การจำลองการไหลเวียนและการกระจายอุณหภูมิในโรงเรือนพริกหวาน

A Simulation of Air Ventilation and Temperature Distribution in Sweet Pepper Greenhouse

พีรศิษย์ บุญมงคลรักษา[1] วิโรจน์ ลิ่มตระการ[1*] จิตติ์พร เครือเนตร[2]
[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
99 หมู่ 18 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120 โทร 0-2564-3001 ต่อ 3214*อีเมล์ limwiroj@tu.ac.th
[2]ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120
Peerasit Bunmongkolruksa[1], Wiroj Limtrakarn[1*], Jittiporn Kruenate[2]
[1] Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Thammasat University, Rangsit Campus,
99 Moo 18, Klong Luang, Pathumthani 12120 Thailand, Tel: 0-2564-3001 Ext. 3214 *Email: limwiroj@tu.ac.th
[2]National Metal and Materials Technology Center, 114 Thailand Science Park Paholyothin Rd., Klong 1,
Klong Luang, Pathumthani 12120 Thailand

บทคัดย่อ: บทความนี้เป็นการศึกษาการจำลองพฤติกรรมการไหลเวียน และการกระจายอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนพริกหวานที่ติดตั้งตาข่ายด้านข้าง เพื่อให้ได้รูปแบบโรงเรือนที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพริกหวาน เนื้อหาของบทความนี้ จะเริ่มจากการอธิบายชนิดของโรงเรือนที่มีการใช้ในประเทศไทย ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพริกหวาน สมการนาเวียร์-สโตกส์ การเก็บข้อมูลอุณหภูมิจากโรงเรือนทดสอบ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ จากนั้นทำการจำลองพฤติกรรมการไหลภายในโรงเรือนเดิม และออกแบบโรงเรือนใหม่ภายใต้สภาวะการไหลแบบธรรมชาติพบว่าโรงเรือนรูปแบบใหม่มีอุณหภูมิต่ำกว่าแบบเดิมประมาณ 1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความสูงจากพื้น 1 เมตร

คำสำคัญ: โรงเรือนพริกหวาน, สมการนาเวียร์-สโตกส์

Abstract: This paper presents a simulation of air ventilation and temperature distribution in sweet pepper greenhouse with insects screen on the side of greenhouse to obtain an appropriate greenhouse type for sweet pepper growth. It first describes the types of greenhouse using in Thailand, growth factors, Navier-Stokes equations, experimental data at Maesamai royal project and experimental results are explained. Flow behavior in old greenhouse are then predicted. Then a new greenhouse is designed on the natural ventilation. The results show that temperature different between old and new greenhouse is about -1 ^{O}C at 1 m above ground

Keywords: Sweet pepper greenhouse, Navier-Stokes equations

1. บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและออกแบบโรงเรือน เพื่อใช้สำหรับปลูกพริกหวานในประเทศไทย ปัจจุบันโรงเรือนที่ใช้กันส่วนใหญ่นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อกันฝนและแมลง ที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับผลิตผลและในขณะเดียวกัน ต้องการให้ผลิตผลมีคุณภาพและขายได้ราคาดีจึงต้อง การควบคุมสภาพอากาศให้มีความเหมาะสมกับพืชที่ต้องการปลูก โดยส่วนใหญ่แล้วโรงเรือนจะนำเข้ามาจากต่างประเทศ จะมีปัญหาเกิดขึ้น เนื่องจากสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศมีความแตกต่างกันด้วยเหตุที่ประเทศไทยเป็นเขตร้อนชื้น การนำโรงเรือนที่ใช้ในเขตหนาวมาใช้จะทำให้เกิดปัญหาด้านความร้อนช่วงฤดูร้อน และในช่วงฤดูฝนความชื้นจะสะสมภายในโรงเรือนมากเกินไป

การจำลองการไหลเวียนอากาศภายในโรงเรือน ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการกำหนดเงื่อนไขขอบเขต มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องดังกล่าว ได้แก่ Francisco (2004) และคณะ ได้ทำการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลภายในโรงเรือนหน้าจั่ว ที่มีช่องระบายอากาศที่

หลังคาเทียบกับผลการจำลองการไหล พบว่าโรงเรือนที่มีช่องระบายอากาศ จะมีการไหลเวียนของอากาศได้ดีกว่าแบบที่ไม่มีช่องระบายอากาศ Abdel-Ghany (2006) และคณะ ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการวัดอุณหภูมิของวัสดุคลุมหลังคาเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่าการออกแบบช่องระบายอากาศนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อระดับอุณหภูมิในโรงเรือน Khaoua (2006) และคณะ ได้ศึกษาการจัดวางช่องระบายอากาศแบบต่าง ๆ พบว่า โรงเรือนที่มีการวางช่องระบายอากาศให้เหมาะสมกับทิศทางลม จะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่า Meir (1999) และคณะ ทำการศึกษาถึงการไหลแบบลอยตัวในโรงเรือนที่มีช่องระบายอากาศ พบว่าสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ เห็นได้ว่า การทราบถึงข้อมูลสภาวะแวดล้อมในพื้นที่ที่เราสนใจและรูปแบบโรงเรือนที่มีช่องระบายอากาศ สามารถช่วยลดอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือนได้

งานวิจัยนี้นำเสนอ ชนิดของโรงเรือนที่มีการใช้ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ จ.เชียงใหม่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตพริกหวาน การเก็บข้อมูลที่โรงเรือนทดสอบ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ และการนำการคำนวณการไหลแบบพลศาสตร์มาใช้ในการศึกษาการไหลเวียน และการกระจายอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนพริกหวาน เพื่อให้ได้รูปแบบโรงเรือนที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพริกหวาน

รูปที่ 1 แสดงโรงเรือนเดิมที่ใช้ปลูกพริกหวานใน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

2. ชนิดของโรงเรือนที่ใช้ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่

ปัจจุบันนี้การปลูกพืชส่วนใหญ่จะปลูกในโรงเรือน เพราะสามารถช่วยลดความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจาก ฝน แสงแดด ลม และแมลงศัตรูพืชได้ อีกทั้งยังสามารถปลูกพืชนอกฤดูกาลได้ หากมีการควบคุมอุณหภูมิและความร้อนได้เหมาะสม ทำให้ผลผลิตที่ปลูกในโรงเรือนมีปริมาณและคุณภาพดีขึ้น ขายได้ราคาดี โดยมีการนำโรงเรือนจากต่างประเทศมาใช้ และพบปัญหาในเรื่องความร้อนสะสมภายในโรงเรือน เนื่องจากโรงเรือนนั้น ออกแบบมาสำหรับการเพาะปลูกในประเทศที่มีอากาศหนาว เช่น ไต้หวัน หรือ เนเธอร์แลนด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นประเทศที่ต้องการความร้อนสะสมภายในโรงเรือน การนำมาใช้ในประเทศไทยซึ่งอยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้น จะทำให้มีความร้อนสะสมในตอนกลางวันสูงเกินไปและเกิดความเสียหายต่อพืชได้

จากการสำรวจโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ พบว่า ชนิดของโรงเรือนที่นิยมใช้อยู่ 5 แบบ คือ

1. หลังคาโค้งมน มีการใช้ 2 %
2. หลังคาโค้งมนกึ่งแหงน มีการใช้ 80 %
3. หลังคาหน้าจั่ว มีการใช้ 2 %
4. หลังคาหน้าจั่วกึ่งแหงน มีการใช้ 16 %

(ก) โค้งมน (ข) โค้งมนกึ่งแหงน

รูปที่ 2 แสดงโรงเรือนชนิดโค้งมนและโค้งมนกึ่งแหงน

งานวิจัยนี้ได้เลือกโรงเรือนแบบโค้งมนกึ่งแหงน มาทำการศึกษาพฤติกรรมการไหลที่เกิดขึ้น เนื่องจากเป็นโรงเรือนที่มีเกษตรกรใช้มากที่สุด

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตพริกหวาน

ในการปลูกพริกหวานนั้น เราต้องทราบความต้องการของพืชที่จะปลูกว่าต้องการสภาพอากาศแบบใด จึงจะสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ ซึ่งในการปลูกพริกหวานนั้น มีปัจจัยอยู่ 7 ประการ คือ

3.1 สิ่งแวดล้อม

ประกอบไปด้วย อุณหภูมิ แสง ความชื้นสัมพัทธ์ และคาร์บอนไดออกไซด์

3.2 การคัดเลือกสายพันธุ์

3.3 การเพาะกล้า

3.4 การย้ายปลูก

3.5 การผสมเกสร

3.6 การให้น้ำ

3.7 การเก็บเกี่ยว

ในงานวิจัยนี้จะสนใจ ปัจจัยจากอุณหภูมิเป็นหลักในแต่ละช่วงอายุของพืช และช่วงเวลากลางวันกลางคืน พริกหวานมีความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกันไป ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่1แสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพริกหวาน

ช่วงการเจริญเติบโต	อุณหภูมิที่เหมาะสม
ต้นกล้า (สูง 10 เซนติเมตร)	อุณหภูมิอากาศ กลางวัน 24 °C กลางคืน 22 °C
ต้นกล้า (สูง 50 เซนติเมตร)	อุณหภูมิอากาศ กลางวัน 20 °C กลางคืน 20 °C
ปลูกในโรงเรือน (สูง 60 เซนติเมตร)	อุณหภูมิอากาศ กลางวัน 21 °C กลางคืน 17 °C

4. ทฤษฎี

สมการนาเวียร์-สโตกส์

พฤติกรรมการไหลเวียนและการกระจายอุณหภูมิของอากาศ ที่เกิดขึ้นในโรงเรือนสามารถทำนายได้ โดยการใช้สมการนาเวียร์-สโตกส์ ซึ่งประกอบด้วย

สมการอนุรักษ์มวล

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0 \qquad (1)$$

โดย ρ แทนความหนาแน่นมวล (mass density)

t แทนเวลา

u และ v แทนความเร็วของของเหลวในแนวแกน x และ y

สมการอนุรักษ์โมเมนตัม

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y}\right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \rho g_x \beta(T - T_0) \qquad (2)$$

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}\right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \rho g_y \beta(T - T_0) \qquad (3)$$

โดย g แทนแรงโน้มถ่วงโลก

β แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน

T แทนอุณหภูมิ (เคลวิน)

μ แทนความหนืดสัมบูรณ์

และสมการอนุรักษ์พลังงาน

$$\rho\left(u\frac{\partial e}{\partial x} + v\frac{\partial e}{\partial y}\right) = \rho q + \frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) \qquad (4)$$

โดย e แทนพลังงานภายในต่อมวลหนึ่งหน่วย

k แทนสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

q แทนปริมาณความร้อน

สมการ 1 ถึง 4 สามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปสมการเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$\frac{\partial}{\partial t}\{U\} + \frac{\partial}{\partial x}\{E\} + \frac{\partial}{\partial y}\{F\} = 0 \qquad (5)$$

โดยที่ $\{u\}$ เป็นเวกเตอร์ที่ประกอบด้วยตัวแปรอนุรักษ์ที่ไม่รู้ค่าดังนี้

$$\{U\} = \begin{Bmatrix} \rho \\ \rho u \\ \rho v \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad (6)$$

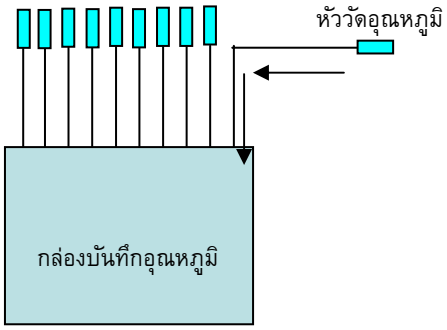
$\{E\}$ และ $\{F\}$ เป็นเวกเตอร์แบบไม่หนืดในทิศแกน x และ y ตามลำดับ

$$\{E\} = \begin{Bmatrix} \rho u \\ \rho u^2 + P \\ \rho uv \\ \rho ue - q_x \end{Bmatrix} \qquad \{F\} = \begin{Bmatrix} \rho v \\ \rho uv \\ \rho v^2 + P \\ \rho ve - q_y \end{Bmatrix} \qquad (7)$$

โดยที่ $q_x = -k\frac{\partial T}{\partial x}$ และ $q_y = -k\frac{\partial T}{\partial y}$

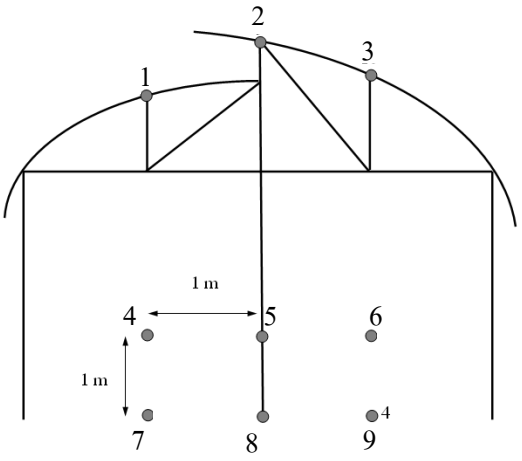
5. การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะใช้เครื่องบันทึกข้อมูลรุ่น DLT-1 10000M ช่วงที่วัดได้ -20 ถึง 100 องศาเซลเซียส ความแม่นยำ ± 0.3 สามารถวัดได้ 10 จุด โดยหัววัดทำมาจาก Thermistor ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูลจากแต่ละหัววัดไปเก็บไว้ในกล่องบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 3 โดยแต่ละหัววัดสามารถบันทึกข้อมูลได้ 5000 ข้อมูล โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 5 นาที



รูปที่ 3 แสดงไดอะแกรมการทำงานของอุปกรณ์บันทึกข้อมูล

ตำแหน่งที่วัดประกอบด้วยบริเวณหลังคาโรงเรือนด้านใน 3 จุด (หัววัดที่ 1-3) ตำแหน่งที่สูงขึ้นมาจากพื้น 1 เมตร 3 จุด (หัววัดที่ 4-6) และตำแหน่งใต้ดินลึกลงไป 0.05 เมตร 3 จุด (หัววัดที่ 7-9) ทุกตำแหน่งวัดที่บริเวณกลางโรงเรือน ดังแสดงรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือน

รูปที่ 5 แสดงอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ณ บริเวณหลังคาและใต้ดิน

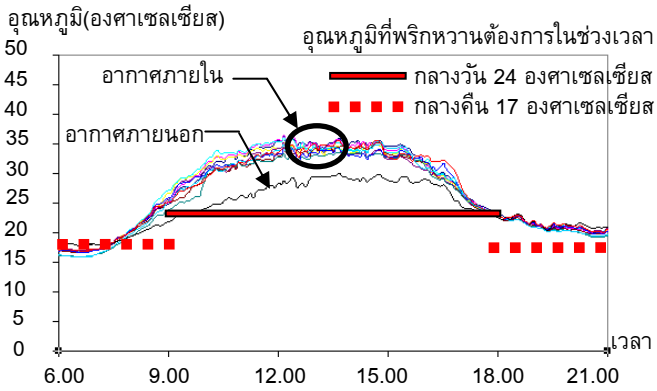
ส่วนภายนอกได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิไว้ 1 จุด ณ ตำแหน่งสูงจากหลังคาโรงเรือน 1 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายนอก

และทำการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ตลอด 24 ชั่วโมงเช่นกัน

6. ผลการตรวจวัด

ข้อมูลการตรวจวัดในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทำให้เห็นได้ถึงอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกโรงเรือนได้ ดังแสดงในรูปที่ 7



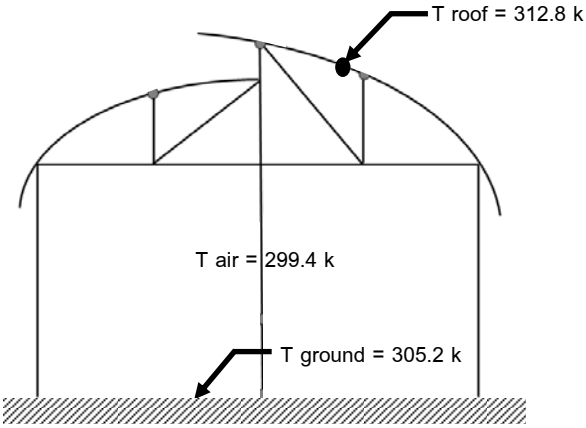
รูปที่ 7 แสดงกราฟอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน

จากรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 6.00 น. – 9.00 น. ภายในโรงเรือนมีสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อพริกหวาน ประมาณ 17 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงเวลาตั้งแต่ 9.00 น. – 18.00 น. อากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิประมาณ 30 - 35 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าที่พริกหวานต้องการ (24 องศาเซลเซียส) และในช่วงเวลา 18.00 น. – 21.00 น. อากาศภายในโรงเรือนยังคงมีอุณหภูมิที่สูงอยู่ เนื่องจากความร้อนที่สะสมไว้ในเวลากลางวัน ซึ่งทำให้เราเห็นได้อย่างชัดเจนว่าโรงเรือนแบบโค้งมนกึ่งแหงนที่ใช้ในการปลูกพริกหวานนั้น มีการไหลเวียน และการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศได้ยังไม่ดีพอต่อการเจริญเติบโตของพริกหวาน ทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวต้นและผลผลิตได้

7. การจำลองพฤติกรรมการไหลเวียนอากาศภายในโรงเรือน

ข้อมูลการตรวจวัดที่ได้ ถูกนำมากำหนดเป็นเงื่อนไขขอบเขตในการวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลที่เกิดขึ้น และนำไปสู่การออกแบบโรงเรือนใหม่ ให้มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพริกหวานมากขึ้น

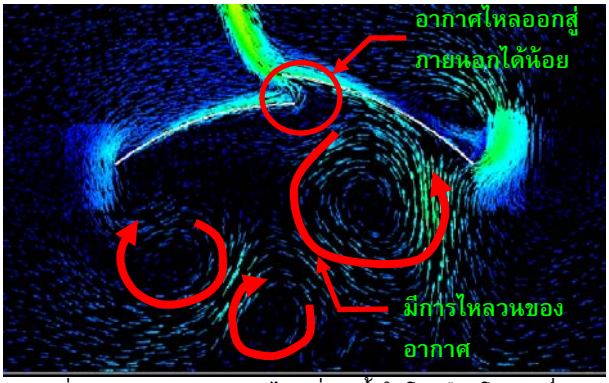
รูปที่ 8 แสดงการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตในการวิเคราะห์ ณ เวลา 14.00 น. สำหรับโรงเรือนขนาด 6 x 9 เมตร จากนั้นทำการจำลองพฤติกรรมการไหลที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือน



รูปที่ 8 แสดงเงื่อนไขขอบเขตของโรงเรือนโค้งมนกึ่งแหงน

8. ผลการจำลอง

จากผลการจำลอง ทำให้เห็นพฤติกรรรมการไหลที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือน ดังแสดงในรูปที่ 9

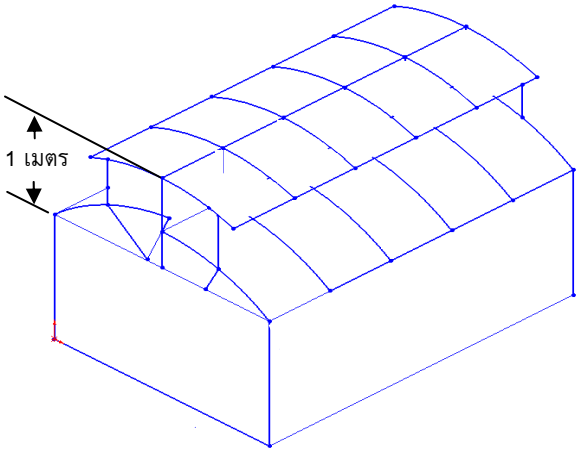


รูปที่ 9 แสดงพฤติกรรมการไหลที่เกิดขึ้นในโรงเรือนโค้งมนกึ่งแหงนด้วยการพล็อตเวคเตอร์ความเร็ว

รูปที่ 9 เป็นการแสดงพฤติกรรมการไหลที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือนเดิม จะเห็นได้ว่าภายในโรงเรือนจะเกิดการไหลวนของอากาศบริเวณกลางโรงเรือน ทำให้อากาศส่วนใหญ่ไม่สามารถลอยขึ้นด้านบนและออกสู่ภายนอกผ่านทางช่องระบายอากาศได้ ทำให้เกิดความร้อนสะสม

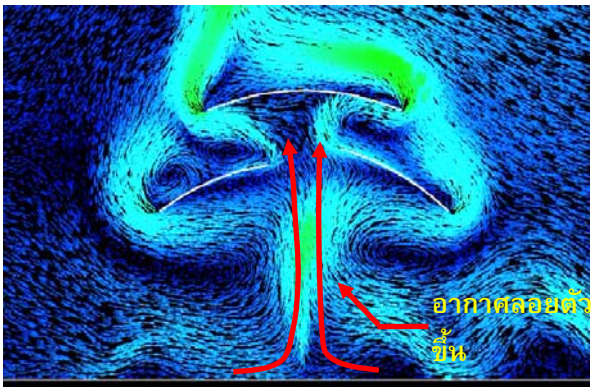
ขึ้นภายในโรงเรือน

ซึ่งผลการจำลองนี้แสดงให้เห็นว่า ต้องปรับโครงสร้างหลังคาด้านบน เพื่อให้มีการไหลเวียนของอากาศและระบายความร้อนได้ดีขึ้น จึงทำการออกแบบหลังคาเพิ่มอีก 1 ชั้น สูงขึ้นไป 1 เมตรจากหลังคาชั้นล่าง แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงโครงสร้างโรงเรือนแบบใหม่ใน 3 มิติ

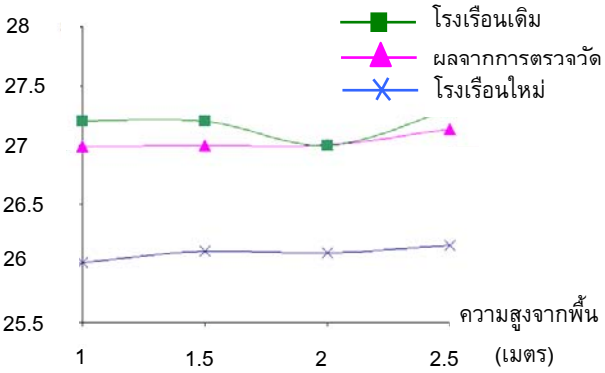
เมื่อทำการออกแบบโรงเรือนแล้ว จึงทำการจำลองการไหลเพื่อดูการไหลเวียนที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือน และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับโรงเรือนเดิม



รูปที่ 11 แสดงพฤติกรรมการไหลที่เกิดขึ้นในโรงเรือนใหม่ด้วยการพล็อตเวคเตอร์ความเร็ว

รูปที่ 11 เป็นการแสดงเวคเตอร์การไหลที่เกิดขึ้นในโรงเรือนแบบใหม่ โดยจะเห็นได้ว่าที่บริเวณกลางโรงเรือนจะมีการไหลลอยตัวจากด้านล่างไปด้านบน แล้วไหลออกสู่ภายนอกผ่านทางช่องระบายอากาศ จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการออกแบบโรงเรือนใหม่ โดยการเพิ่มหลังคาเป็น 2 ชั้น ลักษณะการไหลที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือนใหม่จะมีการไหลเวียนที่ดีกว่าแบบเดิม เนื่องจากที่บริเวณด้านบนมีช่องระบายอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งผลของการไหลเวียนของอากาศที่ดีขึ้น ทำให้การระบายความร้อนจากภายในสู่ภายนอกทำได้ดีขึ้น จากนั้นนำผลจากการจำลองที่ได้จากทั้ง 2 โรงเรือนไปเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัด ดังแสดงในรูปที่ 12

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



รูปที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในโรงเรือน

จากผลการจำลองการไหลในโรงเรือนแบบเดิมและแบบใหม่ ทำให้ได้รูปแบบโรงเรือนทีมีการไหลเวียนและกระจายอุณหภูมิที่ดีขึ้น

9. การเก็บข้อมูลเปรียบเทียบ

ทำการเปรียบเทียบโรงเรือนแบบเดิมกับแบบใหม่ ดังรูป

รูปที่ 13 แสดงต้นแบบโรงเรือนแบบเดิมกับแบบใหม่

จากผลการตรวจวัดในเดือนมีนาคม อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยในช่วงเวลา 14.00 น. อยู่ที่ 35 องศาเซลเซียส และที่เวลา 2.00 น. อยู่ที่ 19 องศาเซลเซียส ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างโรงเรือนแบบเดิมและแบบใหม่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือน

หัววัด	ผลต่างอุณหภูมิของโรงเรือนแบบเดิมกับแบบใหม่	
	14.00 น.	2.00 น.
2	8	-2
3	8	-2
4	1	-1
5	1	-1
6	1	-1
7	-1	-1

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าที่ตำแหน่ง 2 และ 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่บริเวณหลังคาโรงเรือน อุณหภูมิภายในโรงเรือนเดิมจะสูง

กว่า 8 องศาเซลเซียสในเวลา 14.00 น. และจะต่ำกว่าในเวลา 2.00 น. ส่วนในตำแหน่งที่ 4 5 และ 6 ซึ่งจะอยู่สูงขึ้นมาจากพื้น 1 เมตร อุณหภูมิภายในโรงเรือนเดิมจะสูงกว่า 1 องศาเซลเซียสในเวลา 14.00 น. และต่ำกว่า 1 องศาเซลเซียสในเวลา 2.00 น. และในตำแหน่งที่ 7 ซึ่งอยู่ใต้ดินลึกลงไป 0.05 เมตร ในช่วงเวลา 14.00 น. และ 2.00 น. อุณหภูมิภายในโรงเรือนเดิมจะต่ำกว่า 1 องศาเซลเซียส

จากผลการตรวจวัด โรงเรือนแบบใหม่จะมีอุณหภูมิที่บริเวณหลังคาและที่ระดับความสูงจากพื้นในช่วงเวลา 14.00 น. ต่ำกว่าโรงเรือนเดิม ดังนั้นโรงเรือนที่ได้ทำการปรับปรุงโครงสร้างใหม่จึงมีความเหมาะสมกับการเติบโตของพริกหวานมากกว่าแบบเดิม

11. สรุปผล

การปลูกพืชในโรงเรือน เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของโรงเรือนที่นำมาใช้ว่ามีความเหมาะสมกับพืชและพื้นที่เพาะปลูก ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปลูกพืชภายในโรงเรือนของประเทศไทย ก็คือ นำเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้ามาใช้ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความร้อนสะสมขึ้นภายในโรงเรือน

จากการทดลอง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่เพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือนต้นแบบ เห็นได้ว่าโรงเรือนต้นแบบใหม่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าโรงเรือนแบบเดิม ณ บริเวณหลังคาโรงเรือน 8 องศาเซลเซียส และที่ความสูง 1 เมตร จากพื้น 1 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับผลการจำลองการไหล ดังนั้นจะเห็นได้ว่า รูปแบบโรงเรือนที่ปรับปรุง จะมีความเหมาะสมกับการปลูกพริกหวานมากกว่าแบบเดิม

12. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ที่ให้ข้อมูลและสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Ould Khaoua, 2006. Analysis of Greenhouse Ventilation Efficiency based on Computational Fluid Dynamics. Structures and Environment

[2] กรมส่งเสริมการเกษตร, การปลูกพริกหวานหรือพริกหวาน, http://agritech.doae.go.th/agri-media/book-file/book-veg/p5.pdf

[3] A.M. Abdel-Ghany, 2006. A Method for measuring Greenhouse Cover Temperature using a Thermocouple. Structures and Environment

[4] Francisco Domingo Molina-Aiz, Diego Luis Valera, Antonio Jesús Álvarez, 2004. Measurement and simulation of climate inside Almer´ıa-type greenhouses using computational fluid dynamics. Agricultural and Forest Meteorology

[5] ปราโมทย์ เดชะอำไพ, 2547, ไฟไนต์เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย