7 เดือน

ข้อเสนอแนะ

หลังคาโรงเรือนสามารถใช้แผ่นพลาสติกใสหนา 150 ไมครอน ระยะ 4 เมตร มีเมทัลชีททึบแสง บุนนวม 1 แผ่น พื้นแปลงใช้กระเบื้องลอนคู่วางบนพื้นดินมีทรายหยาบหนา 10 เซนติเมตร รองรับกระจายน้ำหนัก ขอบแปลงใช้อิฐบล็อกจากแนวโดยรอบ และถังเก็บสารละลายปุ๋ย/น้ำขุดวางลงในดินสามารถทดแทนได้เพื่อให้ราคาถูกลง โรงเรือนต้นแบบนี้สามารถพัฒนาเป็นโรงเรือนอัจฉริยะได้ เพียงเพิ่มเครื่องหยอดเมล็ด พัดลมควบคุมอุณหภูมิ และเครื่องพ่นสารอัตโนมัติสามารถควบคุมมองเห็นผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ระบบนี้ต้องเป็นแปลงขนาดใหญ่มีค่าลงทุนสูงมาก

เกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัดก็สามารถลดขนาดของโรงเรือนต้นแบบเป็นขนาดอื่นได้ เช่น 2.0 x 4.0 x 2.8 เมตร หรือน้อยกว่านั้นได้ แต่ความสูงของโรงเรือนควรเป็น 2.8 เมตรเท่านั้น

การนำไปใช้ประโยชน์

1. เป็นโรงเรียนที่สามารถนำเอาไปใช้ได้ทั่วไปเพื่อเป็นทางเลือกในการปลูกผักแบบโรงเรียนที่ลดปัญหาการตกค้างของไนเตรท หรือใช้ทดแทนการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์
2. โรงเรียนปลูกผักเพื่อลดสารไนเตรทนี้ ได้นำร่องขยายผลไปยังโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ ชุมชนที่เข้าร่วมโครงการไทยนิยมยั่งยืนในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โครงการพระราชดำริคลองหอยโข่ง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียง ตำบลรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา และสามารถขยายผลไปยังพื้นที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะเกษตรกรที่สนใจปลูกผักเชิงการค้าที่เน้นผักที่ปลอดภัยจากการตกค้างของไนเตรท และสามารถนำไปใช้ได้ดีในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากที่ไม่สามารถปลูกผักในระบบปกติได้ในช่วงฤดูฝน
3. นักวิจัยสามารถนำเอาองค์ความรู้จากการทำโรงเรียนต้นแบบฯ ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อให้เป็นโรงเรียนอัจฉริยะ

เอกสารอ้างอิง

- เชมมิการ์ โชมพัตร, 2556. รายงานการวิจัยการผลิตพืชผักให้มีคุณภาพและปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง โดยใช้สารละลายภายใต้โรงเรือนกันแมลง. กรมวิชาการเกษตร.
- นาวิ จิระชีวี. 2556. วารสารผลิใบ. กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก: <http://it.doa.go.th> วันที่สืบค้น 5 ก.ย. 2558
- ปรกชล อู่ทรัพย์. 2561. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. ไทยแพน. สืบค้นจาก : <https://www.posttoday> วันที่สืบค้น 28 ม.ค. 2561
- มันลิน ตัณฑุลเวศม์. 2558. การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี. วิศวกรรมกรรมการประปา. สืบค้นจาก: <http://www.mwa.co.th> วันที่สืบค้น 10 ส.ค. 2558.
- ยงยุทธ เจียมไชยศรี แนวทางการลดไนเตรทในผักไฮโดรโปนิคส์. ไนเตรทในผักไฮโดรโปนิคส์. สืบค้นจาก: [http:// www.phutalay.blogspot.com](http://www.phutalay.blogspot.com) วันที่สืบค้น 20 พ.ค. 2558
- ยงยุทธ โอสธสกา. 2528. สารชะงักกระบวนการไนตริฟิเคชัน. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด: 126 หน้า
- โสระยา ร่วมรังษี. 2544. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์. กรุงเทพฯ. 79 หน้า
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 146 หน้า

ภาคผนวก

ตารางสรุปผลความพึงพอใจของเกษตรกรร่วมโครงการ

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{x}	SD	การแปลผล
ด้านโครงสร้าง			
1. ขนาดโรงเรือนมีความเหมาะสม	4.0	0.73	พึงพอใจมาก
2. โรงเรือนมีความแข็งแรง คงทน	4.0	0.73	พึงพอใจมาก
3. วัสดุราคาถูก หาง่าย	4.1	0.79	พึงพอใจมาก
4. สามารถซ่อมแซมได้	4.1	0.69	พึงพอใจมาก
5. การก่อสร้างโรงเรือนทำได้ง่าย	4.2	0.67	พึงพอใจมาก
ภาพรวม	4.1	0.72	พึงพอใจมาก
ด้านการใช้งาน			
1. วัสดุปลูกจัดหาได้ง่าย	4.2	0.59	พึงพอใจมาก
2. ระบบการให้ปุ๋ย การให้น้ำ สามารถทำได้ง่าย	4.3	0.55	พึงพอใจมาก
3. ลดปริมาณการให้ปุ๋ยได้	4.5	0.60	พึงพอใจมาก
4. ลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	4.5	0.51	พึงพอใจมาก
5. ลดปัญหาการระบาดของศัตรูพืช	4.3	0.47	พึงพอใจมาก
6. ลดปัญหาวัชพืช	4.3	0.57	พึงพอใจมาก
7. ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	4.4	0.60	พึงพอใจมาก
8. สามารถปลูกผักได้ทั้งปี	4.4	0.49	พึงพอใจมาก
9. สามารถควบคุมปริมาณการผลิตผักได้ง่าย	4.5	0.51	พึงพอใจมาก
10. ความหลากหลายของชนิดผักจากการผลิตในโรงเรือน	4.3	0.64	พึงพอใจมาก
ภาพรวม	4.4	0.56	พึงพอใจมาก
ด้านเศรษฐกิจ			
1. ต้นทุนการก่อสร้างต่ำ	3.7	0.67	พึงพอใจมาก
2. สามารถคืนทุนในระยะเวลาอันสั้น	3.8	0.72	พึงพอใจมาก
3. สามารถจำหน่ายผักได้ในราคาสูง (ผักปลอดสารเคมี)	4.0	0.73	พึงพอใจมาก
4. ระยะเวลาในการผลิตผักในแต่ละรอบคงที่	4.1	0.72	พึงพอใจมาก
ภาพรวม	4.0	0.68	พึงพอใจมาก
ด้านคุณภาพผลผลิต			
1. ผักคุณภาพดี สวยงาม	3.8	0.62	พึงพอใจมาก
2. น้ำหนักผลผลิตต่อโรงเรือนสูง	4.0	0.65	พึงพอใจมาก
3. ผักมีรสชาติดี	4.1	0.69	พึงพอใจมาก
4. ผลผลิตผักมีความปลอดภัย	4.2	0.75	พึงพอใจมาก
ภาพรวม	4.0	0.67	พึงพอใจมาก

แบบสอบถาม

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านกายภาพ					
1. ขนาดโรงเรียนมีความเหมาะสม					
2. โรงเรียนมีความแข็งแรง คงทน					
3. วัสดุราคาถูก หาง่าย					
4. สามารถซ่อมแซมได้					
5. การก่อสร้างโรงเรียนทำได้ง่าย					
ด้านการใช้งาน					
1. วัสดุปลูกจัดหาได้ง่าย					
2. ระบบการให้น้ำ การให้น้ำ สามารถทำได้ง่าย					
3. ลดปริมาณการใช้น้ำได้					
4. ลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช					
5. ลดปัญหาการระบาดของศัตรูพืช					
6. ลดปัญหาวัชพืช					
7. ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน					
8. สามารถปลูกผักได้ทั้งปี					
9. สามารถควบคุมปริมาณการผลิตผักได้ง่าย					
10. ความหลากหลายของชนิดผักจากการผลิตในโรงเรียน					
ด้านเศรษฐกิจ					
1. ต้นทุนการก่อสร้างต่ำ					
2. สามารถคืนทุนในระยะเวลาอันสั้น					
3. สามารถจำหน่ายผักได้ในราคาสูง (ผักปลอดสารเคมี)					
4. ระยะเวลาในการผลิตผักในแต่ละรอบคงที่					
ด้านคุณภาพผลผลิต					
1. ผักคุณภาพดี สวยงาม					
2. น้ำหนักผลผลิตต่อโรงเรียนสูง					
3. ผักมีรสชาติดี					
4. ผลผลิตผักมีความปลอดภัย					

Figures

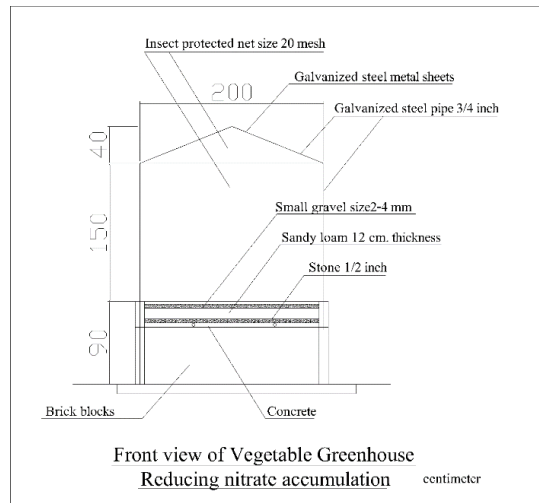


Figure 1. Prototype of Greenhouse for Nitrate Accumulation Reduced (Front view)

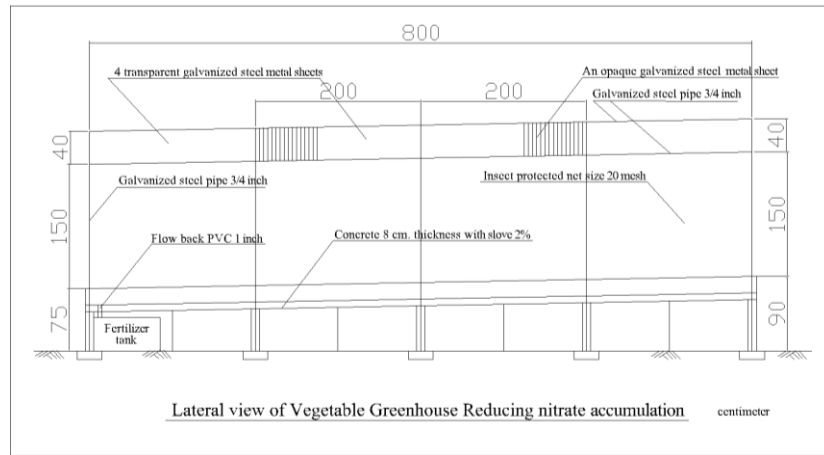


Figure 2. Prototype of Greenhouse for Nitrate Accumulation Reduced (Side view)

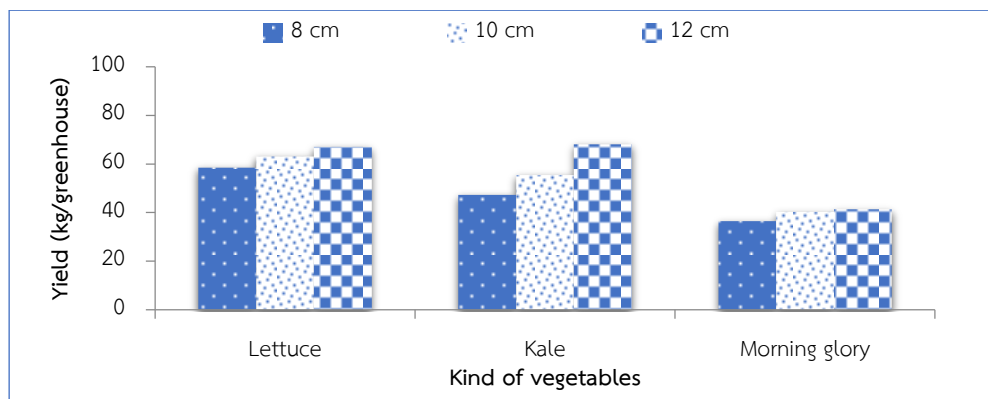


Figure 3. Soil layer thickness (8 10 and 12 cm.) for Lettuce, Kale and Morning glory yields

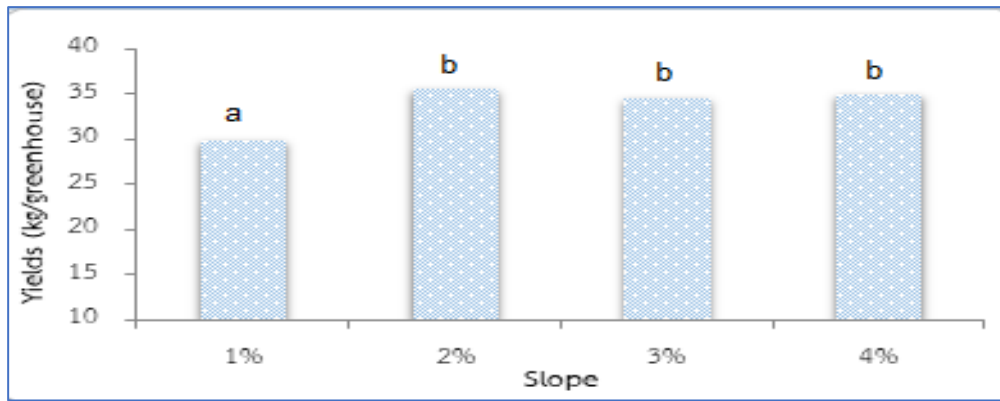


Figure 4. Planting slope (1% 2% 3% and 4%) for morning glory yields.

The different letters showed the significant difference ($p < 0.05$).

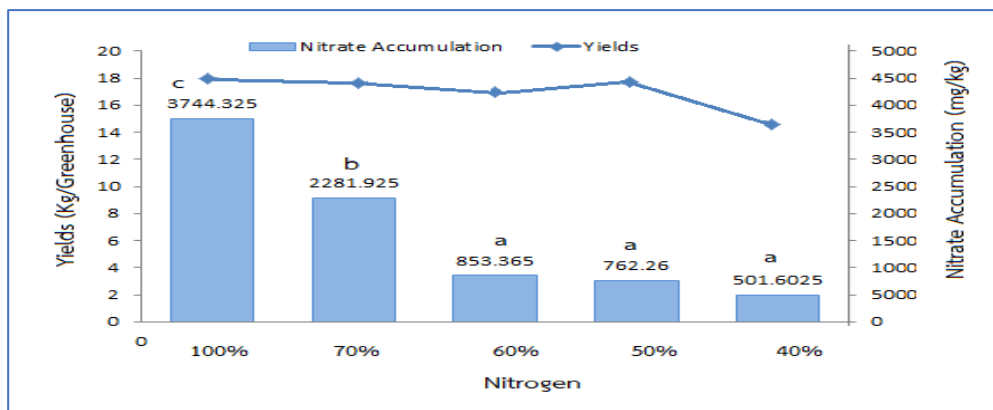


Figure 5. The amount of fertilizer used at various levels of fresh kale vegetables.

The different letters showed the significant difference ($p < 0.05$).

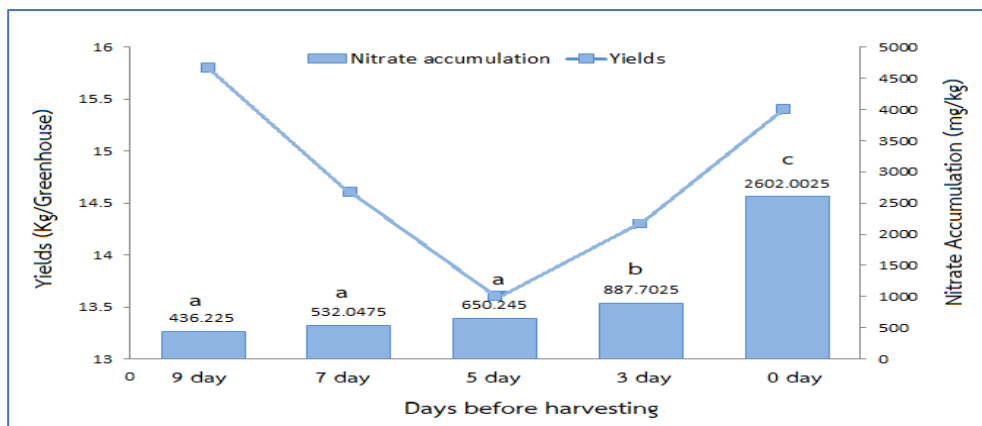


Figure 6. The amount of residual nitrate in the leaves at the various stop fertilizer period of kale with 50% fertilizer (N).

The different letters showed the significant difference ($p < 0.05$).

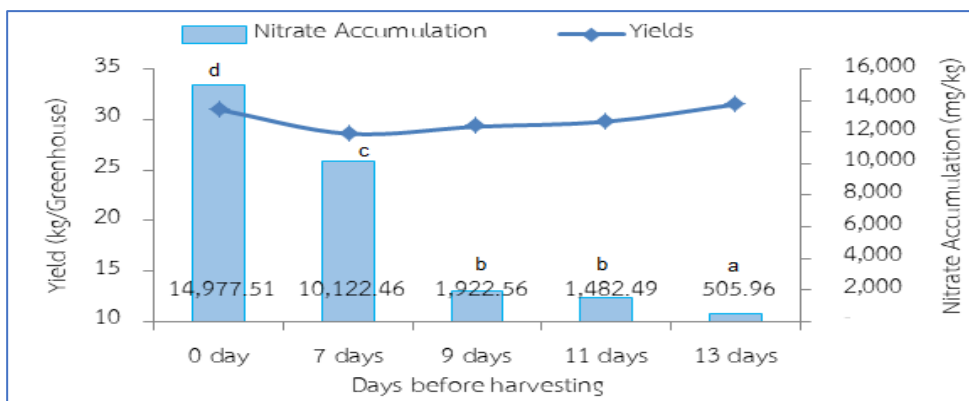


Figure 7. Time to stop fertilizer 0 7 9 11 and 13 days before harvesting for reducing the nitrate accumulation in Kale.

The different letters showed the significant difference ($p < 0.05$).

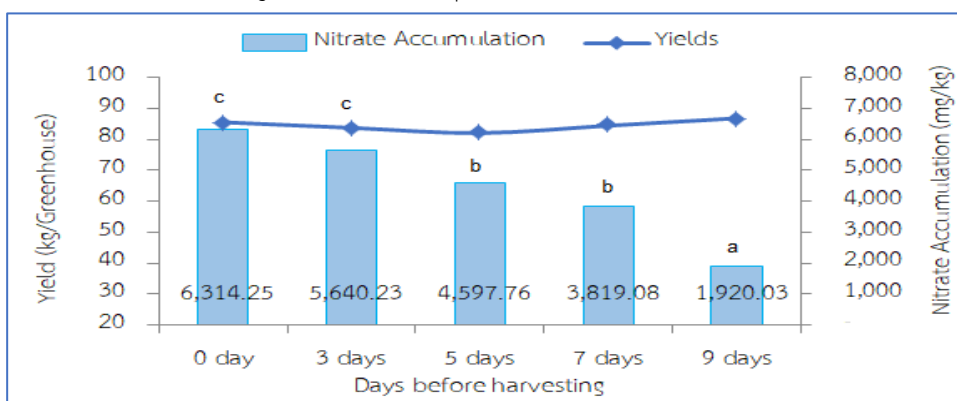


Figure 8. Time to stop fertilizer 0 3 5 7 and 9 days before harvesting for reducing the nitrate accumulation in Lettuce.

The different letters showed the significant difference ($p < 0.05$).

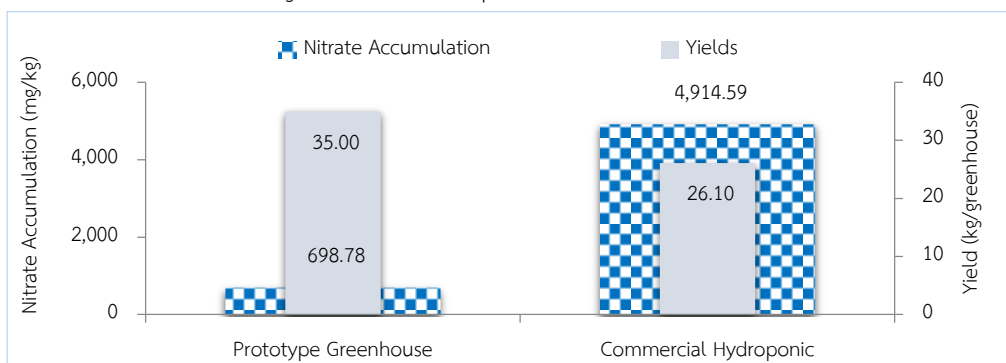


Figure 9. Comparison on Yields and Nitrate accumulation of Kale

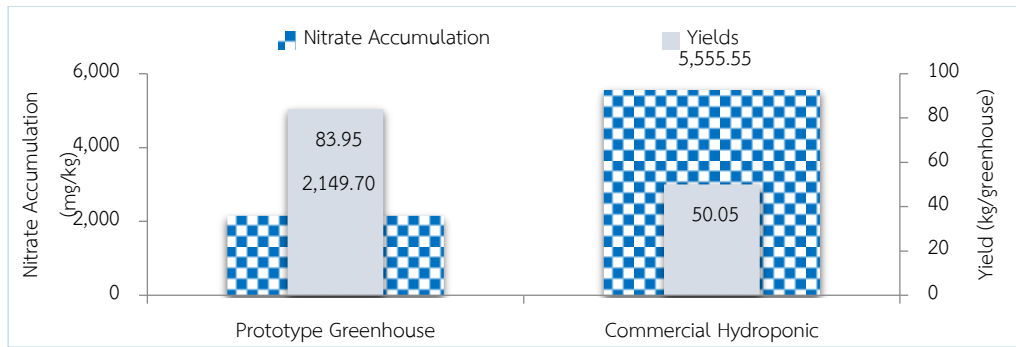


Figure 10. Lettuce in the Prototype Greenhouse and Commercial hydroponic greenhouse



Figure 11. Lettuce and chinese cabbage from Vegetable greenhouse for reducing nitrate accumulation



Figure 12. Vegetable greenhouse for reducing nitrate accumulation was extended to Samai Sueksa school

ภาพกิจกรรมการใช้ประโยชน์โรงเรียนของกลุ่มเป้าหมาย

1.โรงเรียนสมัยศึกษา



2.ชุมชนเทศบาลคองหงส์



3.โครงการพระราชดำริคลองหอยโข่ง



