

ผลของการลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็นต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

Effects of Forced-air Cooling on Postharvest Qualities of Strawberry Fruits cv. No. 72

กิตติศักดิ์ เรือนมา^{1/} พิชญา บุญประสม^{2/} และ ดนัย บุญเกียรติ^{1/}
Kittisak Ruanma^{1/}, Pichaya Boonprasom^{2/} and Danai Boonyakiat^{1/}

Abstract: Effects of forced-air cooling on postharvest qualities of strawberry fruits cv. No.72 was studied by decreasing temperature of strawberry fruits to 4 °C and stored at 0, 5, 10 °C and ambient temperature (25±1 °C) together with calculated cooling parameters. The results showed that strawberries had average lag factor equal to 0.9396 half cooling time, seven-eighths cooling time and cooling coefficients 11.83, 35.33 minutes and 0.07 per minute, respectively. After 2 days of storage, it was found that the firmness and vitamin C content of precooled strawberry fruits were higher but lower in total soluble solids than those of non precooled fruits. Precooling had no effect on storage life, weight loss, titratable acidity and anthocyanin content. Strawberry fruits stored at ambient temperature were indicated the highest weight loss and anthocyanin content but the lowest firmness. Strawberry fruits stored at 0 °C had the longest storage life which was 14 days and had the highest vitamin C content. Storage temperatures had no effect on total soluble solids and titratable acidity. Respiration rate of precooled strawberry fruits and non precooled were not significant different.

Keywords: Strawberry, precooling, forced-air cooling

^{1/}ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{2/}ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/}Department of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็นต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ได้ถูกทำการศึกษา โดยการลดอุณหภูมิผลสตรอเบอรี่ให้เหลือ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) พร้อมกับคำนวณหาค่า cooling parameters จากข้อมูลของการทดลอง พบว่า lag factor มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9396 ค่า half cooling time, seven-eighths cooling time และค่า cooling coefficients มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.83, 35.33 นาที และ 0.07 ต่อหน้าที่ ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซีมากกว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า และการลดอุณหภูมิไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณแอนโทไซยานิน ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ผลสตรอเบอรี่ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 14 วันและมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิ และไม่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: สตรอเบอรี่ การลดอุณหภูมิเยียบพลัน การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็น

คำนำ

สตรอเบอรี่จัดเป็นพืชที่มีความสำคัญในระดับท้องถิ่นชนิดหนึ่งของเกษตรกรรมทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย (สังคม, 2532) สตรอเบอรี่เป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น เนื่องจากมีลักษณะผลนิ่ม ผิวบาง ง่ายต่อการชำรุดเสียหายทั้งในขณะเก็บเกี่ยวและระหว่างการขนส่ง และยังมีอัตราการหายใจสูงจึงทำให้องอมอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิสูง จึงสามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 5-7 วัน ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (นิริยาและदनัย, 2533) การจัดกรอุณหภูมิจึงเหมาะสม เช่น การลดอุณหภูมิตันทีหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยรักษาคูณภาพของผลสตรอเบอรี่ได้ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดช้าลง เช่น การหายใจช้าลง การคายน้ำช้าลง และการถูกทำลายจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ช้าลง ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (दनัยและนิริยา, 2548) โดย Nunes *et al.* (1995b) รายงานว่า

การลดอุณหภูมิตันทีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Sweet Charlie ร่วมกับการหุ้มด้วยฟิล์มพิวรีซี มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดและมีลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด (เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส) เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอเบอรี่ที่ทำการลดอุณหภูมิช้าไป 6 และ 8 ชั่วโมง หลังการเก็บเกี่ยว การลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) เป็นวิธีการที่จัดทำขึ้นเพื่อทำให้ลมผ่านไปยังผักและผลไม้อย่างทั่วถึงกันในเวลาอันสั้น ซึ่งอาจทำได้โดยสร้างห้องสำหรับทำการนี้โดยเฉพาะหรือดัดแปลงใช้ห้องเย็นธรรมดาก็ได้ โดยทั่วไปผลิตผลที่บรรจุลงในกล่องเรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปเรียงในห้องเย็นเป็น 2 แถวชิดฝาผนัง เว้นที่ไว้ตรงกลางจัดให้มีพัดลมดูดอากาศออก แล้วใช้ผ้าใบปิดช่องว่างระหว่างแถวของผลิตผล เพื่อมิให้อากาศถูกดูดออกจากห้องโดยตรงแต่จะต้องถูกดูดผ่านผลิตผลก่อน (จริงแท้, 2544) การลดอุณหภูมิด้วยวิธีผ่านอากาศเย็นนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ เนื่องจากกระทำได้รวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ โดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง เพื่อที่จะให้ผลของสตรอเบอรี่มีอุณหภูมิลดลงเหลือ 1 องศาเซลเซียส (DeEll, 2006) วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้ เพื่อศึกษา cooling

parameters อันได้แก่ half cooling time, seven-eighths cooling time, lag factor และ cooling coefficients ของการลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็นของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 และเปรียบเทียบผลของการลดอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่

อุปกรณ์และวิธีการ

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 จากแหล่งปลูกในเขตพื้นที่ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ บรรจุในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร แล้วนำมาเรียงลงในตะกร้าขนาดความกว้าง 36 เซนติเมตร ยาว 56 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ตะกร้าละ 12 กล่อง ทั้งหมด 16 ตะกร้า โดยแบ่งตะกร้าออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่จะทำการลดอุณหภูมิและส่วนที่ไม่ลดอุณหภูมิ ซึ่งนำหนักสตรอเบอรี่ก่อนทำการลดอุณหภูมิ จากนั้นจึงนำตะกร้าสตรอเบอรี่ที่จะทำการลดอุณหภูมิเข้าห้องเย็น โดยจัดเรียงตะกร้าเป็น 2 แถวขนานกันเว้นช่องว่างตรงกลาง โดยมีช่องที่มีพัดลมดูดอากาศอยู่ตรงกลางผนังห้องเย็น และช่องว่างระหว่าง 2 แถวนี้จัดให้มีผ้าพลาสติกหรือผ้าใบคลุมตลอดทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อบังคับให้อากาศไหลตามช่องเปิดของภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ทุกภาชนะ ระหว่างการลดอุณหภูมินี้ อุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ณ จุดกึ่งกลางกล่องพลาสติกที่วางซ้อนกันอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ได้รับการบันทึกข้อมูลลงในเครื่อง data logger ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเย็นได้รับการบันทึกทุกๆ นาที ค่าที่วัดได้จากเครื่อง data logger จะนำไปคำนวณหาค่า cooling coefficients, lag factor, half cooling time และ seven-eighths cooling time จากนั้นนำผลสตรอเบอรี่ทั้ง 2 ส่วน คือ ที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) บันทึกการสูญเสียน้ำหนัก ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผล

สตรอเบอรี่ทุก ๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา วัดลักษณะทางกายภาพ คือ สีผิว โดยใช้เครื่อง Chromameter ความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง fruit hardness tester และองค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ วัดด้วยเครื่อง digital refractometer ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกโดยวิธีการไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล ค่าพีเอช (pH) วัดด้วยเครื่อง pH-meter ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี Indophenol และปริมาณแอนโธไซยานิน ตามวิธีของ Ranganna (1986) เปรียบเทียบอัตราการหายใจระหว่างผล สตรอเบอรี่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิ และไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการวัดอัตราการหายใจด้วยระบบไหล (flow system) โดยเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท มีอากาศเข้าและออก โดยต้องควบคุมอัตราการไหลของการไหลเข้าของก๊าซ โดยอาศัยความแตกต่างของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลผ่านเข้าออกจากภาชนะ การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์นั้นหาได้จากการใช้เครื่อง Gas Chromatography โดยนำผลสตรอเบอรี่น้ำหนักประมาณ 500 กรัม บรรจุลงในกล่องพลาสติกขนาด $13 \times 18.7 \times 9.5$ ลูกบาศก์เซนติเมตร นำกล่องพลาสติกที่บรรจุสตรอเบอรี่แล้วต่อเข้ากับชุดควบคุมอัตราการไหลของอากาศ วัดอัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ทุกวัน จนหมดอายุการเก็บรักษา แล้วนำมาคำนวณอัตราการหายใจ โดยคำนวณตามสูตรของ Smith (1995)

ผลการทดลอง

ในระหว่างการลดอุณหภูมิภายในห้องเย็นมีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างผันแปร โดยตลอดช่วงการลดอุณหภูมิจึงมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 93 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) อุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ขณะทำการลดอุณหภูมิเมื่อนำมาเขียนเป็นแผนภาพจะแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่กับเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงลักษณะของกราฟที่ได้

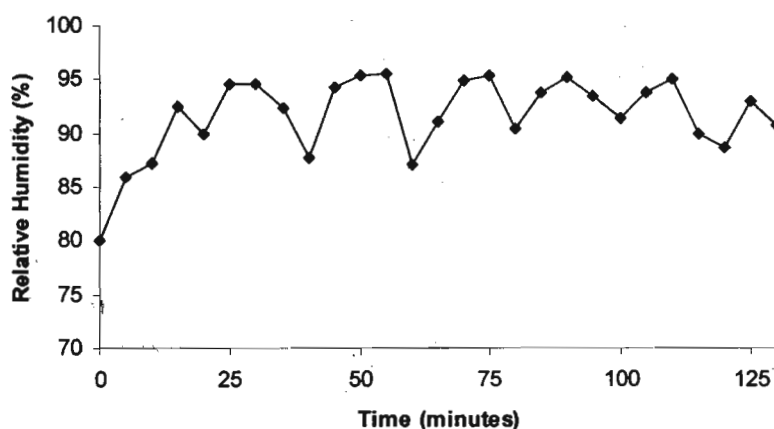


Figure 1 Relative humidity in forced-air cooling room.

เป็นเส้นโค้งแบบเอกซ์โพเนนเชียลเชิงลบ (negative exponential) อัตราการลดของอุณหภูมิในช่วงแรก อุณหภูมิของผลสตรอบเอร์จะลดลงอย่างช้า ๆ เนื่องจาก สตรอบเอร์มีความต้านทานการพาความร้อน หลังจาก ผ่านไป 45 นาที อุณหภูมิของผลสตรอบเอร์ลดลงอย่างรวดเร็วและอัตราการลดอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้า ๆ อีก ครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 2) ค่า lag factor ของการทดลองมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9396 สำหรับค่าของ half cooling time และ seven-eighths cooling time ในสภาวะที่ใช้มี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.83 และ 35.33 นาที ตามลำดับ ค่า cooling coefficients เฉลี่ยเท่ากับ 0.07 ต่อนาที (ตารางที่ 1) การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการสูญเสีย น้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณแอนโธไซ-ยานินและอายุการเก็บรักษาของสตรอบเอร์พันธุ์ พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 2 วัน พบว่า ผลสตรอบเอร์ที่ผ่านการลดอุณหภูมิมั่นคงแน่นอน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณ วิตามินซี มากกว่าผลสตรอบเอร์ที่ไม่ได้ผ่านการลด อุณหภูมิ การเก็บรักษาผลสตรอบเอร์ที่อุณหภูมิต่ำทำให้ผลสตรอบเอร์มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าเมื่อ เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนั้นยังมีความแน่นอน ปริมาณวิตามินซีและ อายุการเก็บรักษามากกว่า แต่มีปริมาณแอนโธไซยานิน น้อยกว่าผลสตรอบเอร์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

(ตารางที่ 2) อัตราการหายใจของผลสตรอบเอร์ที่ผ่าน กระบวนการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านกระบวนการลด อุณหภูมิ ในช่วงสองวันแรกอัตราการหายใจจะลดลง และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ตลอด อายุการเก็บรักษา พบว่า อัตราการหายใจของผลสตรอบ เอร์ทั้งสองกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (ภาพที่ 3)

วิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่า lag factor ของการ ทดลองมีค่าประมาณ 1 ทำให้สามารถลดอุณหภูมิ สตรอบเอร์ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการถ่ายเทความร้อน เป็นแบบการพา สำหรับค่าของ half cooling time และ seven-eighths cooling time ในสภาวะการลดอุณหภูมิที่ ใช้มีค่าอยู่ในช่วง 7 ถึง 17 และ 21 ถึง 55 นาที ตามลำดับ โดยห้วงวัดที่ 6 มีค่าน้อยที่สุด และจากห้วงวัดที่ 5 มีค่ามากที่สุด จากการทดลองพบว่าค่า cooling coefficients อยู่ในช่วง 0.0358 ถึง 0.1005 ต่อนาที และพบว่าห้วงวัดที่ 6 มีค่ามากที่สุด ส่วนในห้วงวัดที่ 5 มี ค่าน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่า ความเร็วลมที่ผ่านห้วงวัดที่ 4 และ 5 มีค่าน้อยกว่าห้วง วัดอื่น ๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.36 และ 0.30 เมตร/นาที

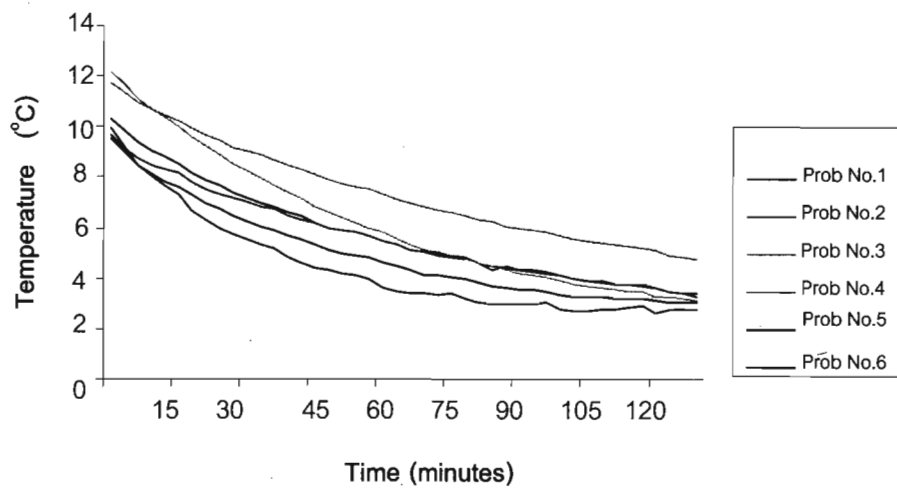


Figure 2 Cooling temperature of strawberry fruits cv. No. 72 by forced-air cooling system.

Table 1 Forced-air cooling parameters of strawberry fruits cv. No. 72.

Prob no.	Lag factor	Cooling coefficients (per minute)	Half cooling time (minute)	Seven - eighths cooling time (minute)	Air flow rate (m/s)	Internal temperature of strawberry fruit before cooling (°C)	Weight loss percentage (%)
1	0.9593	0.0705	10	29	0.48	13.27	0
2	0.9232	0.0700	9	28	0.48		
3	0.9650	0.0978	12	26	0.55		
4	0.8989	0.0358	16	53	0.36		
5	0.9021	0.0373	17	55	0.30		
6	0.9895	0.1005	7	21	0.70		
Average	0.9396	0.07	11.83	35.33	0.48	13.27	

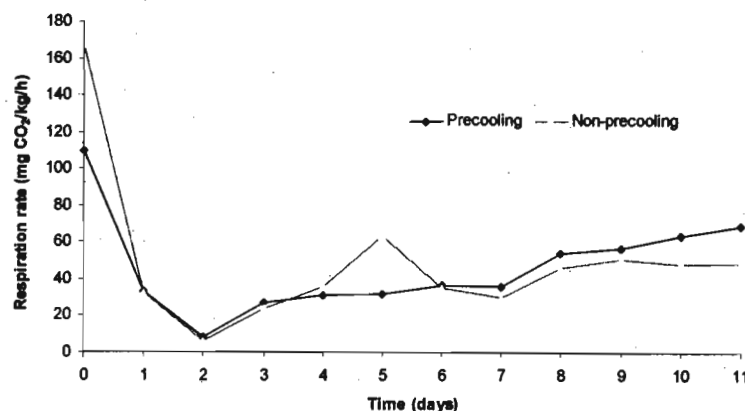


Figure 3 Respiration rate of precooled strawberry fruits at 5 °C.

ตามลำดับ จึงเป็นผลทำให้ค่า half cooling time และ seven-eighths cooling time มีค่าสูง ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนด มากกว่าหวัวดอื่น ๆ

การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการการสูญเสีย น้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณแอนโธไซยานิน และอายุการเก็บรักษาของสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 2 วัน ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Nunes *et al.* (1995a) ซึ่งพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลต่ออายุการเก็บรักษาหรืออายุการวางจำหน่ายของสตรอเบอรี่ เช่นเดียวกับ Agar *et al.* (2006) รายงานว่า การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็น ช่วยเพิ่มอายุการวางจำหน่ายของผล Apricot พันธุ์ Precocoe de Tyrinthe ที่เก็บเกี่ยวในระยะแตกต่างกันแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และมีลักษณะปรากฏดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผล Apricot ที่ทำการลดอุณหภูมิโดยใช้ห้องเย็นปกติ อย่างไรก็ตาม Nunes *et al.* (1995b) ยังพบว่าระยะเวลาลงหลังจากการเก็บเกี่ยวจนถึงเวลาที่นำผลสตรอเบอรี่เข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ มีผลต่อคุณภาพทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของผลสตรอเบอรี่ โดยคุณภาพของผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวจะแปรผกผันกับช่วงระยะเวลา ก่อนทำการลดอุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับผล การศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากการลดอุณหภูมิไม่ได้ทำ

ทันทีหลังการเก็บเกี่ยว เพราะระยะทางระหว่างแปลงปลูกสตรอเบอรี่กับห้องเย็นที่ใช้ทำการลดอุณหภูมินั้น ห่างกันโดยต้องใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 2 ชั่วโมง จึงไม่สามารถทำการลดอุณหภูมิได้ทันที ซึ่งการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ควรทำภายใน 1 ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยว เพราะว่า หากทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวช้าไป 2, 4, 6 หรือ 8 ชั่วโมง จะทำให้ผลสตรอเบอรี่มีการสูญเสียคุณภาพหรืออายุการเก็บรักษาไปถึง 20, 37, 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (DeEll, 2006)

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 3 จะเห็นว่าอัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากระบวนการหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่เปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหารให้อยู่ในรูปของพลังงานที่สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (จริงแท้, 2544) นอกจากนี้สาเหตุที่ทำให้อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากการเกิดบาดแผลบนผลสตรอเบอรี่และการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งอาจจะมีการหายใจของเชื้อรา รวมอยู่ด้วย อัตราการหายใจเป็นสิ่งที่แสดงถึงอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ ผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีอายุ

Table 2 Effects of forced-air cooling on postharvest physico-chemical qualities of strawberry fruits stored for 2 days.

Treatment	Weight loss (%)	Firmness (kg)	TSS (%)	TA (%)	pH	Vitamin C content (mg/100 g)	Anthocyanin content (mg/ 100 g)	Storage life (days)
Factor 1 : Cooling								
Precooling	1.16±0.68	0.88±0.12a	8.22±0.58a	1.16±0.19	3.23±0.08	60.76±6.61a	7.39±3.06	7.00
Non precooling	1.43±0.76	0.84±0.13b	7.64±0.44b	1.11±0.20	3.29±0.08a	54.84±6.86b	7.45±2.37	7.00
Factor 2 : Temperature								
Ambient temperature (25±1 °C)	2.42±0.45a ^{1/}	0.79±0.15	7.91±0.43	1.15±0.21	3.26±0.07	55.34±8.05b	10.04±2.97a	2.00d
10 °C	0.76±0.19c	0.86±0.10a	8.06±0.67	1.13±0.20	3.26±0.10	57.16±8.54ab	7.47±2.54b	6.00c
5 °C	0.96±0.22c	0.89±0.09a	8.06±0.62	1.14±0.19	3.24±0.08	58.73±4.87ab	6.09±1.32c	10.00b
0 °C	1.26±0.36b	0.87±0.11a	7.92±0.49	1.14±0.20	3.26±0.08	59.97±6.93a	6.09±1.65c	14.00a

^{1/} Different upper-case superscripts in the same column indicate significant differences (P<0.05)

การเก็บรักษานานกว่าผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูง (สายชล, 2528) เพราะการหายใจนำมาซึ่งการเสื่อมสลาย ถ้าการหายใจของผลผลิตเกิดช้าลงการเสื่อมสลายของผลผลิตก็จะช้าลงด้วย

สรุป

ค่า lag factor จากการลดอุณหภูมิสดรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9396 ค่า half cooling time และ seven-eighths cooling time มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.83 และ 35.33 นาที ตามลำดับ และมีค่า cooling coefficients อยู่ในช่วง 0.035 - 0.100 ต่อ นาที

ผลสดรอเบอร์รี่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลสดรอเบอร์รี่ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ แต่มีค่า pH ต่ำกว่า มีการสูญเสียน้ำหนักปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณแอนโทไซยานิน และอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน

ผลสดรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า มีความแน่นเนื้อ และอายุการเก็บรักษามากกว่าผลสดรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แต่มีปริมาณแอนโทไซยานินต่ำกว่า และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่า pH และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง และสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- दनัย บุญยเกียรติ และนิธยา รัตนานนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.
- นิธยา รัตนานนท์ และदनัย บุญยเกียรติ. 2533. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ เศรษฐกิจ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 213 หน้า.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2532. สดรอเบอร์รี่. เอกสารประกอบการสอนวิชา 113422 การผลิตไม้ผลเขตกึ่งร้อน. คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี. 33 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 364 หน้า.
- Agar, T., S. Paydas, O. Ozkaya, O. Buyukalaca and F. Ekinici. 2006. Effect of harvest dates and forced air cooling on postharvest quality of apricot cv. Precoce de Tyrinthe. Acta Hort. (ISHS) 701: 577-580.
- DeEll, J.R. 2006. Postharvest handling and storage of strawberries. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่ข้อมูล: <http://www.omafra.gov.on.ca/hort/news/hortmatt/2006/13hrt06a4.htm> (17 สิงหาคม 2549).
- Nunes, M. C. N., J. K. Brecht, A. M. M. B. Morias and S. A. Sargent. 1995a. Physical and quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. Postharvest Biology and Technology 6: 17-28.

- Nunes, M. C. N., J. K. Brecht, S. A. Sargent and A. M. M. B. Morias. 1995b. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). Food Control, 6(6): 323-328.
- Ranganna, S. 1986. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Inc., New Delhi. 1112 pp.
- Smith, L. 1995. Calculations for Research Experiments Using Stored Fruits Volume I. Queensland Department of Postharvest Industries Horticulture Group, Hamilton, Queensland, Australia. 34 pp.
-