โรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์

The Low Heated Greenhouse for Organic Agriculture

จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง[1] และ อาภิรักษ์ หกพันนา[1]*

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
*ติดต่อ: arpiruk.hok@eng.cmu.ac.th, 053-944146

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้โรงเรือนเพื่อเพาะปลูกพืชมีบทบาททางการเกษตรมากขึ้น เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพได้หลายชนิด เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น และแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น มีผลผลิตและคุณภาพเพิ่มขึ้น แต่โรงเรือนจะส่งผลให้การระบายอากาศตามธรรมชาติลดลง เมื่อเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง โดยเฉพาะเมืองไทยเป็นประเทศเขตร้อน ดังนั้นการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้หลักการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อระบายความร้อนที่สะสมอยู่ภายในโรงเรือน โดยทำการสร้างโรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร ใน 2 รูปแบบ คือ โรงเรือนรูปทรงกอไก่ดั้งเดิม และโรงเรือนรูปทรงกอไก่ประยุกต์ซึ่งมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาตลอดแนวความยาวเพิ่มขึ้น 1 ด้าน และทำการศึกษาอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน จากผลการทดลองพบว่า โรงเรือนกอไก่ประยุกต์สามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนได้ 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิม

คำหลัก: โรงเรือน, โรงเรือนเกษตร, ความร้อนต่ำ, เกษตรอินทรีย์

Abstract

Currently, plant cultivation in the agricultural greenhouse has a greater role in agriculture because it can control many physical and biological factors such as lighting, temperature, humidity, insects and pests, which influence in better growth of plants as well as improve quality and quantity of the product. However, influence of the agricultural greenhouse will decreased natural ventilation, Compared to outdoor cultivation especially Thailand is a tropical country. Therefore, reducing the temperature in agricultural greenhouse is an important issue. This research use the principles of natural air ventilation for reduce heated inside by building a greenhouse size of 180 m^2. Two types of greenhouse were used a traditional greenhouse and applied greenhouse which has vents on the roof throughout the length increase of 1 side. And then, study the temperature and humidity of the greenhouse. It was found that the inside temperature of the applied greenhouse was decreased around 1.5 degrees Celsius comparing with the traditional greenhouse.

Keywords: Greenhouse; Agricultural greenhouse; Low Heated; Organic Agriculture

1. บทนำ

ปัจจุบันคนยุคใหม่หันมาใส่ใจดูแลรักษาสุขภาพมากขึ้น การบริโภคผักผลไม้เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ซึ่งผักปลอดสารพิษเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นเรื่อยๆ โดยการปลูกผักปลอดสารพิษและผักเมืองหนาวในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่จะปลูกบนพื้นที่สูงของภาคเหนือ [1-2] ผักปลอดสารพิษที่จำหน่ายตามท้องตลาดมีหลายชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม ผักกาดแก้ว หรือผักสลัด (รูปที่ 1.) รวมไปถึง เบบี้แครอท เบบี้ฮ่องเต้ ซึ่งมีมูลค่าสูงกว่าผักพื้นเมืองทั่วไปเป็นต้น

รูปที่ 1. ผักสลัดชนิดต่างๆ

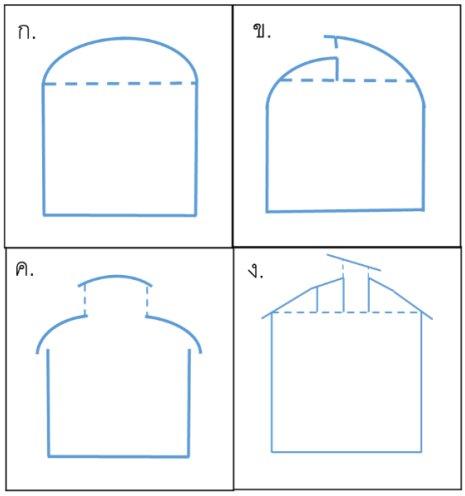
ฉะนั้นโรงเรือนจะสามารถช่วยควบคุมปัจจัยทางกายภาพภายนอก ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผักเมืองหนาวข้างต้น เนื่องจากเป็นผักที่มีความบอบบาง อย่างไรก็ตามโรงเรือนนั้นจะต้องมีการป้องกันสภาพอากาศจากภายนอก ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงไปด้วย โดยเฉพาะโรงเรือนปลอดสารพิษที่มีการใช้พลาสติกและตาข่ายกันแมลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาเทคนิคเพื่อลดความร้อนสะสมภายในโรงเรือน เพื่อให้พืชเมืองหนาวเจริญเติบโตในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

การลดความความร้อนในโรงเรือนนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มวิธีใหญ่ๆ คือ 1.การใช้การระบายความโดยธรรมชาติ และ 2.การระบายความร้อนโดยการใช้พลังงาน โดยในงานวิจัยนี้จะทำการพัฒนาการลดความร้อนในโรงเรือนโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งแบ่งออกเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย คือ 1. วิธีการลดความร้อนเข้าสู่โรงเรือน และ 2. วิธีการกำจัดความร้อนภายในโรงเรือน โดยวิธีการย่อยที่หนึ่งจะเน้นการกรองแสงส่วนเกินที่พืชไม่ต้องการออก เช่น การใช้พลาสติกคัดกรองแสงเพื่อตัด UV และ Infrared ออก หรือ การกรองเฉพาะส่วน ซึ่งศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติได้ร่วมกับมหาวิทยาลัยนเรศวร และมูลนิธิโครงการหลวง ได้ทำการวิจัยและพัฒนา ส่วนวิธีการย่อยที่สอง ก็คือการกำจัดความร้อนออกจากโรงเรือน เช่น วิธีการพ่นหมอก วิธีการพรมน้ำที่พื้น หรือวิธีการใช้ เปลือกข้าวหรือฟางโรยที่พื้นและรดน้ำ ส่วนวิธีที่ 2 การระบายความร้อนโดยการใช้พลังงาน ที่มีการใช้กันมากคือ 1.การใช้พัดลมระบายความร้อน 2.การใช้ Evaporation cooling เพื่อการลดความร้อน สำหรับผักเมืองหนาวทั่วไปไม่จำเป็นที่จะต้องมีการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าสิ่งแวดล้อม นอกจากจะทำการเพาะปลูกพืชนอกฤดู ซึ่งปริมาณของผลผลิตผักเมืองหนาวนี้พวกจะมีปริมาณมาก ในเทคนิคการลดความร้อนโดยการไม่ใช้พลังงานนั้น นอกจากเราจะป้องกันความร้อนเข้าสู่โรงเรือนแล้ว เราจะต้องหาวิธีในการนำความร้อนที่มีอยู่ในโรงเรือนออกไปสู่ภายนอกให้ได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทอากาศภายในโรงเรือน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการปรับเปลี่ยนรูปทรงของหลังคาโรงเรือนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน

2. การออกแบบโรงเรือนและการดำเนินการทดลอง

2.1 การออกแบบรูปทรงโรงเรือน

รูปทรงโรงเรือนที่ใช้กันมากในเขตร้อนหลักๆ แล้วจะมีอยู่ด้วยกัน 4 รูปแบบดังแสดงในรูปที่ 2.



รูปที่ 2. (ก.) โรงเรือนหลังคาโค้ง, (ข.) โรงเรือนกอไก่, (ค.) โรงเรือนหลังคายกสองชั้น, (ง.) โรงเรือนกอไก่ประยุกต์

โดยในรูปที่ 2. (ก.) โรงเรือนหลังคาโค้ง หรือ เรียกอีกอย่างว่า โรงเรือนปรับอากาศ ซึ่งโรงเรือนในลักษณะนี้จะเหมาะสำหรับใช้ระบบ Evaporation ช่วยในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน ต่อมารูปที่ 2. (ข.) ได้แก่ โรงเรือนกอไก่ (Sawtooth Greenhouses) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายอักษรกอไก่ โดยที่โรงเรือนจะมีช่องเปิดอยู่ 1 ด้านบนโครงสร้างหลังคา เพื่อช่วยในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาออกแบบรูปทรงโรงเรือนดังแสดงในรูปที่ 2. (ค.) ชื่อว่าโรงเรือนหลังคายกสองชั้น เนื่องจากโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมนั้นมีช่องการระบายอากาศด้านบนหลังคาแค่ 1 ด้าน ทำให้อากาศร้อนภายในโรงเรือนมีการระบายออกช้าและเกิดความร้อนสะสม จึงมีการพัฒนาให้มีสองชั้นและเพิ่มช่องระบายอากาศที่โครงสร้างหลังคา 2 ด้าน เพื่อช่วยในการระบายอากาศร้อนภายในโรงเรือนออกสู่ภายนอกได้อย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากรูปทรงของหลังคาหากขึงพลาสติกไม่ตึงส่งผลทำให้เกิดเป็นแอ่งน้ำขังบนหลังคาได้ จึงมีการพัฒนาดัดแปลงรูปทรงของหลังคาเพื่อป้องกันการเกิดน้ำขังบนหลังคาเป็นโรงเรือนรูปทรงกอไก่ประยุกต์ดังแสดงในรูปที่ 2. (ง.) [2-3] ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โรงเรือนรูปทรงกอไก่ดั้งเดิม และรูปทรงกอไก่ประยุกต์ในการทดลอง มีลักษณะดังรูปที่ 3. และ 4. ตามลำดับ ซึ่งมีขนาด 6 m x 30 m x 3.5 m โดยโรงเรือนในลักษณะนี้มีการระบายอากาศที่ดีกว่าโรงเรือนทรงโค้งและทรงจั่วสามเหลี่ยม เพราะมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาตลอดแนวความยาวของโรงเรือน ซึ่งเป็นการระบายอากาศโดยอาศัยหลักการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural convection) ซึ่งการระบายความร้อนออกจากโรงเรือนนั้นจะเกิดขึ้นอยู่ 2 แบบ คือ (1.) เกิดการระบายความร้อนออกจากผิวโรงเรือนด้วยการพาความร้อน เนื่องจากภายในโรงเรือนนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกประมาณ 3 ถึง 5 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกโรงเรือน และ (2.) การระบายความร้อนโดยอาศัยหลักการการแทนที่ของอากาศ [4,7] คือ เมื่ออากาศร้อนขึ้นทำให้ความหนาแน่นของอากาศ (Density) ลดน้อยลง จึงถูกอากาศเย็นที่มีความหนาแน่นอากาศสูงกว่าดันให้อากาศร้อนลอยสูงขึ้นและถูกระบายออกสู่ภายนอกทางช่องเปิดบนหลังคา [1-2]

รูปที่ 3. รูปแบบของโรงเรือนรูปทรงกอไก่ดั้งเดิม

ซึ่งการระบายความร้อนโดยหลักการแทนที่ของอากาศนั้นจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นหากเราทำการเพิ่มช่องเปิดหรือขนาดของช่องระบายอากาศด้านบนเพื่อให้อากาศสามารถระบายได้ดีขึ้น [7] ดังนั้นจึงมีการสร้างโรงเรือนรูปทรงกอไก่ประยุกต์ขึ้น ซึ่งมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคา 2 ด้าน ตลอดแนวความยาวของโรงเรือน ดังรูปที่ 4. (จากรูปแบบกอไก่ดั้งเดิม ดังรูปที่ 1. นั้นจะมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาแค่ 1 ช่อง ตลอดแนวความยาวของโรงเรือน)

รูปที่ 4. รูปแบบของโรงเรือนรูปทรงกอไก่ประยุกต์

2.2 การออกแบบการทดลอง

จะทำการศึกษาสภาวะของโรงเรือนภายใต้สภาวะจริง สถานที่ทดสอบตั้งอยู่ที่ หมู่บ้านเมืองอาง ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากหมู่บ้านเมืองอาง มีการทำเกษตรอินทรีย์ ปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรือนเป็นอาชีพโดยทำตามรายการของโครงการหลวง แล้วจะมีเจ้าหน้าที่ของโครงการหลวงมารับซื้อ โดยแบ่งคัดตามเกรดของโครงการหลวง ซึ่งรูปแบบโรงเรือนเดิมนั้นเกษตรกรใช้ไม้ไผ่ทำโรงเรือนไม้หลังคาเปิดแบบเรียบวางต่างระดับ ซึ่งมีลักษณะรูปทรงจั่วทั่วไป ใช้ทำการเพาะปลูกเพราะเป็นวัสดุหาง่ายในพื้นที่และเป็นการประหยัดต้นทุน แต่ข้อเสียคืออายุการใช้งานสั้น [2]

รูปที่ 5. โรงเรือนไม้หลังคาเปิดแบบเรียบวางต่างระดับ

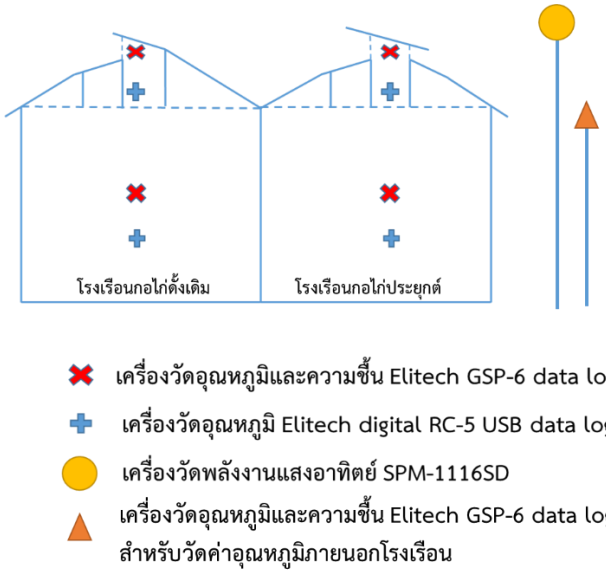
ต่อมาโครงการหลวงได้นำเสนอให้ใช้โรงเรือนรูปทรงกอไก่ และในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอให้ผู้ใหญ่บ้านซึ่งเป็นผู้นำในการทำเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ ลองปรับเปลี่ยนรูปทรงของโรงเรือนเป็นรูปทรงกอไก่ประยุกต์ (รูปที่ 4.) เป็นทางเลือกในการเลือกรูปทรงโรงเรือนเพื่อช่วยลดความร้อนสะสมในโรงเรือน โดยในงานวิจัยนี้ติดตั้งโรงเรือนพลาสติกในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โครงสร้างของหลังคาโรงเรือนประกอบขึ้นด้วยท่อเหล็กและโครงสร้างเสาเป็นคอนกรีตมีขนาดความกว้าง 6 เมตร ความยาว 30 เมตร ความสูงของผนัง 2 เมตร ความสูงของหลังคาวัดต่อจากความสูงของผนัง 1.5 เมตร ผนังของโรงเรือนคลุมด้วยตาข่ายป้องกันแมลง และ หลังคาคลุมด้วยแผ่นพลาสติก PVC ความหนา 0.15 มิลลิเมตร

2.3 เครื่องมือวัด

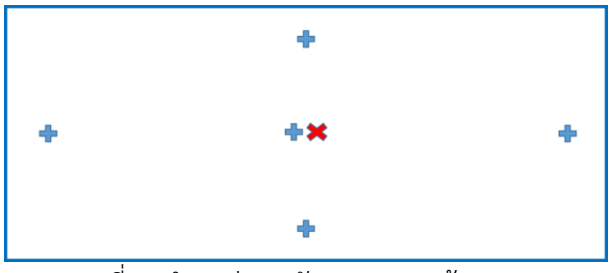
เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เป็น USB Data Logger ยี่ห้อ Elitech digital RC-5 USB, เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นยี่ห้อ Elitech GSP-6 data logger และเครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์ SPM-1116SD

2.4 ตำแหน่งการวัด

ติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ บริเวณด้านในของผนัง ด้านทิศเหนือ-ทิศใต้-ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ด้านละ 1 จุด ในระดับความสูงจากพื้นดิน 0.5 เมตร รวม 4 จุด บริเวณตำแหน่งตรงกลางของโรงเรือนที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 0.5 เมตร และ ใต้หลังคา ส่วนตำแหน่งอุณหภูมิและความชื้น นั้นติดตั้งที่ระดับความสูง 1.5 เมตร และบริเวณกึ่งกลางของช่องระบายอากาศด้านบนหลังคา ติดตั้งจุดวัดที่ตำแหน่งและระดับเดียวกันทั้ง 2 โรงเรือน และตำแหน่งวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นติดตั้งภายนอกของโรงเรือนที่ความสูงในระดับเดียวกับหลังคาโรงเรือนชั้นบนสุด ทั้งนี้มีตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นภายนอกโรงเรือนที่ความสูงจากพื้นดิน 2.5 เมตร ด้วย ดังรูปที่ 6. และ 7.



รูปที่ 6. ตำแหน่งการวัดจากมุมมองด้านหน้า



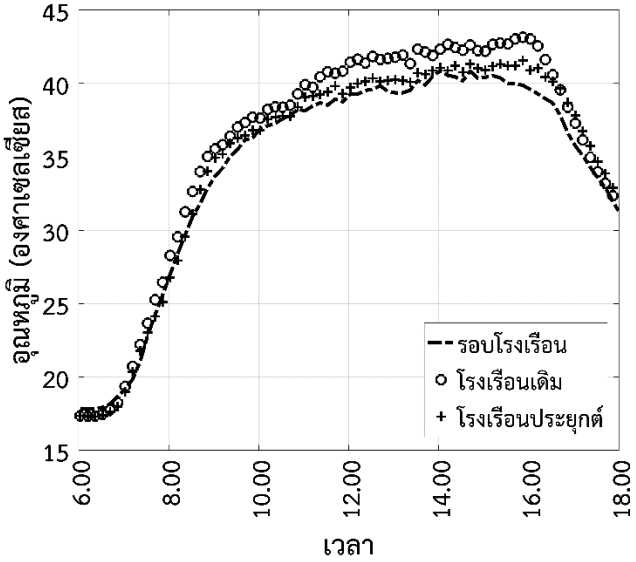
รูปที่ 7. ตำแหน่งการวัดจากมุมมองด้านบน

2.5 วิธีการดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาสภาวะของโรงเรือน

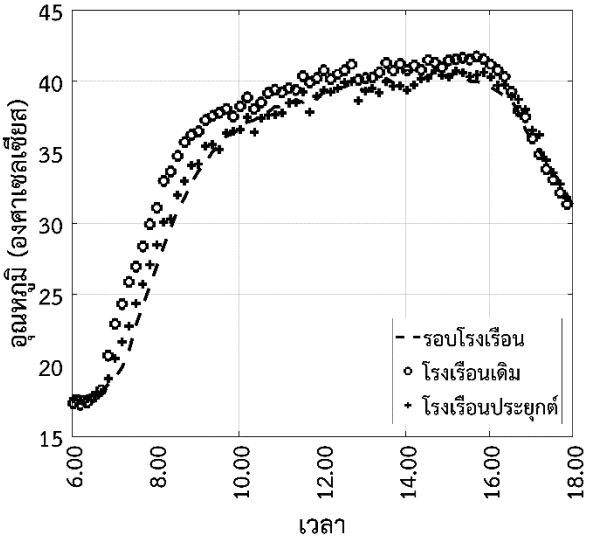
การศึกษาผลของการระบายอากาศในโรงเรือนแต่ละแบบดังที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นเพื่อศึกษาอุณหภูมิภายในแต่ละจุดตามระดับความสูงของโรงเรือน โดยการเปิดช่องรับอากาศตลอดแนวความยาวของโรงเรือนด้านบนหลังคาโรงเรือน ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นทั้งภายในและภายนอกและปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 18.00 น. และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่อเนื่องบันทึกทุกๆ 5 นาที ในแต่ละจุดพร้อมกัน

3. ผลการทดลอง

ดังในรูปที่ 8 แสดงถึงความสัมพันธ์ของเวลากับอุณหภูมิภายในโรงเรือนเดิม (รูปทรงกอไก่เดิม) และโรงเรือนประยุกต์ (รูปทรงกอไก่ประยุกต์) ที่ตำแหน่งใต้หลังคาของโรงเรือน พบว่าในช่วงเวลากลางวันที่อากาศร้อน อุณหภูมิในโรงเรือนประยุกต์จะต่ำกว่าโรงเรือนเดิมเฉลี่ย 1.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากโรงเรือนประยุกต์มีช่องการระบายที่มากกว่า ทำให้การระบายอากาศร้อน (อุณหภูมิสูง) ที่ลอยขึ้นสู่ด้านบนและออกไปนอกโรงเรือนเกิดขึ้นได้ดีกว่า มีการสะสมความร้อนที่น้อยกว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในจึงต่ำกว่า



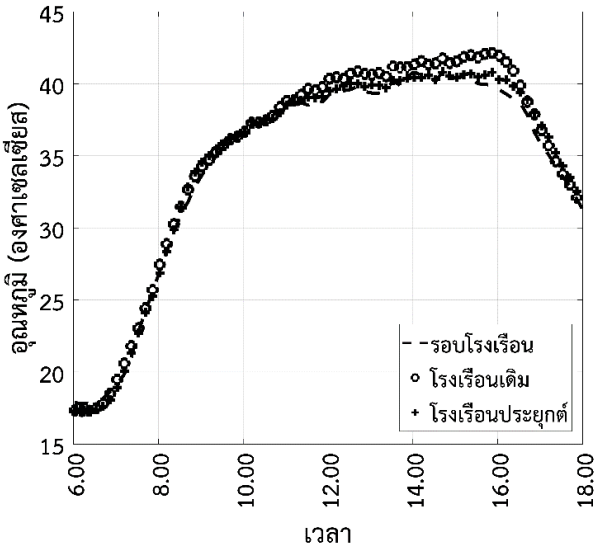
รูปที่ 8. อุณหภูมิเฉลี่ยใต้หลังคาของโรงเรือน (วันที่10-16 เมษายน 2562)



รูปที่ 9. อุณหภูมิเฉลี่ยที่ช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาของโรงเรือน (วันที่ 10-16 เมษายน 2562)

จากรูปที่ 9 คือกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายสัปดาห์ของตำแหน่งการวัดที่ช่อง

ระบายอากาศด้านบนหลังคาของโรงเรือนทั้งสองรูปแบบ จากการทดลองพบว่าในช่วงเช้าหลังคาของโรงเรือนได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ จึงทำให้อุณหภูมิผิวหลังคาโรงเรือนมีค่าสูงขึ้น โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 7.00 น. ถึง 10.00 น. โรงเรือนเดิมมีค่าเท่ากับ 32.8 องศาเซลเซียส โรงเรือนประยุกต์มีค่าเท่ากับ 30.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิโดยรอบอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส และในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 14.00 น. ถึง 16.00 น. อุณหภูมิสูงสุดที่ช่องระบายอากาศของโรงเรือนเดิมมีค่าเท่ากับ 41.8 องศาเซลเซียส และโรงเรือนประยุกต์มีค่าเท่ากับ 40.5 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิโดยรอบอยู่ที่ 40.3 องศาเซลเซียส จากหลักการแทนที่ของอากาศ อากาศอุณหภูมิสูงจะลอยขึ้นสู่ด้านบน จะเห็นว่าโรงเรือนประยุกต์มีอุณหภูมิตรงช่องระบายอากาศใกล้เคียงกับภายนอกมากกว่าโรงเรือนเดิม เนื่องจากอากาศร้อนภายในโรงเรือนที่ลอยขึ้นสู่ด้านบนแล้วถูกผลักออกสู่ภายนอก แสดงให้เห็นว่าโรงเรือนประยุกต์มีการระบายอากาศได้ดีกว่า สามารถช่วยลดความร้อนสะสมภายในโรงเรือน และในรูปที่ 10 แสดงถึงความสัมพันธ์ของเวลากับค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในโรงเรือนของทุกตำแหน่งการวัดภายในโรงเรือน ตลอดระยะเวลาหนึ่งสัปดาห์ พบว่า โรงเรือนประยุกต์มีค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่าโรงเรือนเดิม จากกราฟจะเห็นว่าในช่วงเวลาบ่ายโรงเรือนเดิมมีอุณหภูมิสูงกว่าโรงเรือนประยุกต์ ซึ่งเกิดจากรูปทรงของโรงเรือนเดิมมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาแค่ช่องเดียวตลอดแนวความยาว 1 ด้าน ทำให้อากาศร้อนในโรงเรือนระบายออกสู่ภายนอกได้น้อย เกิดความร้อนสะสมภายในมากกว่าโรงเรือนประยุกต์



รูปที่ 10. อุณหภูมิเฉลี่ยของทุกตำแหน่งการวัดภายในโรงเรือน (วันที่ 10-16 เมษายน 2562)

จากผลการทดลองพบว่า ในช่วงเวลาเช้าอุณหภูมิภายในของทั้งสองโรงเรือนมีค่าใกล้เคียงกัน และในช่วงเวลาบ่าย ที่เวลา 15.00 น. ถึง 16.00 น. เป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศร้อนที่สุดในรอบวัน ดังตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมและโรงเรือนกอไก่ประยุกต์มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2, 3 และ 4 ดังนั้น เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆในตารางที่ได้กล่าวมาใช้ในการแทนค่าสมการที่ 4 และ 6 เพื่อหาค่าของอัตราการไหลของอากาศในแต่ละโรงเรือน พบว่าอัตราการไหลของอากาศโรงเรือนกอไก่ประยุกต์มีมากกว่าโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิม 10 เท่าโดยเฉลี่ย และในวันที่ 15 เมษายน 2562 จะเห็นว่าอุณหภูมิรอบโรงเรือนมีค่าสูงที่สุด และจากการคำนวณพบว่าโรงเรือนกอไก่ประยุกต์มีค่าอัตราการไหลอากาศสูงสุดเท่ากับ 1.47 kg/s และในขณะที่โรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมมีค่าเท่ากับ 0.07 kg/s

วันและเวลา		ค่ารังสีแสงอาทิตย์	รอบโรงเรือน	
		Solar Radiation	Temp. (°C)	Relative humidity
10/4/2562	15-16.00น.	542.13	40.10	18.02
11/4/2562	15-16.00น.	426.23	39.05	21.44
12/4/2562	15-16.00น.	438.09	39.41	21.91
13/4/2562	15-16.00น.	513.17	39.82	20.46
14/4/2562	15-16.00น.	622.9	41.22	14.69
15/4/2562	15-16.00น.	598.6	41.29	14.13
16/4/2562	15-16.00น.	587.28	40.46	21.89

ตารางที่ 1. ค่ารังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ และความชื้นรอบโรงเรือน

วันและเวลา		โรงเรือนกอไก่ดั้งเดิม		
		Temp. (°C)	Relative humidity	m_a,A
10/4/2019	15-16.00น.	40.59	18.78	0.11
11/4/2019	15-16.00น.	40.81	21.75	0.03
12/4/2019	15-16.00น.	41.39	20.80	0.03
13/4/2019	15-16.00น.	41.42	20.48	0.05
14/4/2019	15-16.00น.	43.95	14.77	0.04
15/4/2019	15-16.00น.	43.02	14.26	0.07
16/4/2019	15-16.00น.	42.43	20.60	0.05

ตารางที่ 2. m_a,A คือ อัตราการไหลของอากาศของโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิม (kg/s)

วันและเวลา		โรงเรือนกอไก่ประยุกต์		
		Temp. (°C)	Relative humidity	m_a,B
10/4/2019	15-16.00น.	40.28	16.83	0.65
11/4/2019	15-16.00น.	40.02	21.13	0.20
12/4/2019	15-16.00น.	40.31	21.73	0.27
13/4/2019	15-16.00น.	40.20	20.51	0.90
14/4/2019	15-16.00น.	42.09	14.67	0.30
15/4/2019	15-16.00น.	40.96	14.33	1.47
16/4/2019	15-16.00น.	40.64	22.76	0.69

ตารางที่ 3. m_a,B คือ อัตราการไหลของอากาศของโรงเรือนกอไก่ประยุกต์ (kg/s)

วันและเวลา		ค่า Enthalpy (kJ/kg)		
		รอบโรงเรือน	ร.ดั้งเดิม	ร.ประยุกต์
10/4/2019	15-16.00น.	61.72	64.87	60.77
11/4/2019	15-16.00น.	63.36	70.89	65.62
12/4/2019	15-16.00น.	64.75	71.91	66.54
13/4/2019	15-16.00น.	64.01	70.37	64.66
14/4/2019	15-16.00น.	59.94	68.23	62.23
15/4/2019	15-16.00น.	59.36	64.69	58.89
16/4/2019	15-16.00น.	67.28	73.66	68.25

ตารางที่ 4. ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าหรือออกจากระบบในกระบวนการที่ความดันคงที่
(ร. ย่อมาจาก โรงเรือน)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง

สมดุลพลังงานความร้อนภายในโรงเรือน กำหนดดังสมการต่อไปนี้ [5]

$$Q_{solar} - Q_{infiltration} - Q_{convection} = 0 \quad (1)$$

โดยที่ Q_{solar} คือ ค่าความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์, Q_{infil} คือ อัตราความร้อนเนื่องจากการระบายอากาศเข้าสู่โรงเรือน และ Q_{conv} คือ อัตราความร้อนจากการถ่ายเทความร้อนโดยการพา

เมื่อ $Q_{solar} = IA\varepsilon$, $Q_{infil} = \dot{m}_a(h_g - h_a)$, $Q_{conv} = h_{c,co-a}A_s(T_{co} - T_a)$ และ $Q_{conv} = h_{c,co-g}A_s(T_{co} - T_g)$

โดยที่ $\dot{m}_a$ คือ อัตราการไหลของอากาศ

h_c คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน

h_a คือ เอนทาลปี ณ อุณหภูมิรอบโรงเรือน

h_g คือ เอนทาลปี ณ อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ตำแหน่งช่องระบายอากาศ

A คือ พื้นที่ผิวในระนาบแนวนอนของโรงเรือน

A_s คือ พื้นที่ผิวของการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ε คือ ค่าการแผ่รังสี (มีค่าเท่ากับ 0.16)

I คือ ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์

T_a คือ อุณหภูมิรอบโรงเรือน

T_{co} คือ อุณหภูมิของพลาสติกโรงเรือน

ดังนั้น จะได้การพาความร้อนระหว่างอุณหภูมิของผิวพลาสติกกับอุณหภูมิรอบโรงเรือนและอุณหภูมิของผิวพลาสติกกับอุณหภูมิภายในโรงเรือนดังนี้

$$Q_{solar} = Q_{c,co-a} + Q_{c,co-g} \quad (2)$$

โดย $(Q_c = Q_{conv})$

$$IA\varepsilon = h_{c,co-a}A_s(T_{co} - T_a) + h_{c,co-g}A_s(T_{co} - T_g) \quad (3)$$

จากสมการที่ (3) ตัวแปรที่ไม่ทราบค่าคือ T_{co} ฉะนั้นจึงทำการย้ายข้างสมการที่ (3) เพื่อหาค่าตัวแปรดังกล่าว ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$T_{co} = \frac{IA\varepsilon + \left(h_{c,co-a} A_s T_a + h_{c,co-g} A_s T_g \right)}{h_{c,co-a} A_s + h_{c,co-g} A_s} \quad (4)$$

เมื่อเราทราบค่าตัวแปร T_{co} เราจะนำไปเข้าสมการต่อไปนี้เพื่อหาค่าอัตราการไหลของอากาศของโรงเรือน

$$Q_{co,co-g} = Q_{infil} \quad (5)$$

จะได้ $h_{c,co-g} A_s (T_{co} - T_g) = \dot{m_a} (h_g - h_a)$

ย้ายข้างสมการเพื่อหาค่าอัตราการไหลของอากาศโรงเรือนได้ดังนี้

$$\dot{m_a} = \frac{h_{c,co-g} A_s (T_{co} - T_g)}{(h_g - h_a)} \quad (6)$$

โดยกำหนดให้สมการสมดุลพลังงานของโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมแทนด้วยตัวห้อย 1 และโรงเรือนกอไก่ประยุกต์แทนด้วยตัวห้อย 2 ดังนี้

คือสมการของสมดุลพลังงานในโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิม

$$Q_{solar1} - Q_{infil1} - Q_{conv1} = 0$$

และสมการของโรงเรือนกอไก่ประยุกต์คือ

$$Q_{solar2} - Q_{infil2} - Q_{conv2} = 0$$

5. สรุปผล

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนเดิม (รูปทรงกอไก่เดิม) และ โรงเรือนประยุกต์ (รูปทรงกอไก่ประยุกต์) จะเห็นได้ว่าโรงเรือนรูปแบบประยุกต์สามารถลดความร้อนหรืออุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนได้ดีกว่าโรงเรือนรูปแบบเดิม เนื่องจากโรงเรือนเดิมมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาตลอดแนวความยาวเพียงช่องเดียว ทำให้การไหลของอากาศหรือการระบายอากาศร้อนในโรงเรือนออกไปสู่ภายนอกได้น้อย เมื่อเทียบกับโรงเรือนประยุกต์ซึ่งมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาตลอดแนวความยาวสองด้าน ทำให้มีการไหลเวียนของอากาศเพื่อลดความร้อนสะสมภายในโรงเรือนได้ดีกว่ารูปแบบเดิม ซึ่งจากผลการทดลองเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนประยุกต์ต่ำกว่าโรงเรือนเดิมสูงสุด 1.3 องศาเซลเซียส ณ เวลา 15.50 น. นอกจากนี้อ้างอิงจากงานวิจัยของ Helen [6] ได้ทำการศึกษาผลกระทบของยอดและรากต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่อุณหภูมิ 17, 24 และ 31 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการปลูกผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดอยู่ที่ 24 องศาเซลเซียส และทุกๆ 1 องศาเซลเซียส ทั้งเพิ่มและลดที่เข้าใกล้อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณของผลผลิตผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดเพิ่มขึ้น 1% โรงเรือนรูปแบบประยุกต์ สามารถลดอุณหภูมิหรือความร้อนสะสมภายในโรงเรือนได้ โดยการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งอัตราการระบายอากาศของโรงเรือนกอไก่ประยุกต์นั้นมากกว่าโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมถึง 10 เท่าโดยเฉลี่ย ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรือนกอไก่ประยุกต์นั้นมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคาเพิ่มขึ้นอีก 1 ด้าน จึงทำให้อากาศร้อนภายในโรงเรือนไหลระบายออกสู่ภายนอกได้ดีกว่าโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิม และทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนกอไก่ประยุกต์นั้นมีค่าต่ำกว่าโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ (อาจารย์ อาภิรักษ์ หกพันนา) ผู้ใหญ่บ้าน (นาย วัชรินทร์ พจนบัณฑิต) และเกษตรกรที่ปลูกผักอินทรีย์ ณ บ้านเมืองอาง ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ และ สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้ให้คำแนะนำรวมไปถึงสถานที่ตลอดการดำเนินงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] วัลลภ สำราญบำรุง (2544). *การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนพลาสติก*, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2] สุมนต์ แซ่ลิ่ม (2546).*การปรับปรุงการระบายอากาศภายในโรงเรือนเกษตร*, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[3] องอาจ วิเศษสุข (2548). *การศึกษารูปแบบการไหลและการกระจายอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนเพาะปลูก*, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[4] จุมพล ประสมทรัพย์ (2541). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำความเย็นในโรงเรือนไม้ดอกโดยใช้เทคนิคการทำความเย็นแบบระเหย*, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[5] Holman, J.P., (1992), Heat Transfer, 7thed, on, McGraw-Hill, 519p.

[6] Helen C. Thompson, Robert W. Langhans., Shoot and root temperature effect on lettuce growth in floating hydroponic system, J.amer.soc.hort.sci. 123 (3), 1998, pp. 361-364.

[7] Awbi, H.B., “Design Considerations for Naturally Ventilated Building,” Renewable Energy, Vol. 5, Part 2, 1994, pp. 1081-1090