

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

การทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่งสำหรับกล้วยเล็บมือนางบรรจุกล่อง Air - Forced Cooling System for Musa (AA group) “Kluai Leb Mu Nang” Packaging Box

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

สาขาวิชาวิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร จ.ชุมพร 86160

ผู้ติดต่อ: E-mail: kdpanya@kmitl.ac.th โทรศัพท์: 077- 506 422, โทรสาร: 077 591 446

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลไกการทำความเย็นของผลไม้ โดยใช้กล้วยเล็บมือนางในการทดสอบกับระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง ในห้องเย็นขนาดเล็ก ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบอัตราการทำความเย็นกับตัวแปรต่างๆ เช่น ความเร็วรอบของพัดลมดูดอากาศที่ความเร็วรอบ 1,050 1,250 และ 1,450 รอบต่อนาที และการทำงานร่วมกับพัดลมเป่าอากาศ ผลการทดลองพบว่า ระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 3 ที่ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที จะทำให้เกิดความเร็วลมสูงสุดและมีค่าเฉลี่ยของความเร็วลมที่เท่ากันคือ 0.2 เมตรต่อนาที โดยวัดและเปรียบเทียบกันที่จุดกึ่งกลางของกล่องแต่ละกล่องซึ่งมีผลทำให้เวลาในการทำให้เย็นลดลงตามที่ได้กำหนดไว้ที่ 13 องศาเซลเซียสและเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ไฟฟ้าของระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง ทั้ง 3 แบบ พบว่าระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 1 ที่ใช้ลมดูดอย่างเดียว ใช้เวลาในการทำงาน 150 นาที ใช้ไฟฟ้า 0.435 หน่วย แต่แบบที่ 2 ใช้ลมดูดร่วมกับลมเป่า ใช้เวลาในการทำงานเพียง 105 นาทีใช้ไฟฟ้า 0.46 หน่วย แบบที่ 3 ใช้ลมเป่าอย่างเดียวจะใช้เวลาในการทำความเย็นถึง 210 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิได้เร็วกว่าจึงใช้พลังงานทั้งหมดน้อยกว่า และเมื่อเปรียบเทียบแบบที่ 1 กับ แบบที่ 3

คำหลัก: แอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง, กล้วยเล็บมือนาง, เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

Abstract

The objective of this research was to study cooling mechanisms of the fruit. In this study, *MUSA(AA GROUP)* “Kluai Leb Mu Nang” was tested with the Air - Forced Cooling System in a Room cooling in order to compare cooling rates with several parameters. For example, the revolution speeds of the ventilation fan were 1,050 1,250 and 1,450 rpm. In addition, the blower applied in the same ventilation speeds was also employed in the study. Experiment results indicated that Air-Forced Cooling System (type 3) in which the ventilation speed was 1,450 rpm. The maximum air velocity. The average air velocity was equal to 0.2 meter per minute by measuring and comparing at the midpoint of each box, which caused the time to cool down at 13 ° C. Compared to the rate of electricity usage between Air-

Forced Cooling type 2 and type 1, the results of experiment showed that Air-Forced Cooling System type 1 consumed time for 150 minutes and the electrical consumption was 0.46 units. But Air-Forced Cooling System type 2 corresponded only 105 minutes and the electrical consumption for 0.435 units. Type 3, associated with only blowing air, led to the time for 210 minutes. The results revealed that the cooling system of an Air- Force Cooling Option 2 was able to reduce the temperature faster and consumed less electrical power when compared with Type 1 and Type 3.

Keywords: an Air- Force Cooling, MUSA(AA GROUP) "Kluai Leb Mu Nang", Post-harvest technology

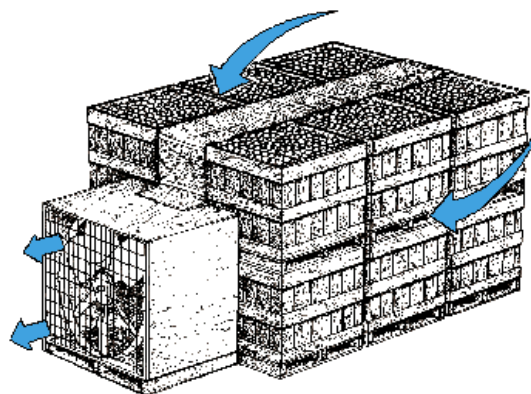
1. บทนำ

กล้วยเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินเอ อุดมด้วยน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิด คือ ซูโครส ฟรุคโทส และกลูโคส รวมทั้งเส้นใยและกากอาหาร การตลาดกล้วยส่วนใหญ่ปลูกเพื่อส่งขายตลาดภายใน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยน้ำว้า กล้วยหักมุก กล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอม และกล้วยไข่ สำหรับกล้วยเล็บมือนาง ชื่อพ้องกล้วยข้าว กล้วยหมาก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa (AA group) "Kluai Leb Mu Nang"* ลักษณะทั่วไปต้นลำต้นสูงไม่เกิน 2.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีชมพู ผลหวีหนึ่งมี 10 - 16 ผล ผลเล็กรูปโค้งงอ ปลายเรียวยาว ก้านผลสั้น เปลือกหนา เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง และยังมีก้านเกสรตัวเมียติดอยู่กลิ่นหอมแรงเนื้อสีเหลืองรสหวาน เป็นกล้วยที่มีลำต้นค่อนข้างเล็กไม่สูงมากนัก ผลขนาดเล็ก ปลายผลเรียวแหลม ผลสุกมีสีเหลืองเข้ม เนื้อแน่น รสชาติหอมหวาน ใช้สำหรับรับประทานสุกหรือทำเป็นกล้วยตาก เป็นพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าทางภาคใต้ของประเทศไทย จังหวัดที่ปลูกเป็นการค้ามากคือ จังหวัดชุมพร

การปล่อยให้ผลผลิตทางการเกษตรมีอุณหภูมิสูงหลังจากเก็บเกี่ยวจะทำให้เกิดการหายใจสูงขึ้น เร่งให้เกิดการแก่ การสุกและการเสื่อมสลายเร็วขึ้น ทำให้สูญเสียน้ำ เร่งการสร้างเอทิลีนและยังทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ เจริญได้อย่างรวดเร็ว การลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของพืชผลบางชนิดสามารถทำได้ตั้งแต่ก่อนการลดความร้อน หรือทำควบคู่กันกับ

การลดอุณหภูมิของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดจำหน่ายแบบขายส่งหรือขายปลีก

ภายหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรแล้วหากไม่มีกระบวนการในการเก็บรักษาและคงคุณภาพของกล้วย จะทำให้อายุการเก็บรักษาและคุณภาพของกล้วยลดน้อยลง ดังนั้นในการที่จะเก็บรักษาและคงคุณภาพของกล้วยไว้ กระบวนการแอร์ฟอร์ซคูลลิ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่เหมาะสมที่จะใช้กับกล้วย ในการจะใช้กระบวนการแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง นั้นจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการพาความร้อน ซึ่งจะสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง ในการพาความร้อนออกจากผลกล้วย โดยเครื่องแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง นี้จะทำงานร่วมอยู่ภายในห้องเย็น (Room Cooling) และเครื่องแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง ที่ใช้กันโดยทั่วไปจะเป็นแบบใช้ใบพัดเพียงอย่างเดียวในการดูดอากาศเย็นผ่านผลผลิต ทำให้ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Air-Force Cooling แบบพัดลมดูดอากาศ

2. ขอบเขตของโครงการ

1. ใช้กล้วยเล็บมือนางที่มีความสุก 70 % ในการทดสอบ

2. ใช้กล่องกระดาษบรรจุผลไม้ขนาด $44 \times 28 \times 28$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ในการทดสอบ
3. ในแต่ละกล่องจะใช้กล้วยเล็บมือนางจำนวน 4 กิโลกรัม โดยแต่ละหีจะรองด้วยพลาสติกกันกระแทกจำนวน 32 กล่อง
4. ลดอุณหภูมิของกล้วยเล็บมือนางภายในบรรจุภัณฑ์ ให้เท่ากับอุณหภูมิที่กำหนด 13 องศาเซลเซียส
5. ออกแบบและสร้างเครื่องดูดและเครื่องเป่าอากาศแบบสามารถปรับความเร็วของพัดลมดูดอากาศได้ โดยใช้ความเร็วที่ คือ 1050 1250 และ 1450 รอบต่อนาที สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

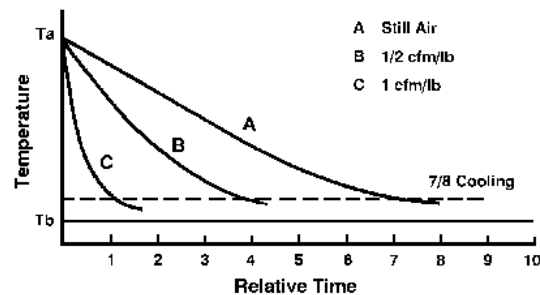
3. หลักการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่อง

การทำความเย็น คือ การทำให้อุณหภูมิในบริเวณรอบ ๆ ต่ำลง โดยดูดความร้อนในบริเวณนั้นหรือจากสิ่งของที่ต้องการทำความเย็น แล้วนำความร้อนไปทิ้งยังแหล่งอุณหภูมิที่สูงกว่า

3.1 Air – Force cooling

การทำให้เย็นโดยอาศัยกระบวนการนำและการพาความร้อน ดังนั้นความสามารถในการทำให้เย็นโดยใช้อากาศ ต้องขึ้นอยู่กับโอกาสที่อากาศเย็นจะสัมผัสกับผักผลไม้ได้อย่างทั่วถึงกันในเวลาอันสั้น ซึ่งอาจทำได้โดยสร้างห้องสำหรับการนี้โดยเฉพาะหรือดัดแปลงใช้ห้องเย็นธรรมดาก็ได้ โดยทั่วไปผลผลิตที่บรรจุในกล่องเรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปเรียงในห้องเย็นเป็น 2 แถวชิดฝาผนัง เว้นที่ตรงกลางจัดให้มีพัดลมดูดอากาศออก ใช้ผ้าไปปิดช่องว่างระหว่างแถวของผลผลิต เพื่อไม่ให้อากาศถูกดูดออกจากห้องโดยตรง แต่จะต้องถูกดูดผ่านผักและผลไม้ก่อน วิธีการเช่นนี้สามารถทำให้ผักและผลไม้เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาเพียง 1/4 ถึง 1/10 ของเวลาที่ใช้ในแบบ Room cooling กราฟของ เวลาและอุณหภูมิในรูปที่ 2 แสดงการตอบสนองของสินค้าทั่วไปให้อัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิเริ่มต้น ของการผลิต (อุณหภูมิเยือกกระดาษ) จะแสดงเป็น T_a อุณหภูมินี้จะขึ้น อยู่กับสภาพแวดล้อมและปริมาณความร้อนเขตข้อมูลในการผลิตนั้นมันปกติช่วง 60-90 F. อุณหภูมิที่ต้องการภายในห้องเย็น, T_b , หลักขึ้นอยู่กับนชนิดของสินค้า ขึ้นอยู่

กับความเร็วลมและชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บอบบางใช้น้ำในการทำความเย็นไม่ได้ เช่น เห็ด สตอเบอร์รี่ หรือผลิตภัณฑ์ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นงานวิจัยนี้พบว่าเนื่องจากกล่องที่ใกล้พัดลมดูดอากาศจะสามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็ว กว่ากล่องที่อยู่ไกลดังนั้นหากนำเครื่องเป่าอากาศมาทำงานร่วมกับใบพัดดูดอากาศเย็น เพื่อปรับความเร็วลมให้ใกล้เคียงกันทุกกล่องก็จะสามารถประหยัดเวลาและประหยัดพลังงานได้อย่างมาก โดยเครื่องเป่าอากาศจะทำหน้าที่ดูดอากาศเย็นที่ส่งออกมาจากคอยล์เย็นภายในห้องเย็นโดยตรง และส่งผ่านท่อไปยังกล่องบรรจุผลผลิตแต่ละกล่องโดยตรง ในขณะที่เดียวกันใบพัดดูดก็จะทำหน้าที่ดูดอากาศเย็นผ่านผลผลิต ซึ่งอากาศเย็นที่ใบพัดดูดผ่านผลผลิตนั้นจะเป็นอากาศเย็น 2 ทางผสมกันจึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องดีขึ้น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 เวลา เย็นสำหรับอัตราการไหลของอากาศต่าง ๆ [7.1.1]



รูปที่ 3 เครื่องแอร์ฟอร์ซูลลิ่งแบบผสมผสานดูดกับเป่าลมเย็น

3.2 ส่วนประกอบเครื่องแอร์ฟอร์ซูลลิ่ง

1. ชุดใบพัดดูดขนาด 20 นิ้ว ขับด้วยมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดใบพัดดูดขนาด 20 นิ้ว

2. เครื่องเป่าอากาศ ขนาด 0.1 แรงม้า พร้อมท่อลมขนาด 4 นิ้ว 2 นิ้ว และ 2½ นิ้ว และวาล์วปรับอัตราการไหล ผ้าใบขนาด 135 × 300 เซนติเมตร ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เครื่องเป่าอากาศ ขนาด 0.1 แรงม้า พร้อมท่อลม

3. กล่องกระดาษบรรจุผลไม้ขนาด 44 × 28 × 28 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กล่องบรรจุผลไม้มาตรฐาน ขนาด 44 × 28 × 28 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ตู้ควบคุมเครื่องแอร์ฟรชูลิ่ง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องและชุดควบคุมความเร็วรอบ

3.3 การหาอัตราการไหลของลมในท่อแต่ละช่วง โดยที่

โดยค่าความเร็วลมที่ออกจากเครื่องเป่าอากาศเท่ากับ 20 เมตรต่อวินาที
หาอัตราการไหลของลมในท่อขนาด 2 นิ้ว

$$\begin{aligned} Q_1 &= A_1 V_1 \\ &= \frac{\pi}{4} (0.0508)^2 \times 20 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= (2.03 \times 10^3) \times 20 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0.0405 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

หาค่าความเร็วลมในท่อขนาด 2 นิ้ว

$$\begin{aligned} Q &= AV \\ A_2 V_2 &= A_4 V_4 \\ \therefore V_4 &= \frac{A_2 V_2}{A_4} \\ &= \frac{\left(\frac{\pi}{4} \times 0.0508^2\right) \times 10 \text{ m/s}}{\left(\frac{\pi}{4} \times 0.1016^2\right)} \\ &= \frac{2.203 \times 10^{-3} \times 10}{8.107 \times 10^{-3}} \\ \therefore v_5 &= v_4 = 2.5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

หาอัตราการไหลของลมในท่อขนาด 4 นิ้ว

$$\begin{aligned} Q_4 &= Q_5 = AV \\ &= \left(\frac{\pi}{4} \times 0.1016^2\right) \times 2.5 \text{ m/s} \\ &= 8.1073 \times 10^{-3} \times 2.5 \end{aligned}$$

$$= 0.02026 \frac{m^3}{s}$$

หาค่าความเร็วลมในท่อขนาด 2 นิ้ว (บริเวณวาล์ว)

$$Q = AV$$

$$\therefore v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0.02026}{\frac{\pi}{4} \times (0.0508^2)}$$

$$= 2.498 \frac{m}{s}$$

3.4 อุปกรณ์การทดลอง

1. ห้องทำความเย็นเล็ก (Room Cooling) ทำอุณหภูมิได้ 10 °c
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermocouple)
3. แผ่นเทียบสีมาตรฐาน
4. เครื่องวัดความหวาน (Refractometer)
5. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Penetrometer)
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
7. เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow meter)
8. เครื่องเหวี่ยงแยกตะกอน
9. เครื่องบดเนื้อผลไม้
10. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Waterproof pH Tester 10)

4.วิธีการทดลอง

1. เตรียมกล้วยเล็บมือนางที่ความสุสุ 70% ลักษณะผลกล้วยยังเป็นเหลี่ยมอยู่ ดังรูปที่ 8
2. แยกหัวกล้วยเล็บมือนางออกจากเครือ และทำการชั่งน้ำหนักโดยในแต่ละกล่องจะใส่กล้วยเล็บมือนางจำนวน 4 กิโลกรัม จำนวน 32 กล่อง
3. บรรจุกล้วยเล็บมือนางลงกล่องโดยใช้กันกระแทกปูรองระหว่างชั้นเพื่อป้องกันความบอบช้ำของกล้วยเล็บมือนาง
4. วัดอุณหภูมิภายในกล้วยเล็บมือนางก่อนทำการทดลองและเก็บตัวอย่างผลกล้วยในแต่ละกล่อง เพื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบ

5. นำกล่องบรรจุภัณฑ์และเครื่องดูด-เป่าอากาศแบบ Air-forced cooling เข้าไปติดตั้งภายในห้องเย็นและติดตั้งระบบท่อเป่าอากาศ วาล์วปรับอัตราไหล

6. เดินเครื่องดูด-เครื่องเป่าอากาศ โดยตั้งความเร็วของมอเตอร์ที่ 1050 1250 และ 1450 รอบต่อนาที และเปิดเครื่องเป่าอากาศ ที่ตู้ควบคุม

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 แบบ

แบบที่ 1 คือพัดลมดูดอากาศอย่างเดียว

แบบที่ 2 คือพัดลมดูดอากาศร่วมกับเครื่องเป่าอากาศ

แบบที่ 3 คือเครื่องเป่าอากาศอย่างเดียว

7. เก็บผลอุณหภูมิภายในของกล้วยเล็บมือนางทุก ๆ 15 นาที จนกว่าอุณหภูมิภายในของกล้วยเล็บมือนางจะเท่ากับอุณหภูมิที่กำหนด ที่ 13 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 9

8. สุ่มตัวอย่างผลกล้วยในแต่ละกล่องของแต่ละแถว เพื่อนำมาทดสอบ ความแน่นเนื้อ ความหวาน และสีของผลกล้วย ดังรูปที่ 10



รูปที่ 8 กล้วยเล็บมือนางก่อนการทดลอง



รูปที่ 9 การวัดอุณหภูมิทุก ๆ 15 นาที

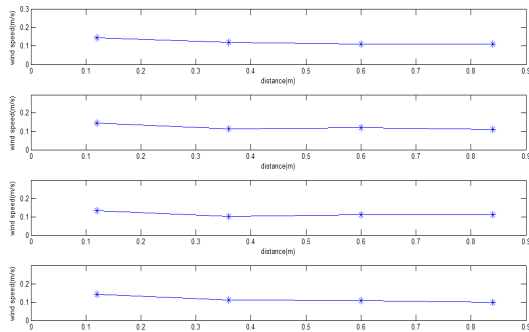


รูปที่ 10 กล้วยที่สุ่มตัวอย่างจากการทดลอง

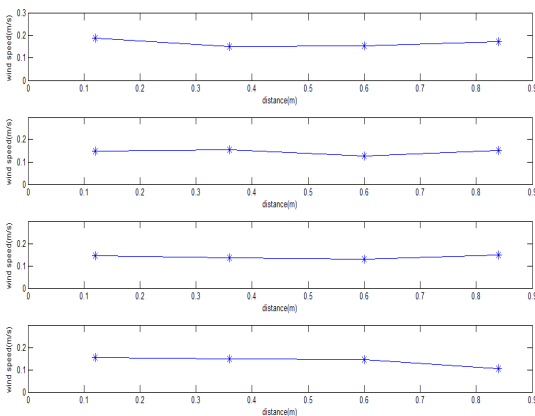
5.ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดความเร็วลมทุกกล่องทั้ง 3
แบบ ดังรูปที่ 11-24

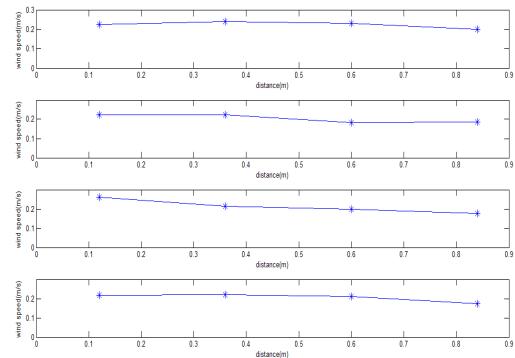
5.1 กราฟวัดความเร็วลมที่ใช้พัดลมเพียงอย่าง เดียว (แบบที่1)



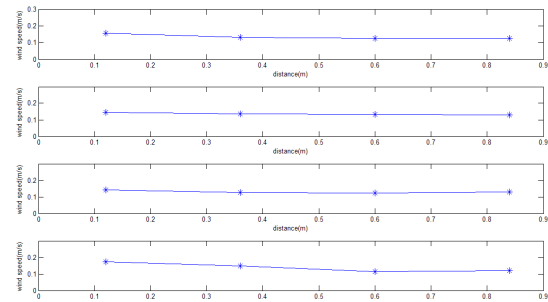
รูปที่ 11 ความเร็วลมที่ 1050 รอบต่อนาที



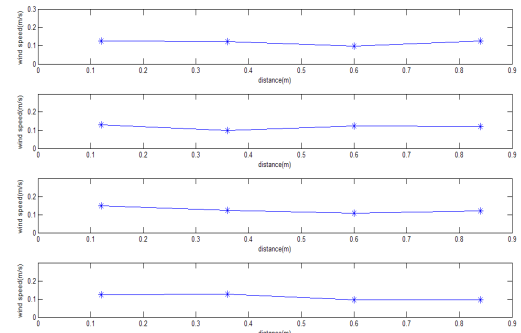
รูปที่ 12 ความเร็วลมที่ 1250 รอบต่อนาที



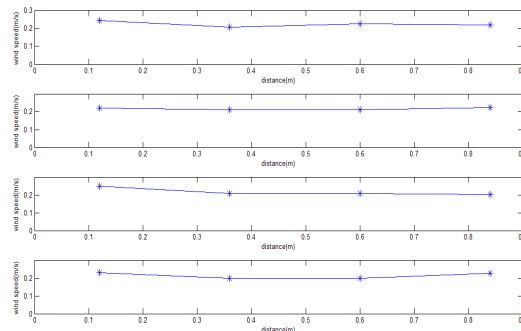
รูปที่ 13 ความเร็วลมที่ 1450 รอบต่อนาที 5.2 ความเร็วลมที่ใช้พัดลมดูดร่วมกับเครื่องเป่า อากาศ (แบบที่ 2)



รูปที่ 14 ความเร็วลมที่ 1050 รอบต่อนาที

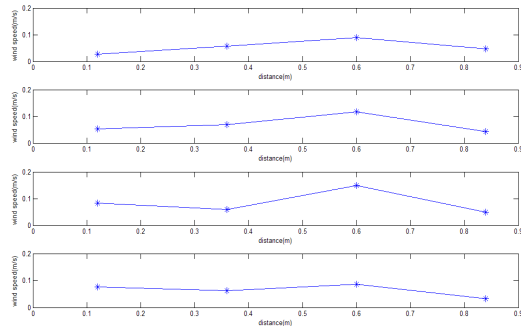


รูปที่ 15 ความเร็วลมที่ 1250 รอบต่อนาที



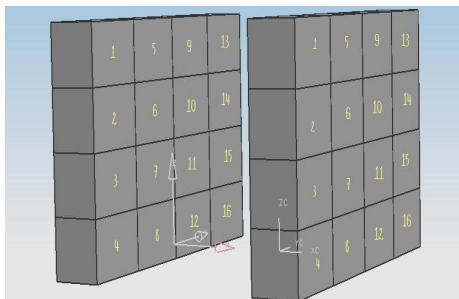
รูปที่ 16 ความเร็วลมที่ 1450 รอบต่อนาที

5.3 ความเร็วลมเครื่องเป่าอากาศ (แบบที่3)

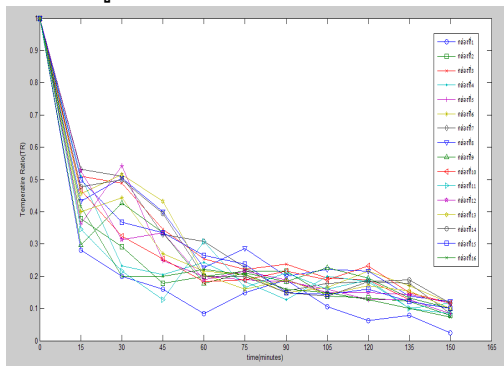


รูปที่ 17 ความเร็วลมที่ 1450 รอบต่อนาที

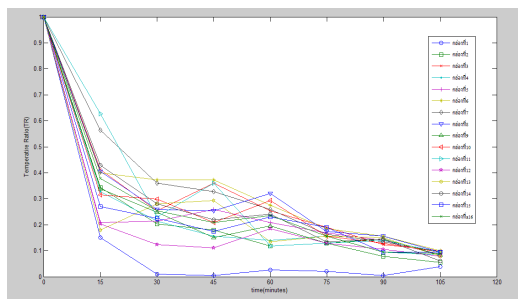
5.4 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิแบบที่ 1,2,3



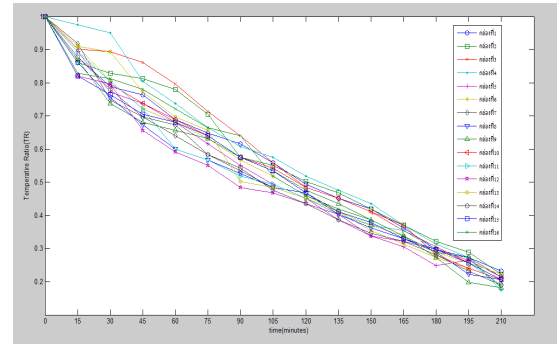
รูปที่ 18 ตำแหน่งการวางกล่อง



รูปที่ 19 อุณหภูมิกล่องที่มอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที แบบที่ 1

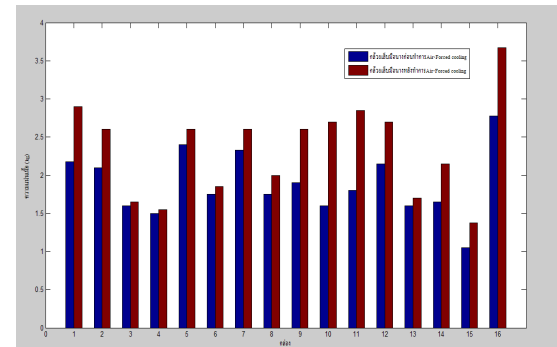


รูปที่ 20 อุณหภูมิกล่องที่มอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที แบบที่ 2



รูปที่ 21 อุณหภูมิกล่องที่มอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที แบบที่ 3

5.5 ผลการวัดค่าคุณสมบัติต่างๆของกล่อง เล็บมือนาง



รูปที่ 22 ความแน่นเนื้อกล่องที่มอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที แบบที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการวัดสีกล่องที่มอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที แบบที่ 2

กล่องที่	สีของกล่อง	
	ก่อนทำการAir-Forced cooling	หลังทำการAir-Forced cooling
1	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 144B
2	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 144B
3	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 144B
4	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 144B
5	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 145A
6	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 145A
7	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 145A
8	Yellow Green Group 144A	Yellow Green Group 145A
9	Yellow Green Group 144B	Yellow Green Group 145A

ตารางที่ 1(ต่อ) ผลการวัดสีกล้วยที่มอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที แบบที่ 2

กล่องที่	สีของกล้วย	
	ก่อนทำการAir-Forced cooling	หลังทำการAir-Forced cooling
10	Yellow Green Group 144B	Yellow Green Group 145A
11	Yellow Green Group 144B	Yellow Green Group 145A
12	Yellow Green Group 144B	Yellow Green Group 145A
13	Yellow Green Group 144C	Yellow Green Group 144A
14	Yellow Green Group 144C	Yellow Green Group 144A
15	Yellow Green Group 144C	Yellow Green Group 144A
16	Yellow Green Group 144C	Yellow Green Group 144A

6.สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที จะให้เกิดความเร็วลมสูงสุดและมีค่าเฉลี่ยของความเร็วลมที่เท่ากัน ซึ่งมีผลทำให้เวลาในการทำให้เย็นลดลงตามที่ได้กำหนดไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 105 นาที แต่ในระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 1 ใช้เวลาในการทดลอง 150 นาที และแบบที่ 3 ใช้เวลาในการทดลอง 210 นาที

ระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที มีการใช้ไฟฟ้า 0.435 หน่วยแต่ระบบการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง แบบที่ 2 ใช้ไฟฟ้า 0.46 หน่วยแสดงให้เห็นว่าแบบ 1 มีการประหยัดไฟมากกว่า แต่แบบที่ 2 จะประหยัดในส่วนของเวลาที่จะเร็วกว่าประมาณ 50 % หมายถึงว่าจะประหยัดพลังงานในการทำความเย็นถึง 2 เท่า ซึ่งจะประหยัดพลังงานในภาพรวมมากกว่า

จากการทดลองวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าความหวาน และค่าความแน่นเนื้อทั้งก่อนทำและหลังทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความแน่นเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดมากที่สุด ส่วนค่าความเป็นกรด – ด่างและค่าความหวาน มีการเปลี่ยนแปลงที่

น้อยมากแสดงให้เห็นว่าการทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่ง ยังคงคุณภาพของกล้วยเล็บมือนางไว้ได้ ซึ่งหมายถึงสามารถเก็บรักษากล้วยเล็บมือนางหลังการเก็บเกี่ยวได้นาน

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บทความจากวารสาร (Journal)

[1] Domingo Marti'nez-Romero (2003). Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.), *Postharvest Biology and Technology* 28 (2003), P135_ 142

7.2 บทความจากเอกสารประกอบการประชุม (Proceedings)

[1] โชติช่วง เยี่ยมฉวีและจรัสแท้ ศิริพานิช ,การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 2, หน้า 48, 2545

7.3 รายงาน

[1] นวลละออง ชีพสุนนท์, รายงานของนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2536. 44 หน้า., 2536

7.4 หนังสือ

[1] จรัสแท้ ศิริพานิช . สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2549.

7.5 เว็บไซต์

[1] เรื่องกล้วย กล้วย. , [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://e-learning.konmun.com/Fruit/id6.aspx>, เข้าดูเมื่อวันที่ 29/06/2553.

[2] กล้วยเล็บมือนาง. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.doae.go.th/Library/html/detail/banana/page78.html>, เข้าดูเมื่อวันที่ 29/06/2553.

[3] การควบคุมการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว(pre-cooling)

[ระบบออนไลน์],แหล่งที่มา

www.swu.ac.th/royal/book5/b5c2t5.html, เข้าดูเมื่อวันที่ 29/06/2553.