



การเปรียบเทียบโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อยและแบบหลังคาสองชั้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชผัก

Comparison of Greenhouses roof Sawtooth and Double-roof Suitable for Vegetable Production

วุฒิพล จันทรสระคู^{1*}, สราวุธ ปานทน¹, เอกภาพ ป้านภูมิ², วรธนะ สมณี², รัตติกาล ยุทธศิลป์³, ณัฐชัยธร ชันติยะพุดิเมธ³, รพีพร ศรีสถิตย์³, นฤทัย วรสถิตย์³

Wuttiphol Chansrakoo^{1*}, Sarawuth Parnthon¹, Akkaparp Panphoom², Wantanah Somnuak², Rattikan Yutthasin³, Natchayatorn Kantiyaputtimeth³, Rapeeporn Srisatit³, Naruatai Worasatit³

¹ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร 1 ม.5 ต.คันธลีย์ อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี 84170

¹Surat thani Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture. Khan thuli, Tha chana, Surat thani 84170.

²ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร 320 ม.12 ถ.มะลิวัลย์ ต.บ้านทุ่ม อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

²Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture. Bantum, Muang, Khon Kaen 40000.

³สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร 180 ต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

³Office of Agricultural Research and Development Region 3, Department of Agriculture, Muang, Khon Kaen 40000.

*Corresponding author: Tel: +66-8-9072-2155, Fax: +66-7738-0588, E-mail: wuttiphol@gmail.com

บทคัดย่อ

การผลิตพืชผักภายใต้สภาพโรงเรือนเป็นทางเลือกที่จำเป็นกับสภาพเงื่อนไขในสภาพอากาศปัจจุบัน และโรงเรือนที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีสองแบบคือ โรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อยและแบบหลังคาสองชั้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อยและแบบหลังคาสองชั้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชผัก โดยโรงเรือนทั้งสองแบบมีโครงสร้างเป็นเหล็กอาบสังกะสีและเหล็กพ่นสีกันสนิม มีขนาด (กxยxส) 6x24x5 m แบบหลังคาโค้งมีช่องเปิดระบายอากาศด้านบนหลังคา มุงหลังคาด้วยพลาสติกความหนา 200 micron คลุมด้วยฟิล์มพลาสติกตัดกรองแสงที่มีสมบัติกรองรังสียูวี ด้านข้างติดตั้งมุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 32 mesh โดยรอบ ภายในโรงเรือนติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุมระบบให้น้ำแบบหยดและการให้น้ำแบบพ่นหมอก 4 ทาง ควบคุมการทำงานโดยการตั้งเวลาอัตโนมัติเพื่อช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในช่วงเวลากลางวันและบันทึกสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงวันตามรอบการผลิตพืช โดยทดสอบกับมะเขือเทศเชอร์รี่ และผักคะน้าฮ่องกง ผลการทดลองพบว่า มะเขือเทศเชอร์รี่ที่ปลูกในโรงเรือนแบบหลังคาฟันเลื่อยมีแนวโน้มเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าที่ปลูกในโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้น แต่ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ปลูกในโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้นดีกว่าแบบหลังคาฟันเลื่อย สำหรับคะน้าฮ่องกงที่ปลูกอยู่ภายใต้โรงเรือนทั้งสองแบบพบว่า เมื่อมีอายุ 7 วัน หลังปลูกและก่อนการให้น้ำ ความสูงและจำนวนใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังจากให้น้ำกับคะน้าฮ่องกงติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์พบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตที่ปลูกในโรงเรือนทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

คำสำคัญ: รูปแบบโรงเรือน, การปลูกพืชผัก, โรงเรือนปลูกพืช

Abstract

Vegetable production in greenhouses is a necessary alternative to the current climatic conditions, and there are two types of greenhouses that are commonly used today: Greenhouse with a sawtooth and double roof. The objective of this research was to compare the suitability sawtooth and double roof houses for vegetable production. Both types of houses are structured in galvanized steel and anti-rust painted steel with dimensions (wxdxh) 6x24x5 m. Plastic roofing with a thickness of 200 microns covered with a plastic film that filters UV rays. The side is equipped with white net, size 32 mesh, all around. Inside the greenhouse, equipment and controls for drip irrigation and a 4-way fogger are installed. Automatic timer controls reduce the temperature and increase the

Received: September 10, 2021

Revised: October 22, 2021

Accepted: October 16, 2021

Available online: June 25, 2022

relative humidity in the air during the day and record the environment during the day according to the crop production cycle. It was tested with cherry tomatoes and Hong Kong kale. The results showed that Cherry tomatoes grown in sawtooth tend to grow better than those grown on the double roof. But in terms of yield and yield composition, cherry tomatoes grown in the double roof were better than sawtooth. For Hong Kong kale grown in greenhouses, it was shown that the height and number of leaves on the last 7 days before plants, fertilized, non-significant, after 6 weeks of fertilization, it was shown that growth and yield of Hong Kong kale grown in greenhouses showed non-significant.

Keywords: Types of greenhouses, Vegetable production, Greenhouses plants

1 บทนำ

ปัจจุบันสภาวะแวดล้อมของโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เกิดปัญหาฝนไม่ตกตามฤดูกาล อากาศร้อนจัด สภาพอากาศแปรปรวนมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต อีกทั้งเมื่อปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนานในพื้นที่เดิม ทำให้เกิดการสะสมโรคและแมลงศัตรูพืช เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก เพื่อลดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช มีพืชผักหลายชนิดที่ตรวจพบสารเคมีตกค้างเกินมาตรฐานที่กำหนด การปลูกผักในโรงเรือนจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะควบคุมสภาพแวดล้อมได้ดีพอสมควร สามารถเลือกปลูกพืชชนิดที่ตลาดต้องการในแต่ละฤดูกาลได้ และถ้าหากมีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำเป็นอย่างดี ทำให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพสูงเพิ่มมากขึ้น และที่สำคัญคือ ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (จริยา และคณะ, 2560) การปลูกผักในโรงเรือนกางมุ้งตาข่ายจะสามารถลดการใช้สารเคมีลงได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับในพื้นที่ที่มีการระบาดของแมลงรุนแรง โดยเฉพาะแมลงที่สร้างความต้านทานต่อสารเคมีอย่างมาก ส่วนมุ้งตาข่ายสีฟ้าจะช่วยลดความเข้มของแสงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ การปลูกผักกางมุ้งมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถป้องกันแมลงศัตรูผักได้ทุกชนิด แต่จะป้องกันพวกผีเสื้อของหนอนชนิดต่างๆ ได้เท่านั้น ส่วนพวกเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนแมลงวันขอรบแมลงหวี่ขาวและไร ซึ่งเป็นแมลงขนาดเล็กจะไม่สามารถป้องกัน ได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักวิธีอื่นร่วมด้วย แต่ถ้าหากใช้มุ้งตาข่ายในลอนที่มีความถี่เพิ่มขึ้นเป็น 24 หรือ 32 ช่องต่อนิ้วจะสามารถป้องกันได้แต่อาจจะมีปัญหาเรื่องอุณหภูมิและความชื้นภายในมุ้ง (จริยา และคณะ, 2560) การผลิตพืชสวนในสถานภาพที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมได้นั้น ส่วนใหญ่จะผลิตพืชสวนที่มีมูลค่าต่อหน่วยสูงทั้งในรูปแบบผักสด ไม้ดอกไม้ประดับ และเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชที่เหมาะสมทั้งคุณภาพและราคา จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการแข่งขันของประเทศไทยให้สูงขึ้น (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) อย่างไรก็ตามการออกแบบโรงเรือนต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในพื้นที่ที่จะตั้งโรงเรือน ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน ลม และพืชที่จะปลูก การพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชผักเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สามารถผลิตได้ตลอดปี จำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนาและ

ทดสอบรูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชแต่ละชนิดตลอดจนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อความเหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกรได้

โดยภาพรวมการผลิตพืชผักในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนส่วนใหญ่มีการผลิตกลางแจ้งสามารถผลิตได้ในฤดูหนาว ช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ซึ่งไม่สามารถผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม มีอุณหภูมิสูง แสงแดดจัด และในฤดูฝนมีความชื้นสูงมีโรคแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลายพืชได้ง่าย เกษตรกรใช้สารเคมีมากเกินไปจนทำให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิตเป็นการผลิตพืชที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ยากมีปัญหามากมาย ดังนั้นการผลิตพืชผักภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่เหมาะสมกับเงื่อนไขในสภาพอากาศปัจจุบัน เนื่องจากโรงเรือนสามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ป้องกันพืชจากการทำลายของสัตว์ โรค และแมลงศัตรู และยังสามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิตเร่งการผลิตออกผล และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเพื่อแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต เกษตรกรสามารถผลิตพืชผักที่มีคุณภาพส่งป้อนตลาดได้พอเพียงและตลอดทั้งปี

โรงเรือนปลูกพืชที่มีศักยภาพที่ควรจะนำมาใช้ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ได้แก่ แบบหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือสามเหลี่ยมด้านเท่าสองชั้น (gable, double roof) เป็นหลังคาโรงเรือนปลูกพืชที่นิยมใช้ในเขตร้อนชื้น เพราะกันฝนได้ดี การระบายอากาศดี และไม่ก่อให้เกิดการสะสมความร้อน แต่ถ้ามุงหลังคาพลาสติกก็ทำให้อากาศอบอ้าวภายในโรงเรือน (Ismail, 1991) แบบหลังคาโค้งสองชั้นซ้อนกัน (Curve, double roof) มีข้อดีเช่นเดียวกับแบบหลังคาจั่วสองชั้น แต่ลักษณะการโค้งของหลังคาจะทำให้แสงสว่างผ่านได้ดีกว่า และโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้นสามารถระบายอากาศร้อนภายในอาคารได้ดีแม้ในช่วงฝนตกน้ำฝนก็ไม่ไหลเข้ามาในโรงเรือน และแบบหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อมเป็นโรงเรือนที่ออกแบบให้ถ่ายทอดการระบายอากาศร้อน เนื่องจากหลังคามีช่องเปิดระบายซึ่งรูปแบบนี้เหมาะสมสำหรับประเทศในเขตร้อน (Chu and Huang, 1991)

โรงเรือนมีหลายรูปแบบ การจะเลือกรูปแบบโรงเรือนที่เหมาะสมนั้นจะต้องพิจารณาหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ ชนิดและปริมาณของพืชที่จะปลูก และต้นทุนเป็นสำคัญ จริยา และคณะ (2560) จากการสำรวจการผลิตผักในโรงเรือนของประเทศไทย (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) พบว่า โรงเรือนปลูกผักแบบตาข่ายกันแมลงมี 2 ประเภท คือ 1) โรงเรือนที่นำเข้าจากต่างประเทศ 2) โรงเรือนที่ใช้เทคโนโลยีพัฒนาเองภายในประเทศของบริษัทเอกชน ของเกษตรกร และของมูลนิธิโครงการหลวง โรงเรือนตาข่ายกันแมลงเหล่านี้ส่วนใหญ่มีหลังคา 2 รูปแบบ คือ แบบหลังคาพื้นเลื่อย (ก.ไก่) และแบบหลังคาโค้ง ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) แต่ที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาถึงผลการใช้งานของโรงเรือนทั้งสองแบบ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อการเปรียบเทียบโรงเรือนแบบหลังคาพื้นเลื่อยและแบบหลังคาโค้งสองชั้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชผัก

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 รูปแบบโรงเรือนที่ใช้ทดสอบ

1) โรงเรือนน็อคดาวน์แบบหลังคาโค้งแบบพื้นเลื่อย หรือแบบ ก.ไก่ (Figure 1 และ 2) โครงสร้างทำด้วยท่อเหล็กกล้าปาวาไนซ์ มีโครงหลักทุกระยะ ต่อม็อคคอนกรีต ฝังด้อยเสาเหล็กชุบกาลป์วไนซ์ พื้นภายนอกปรับพื้นและถมดิน หนาเฉลี่ย 50 cm พื้นภายในโรงเรือนโรยด้วยหิน และปูผ้าใบกันวัชพืชสีขาวชนิดน้ำซึมผ่านได้ มีรายละเอียดดังนี้

1.1) เป็นโรงเรือนระบบน็อคดาวน์หลังคาทรงโค้งแบบเหลื่อม มีช่องระบายอากาศด้านบน ขนาดกว้าง 6 m ยาว 24 m สูง 5 m

1.2) โครงสร้างทำด้วยท่อเหล็กกล้าปาวาไนซ์ขนาดตามแบบที่กำหนด มีโครงหลักทุกระยะ 3 m

1.3) ต่อม็อคคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 cm ฝังด้อยเสาเหล็กชุบกาลป์วไนซ์เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 cm ทุกระยะ 3 m และมีคานคอดินยึดระหว่างเสาโรงเรือนแต่ละต้นโดยรอบ

1.4) พื้นภายในโรงเรือนโรยด้วยหินเบอร์ 3 หนาเฉลี่ย 8 cm

1.5) หลังคาคลุมด้วยพลาสติก PE ผสม UV stabilizer ความหนาไม่น้อยกว่า 200 microns

1.6) ผนังทั้ง 4 ด้าน พร้อมช่องระบายอากาศ บุด้วยมุ้งตาข่ายไนลอนกันแมลงชนิด 32 mesh

1.7) ด้านหน้าโรงเรือนมีประตูบานเดียว 2 ชั้น (นอก-ใน) พร้อมกล่องประตูระหว่างประตูชั้นนอก ด้านนอกบานเปิด-ปิด ขนาด 1.2 x 2.0 m พร้อมกลอนประตูปิดล็อก ด้านในบานเลื่อนแบบแขวน ขนาด 1.2 x 2.0 m พร้อมกลอนประตูปิดล็อก บานประตูและกล่องประตู บุด้วยมุ้งตาข่ายไนลอนกันแมลงชนิด 32 mesh หลังคาพลาสติกหนา 200 microns

1.8) ยึดโครงสร้างเข้าด้วยกันโดยใช้ Clamp ชุบกาลป์วไนซ์ พร้อมอุปกรณ์มาตรฐานงานโรงเรือน

1.9) ใช้วัสดุล๊อคแบบรางเหล็กสปริง วัสดุคลุมติดกับโครงสร้างเหล็กพร้อมอุปกรณ์ประกอบมาตรฐาน

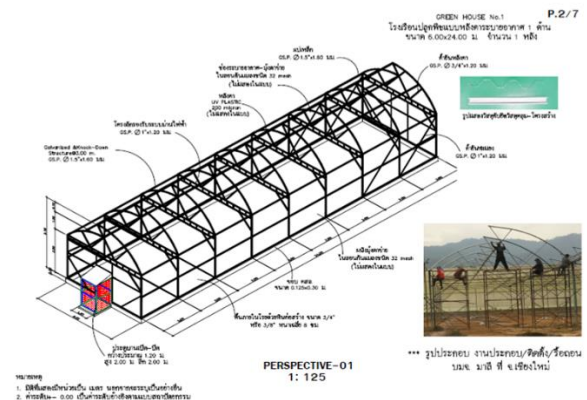


Figure 1 Model of Greenhouse with a sawtooth.

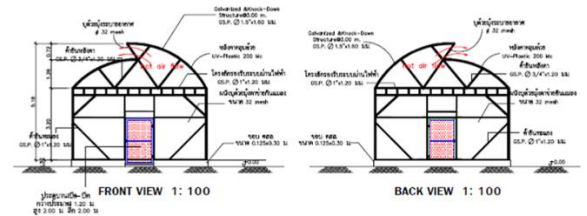


Figure 2 Front and Behind of Greenhouse with a sawtooth.

2) โรงเรือนระบบน็อคดาวน์หลังคาทรงโค้งสองชั้น (Figure 3 and 4) โครงสร้างทำด้วยท่อเหล็กกล้าปาวาไนซ์ มีโครงหลัก ต่อม็อคคอนกรีตฝังด้อยเสาเหล็กชุบกาลป์วไนซ์ พื้นภายนอกปรับพื้นและถมดิน หนาเฉลี่ย 50 cm พื้นภายในโรงเรือนโรยด้วยหิน และปูผ้าใบกันวัชพืชสีขาวชนิดน้ำซึมผ่านได้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1) เป็นโรงเรือนระบบน็อคดาวน์หลังคาทรงโค้งสองชั้น ขนาดกว้าง 6 m ยาว 24 m สูง 5 m

2.2) โครงสร้างทำด้วยท่อเหล็กกล้าปาวาไนซ์ขนาดตามแบบที่กำหนด มีโครงหลักทุกระยะ 2.0 m

2.3) ต่อม็อคคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 cm ฝังด้อยเสาเหล็กชุบกาลป์วไนซ์เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 cm ทุกระยะ 2 m และมีคานคอดินยึดระหว่างเสาโรงเรือนแต่ละต้นโดยรอบ

2.4) พื้นภายในโรงเรือนโรยด้วยหินเบอร์ 3 หนาเฉลี่ย 8 cm

2.5) หลังคาคลุมด้วยพลาสติก PE ผสม UV stabilizer ความหนาไม่น้อยกว่า 200 microns

2.6) ออกแบบและติดตั้งลักษณะเช่นเดียวกันกับ ข้อ 1.6–1.9

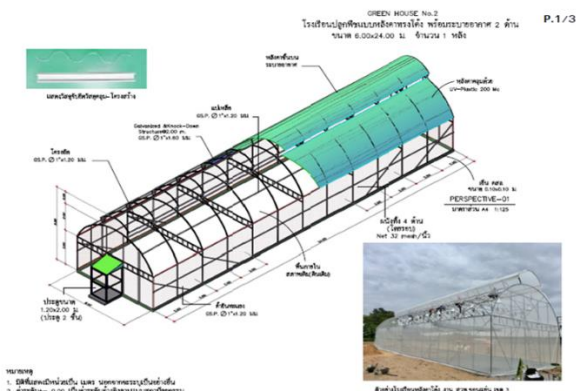


Figure 3 Model of Greenhouse with double roof.

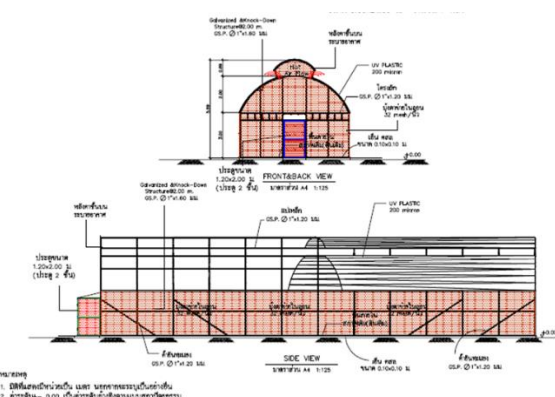


Figure 4 Front and Side of Greenhouse with double roof.

ลักษณะโรงเรือนทั้งสองแบบดังแสดงใน Figure 5 ดำเนินการติดตั้งปั้มน้ำ ระบบน้ำหยด และระบบควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือน (Figure 6) เพื่อทดสอบเก็บข้อมูลของประสิทธิภาพการผลิตพืชผักในโรงเรือนทั้งสองรูปแบบพร้อมทั้งเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สร้างโรงครอบปั้มน้ำและระบบควบคุมต่างๆ พร้อมระบบการจ่ายปุ๋ยแบบเวเนจูรี่ ซึ่งดำเนินการเช่นเดียวกันทั้ง 2 โรงเรือน โดยมีระบบถังน้ำสำรองขนาด 2,000 litre จำนวน 2 ใบ สำหรับใช้กับปั้มน้ำขนาด 1 hp พร้อมระบบควบคุมวาล์วไฟฟ้าจ่ายน้ำเข้าระบบการปลูกพืชในโรงเรือนด้วยการตั้งเวลาการจ่ายน้ำอัตโนมัติตามระยะเวลาที่ต้องการได้ (Figure 7)



Figure 5 Prototype of Greenhouse with sawtooth and double roof.



Figure 6 Installation of pumps and control systems, water supply in the Greenhouse.



Figure 7 Fogger systems in the Greenhouse.

2.2 วิธีการทดสอบ

มะเขือเทศเชอร์รี่ (Cherry Tomato) เป็นพืชที่เกษตรกรชอบปลูกในสภาพโรงเรือนเพื่อรับประทานผลสด ในการทดลองศึกษาการตอบสนองของมะเขือเทศเชอร์รี่ต่อความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ใส่ลงในดินปลูกพืชในระบบโรงเรือน 2 แบบ คือแบบหลังคาสองชั้น และแบบหลังคาพินเลื้อย โดยดำเนินการย้ายปลูกต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 30 วัน ลงในวัสดุปลูกทรายที่บรรจุในถุงปลูกสีขาวขนาด 25.4 cm ไม่เจาะรู เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2562 หลังจากย้ายปลูก 10 วัน เริ่มให้ปุ๋ยตามกรรมวิธีเป็นระดับความเข้มข้นของสารละลาย ได้แก่ 1) 0% 2) 60% 3) 80% 4) 100% และ 5) 120% ทุกสัปดาห์ อัตรา 1 litre/bag/week โดยแบ่งใส่วันละ 200 ml

คณะอาจารย์ใช้พันธุ์กวนอูเป็นพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูกย้ายปลูกวันที่ 22 มิถุนายน 2563 โดยวิธีการย้ายปลูกต้นกล้าอายุ 28 วัน จำนวน 180 ต้น ลงในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว:แกลบดิบ:ทรายแม่น้ำ:แกลบดำ สัดส่วน 60:20:15:5 ส่วนโดยปริมาตร ปรับสภาพ pH ด้วยปูนขาว บรรจุในโต๊ะปลูก ขนาด 1.2 x 6 x 1 m โดยมีวัสดุปลูกหนา 25 cm จำนวน 3 โต๊ะปลูกต่อโรงเรือน พรางแสงด้วยตาข่าย 50% ระยะ

ปลูก 20x20 cm หลังจากย้ายปลูก 7 วัน เริ่มให้ปุ๋ย A และ B อัตรา 1:1 โดยใช้ Stock ปุ๋ย A และ B อย่างละ 6 ml/water 1 litre ปริมาตร 200 ml/plant/day ปริมาตรรวม 36 litre/table/day

1) เพาะเมล็ดคะน้าฮ่องกงพันธุ์กวนอู ลงในถาดเพาะขนาด 104 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ จำนวน 2-3 เมล็ดต่อหลุม รดน้ำวันละ 1 ครั้ง

2) เตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ขุยมะพร้าว แกลบดิบ ทรายแม่น้ำ และแกลบดำ (6:2:1.5:0.5) ปรับสภาพด้วยปูนขาว ลงในโตะปลูกขนาด 1.2 x 6 x 1 m โดยมีวัสดุปลูกหนา 25 cm จำนวน 6 โตะปลูก โดยจัดวางไว้ในโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้น และ แบบพินเลื้อย จำนวน 3 โตะปลูกต่อโรงเรือน พรางแสงด้วยตาข่ายสีดำ 50%

3) ย้ายปลูกต้นกล้าคะน้าฮ่องกงอายุ 28 วัน หลังเพาะลงในโตะปลูก โดยให้มีระยะปลูก 20 x 20 cm จำนวน 6 แถวๆ ละ 30 ต้น รวม 180 ต้นต่อโตะปลูก รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง

4) หลังย้ายปลูก 7 วัน ให้ปุ๋ย A B อัตรา 1:1 ปริมาตร 200 ml/plant/day จำนวน 5 วันต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 6 สัปดาห์ และเก็บผลผลิตในระยะที่คะน้าฮ่องกงเริ่มออกดอกตูม

ค่าชี้ผล

1) มะเขือเทศเชอร์รี่ ค่าชี้ผลคือ ความสูงต้น จำนวน น้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของผล และค่าเปอร์เซ็นต์ Brix

2) คะน้าฮ่องกง ค่าชี้ผลคือ ความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักสด

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการเปรียบเทียบโรงเรือนทั้งสองแบบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมะเขือเทศเชอร์รี่

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รี่ (Table 1 and Figure 8) ที่ปลูกในโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้นในภาพรวมจะดีกว่าแบบหลังคาพินเลื้อย ซึ่งเมื่อดูจากผลการเจริญเติบโตพบว่า โรงเรือนแบบหลังคาพินเลื้อย มีแนวโน้มที่มะเขือเทศเชอร์รี่มีการเจริญโตด้านความสูงดีกว่าแบบโรงเรือนหลังคาสองชั้นในช่วงโตเต็มที่ แต่ในภาพรวมผลผลิตมะเขือเทศในโรงเรือนแบบสองชั้นโดยเฉพาะจำนวนผลต่อต้นจะมีปริมาณที่มากกว่า และขนาดความกว้างและความยาวก็ดีกว่าแบบหลังคาพินเลื้อย



Figure 8 Cherry tomatoes grown in the greenhouse.

3.2 ผลการเปรียบเทียบโรงเรือนทั้งสองแบบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตคะน้าฮ่องกง

จากการทดลองปลูกผักกาดคะน้าคือ คะน้าฮ่องกงพันธุ์กวนอู ในโตะปลูกที่อยู่ภายใต้โรงเรือนหลังคาสองชั้นเปรียบเทียบกับหลังคาแบบพินเลื้อยพบว่า การเจริญเติบโตเมื่ออายุต้นกล้า 7 วันหลังปลูกและก่อนให้ปุ๋ย ทั้งความสูงและจำนวนใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังจากให้ปุ๋ยติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์พบว่า การเจริญเติบโต และผลผลิตของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในโรงเรือนหลังคาทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีความสูงของต้นเฉลี่ย 37.5-37.8 cm จำนวนใบ 11.6-12.1 ใบ และน้ำหนักสดต่อโตะปลูกประมาณ 20 kg (Table 2 and Figure 9)



Figure 9 Hong Kong kale grown in the greenhouse.

3.3 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทั้ง 2 แบบ และนอกโรงเรือน (GH1 = แบบหลังคาสองชั้น, GH2 = แบบหลังคาพินเลื้อย, Out = นอกโรงเรือน)

ในช่วงวันที่ 29 ตุลาคม-24 ธันวาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โรงเรือนสำหรับการทดสอบปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ ในสภาพการจัดการสภาพแวดล้อมแบบเดียวกัน ด้วยระบบการพ่นหมอกเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือนทั้งสองรูปแบบในตอนกลางวัน ตั้งแต่เวลา 8.00 - 17.00 น. ตั้งเวลาให้น้ำแบบพ่นหมอกครั้งละ 5 min/hr. จะช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือนในช่วงกลางวัน จากผลการทดลองพบว่า ภายในโรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาสองชั้น มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.25 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60.37 %RH โรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาพินเลื้อยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.47 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 62.98 %RH ซึ่งมีความแตกต่างกับสภาพภายนอกโรงเรือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.57 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 55.37 %RH เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันพบว่า โรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาสองชั้นจะมีอุณหภูมิ 46.2 °C ซึ่งต่ำกว่าแบบหลังคาพินเลื้อยที่มีอุณหภูมิสูงถึง 52.5 °C

Table 1 Results of yield component of Cherry tomatoes in greenhouse with sawtooth and double roof.

Treatment	Yield component									
	Number of yield (yield/plant)		Weight of yield (g/plant)		Width of yield (mm)		Long of yield (mm)		%Brix	
	Double roof	Saw tooth	Double roof	Saw tooth	Double roof	Saw tooth	Double roof	Saw tooth	Double roof	Saw tooth
fertilizer 60%	147.25	114.75	2.51	3.32	14.94	14.52	21.51	21.40	10.11	10.52
fertilizer 80%	139.50	141.25	2.40	2.01	14.75	14.13	21.74	21.08	10.55	11.03
fertilizer 100%	154.50	112.50	2.54	2.32	15.63	15.09	23.23	22.18	11.94	11.60
fertilizer 120%	136.50	130.00	2.47	2.37	16.65	15.00	23.80	21.91	11.71	11.88
Maen	145.70	122.10	2.48	2.50	15.49	14.70	22.57	21.60	11.07	11.30
CV (%)	22.4	13.7	15.1	19.9	6.0	5.1	5.5	4.5	6.2	2.1

Table 2 Results of Hong Kong kale grown in greenhouse with sawtooth and double roof.

Treatment	7 day		80 day		Weight (kg/table)
	height/plant (cm)	leaf/plant	height/plant (cm)	leaf/plant	
Double roof	10.9	3.20	37.5	11.6	19.7
Sawtooth	10.6	3.27	37.8	12.1	20.9
T-test	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	8.5	7.03	4.1	7.1	15.2

ในช่วงวันที่ 2 กรกฎาคม-13 กันยายน 2563 ซึ่งเป็นช่วงฤดูปลายฤดูร้อนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โรงเรือนสำหรับการทดสอบปลูกคะน้าฮ่องกงในสภาพการจัดการสภาพแวดล้อมแบบเดียวกัน ด้วยระบบการพ่นหมอกเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือนทั้งสองรูปแบบในตอนกลางวัน ตั้งแต่เวลา 8.00 –17.00 น. ตั้งเวลาให้น้ำแบบพ่นหมอกครั้งละ 5 min/hr. จะช่วยให้สภาพแวดล้อมในโรงเรือนมีอุณหภูมิไม่สูงมากเกินไปในช่วงกลางวัน จากผลการทดลองพบว่า ภายในโรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาสองชั้นมีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.56 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 69.31%RH โรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาพื้นเลื่อยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.12 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65.28 %RH ซึ่งมีความแตกต่างกับสภาพภายนอกโรงเรือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.62 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 58.84 %RH อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันพบว่า โรงเรือนพลาสติกแบบหลังคาสองชั้นจะมีอุณหภูมิ 41.0 °C ซึ่งต่ำกว่าแบบหลังคาพื้นเลื่อยที่มีอุณหภูมิสูงถึง 43.2 °C โดยมีอุณหภูมิภายนอกสูงถึง 40.4 °C ดังแสดงใน Figure 10

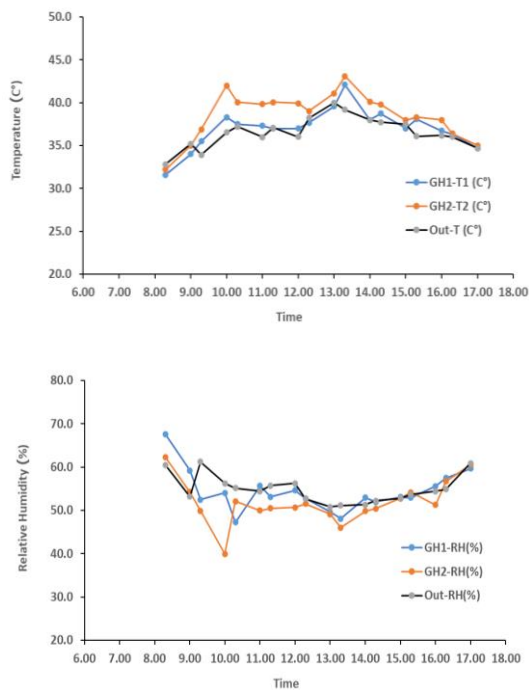


Figure 10 Temperature (°C) and Relative Humidity (%) in Greenhouse with double roof (GH1), sawtooth (GH2) and Outside of Greenhouse.

4 สรุป

ผลผลิตมะเขือเทศเชอร์รี่ในโรงเรือนโดยเฉพาะจำนวนผลต่อต้นของโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้นจะมีปริมาณที่มากกว่า และขนาดความกว้างและความยาวในภาพรวมก็ดีกว่าโรงเรือนแบบหลังคาพื้นเลื้อย ส่วนคาน้ำฮองกงพันธุ์กวนอู ในโต๊ะปลูกที่อยู่ภายใต้โรงเรือนแบบหลังคาสองชั้น เปรียบเทียบกับหลังคาแบบพื้นเลื้อย พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของคาน้ำฮองกง ที่ปลูกในโรงเรือนหลังคาทั้งสองรูปแบบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ข้อเสนอแนะในการใช้โรงเรือนเพื่อการผลิตพืชผัก

จากผลการทดสอบและเก็บข้อมูลโดยสรุปผลได้เลือกรูปแบบโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้นมีการระบายอากาศด้านบนหลัง 2 ด้าน ซึ่งมีอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ต่ำกว่าโรงเรือนแบบหลังคาพื้นเลื้อย และมีการระบายอากาศได้ดีกว่า สอดคล้องกับ Short (1998) ได้กล่าวไว้ว่าประสิทธิภาพการระบายอากาศในโรงเรือนแบบธรรมชาติขึ้นอยู่กับลมที่พัดผ่านและเข้าออกโรงเรือน และการพัดผ่านจนเกิดสภาวะอากาศและดูดเอาอากาศร้อนออกบนช่องเปิดของหลังคา และในช่วงวันที่ไม่มีลมพัดผ่านการระบายความร้อนตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นโดยการลอยตัวของอากาศร้อนออกทางจั่วที่เปิดระบายอากาศ ทั้งนี้โรงเรือนแบบหลังคาพื้นเลื้อย มีปัจจัยและข้อจำกัดในด้านแนวทิศทางและตำแหน่งการติดตั้งโรงเรือนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะปัจจัยด้านทิศทางลมและสภาพพื้นที่บางแห่งอาจจะไม่สามารถเลือกพื้นที่ได้ตามที่เกษตรกรต้องการ เนื่องจากการวางแผนผังโรงเรือนที่ช่องระบายอากาศแบบพื้นเลื้อย หรือ ก.ไก่ รับแรงลมมากไปจะทำให้หลังคาโรงเรือนเสียหายได้ง่าย สอดคล้องกับ ASAE (2002) กล่าวว่า

มุมมองของหน้าจั่วที่เป็นหลังคา ไม่ควรมีความลาดชันมากเกินไปเพราะจะทำให้มีการปะทะของลมมาก วัสดุที่ใช้ทำหลังคาอาจฉีกขาดได้ง่าย นอกจากนั้นแล้วยังมีหลังคาโค้งโดยที่โค้งเป็นโค้งแบบเสี้ยวตลอดหรือโค้งแบบต่างระดับมีความลาดชันต่างกัน ช้อนเกยกันโดยมีระยะห่างของช่องที่เกยกันเพื่อช่วยในการระบายอากาศ

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุนส่งเสริม ววน.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณข้าราชการ ลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ และพนักงานจ้างเหมา ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วง

6 เอกสารอ้างอิง

- ไกรเลิศ ทวีกุล, ศักดิ์ดา จงแก้วพัฒนา, เกษมศักดิ์ ทองเกต, บุญมี ศิริ, สุมิลา เตชะวงศ์เสถียร, จินตนา เอี่ยมลออ, ถาวร อ่อนประไพ, สาวิตร์ มีชัย, ปราโมทย์ สุกฤษณรินทร์ และพูนทรัพย์ สืบมา. 2548. โครงการศึกษาสถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.).
- จริยา วิสิทธิ์พานิช, อธิสุนทร นันทกิจ, ดนัย บุญเกียรติ, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, พชรินทร์ ครุฑเมือง, ชูชาติ สันธทรัพย์, รัชดาวรรณ ชีวงศ์กูร, อัญชัน ชมพูพวง, สุมาลี เม่นสิน และประนอม ใจอ้าย. 2560. คู่มือการผลิตผักคุณภาพและปลอดภัยในโรงเรือน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ; 270 หน้า.
- ชูชาติ สันธทรัพย์. 2551. เทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือน. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นจาก: http://e-service.agri.cmu.ac.th/download/publication/3057_file.pdf
- ASAE. 2002. Heating Ventilating and Cooling Greenhouse. ASAE STANDARD, ANS/ASAE EP406.3 MAR98. 703-710.
- Chu,Y., M.Huang. 1991. Floriculture under protective covers in Taiwan, pp.14-1-14-20. In International Seminar on cultivation under simple (Plastic/Greenhouse) Constructions in The Tropics and Subtropics. Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan. November. 5-6 1991.
- Ismail, M.R. 1991. Plant microclimatic changes under rain shelter cultivation, pp. 3-1-3-15. In International Seminar on cultivation under simple (Plastic/Greenhouse)

Constructions in The Tropics and Subtropics. Taiwan
Agricultural Research Institute.

Short, T.H. 1998. New Research in Natural Ventilation.
<http://floriculture.osu.edu/archive/jun98/natvent.html>