บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดลองครั้งที่ 1 ผลของการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันโดยวิธีผ่านอากาศเย็นต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่เก็บเกี่ยวในเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 11x16x6 เซนติเมตร

4.1.1 การทดลองย่อยที่ 1 การลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันด้วยวิธี Forced-Air Tunnel Cooling

(1) อุณหภูมิของผลิตผลและสภาวะภายในห้อง Forced–Air Tunnel Cooling ในการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329

อุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยก่อนการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่มีค่าเท่ากับ 21.6 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิเริ่มต้นมีผลต่อการลดความร้อนของผลิตผลเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดความร้อนของผลิตผลให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิเริ่มต้นของผักผลไม้ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผลมีค่าต่ำแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลาสั้นด้วยในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผลมีค่าสูงจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลานาน

ความเร็วเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านหน้าตะกร้าขณะทำการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่ มีค่าเท่ากับ 0.5 เมตรต่อวินาที ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านผลิตผล ถ้ามีค่ามาก จะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมินั้นสั้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Dincer (1995) ซึ่งรายงานว่า ในการลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็นขององุ่น ความเร็วของอากาศที่ใช้มีค่าเท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิสั้นกว่าความเร็วของอากาศที่ 1.0 เมตรต่อวินาที

อุณหภูมิของอากาศภายในห้อง forced-air tunnel cooling ขณะทำการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 5 องศาเซลเซียส ดังภาพ 16 และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 80 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพ 17 อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อการลดความร้อนของผลิตผลเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดความร้อนของผลิตผลให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็นในที่นี้คือ อากาศ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ถ้าอุณหภูมิตัวกลางของผลิตผลมีค่าต่ำแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลาสั้นด้วย ในทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลับกัน ถ้าอุณหภูมิตัวกลางของผลิตผลมีค่าสูงจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลานานมากยิ่งขึ้น เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64 นาที

(2) Cooling Parameters

แผนภาพที่ได้จากการพล็อตอุณหภูมิสตรอเบอรี่กับเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง ลักษณะของกราฟที่ได้เป็นเส้นโค้งแบบเอกซ์-โพเนนเชียลเชิงลบ (negative exponential) ซึ่งในช่วงแรกอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่จะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากผ่าน half-cooling time ไปแล้วอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้า ๆ ดังภาพ 18

ตาราง 1 พบว่า ค่า cooling parameters ในการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 แสดงด้วยค่าต่างๆ ดังนี้ half-cooling time, seven-eighths cooling time , lag factor และ cooling coefficients. Half-cooling time (Z) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการลดความร้อนของผลิตผลลงมาได้ครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิของผลิตผล กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็นซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 10-14 นาที ค่าของ seven-eighths cooling time (S) คือ เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลลง 7/8 ของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผลิตผลเมื่อเริ่มต้นกับอุณหภูมิของตัวกลางซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 57-67 นาที ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผล และอุณหภูมิของสารตัวกลางที่ให้ความเย็น (ดนัยและนิธิยา, 2548) นาที lag factor (j) ในการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.6690-0.7275 กล่าวคือถ้าค่าของ j น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าสตรอเบอรี่มีความต้านทานภายในน้อยมากเพราะการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพาความร้อน ทำให้สามารถลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่ให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าค่า j มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สตรอเบอรี่มีความต้านทานการนำความร้อนภายใน (internal resistance) และการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งแบบการนำและการพาความร้อนจึงทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นใช้เวลามาก ค่า cooling coefficients ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ในกรณีที่มีค่าสูง หมายถึง การลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะใช้ระยะเวลาที่สั้น ถ้ามีค่าน้อยหมายถึงการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะใช้ระยะเวลานาน จากการทดลองค่า cooling coefficients จะอยู่ในช่วง 0 .0259 ถึง 0 .0304 นาที$^{-1}$

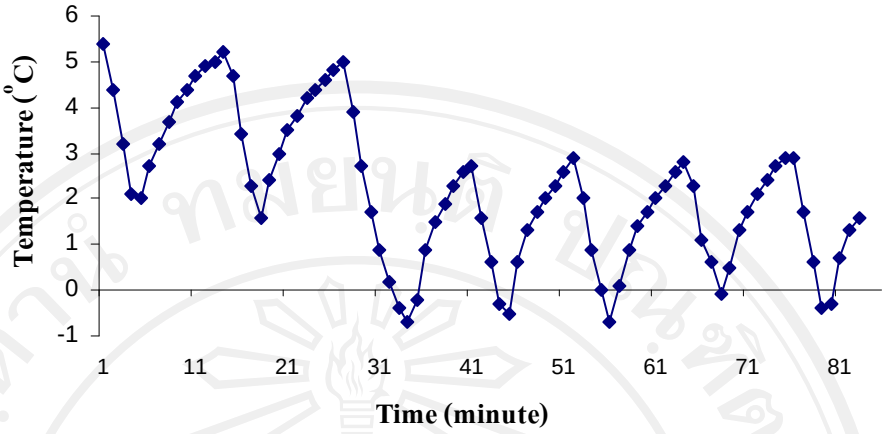
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสูญเสียน้ำจากการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นนั้น พบว่ามีการสูญเสียน้ำน้อยมากประมาณค่าไม่ได้ ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการคายน้ำสูง และจะสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ยกเว้นในกรณีที่อยู่ในสภาพบรรยากาศมีความชื้นอิ่มตัว ถ้าความชื้นหรือปริมาณไอน้ำในอากาศแตกต่างกับในเนื่อเยื่อของพืชมาก จะทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำมากด้วย สาเหตุของการสูญเสียน้ำเกิดจากความแตกต่างของความดันไอระหว่างความดันไอน้ำของผลิตผลและความดันไอน้ำของสภาพแวดล้อม ซึ่งควบคุมโดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ(ดนัยและนิธิยา, 2548) สตรอเบอรี่ที่เก็บมาจากแปลงปลูกที่อุณหภูมิ 29-30 องศาเซลเซียสจะมีการสูญเสียน้ำไป 50 เปอร์เซ็น ถ้ามีการ delay cooling เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (Nunes *et al*. 1995) ซึ่งผลสตรอเบอรี่ในการทดลองนี้เวลาในการเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงเย็นในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินแล้วก็นำมาบรรจุในกล่องพลาสติกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนในช่วงฤดูหนาวจะต่ำอยู่แล้วประกอบกับในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เมื่อเรานำผลสตรอเบอรี่มาลดอุณหภูมิในเช้าวันถัดมาจึงไม่ค่อยมีการสูญเสียน้ำจากการลดอุณหภูมิ

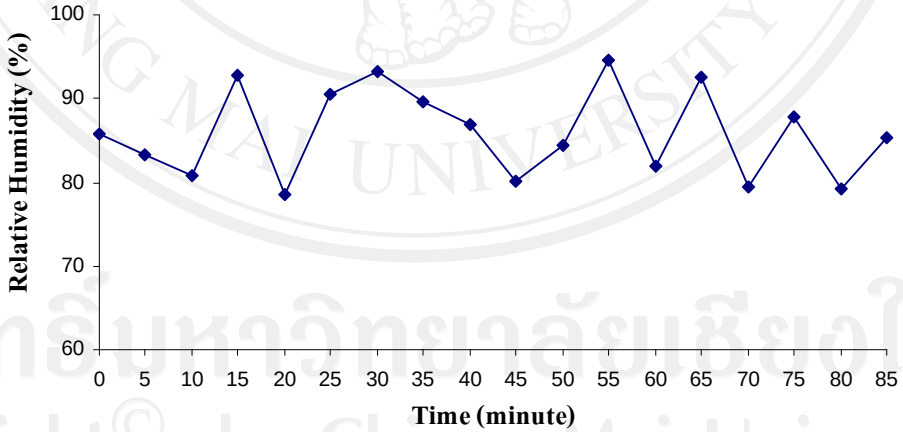
ตาราง 1 ค่า Cooling Parameters ในกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยวิธี Forced–Air Tunnel Cooling ของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 1

หัววัดตำแหน่งที่	j	C (1/minute)	Half - Cooling Time (minute)	Seven – Eighths Cooling Time (minute)	เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิทั้งหมด (นาที)	R^2
1	0.6690	.0297	13	58	61	0.9828
2	0.7275	.0304	10	57	60	0.9840
3	0.7077	.0259	14	67	72	0.9849

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

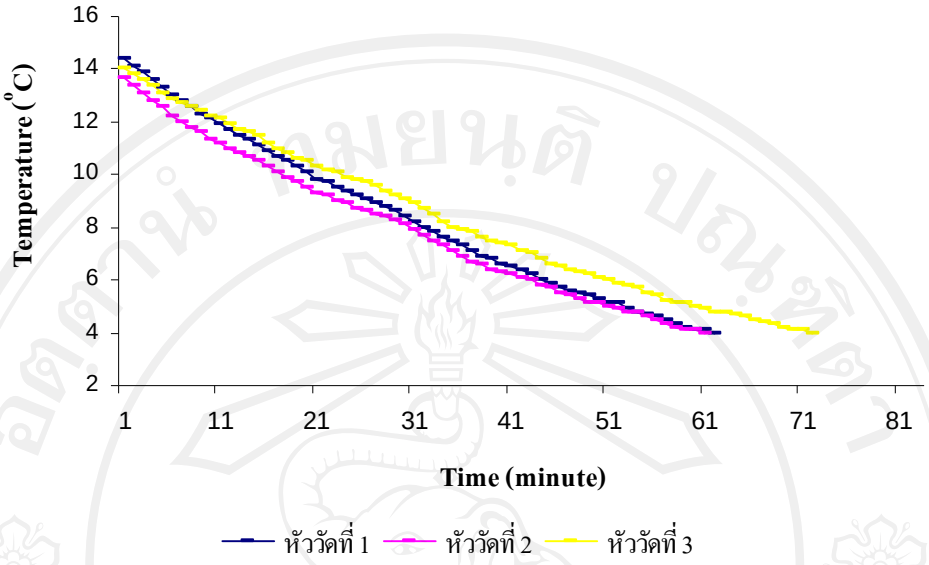


ภาพ 16 อุณหภูมิอากาศในการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 1



ภาพ 17 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในการลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 18 การลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329
ในการทดลองครั้งที่ 1

4.1.2 การทดลองย่อยที่ 2 การลดอุณหภูมิต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329

(1) การสูญเสียน้ำหนัก

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และ ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 1.18±0.75 และ 1.19±0.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำของผลิตผลก็คือ ความแตกต่างระหว่างปริมาณความชื้นหรือความดันไอภายในผลิตผลกับความดันไอของอากาศภายนอก (จริงแท้, 2544) เนื่องจากผลสตรอเบอรีพันธุ์ 329 ที่ใช้ในการทดลองนี้ ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเย็นทำให้อุณหภูมิของอากาศค่อนข้างต่ำ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับความชื้นและการสูญเสียน้ำ (จริงแท้, 2544) จึงทำให้ความร้อนที่ติดมากับผลิตผลจากแปลงปลูกมีน้อย บวกกับสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ซึ่งการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บรักษาผลิตผลให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุดนี้ควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2544)

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 2.33±0.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 0.94±0.13, 0.84±0.05 และ 0.60±0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลเกิดจากการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล ซึ่งทำให้ผลิตผลเกิดการเหี่ยว หดตัว ส่งผลให้คุณภาพลดลง (จิรา, 2531) นอกจากนี้การเก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิสูงจะทำให้ผลิตผลมีการคายน้ำสูงและสูญเสียน้ำได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันของไอน้ำในอากาศจะเพิ่มขึ้น คือ ที่อุณหภูมิสูงอากาศสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้,2544 ; ดนัย, 2540 ; ดนัยและนิธิยา, 2548 ; ยงยุทธ, 2539) ดังนั้นการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ไว้ที่อุณหภูมิห้อง จึงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วงเดือน (2546) ที่ศึกษาการเคลือบผิวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องนาน 12 วัน พบว่า ผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่าผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 2 และภาพ 19)

(2) การเปลี่ยนแปลงสี

ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 34.46±1.03 และ 34.71±0.99 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีค่า L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าเท่ากับ 33.92±0.98, 34.92±0.92, 35.13±1.01 และ 34.37±0.79 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น พบว่า ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 3 และภาพ 20)

ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 39.15±2.39 และ 40.38±2.70 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า chroma ไม่แตกต่างกัน คือ 40.62±1.70 ,41.49±1.24 และ 40.70±2.18 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 36.24±0.90

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 3 และภาพ 21)

ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่าเท่ากับ 30.41±2.30 และ 30.97± 2.14 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีค่า hue angle ของสีผิวผลเท่ากับ 28.59±2.03 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสซึ่งมีค่าเท่ากับ 32.35±1.90

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่าค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 3 และภาพ 22)

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า chroma และค่า hue angle สูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แสดงให้เห็นว่าสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีสีส้มแดง และเปลี่ยนเป็นสีแดงได้ช้ากว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Mostofi *et al* (2003) ที่รายงานว่า ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า hue angle สูงกว่าผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศา-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลเซียส โดยที่อุณหภูมิสูงมีการลดลงของค่า hue angle เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีระหว่างการสุกของผลไม้ โดยในสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในผลไม้ให้เกิดช้าลงส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสีผิวจึงเกิดช้ากว่าที่สภาวะอุณหภูมิสูง (ดนัย, 2540)

(3) ความแน่นเนื้อ

ผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่าท่ากับ 0.91±0.02 และ 0.89±0.03 กิโลกรัมตามลำดับ

ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.92±0.02 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.88±0.04 กิโลกรัม

ค่าความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรีพันธุ์ 329 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับผล สตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากผลการทดลองพบว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้ผลสตรอเบอรี่มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากผลสตรอเบอรี่จะนิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทุก 21.7 องศาฟาเรน-ไฮต์ (ชูพงษ์, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยพิชิต (2548) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลซียส มีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่า ผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส ผลไม้ทุกชนิดทั้ง climacterics และ non-climacterics เมื่อเริ่มสุกจะเกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ลักษณะเนื้อมีความนิ่มลง การนิ่มของผลมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ และการเกาะตัวกันของเซลล์ที่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและปริมาณสารประกอบเพกทิน เมื่อผลไม้สุกจะเกิดการสลายตัวของโพรโทเพกทินซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้เป็นกรดเพกติกและเพกตินซึ่งละลายน้ำได้ ทำให้การเกาะตัวของเซลล์ลดลง เซลล์จะแยกออกจากกันทำให้ลักษณะเนื้อเปลี่ยนไป การเก็บรักษาโดยใช้ความเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ทำให้ผลไม้นิ่มและอ่อนตัวช้าลง เพราะอุณหภูมิต่ำมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ต่างๆในปฏิกิริยาเคมีให้ช้าลง (ดนัย และนิธิยา, 2548) Zauberman and Jobin-Décor (1995) รายงานว่า อุณหภูมิต่ำมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลทำให้อะโวกาโดที่เก็บรักษาเกิดการเสื่อมสภาพช้าลง และทำให้เอ็นไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส พอลิกาแล็กทูโรเนส และเซลลูเลสมีกิจกรรมลดลงด้วย

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่าค่า ความแน่นเนื้อ ของผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มลดลง โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 4 และภาพ 23)

(4) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และที่ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 8.72$\pm$1.49 และ 8.05$\pm$0.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 , 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 8.20$\pm$0.51, 8.13$\pm$0.30, 8.06$\pm$0.41 และ 7.98$\pm$0.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ชัยพิชิต (2548) รายงานว่า ผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน และมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างเก็บรักษาเพียงเล็กน้อยเท่านั้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่คือน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรักโทส ภายหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม โดยปกติแล้วผลิตผลซึ่งมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ลดลง(จริงแท้, 2544) ในรายงานของเสาวคนธ์ (2544) ศึกษาการเคลือบผิวผลสาลี่แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณภูมิ 5, 17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 10 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสาลี่มีค่าไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Ayala-Zavala *et al* (2004) พบว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0.5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันจนกระทั่งถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 4 และภาพที่ 24)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(5) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.16±0.03 และ 3.22±0.03 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องสาเซลเซียส มีค่า pH ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 3.20±0.05, 3.18±0.03, 3.18±0.03 และ 3.19±0.04 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Ayala-Zavala *et al*. (2004) ที่รายงานว่า อุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีพันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Aromas ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงน้อยมากและไม่แตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษา (Pelayo *et al* ., 2003) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาผลสตรอเบอรีที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ เกิดขึ้นได้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจเกิดขึ้นช้าลงด้วย (จริงแท้, 2544)

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่าค่า pH ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลง โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 4 และภาพ 25)

(6) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.32±0.16 และ 1.31±0.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Garg *et al*. (2005) ที่รายงานว่า ผลพืชพันธุ์ July Elberta ที่ผ่านกระบวนการการ precooling ร่วมกับการเคลือบผิวนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบกับผลพืชที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องสาเซลเซียส มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เท่ากับ 1.34±0.10, 1.30±0.07, 1.30±0.03 และ 1.32±0.09 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Ayala-Zavala *et al*. (2004) ที่รายงานว่า อุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีพันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 13 วัน เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า อุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลลิ้นจี่ (ชินพันธ์, 2539) ซึ่งโดยปกติแล้วพืชจะมีการนำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ จึงทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์ในผลิตผลลดลง (สายชล, 2528) แต่ในกรณีนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าผลสตรอเบอรีไม่ได้นำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ แต่นำเอาอาหารสะสมอื่นไปใช้แทน ดังนั้นปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีจึงไม่มีความแตกต่างกัน

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณกรดที่ไทรเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 4 และภาพ 26)

(7) ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.48±6.81 และ51.69±6.81 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องสาเซลเซียส มีค่าของปริมาณวิตามินซีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด มีค่าเท่ากับ 61.13±7.05 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งการเก็บผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิสูงมักจะมีการสูญเสียมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ พิมพ์ใจ (2548) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส สูญเสียวิตามินซีมากกว่า 0 องศาเซลเซียส

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณของวิตามินซี ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างเพิ่มขึ้น โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 4 และภาพที่ 27)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(8) ปริมาณแอนโทไซยานิน

ปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 8.24±3.47 และ 6.97±2.83 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ดนัย (2540) รายงานว่าสีผิวของผลสตรอเบอรี่สุกมีสีแดงซึ่งเป็นสารสีแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานิน เป็นองค์ประกอบ แอนโทไซยานินเป็นกลุ่มของสารองค์ประกอบที่มีสีแดงไปจนถึงสีม่วงและสีน้ำเงิน เมื่อผลมีอายุมากขึ้นจะมีการสังเคราะห์แอนโทไซยานินมากขึ้นด้วย ทำให้แอนโทไซยานินไปบดบังคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ซึ่งทำให้เห็นว่าผลสตรอเบอรี่สุกมีสีแดง เนื่องจากผลสตรอเบอรี่ที่นำมาทดลองในครั้งนี้มีระยะความสุกแก่อยู่ระหว่าง 78-80 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงแรกของการเก็บรักษาจึงมีการเพิ่มขึ้นของแอนโทไซยานินในผลสตรอเบอรี่ได้ เมื่อผลตรอเบอรี่มีการพัฒนาจนมีสีแดงทั่วทั้งผลปริมาณแอนโทไซยานินจึงค่อนข้างคงที่

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด เท่ากับ 11.46±3.35 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 6.80±2.55, 5.61±1.38 และ 6.55±1.32 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Schouten *et al.,* (2002) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Elsanta ไว้ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาสีของผลสตรอเบอรี่เร็วกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, และ 5 องศาเซลเซียส โดยในสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในผลไม้ให้เกิดช้าลงส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสีผิวจึงเกิดช้ากว่าที่สภาวะอุณหภูมิสูง (ดนัย, 2540)

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 4 และภาพ 28)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(9) อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 8.00±5.16 และ 8.00±5.16 วัน ตามลำดับ การลดอุณหภูมิแบบ

เฉียบพลันให้แก่ผลิตผลเป็นการไล่ความร้อนจากแปลงปลูกที่ติดมากับผลิตผลออกไป เมื่อผลิตผลมีอุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นช้าลง และมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (ดนัยและนิธิยา, 2548) ซึ่งผลสตรอเบอรี่ในการทดลองนี้เวลาในการเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงเย็นในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินแล้วก็นำมาบรรจุในกล่องพลาสติกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนในช่วงฤดูหนาวจะต่ำอยู่แล้วประกอบกับในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เมื่อเรานำผลสตรอเบอรี่มาลดอุณหภูมิในเช้าวันถัดมาจึงไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องสาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าเท่ากับ 2.00±0.00, 6.00±0.00, 10.0±0.00 และ14.00±0.00 วัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยพิชิต (2548) รายงานว่าผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5±1 และ 10±1 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นได้ เพราะอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ และลดกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ให้ช้าลงได้ ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจช้าลง (จริงแท้, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2 การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ	
Precooling	1.18±0.75
ไม่ผ่าน Precooling	1.19±0.68
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา	
อุณหภูมิห้อง	2.33±0.27^{c}
10 องศาเซลเซียส	0.94±0.13^{b}
5 องศาเซลเซียส	0.84±0.05^{b}
0 องศาเซลเซียส	0.60±0.12^{a}
ปัจจัยที่ 1	ns
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3 ค่า L*, chroma และ hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

วิธีการ	ค่าสี		
	L*	chroma	hue angle
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ			
Precooling	34.46±1.03	39.15±2.39	30.41±2.30
ไม่ผ่าน Precooling	34.71±0.99	40.38±2.70	30.97±2.14
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา			
อุณหภูมิห้อง	34.37±0.79	36.24±0.90^{b}	28.59±2.03^{b}
10 องศาเซลเซียส	35.13±1.01	40.70±2.18^{a}	30.00±0.75^{ab}
5 องศาเซลเซียส	34.92±0.92	41.49±1.24^{a}	31.83±1.74^{ab}
0 องศาเซลเซียส	33.92±0.98	40.62±1.70^{a}	32.35±1.90^{a}
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4 ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้, ค่า pH ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้, ปริมาณวิตามินซี และปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

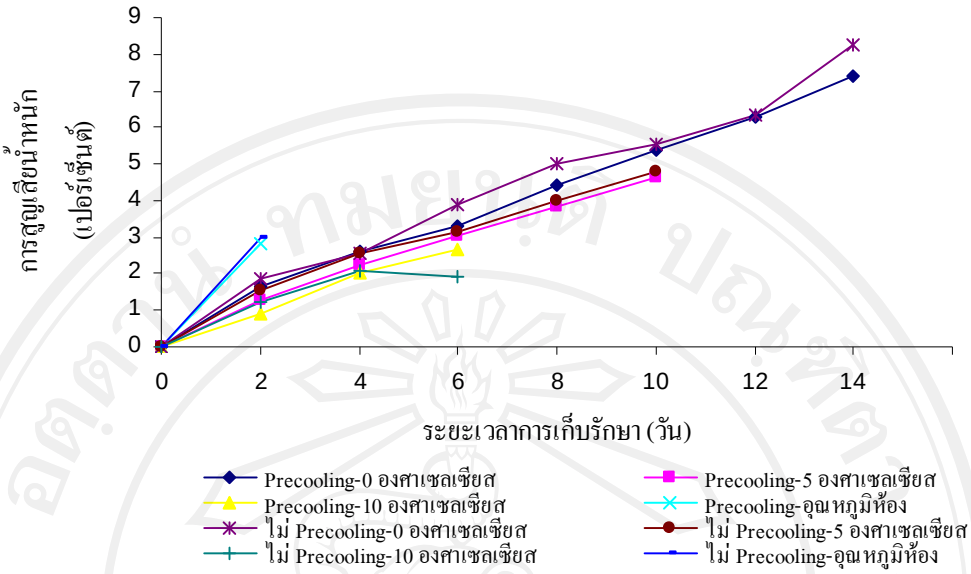
วิธีการ	ความแน่นเนื้อ (กิโลกรัม)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)	ค่า pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ						
Precooling	0.91±0.02^{a}	8.13±0.47	3.16±0.03^{a}	1.32±0.16	59.48±6.81^{a}	8.24±3.47^{b}
ไม่ผ่าน Precooling	0.89±0.03^{b}	8.05±0.37	3.22±0.03^{b}	1.31±0.10	51.69±6.81^{b}	6.97±2.83^{b}
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา						
อุณหภูมิห้อง	0.88±0.04^{b}	7.98±0.45	3.20±0.05	1.34±0.10	50.04±5.48^{c}	11.46±3.35^{b}
10 องศาเซลเซียส	0.89±0.02^{b}	8.06±0.41	3.18±0.03	1.30±0.07	53.51±8.33^{bc}	6.80±2.55^{a}
5 องศาเซลเซียส	0.91±0.02^{ab}	8.13±0.30	3.18±0.03	1.30±0.03	57.66±5.87^{ab}	6.55±1.32^{a}
0 องศาเซลเซียส	0.92±0.02^{a}	8.20±0.51	3.19±0.04	1.32±0.09	61.13±7.05^{a}	5.61±1.38^{a}
ปัจจัยที่ 1	*	ns	*	ns	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	ns	ns	ns	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	*	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

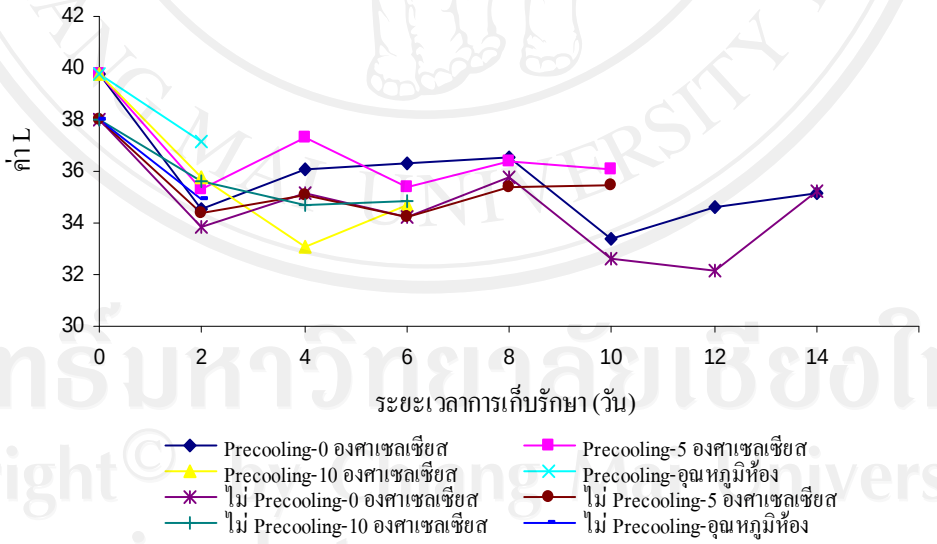
* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

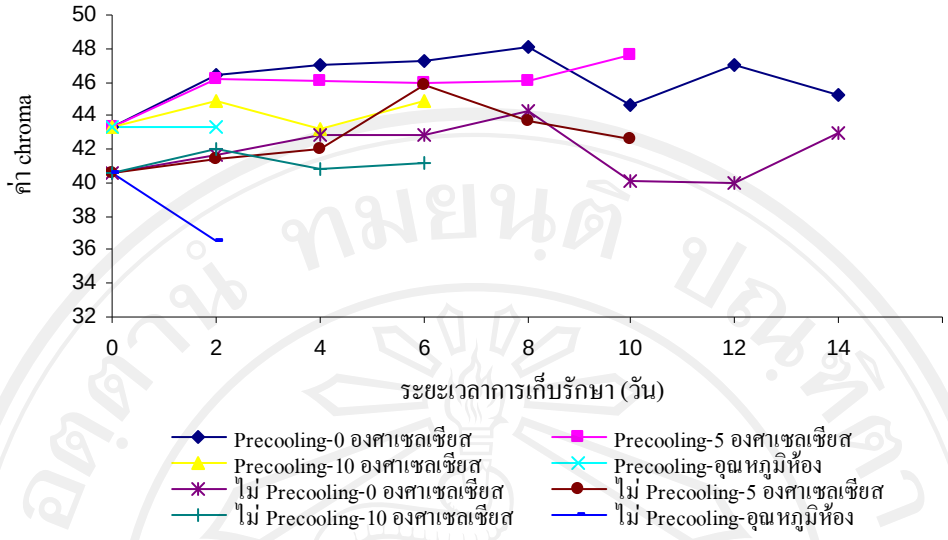


ภาพ 19 การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

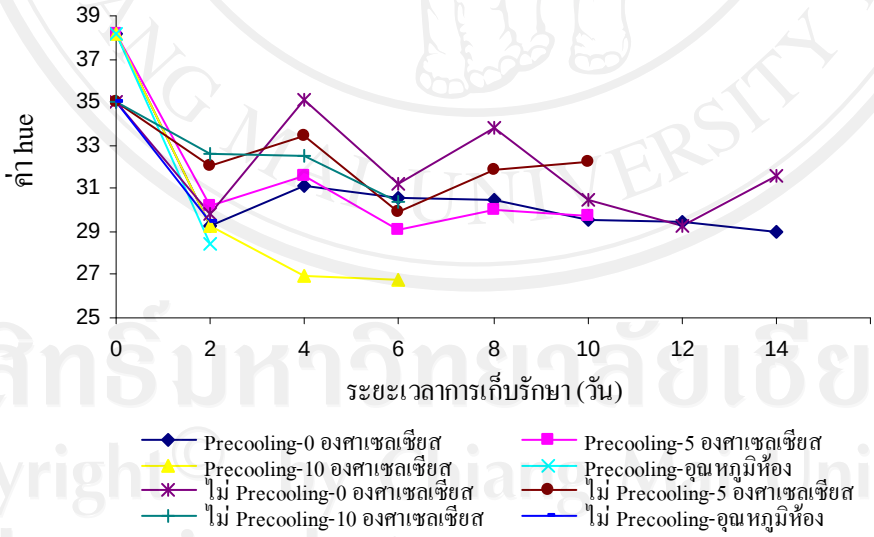


ภาพ 20 ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

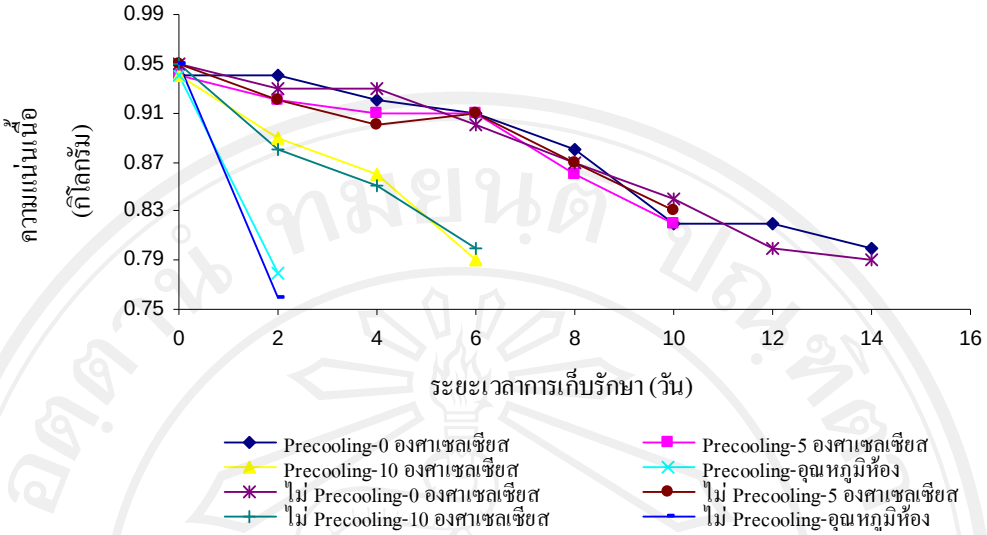


ภาพ 21 ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

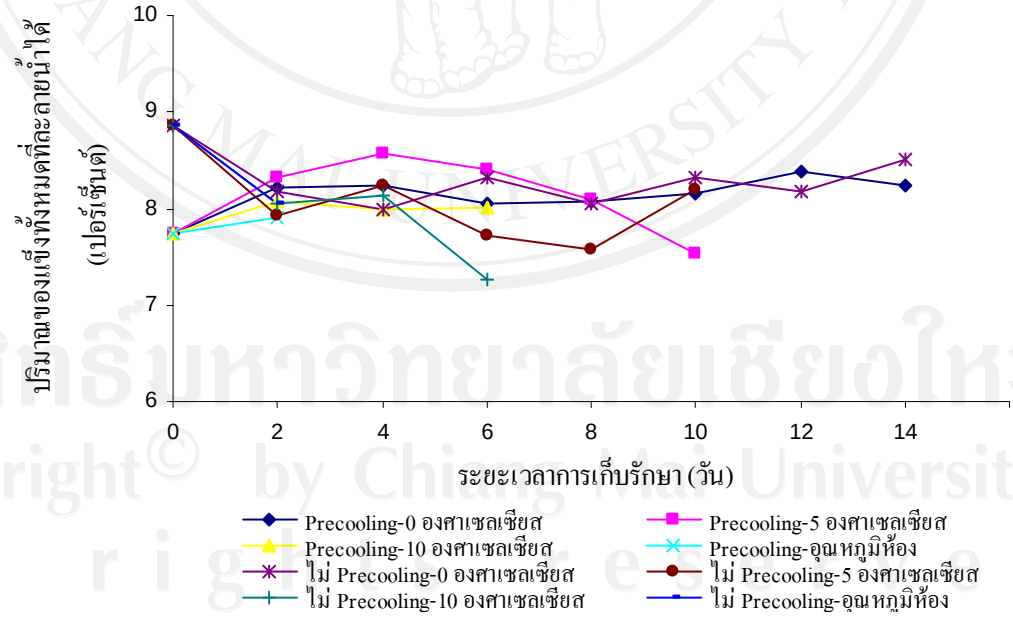


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 22 ค่า hue ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

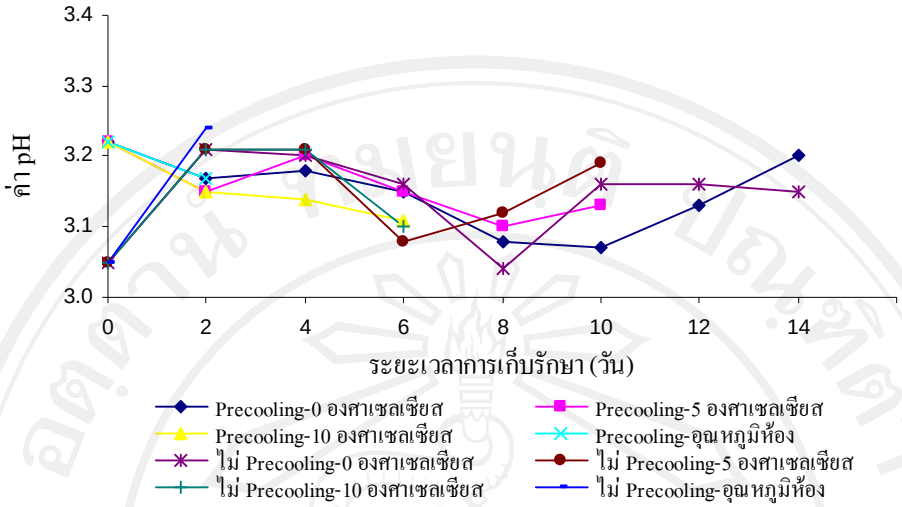


ภาพ 23 ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

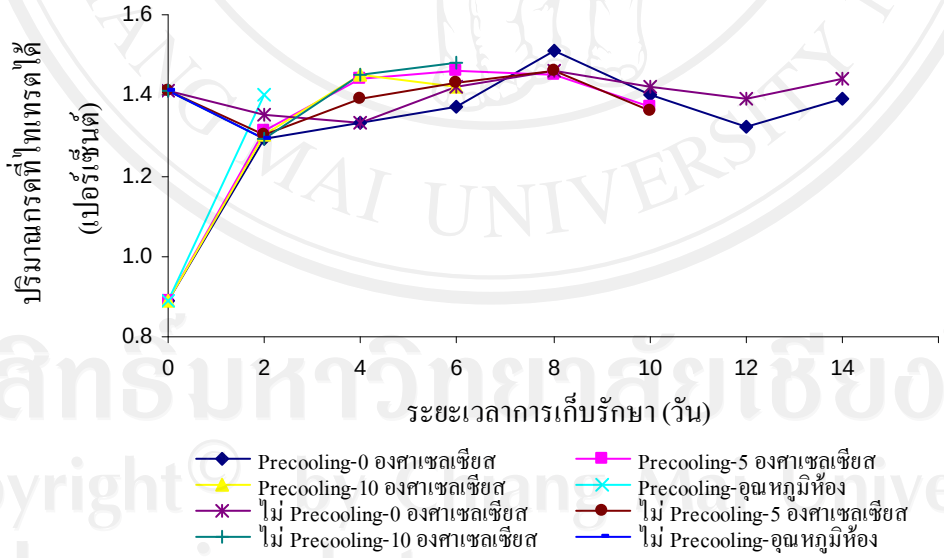


ภาพ 24 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

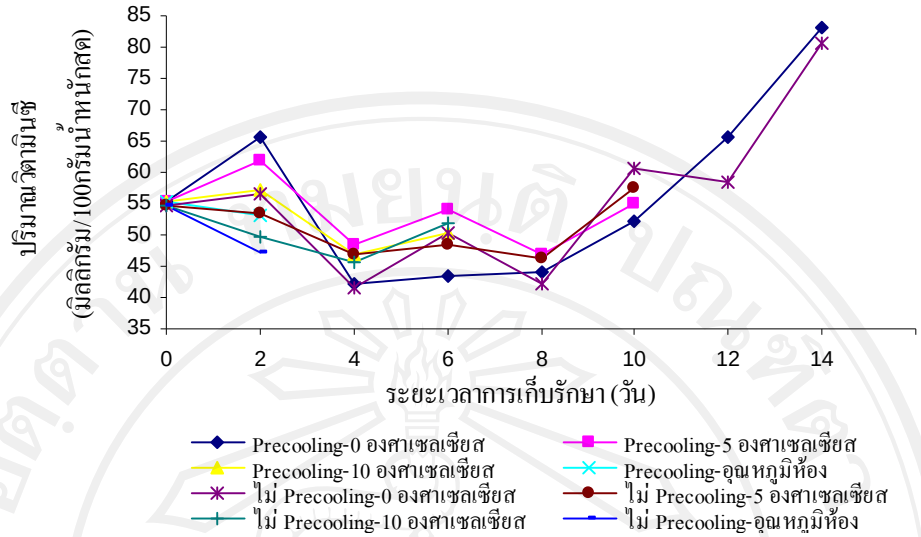


ภาพ 25 ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

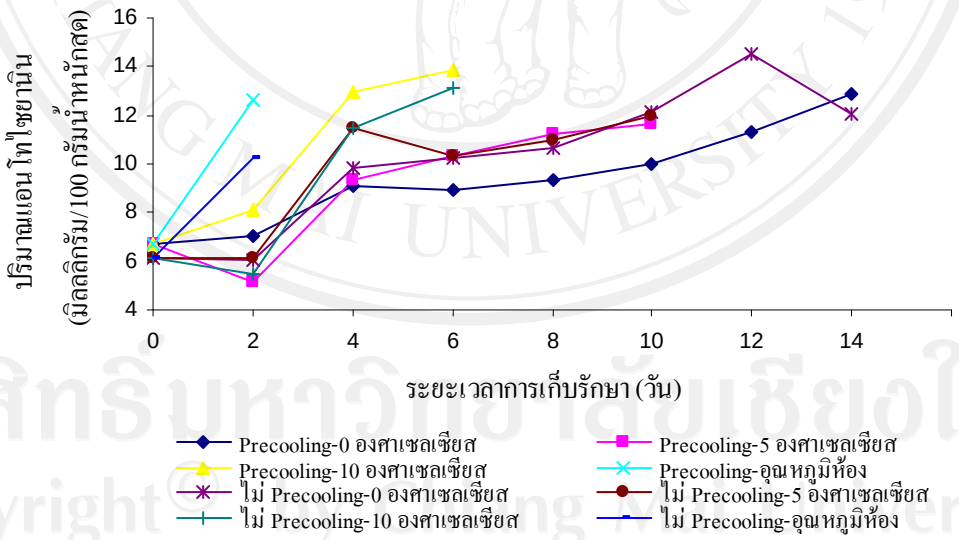


ภาพ 26 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 27 ปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1



ภาพ 28 ปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การทดลองครั้งที่ 2 ผลของการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันโดยวิธีผ่านอากาศเย็นต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่เก็บเกี่ยวในเดือน มกราคม พ.ศ. 2549 บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 9x13x5 เซนติเมตร

4.2.1 การทดลองย่อยที่ 1 การลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันด้วยวิธี Forced-Air Tunnel Cooling

(1) อุณหภูมิของผลิตผลและสภาวะภายในห้อง Forced–Air Tunnel Cooling ในการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329

อุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยก่อนการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่มีค่าเท่ากับ 14.6 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิเริ่มต้นมีผลต่อการลดความร้อนของผลิตผลเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดความร้อนของผลิตผลให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิเริ่มต้นของผักผลไม้ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผลมีค่าต่ำแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลาสั้นด้วยในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผลมีค่าสูงจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลานาน

ความเร็วเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านหน้าตะกร้าขณะทำการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่ มีค่าเท่ากับ 0.5 เมตรต่อวินาที ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านผลิตผล ถ้ามีค่ามาก จะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมินั้นสั้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Dincer (1995) ซึ่งรายงานว่า ในการลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็นขององุ่น ความเร็วของอากาศที่ใช้มีค่าเท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิสั้นกว่าความเร็วของอากาศที่ 1.0 เมตรต่อวินาที

อุณหภูมิของอากาศภายในห้อง forced-air tunnel cooling ขณะทำการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 4 องศาเซลเซียส ดังภาพ 29และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 85 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพ 30 อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อการลดความร้อนของผลิตผลเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดความร้อนของผลิตผลให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็นในที่นี้คือ อากาศ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ถ้าอุณหภูมิตัวกลางของผลิตผลมีค่าต่ำแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลาสั้นด้วย ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิตัวกลางของผลิตผลมีค่าสูงจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลานานมากยิ่งขึ้น เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) Cooling Parameters

แผนภาพที่ได้จากการพล็อตอุณหภูมิสตรอเบอรี่กับเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง ลักษณะของกราฟที่ได้เป็นเส้นโค้งแบบเอกซ์โพเนนเชียลเชิงลบ (negative exponential) ซึ่งในช่วงแรกอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่จะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากผ่าน half-cooling time ไปแล้วอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้าๆ ดังภาพ 31

ตาราง 5 พบว่า ค่า cooling parameters ในการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 แสดงด้วยค่าต่างๆดังนี้ half-cooling time, seven-eighths cooling time, lag factor และ cooling coefficients. Half-cooling time (Z) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการลดความร้อนของผลิตผลลงมาได้ครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิของผลิตผล กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็นซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 5-11 นาที ค่าของ seven-eighths cooling time (S) คือ เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลลง 7/8 ของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผลิตผลเมื่อเริ่มต้นกับอุณหภูมิของตัวกลางซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 37-44 นาที ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผล และอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็น (ดนัยและนิธิยา, 2548) นาที lag factor (j) ในการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.6010-0.7889 กล่าวคือถ้าค่าของ j น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าสตรอเบอรี่มีความต้านทานภายในน้อยมากเพราะการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพาความร้อน ทำให้สามารถลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่ให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าค่า j มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสตรอเบอรี่มีความต้านทานการนำความร้อนภายใน (internal resistance) และการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งแบบการนำและการพาความร้อนจึงทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นใช้เวลามาก ค่า cooling coefficients ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ในกรณีที่มีค่าสูง หมายถึง การลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะใช้ระยะเวลาที่สั้น ถ้ามีค่าน้อยหมายถึงการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะใช้ระยะเวลานานจากการทดลองค่า cooling coefficients จะอยู่ในช่วง 0.0422 ถึง 0.0440 นาที$^{-1}$

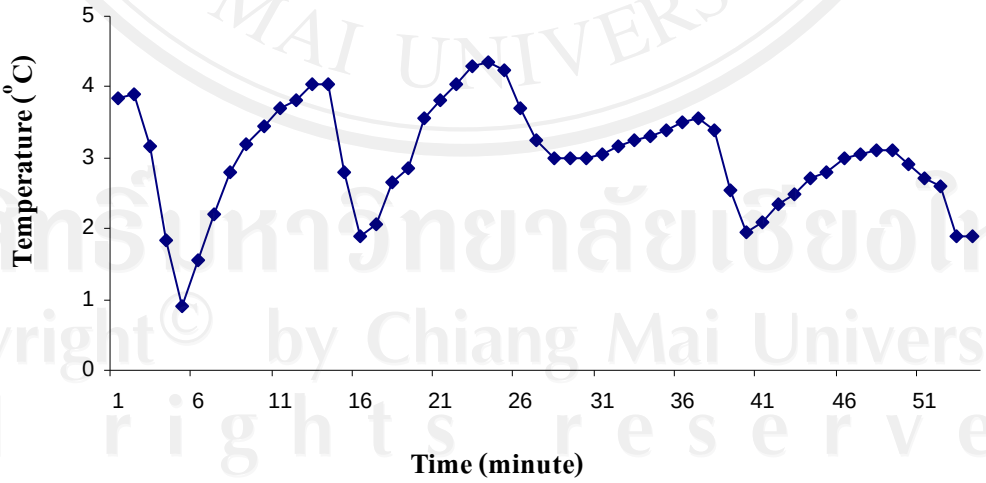
การสูญเสียน้ำจากการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นนั้น พบว่ามีการสูญเสียน้ำน้อยมากประมาณค่าไม่ได้ ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการคายน้ำสูง และจะสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ยกเว้นในกรณีที่อยู่ในสภาพบรรยากาศมีความชื้นอิ่มตัว ถ้าความชื้นหรือปริมาณไอน้ำในอากาศแตกต่างกับในเนื่อเยื่อของพืชมาก จะทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำมากด้วย สาเหตุของการสูญเสียน้ำเกิดจากความแตกต่างของความดันไอระหว่างความดันไอน้ำของผลิตผลและความดันไอน้ำของสภาพแวดล้อม ซึ่งควบคุมโดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ดนัยและนิธิยา, 2548) สตรอเบอรี่ที่เก็บมาจากแปลงปลูกที่อุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

29-30 องศาเซลเซียสจะมีการสูญเสียน้ำไป 50 เปอร์เซ็น ถ้ามีการ delay cooling เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (Nunes *et al*. 1995) ซึ่งผลสตรอเบอรี่ในการทดลองนี้เวลาในการเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงเย็นในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินแล้วก็นำมาบรรจุในกล่องพลาสติกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนในช่วงฤดูหนาวจะต่ำอยู่แล้วประกอบกับในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เมื่อเรานำผลสตรอเบอรี่มาลดอุณหภูมิในเช้าวันถัดมาจึงไม่ค่อยมีการสูญเสียน้ำจากการลดอุณหภูมิ

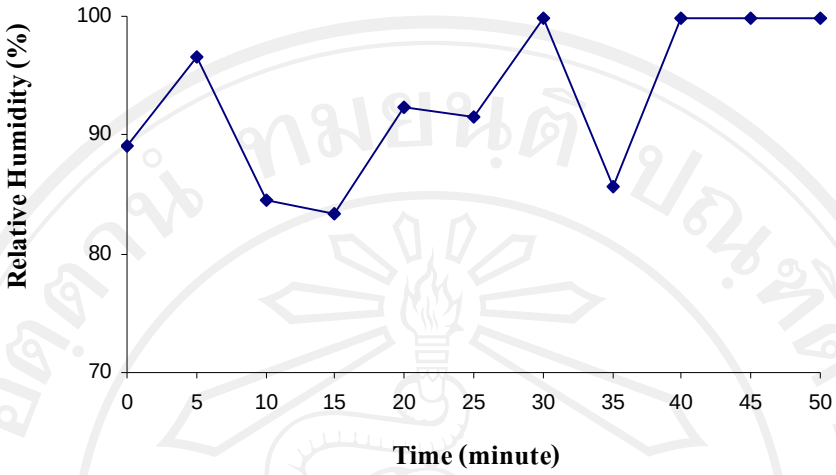
ตาราง 5 ค่า Cooling Parameters ในกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยวิธี Forced–Air Tunnel Cooling ของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 2

สายวัดตำแหน่งที่	j	C (1/minute)	Half Cooling Time (minute)	Seven – Eighths Cooling Time (minute)	เวลาที่ใช้การลดอุณหภูมิทั้งหมด (นาที)	R^2
1	0.7563	0.0427	10	42	48	0.9935
2	0.7889	0.0422	11	44	52	0.9942
3	0.6010	0.0440	5	37	44	0.9941
4	0.6825	0.0432	8	40	47	0.9932

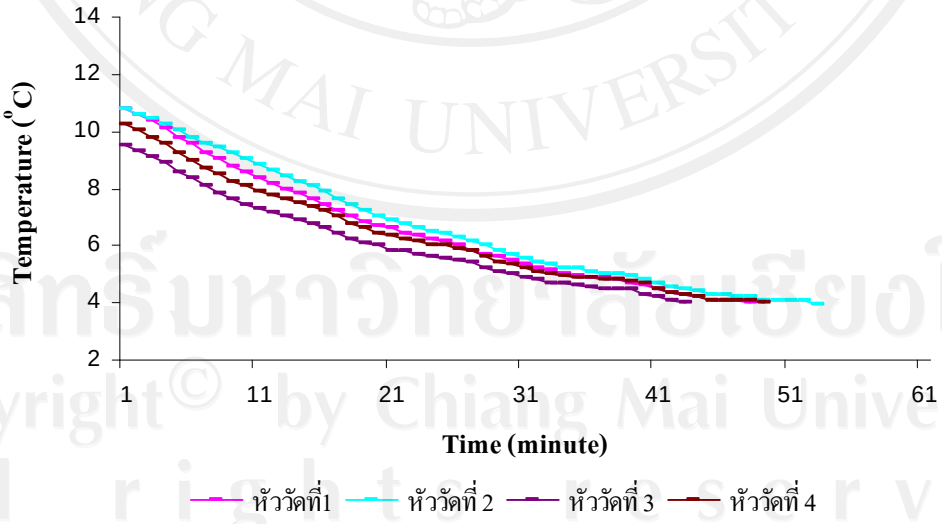


ภาพ 29 อุณหภูมิอากาศในการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 30 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในการลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 2



ภาพ 31 การลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 การทดลองย่อยที่ 2 การลดอุณหภูมิต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329

(1) ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และ ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 7.37±0.14 และ 7.14±0.20 คะแนน ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียสมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 8.11±1.03 และ 7.88±0.99 คะแนน แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 10 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 5.44±0.94 และ 6.80±0.23 คะแนนตามลำดับ ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน มีลักษณะปรากฏดีกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง โดยผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส มีลักษณะผลสดผิวยังไม่เหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเขียวสด และยังไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีลักษณะความสดลดลง ผิวเริ่มเหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเหลืองเล็กน้อย ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีลักษณะผิวเหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเหลือง และบางผลมีการเข้าทำลายของเชื้อรา ทั้งนี้อุณหภูมิมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเก็บรักษาและคุณภาพของผลิตผล เพราะอุณหภูมิเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในผลิตผล โดยมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆ รวมถึงการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และการสูญเสียน้ำของผลิตผลด้วย (จริงแท้, 2544 ; สายชล, 2528) ซึ่งที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง เพราะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีให้เกิดช้าลง ส่งผลให้การสุกและการเสื่อมสภาพของผลิตผลเกิดช้าลงด้วย (จริงแท้, 2544 ; ดนัย, 2540 ; สายชล, 2528) ดังนั้นการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจึงมีลักษณะปรากฏดีกว่าอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่สุกแก่เต็มที่ไว้ที่อุณหภูมิ 0 , 5 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส มีลักษณะปรากฏที่ยอมรับได้สูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Ayala-Zavala *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) การสูญเสียน้ำหนัก

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และ ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 1.30±0.59 และ 1.60±0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำของผลิตผลก็คือ ความแตกต่างระหว่างปริมาณความชื้นหรือความดันไอภายในผลิตผลกับความดันไอของอากาศภายนอก (จริงแท้, 2544) เนื่องจากผลสตรอเบอรีพันธุ์ 329 ที่ใช้ในการทดลองนี้ ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเย็นทำให้อุณหภูมิของอากาศค่อนข้างต่ำ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับความชื้นและการสูญเสียน้ำ (จริงแท้, 2544) จึงทำให้ความร้อนที่ติดมากับผลิตผลจากแปลงปลูกมีน้อย บวกกับสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ซึ่งการเก็บรักษาผลิตผลให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุดนี้ควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2544)

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 2.42±0.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 1.08±0.17, 1.12±0.20 และ 1.18±0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลเกิดจากการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล ซึ่งทำให้ผลิตผลเกิดการเหี่ยว หดตัว ส่งผลให้คุณภาพลดลง (จิรา, 2531) นอกจากนี้การเก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิสูงจะทำให้ผลิตผลมีการคายน้ำสูงและสูญเสียน้ำได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันของไอน้ำในอากาศจะเพิ่มขึ้น คือ ที่อุณหภูมิสูงอากาศสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2544 ; ดนัย, 2540 ; ดนัยและนิธิยา, 2548 ; ยงยุทธ, 2539) ดังนั้นการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ไว้ที่อุณหภูมิห้อง จึงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วงเดือน (2546) ที่ศึกษาการเคลือบผิวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10และ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องนาน 12 วัน พบว่า ผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 6 และภาพ 32)

(3) การเปลี่ยนแปลงสี

ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 35.28±1.55 และ 36.23±1.18 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่า L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 36.37±1.06, 34.89±1.57, 36.67±1.57และ 35.09±0.90 ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 7 และภาพ 33)

ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการprecooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 45.79±1.68 และ46.62±2.06 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภู 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่า chroma ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ 47.89±1.51, 46.46±1.55, 46.18±1.73 และ 44.30±1.07 ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 7 และภาพ 34)

ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่าเท่ากับ 34.09±3.40 และ 33.56± 2.91 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่า hue angle เท่ากับ 29.73±1.00 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.10±1.88

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 7 และภาพ 35)

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า chroma และค่า hue angle สูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แสดงให้เห็นว่าสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีสีส้มแดง และเปลี่ยนเป็นสีแดงได้ช้ากว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Mostofi *et al* (2003) ที่รายงานว่า ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า hue angle สูงกว่าผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิสูงมีการลดลงของค่า hue angle เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีระหว่างการสุกของผลไม้ โดยในสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในผลไม้ให้เกิดช้าลงส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสีผิวจึงเกิดช้ากว่าที่สภาวะอุณหภูมิสูง (ดนัย, 2540)

(4) ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 0.97±0.01 และ0.93±0.01 กิโลกรัม ตามลำดับ

ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.96±0.03 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.88±0.04 กิโลกรัม

จากผลการทดลองพบว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้ผลสตรอเบอรี่มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากผลสตรอเบอรี่จะนิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทุก 21.7 องศาฟาเรนไฮต์ (ชูพงษ์, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยพิชิต (2548) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศา-เซลซียส มีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่า ผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลไม้ทุกชนิดทั้ง climacterics และ non-climacterics เมื่อเริ่มสุกจะเกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ลักษณะเนื้อมีความนิ่มลง การนิ่มของผลมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ และการเกาะตัวกันของเซลล์ที่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและปริมาณสารประกอบเพกทิน เมื่อผลไม้สุกจะเกิดการสลายตัวของโพรโทเพกทินซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้เป็นกรดเพกติกและเพกตินซึ่งละลายน้ำได้ ทำให้การเกาะตัวของเซลล์ลดลง เซลล์จะแยกออกจากกันทำให้ลักษณะเนื้อเปลี่ยนไป การเก็บรักษาโดยใช้ความเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ทำให้ผลไม้นิ่มและอ่อนตัวช้าลง เพราะอุณหภูมิต่ำมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ต่างๆในปฏิกิริยาเคมีให้ช้าลง (ดนัย และนิธิยา, 2548) Zauberman and Jobin-Décor (1995) รายงานว่า อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อะโวกาโดที่เก็บรักษาเกิดการเสื่อมสภาพช้าลง และทำให้เอ็นไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส พอลิกาแล็กทูโรเนส และเซลลูเลสมีกิจกรรมลดลงด้วย

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่าความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มลดลง โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 8 และภาพ 36)

(5) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และที่ไม่ผ่านกระบวนการ precooling ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 9.32$\pm$0.36 และ 8.71$\pm$0.49 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Garg *et al*. (2005) ที่พบว่า ลูกพีชพันธุ์ July Elberta ที่ผ่านการลดอุณหภูมิขั้นต้นร่วมกับการเคลือบผิวนั้น มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลพีชที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าเท่ากับ 9.35$\pm$0.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.77$\pm$0.37, เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุเมธี (2548) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มากกว่าผลลำไยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 3 และ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่คือน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรักโทส ภายหลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บเกี่ยวน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม โดยปกติแล้วผลิตผลซึ่งมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ลดลง (จริงแท้, 2544) ในรายงานของ เสาวคนธ์ (2544) ศึกษาการเคลือบผิวผลสาลี่แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณภูมิ 5, 17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 10 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสาลี่มีค่าไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Ayala-Zavala *et al*. (2004) พบว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0.5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันจนกระทั่งถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 8 และภาพ 37)

(6) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และที่ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 3.52±0.07 และ 3.54±0.06 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nunes *et al*. (2005) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอรีพันธุ์ Oso Grande และ Chandler ที่ผ่านการ precooling และไม่ผ่านการ precooling มีค่า pH ไม่แตกต่างกัน เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ จิราภรณ์ (2548) ซึ่งรายงานว่า ผลมะม่วงที่ผ่านการลดอุณหภูมิ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 18 วัน มีค่า pH ไม่แตกต่างกับผลมะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีค่า pH เท่ากับ 3.45±0.04 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.58±0.08

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลง โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 8 และภาพ 38)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(7) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.12±0.08 และ 1.15±0.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Garg *et al.* (2005) ที่รายงานว่า ผลพีชพันธุ์ July Elberta ที่ผ่านกระบวนการการ precooling ร่วมกับการเคลือบผิวนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบกับผลพีชที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องสาเซลเซียส มีค่าปริมาณกรด-ที่ไทเทรตได้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.15±0.05, 1.16±0.06, 1.10±0.01 และ 1.13±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Ayala-Zavala *et al.* (2004) ที่รายงานว่า อุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีพันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 13 วัน เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า อุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลลิ้นจี่ (ชินพันธ์, 2539) ซึ่งโดยปกติแล้วพืชจะมีการนำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ จึงทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์ในผลิตผลลดลง (สายชล, 2528) แต่ในกรณีนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าผลสตรอเบอรีไม่ได้นำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ แต่นำเอาอาหารสะสมอื่นไปใช้แทน ดังนั้นปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีจึงไม่มีความแตกต่างกัน

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณกรดที่ไทรเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 8 และภาพ 39)

(8) ปริมาณวิตามินซี

ผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.55±5.50 และ 57.23±8.86 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องสาเซลเซียส มีปริมาณของวิตามินซี สูงสุดเท่ากับ 66.42±4.96 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 และ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณของวิตามินซีเท่ากับ 54.41±6.26, 55.14±5.87 และ 57.59±6.01 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ พิมพ์ใจ (2548) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส สูญเสียวิตามินซีมากกว่า 0 องศา นอกจากนี้การสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลจะทำให้สูญเสียวิตามินซีมากขึ้น ดังนั้นการให้ความชื้นระหว่างการเก็บรักษา นอกจากจะช่วยรักษาความสดของผลิตผลแล้ว ยังสามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ด้วย (ดนัย, 2540)

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณของวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยที่อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 8 และภาพ 40)

(9) อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling ไม่แตกต่างกับอายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ precooling ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.00±5.77 และ 9.00±5.77 วัน ตามลำดับ การลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันให้แก่ผลิตผลเป็นการไล่ความร้อนจากแปลงปลูกที่ติดมากับผลิตผลออกไป เมื่อผลิตผลมีอุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นช้าลง และมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น(ดนัยและนิธิยา, 2548) ซึ่งผลสตรอเบอรี่ในการทดลองนี้เวลาในการเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงเย็นในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินแล้วก็นำมาบรรจุในกล่องพลาสติกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนในช่วงฤดูหนาวจะต่ำอยู่แล้วประกอบกับในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เมื่อเรานำผลสตรอเบอรี่มาลดอุณหภูมิในเช้าวันถัดมาจึงไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 16.00±0.00 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 องสาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.0±0.00, 8.00±0.00 และ 2.00±0.00 วันตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยพิชิต (2548) รายงานว่า ผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5±1 และ 10±1 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นได้ เพราะอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ และลดกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ ให้ช้าลงได้ ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจช้าลง (จริงแท้, 2544)

ตาราง 6 ลักษณะปรากฏ และ การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

วิธีการ	ลักษณะปรากฏ (คะแนน)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ		
Precooling	7.37±0.14	1.30±0.59[a]
ไม่ผ่าน Precooling	7.14±0.20	1.60±0.63[b]
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา		
อุณหภูมิห้อง	5.44±0.94[c]	2.42±0.28[b]
10 องศาเซลเซียส	6.80±0.23[b]	1.18±0.29[a]
5 องศาเซลเซียส	7.88±0.99[a]	1.12±0.20[a]
0 องศาเซลเซียส	8.11±1.03[a]	1.08±0.17[a]
ปัจจัยที่ 1	ns	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 7 ค่า L*, chroma และ hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

วิธีการ	ค่าสี		
	L*	chroma	hue angle
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ			
Precooling	35.28±1.55	45.79±1.68	34.09±3.40
ไม่ผ่าน Precooling	36.23±1.18	46.62±2.06	33.56±2.91
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา			
อุณหภูมิห้อง	35.09±0.90	44.30±1.07	29.73±1.00^{c}
10 องศาเซลเซียส	36.67±1.57	46.18±1.73	33.91±0.42^{b}
5 องศาเซลเซียส	34.89±1.57	46.46±1.55	34.57±2.25^{ab}
0 องศาเซลเซียส	36.37±1.06	47.89±1.51	37.10±1.88^{a}
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 8 ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้, ค่า pH ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศา-เซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

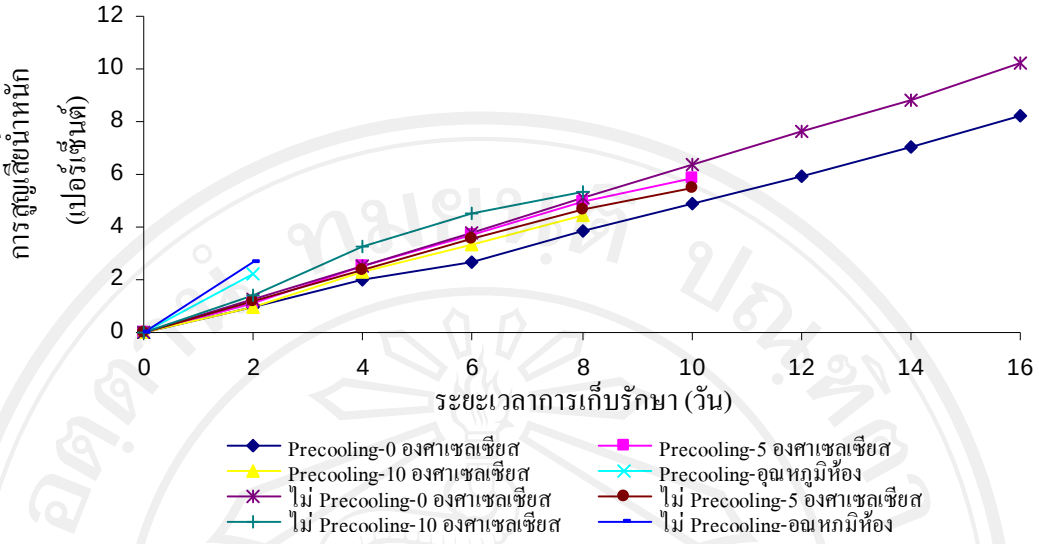
วิธีการ	ความแน่นเนื้อ (กิโลกรัม)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)	ค่า pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ					
Precooling	0.97±0.01[a]	9.32±0.36[a]	3.52±0.07	1.12±0.08	59.55±5.50
ไม่ผ่าน Precooling	0.93±0.01[b]	8.71±0.49[b]	3.54±0.06	1.15±0.06	57.23±8.86
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา					
อุณหภูมิห้อง	0.88±0.15[b]	9.35±0.46[b]	3.45±0.04[b]	1.15±0.05	54.41±6.26[b]
10 องศาเซลเซียส	0.94±0.01[a]	9.03±0.44[ab]	3.52±0.05[a]	1.16±0.06	57.59±6.01[b]
5 องศาเซลเซียส	0.95±0.02[a]	8.91±0.69[a]	3.53±0.08[a]	1.10±0.01	55.14±5.87[b]
0 องศาเซลเซียส	0.96±0.03[a]	8.77±0.37[a]	3.58±0.08[a]	1.13±0.06	66.42±4.96[a]
ปัจจัยที่ 1	*	*	ns	ns	*
ปัจจัยที่ 2	*	*	*	ns	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

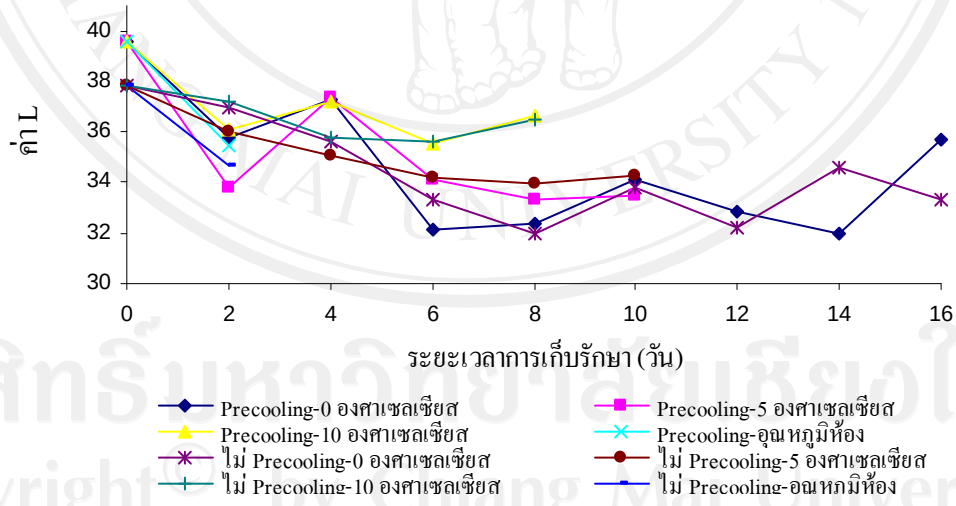
* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

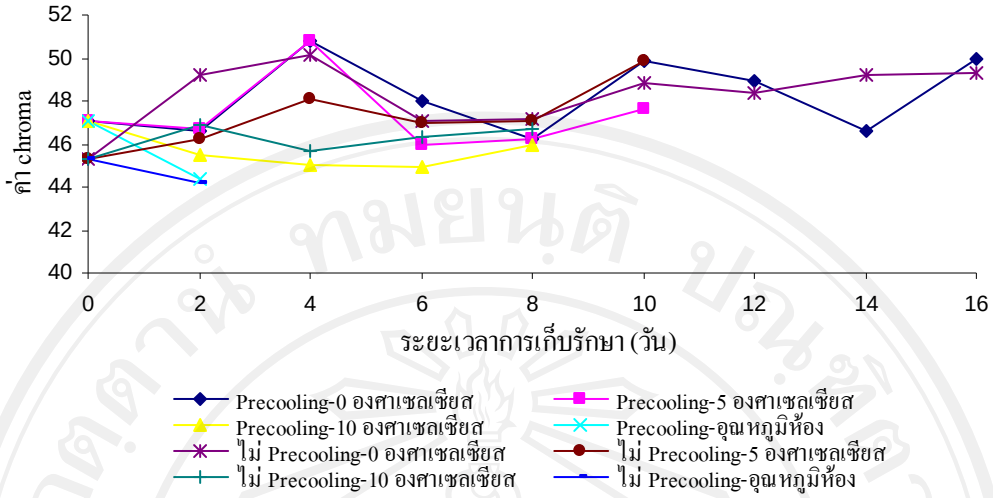


ภาพ 32 การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

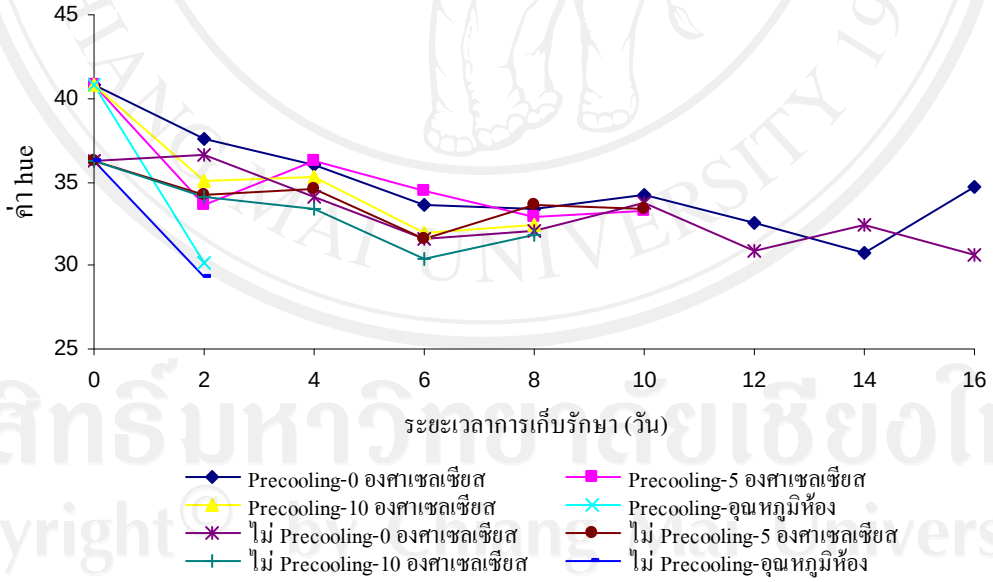


ภาพ 33 ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

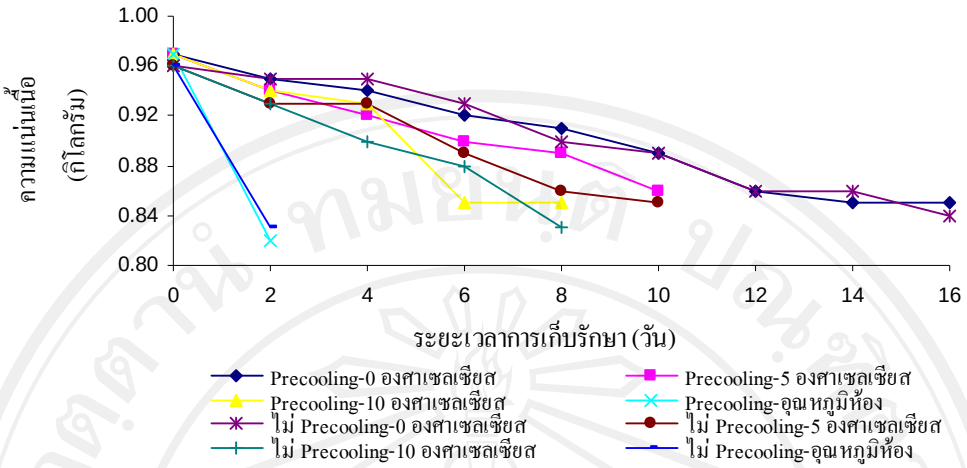


ภาพ 34 ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

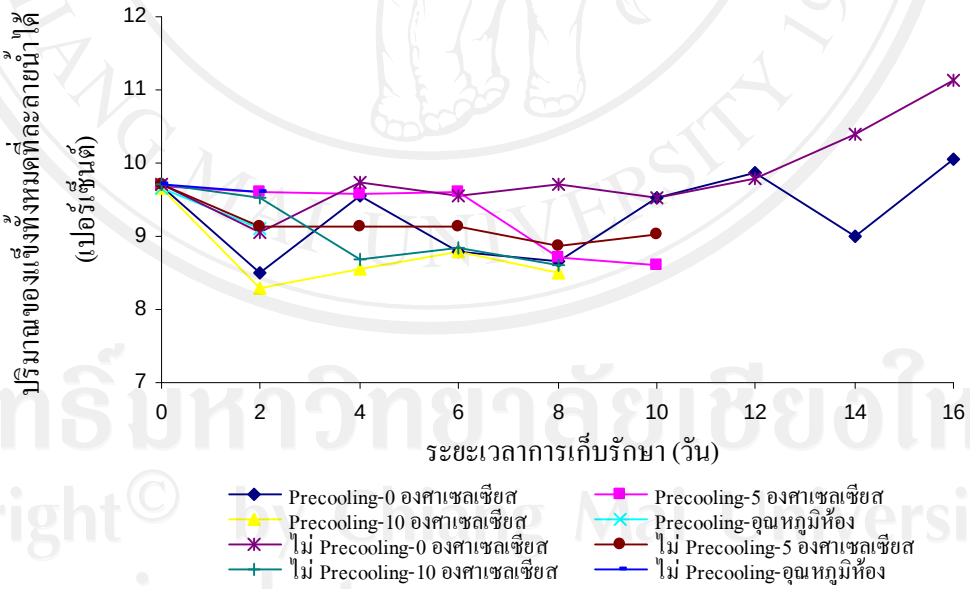


ภาพ 35 ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

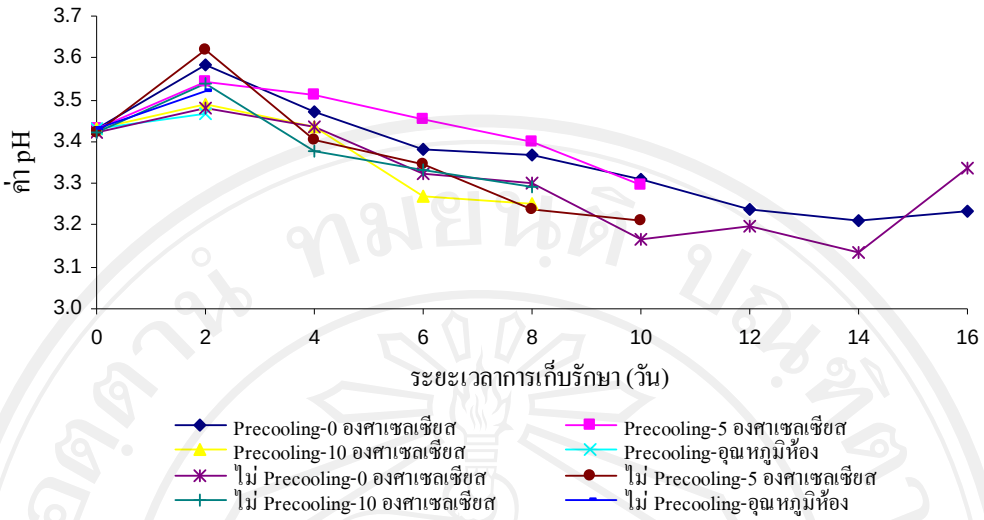


ภาพ 36 ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

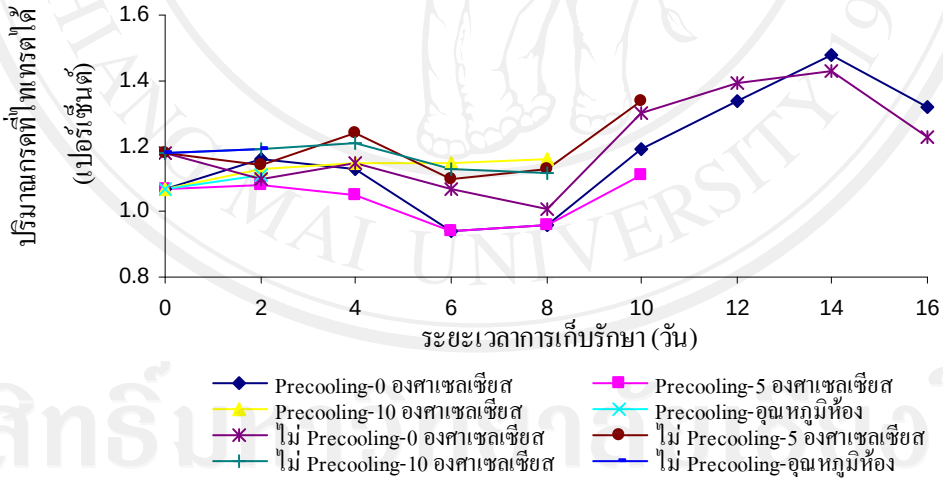


ภาพ 37 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

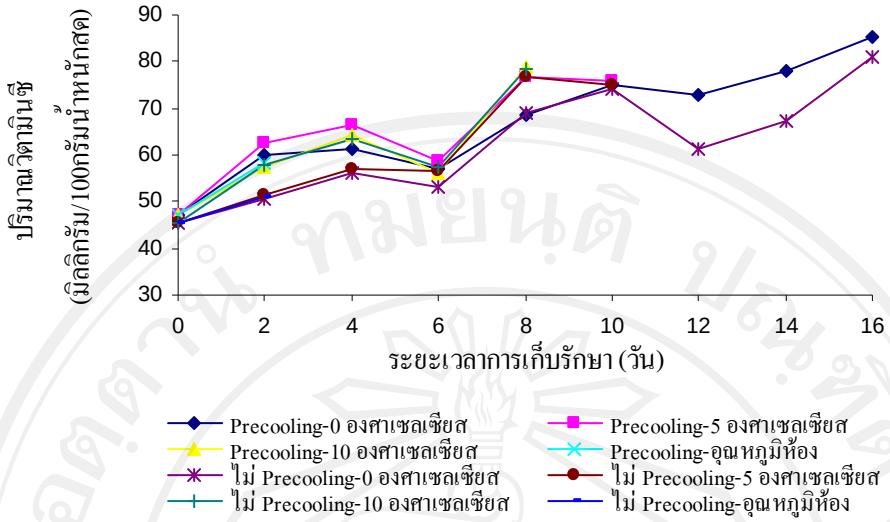


ภาพ 38 ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2



ภาพ 39 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 40 ปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 2

4.2.3 การทดลองย่อยที่ 3 ผลของการลดอุณหภูมิต่ออัตราการหายใจของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่กระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.28±9.71และ 36.88±12.74ตามลำดับ เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ และการหายใจจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยควบคุมอัตราการหายใจให้เกิดช้าลง มีผลทำให้กระบวนการแมทาบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลเกิดช้าลงด้วย (ดนัย, 2540) ทองใหม่ (2541) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Dover, Nyoho, Sequoia และ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

อัตราการหายใจสามารถแสดงถึงอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้ได้ โดยผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงมักจะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ (จิรา, 2531) โดยอัตราการหายใจของผลิตผลจะมีอัตราลดลงตลอดภายหลังการเก็บเกี่ยว (ดนัย, 2540) สตรอเบอรี่จัดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric คือ อัตราการหายใจไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปลี่ยนแปลงขณะที่ผลแก่เต็มที่ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ซึ่งสอดคล้องในการทดลองที่ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มคงที่ ดังภาพ 41

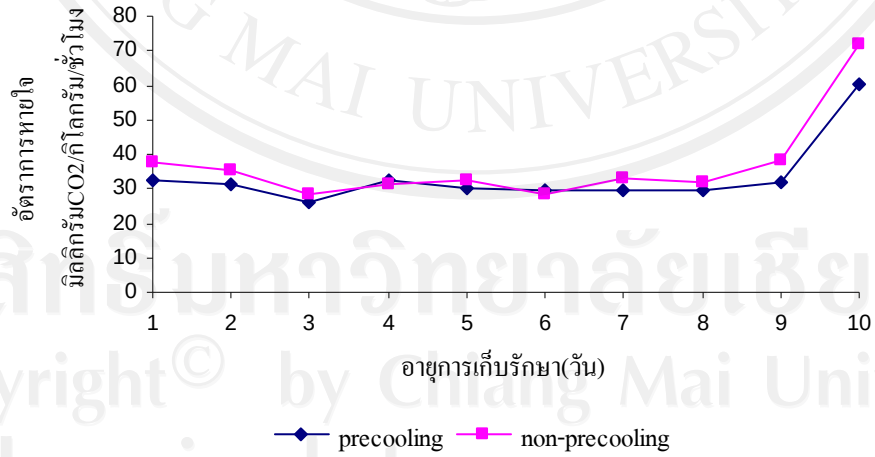
ตาราง 9 อัตราการหายใจของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 2

วิธีการ	อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ ^{ns}	
Precooling	33.28±9.71
ไม่ผ่าน Precooling	36.88±12.74

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 41 อัตราการหายของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling ในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การทดลองครั้งที่ 3 ผลของการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันโดยวิธีผ่านอากาศเย็น ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่เก็บเกี่ยวในเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 9x13x5 เซนติเมตร

4.3.1 การทดลองย่อยที่ 1 การลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันด้วยวิธี Forced-Air Tunnel Cooling

(1) อุณหภูมิของผลิตผลและสภาวะภายในห้อง Forced–Air Tunnel Cooling ในการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329

อุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยก่อนการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่มีค่าเท่ากับ 21 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิเริ่มต้นมีผลต่อการลดความร้อนของผลิตผลเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดความร้อนของผลิตผลให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิเริ่มต้นของผักผลไม้ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผลมีค่าต่ำแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลาสั้นด้วยในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผลมีค่าสูงจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลานาน

ความเร็วเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านหน้าตะกร้าขณะทำการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่ มีค่าเท่ากับ 0.5 เมตรต่อวินาที ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านผลิตผล ถ้ามีค่ามาก จะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมินั้นสั้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Dincer (1995) ซึ่งรายงานว่า ในการลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็นขององุ่น ความเร็วของอากาศที่ใช้มีค่าเท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิสั้นกว่าความเร็วของอากาศที่ 1.0 เมตรต่อวินาที

อุณหภูมิของอากาศภายในห้อง forced-air tunnel cooling ขณะทำการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 5 องศาเซลเซียส ดังภาพ 42 และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 85 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพ 43 อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อการลดความร้อนของผลิตผลเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการลดความร้อนของผลิตผลให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็นในที่นี้คือ อากาศ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ถ้าอุณหภูมิตัวกลางของผลิตผลมีค่าต่ำแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลาสั้นด้วย ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิตัวกลางของผลิตผลมีค่าสูงจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้เวลานานมากยิ่งขึ้น เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) Cooling Parameters

แผนภาพที่ได้จากการพล็อตอุณหภูมิสตรอเบอรี่กับเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง ลักษณะของกราฟที่ได้เป็นเส้นโค้งแบบเอกซ์โพเนนเชียลเชิงลบ (negative exponential) ซึ่งในช่วงแรกอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่จะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากผ่าน half-cooling time ไปแล้วอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้าๆ ดังภาพ 44

ตาราง 1 พบว่า ค่า cooling parameters ในการลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 แสดงด้วยค่าต่างๆดังนี้ half-cooling time, seven-eighths cooling time, lag factor และ cooling coefficients. Half-cooling time (Z) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการลดความร้อนของผลิตผลลงมาได้ครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิของผลิตผล กับอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็นซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 9-24 นาที ค่าของ Seven-eighths cooling time (S) คือ เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลลง 7/8 ของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผลิตผลเมื่อเริ่มต้นกับอุณหภูมิของตัวกลางซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 25-53 นาที ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผล และอุณหภูมิของตัวกลางที่ให้ความเย็น (ดนัยและนิธิยา, 2548) นาที lag factor (j) ในการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 1.0485-1.2730 กล่าวคือถ้าค่าของ j น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าสตรอเบอรี่มีความต้านทานภายในน้อยมากเพราะการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพาความร้อน ทำให้สามารถลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่ให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าค่า j มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสตรอเบอรี่มีความต้านทานการนำความร้อนภายใน (internal resistance) และการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งแบบการนำและการพาความร้อนจึงทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นใช้เวลามาก ค่า cooling coefficients ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ในกรณีที่มีค่าสูง หมายถึง การลดอุณหภูมิให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะใช้ระยะเวลาที่สั้น ถ้ามีค่าน้อยหมายถึงการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี่ ให้ถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะใช้ระยะเวลานาน จากการทดลองค่า cooling coefficients จะอยู่ในช่วง 0 .0395 ถึง 0 .0922 นาที$^{-1}$

การสูญเสียน้ำจากการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นนั้น พบว่ามีการสูญเสียน้ำน้อยมากประมาณค่าไม่ได้ ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการคายน้ำสูง และจะสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ยกเว้นในกรณีที่อยู่ในสภาพบรรยากาศมีความชื้นอิ่มตัว ถ้าความชื้นหรือปริมาณไอน้ำในอากาศแตกต่างกับในเนื่อเยื่อของพืชมาก จะทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำมากด้วย สาเหตุของการสูญเสียน้ำเกิดจากความแตกต่างของความดันไอระหว่างความดันไอน้ำของผลิตผลและความดันไอน้ำของสภาพแวดล้อม ซึ่งควบคุมโดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ(ดนัยและนิธิยา, 2548) สตรอเบอรี่ที่เก็บมาจากแปลงปลูกที่อุณหภูมิ

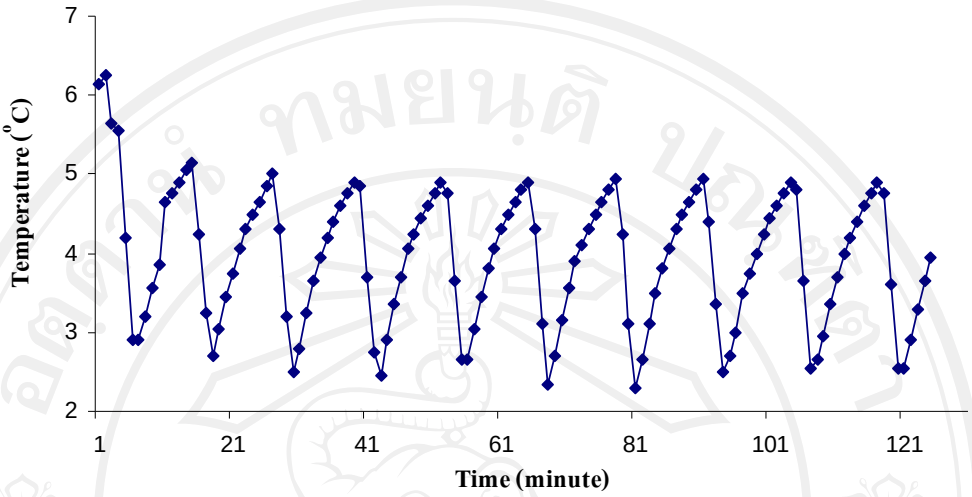
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

29-30 องศาเซลเซียสจะมีการสูญเสียน้ำไป 50 เปอร์เซ็น ถ้ามีการ delay cooling เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (Nunes *et al*. 1995) ซึ่งผลสตรอเบอรี่ในการทดลองนี้เวลาในการเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงเย็นในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินแล้วก็นำมาบรรจุในกล่องพลาสติกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนในช่วงฤดูหนาวจะต่ำอยู่แล้วประกอบกับในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เมื่อเรานำผลสตรอเบอรี่มาลดอุณหภูมิในเช้าวันถัดมาจึงไม่ค่อยมีการสูญเสียน้ำจากการลดอุณหภูมิ

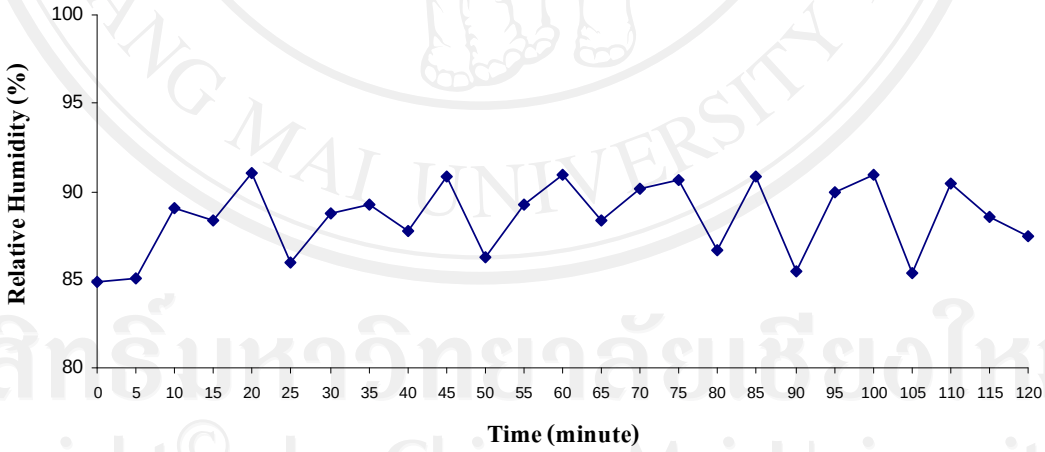
ตาราง 10 ค่า Cooling Parameters ในกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยวิธี Forced–Air Tunnel Cooling ของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 3

สายวัด ตำแหน่งที่	j	C (1/minute)	Half Cooling Time (minute)	Seven – Eighths Cooling Time (minute)	เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิทั้งหมด (นาที)	R^2
1	1.1547	0.0922	9	25	55	0.9276
2	1.0791	0.0494	16	44	84	0.9599
3	1.2730	0.0395	24	59	114	0.9655
4	1.2690	0.0504	19	46	96	0.9745
5	1.0485	0.0408	19	53	113	0.9820

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

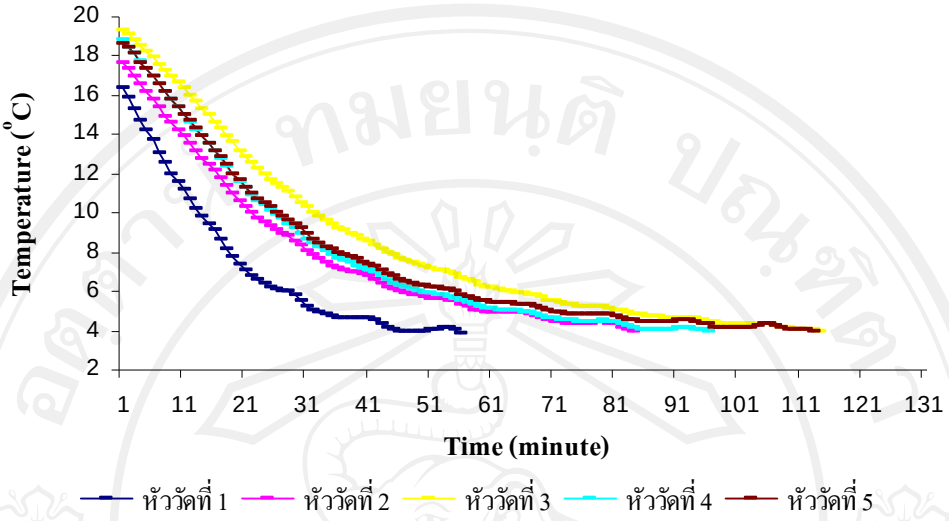


ภาพ 42 อุณหภูมิอากาศในการลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 3



ภาพ 43 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในการลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 44 การลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 3

4.3.2 การทดลองย่อยที่ 2 ศึกษาการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของสตรอเบอรี่ พันธุ์ 329

(1) ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และ ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 7.89±0.67 และ 7.55±0.34 คะแนน ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียสมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 8.32±0.89 และ 8.08±0.42 คะแนน แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 10 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 6.04±0.24 และ 7.22±0.30 คะแนนตามลำดับ

โดยผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส มีลักษณะผลสด ผิวยังไม่เหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเขียวสด และยังไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีลักษณะความสดลดลง ผิวเริ่มเหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเหลืองเล็กน้อย ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีลักษณะผิวเหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเหลือง และบางผลมีการเข้าทำลายของเชื้อรา ทั้งนี้อุณหภูมิมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเก็บรักษาและคุณภาพของผลิตผล เพราะอุณหภูมิเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในผลิตผล โดยมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆ รวมถึงการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และการสูญเสียน้ำของผลิตผลด้วย (จริงแท้, 2544 ; สายชล, 2528) ซึ่งที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง เพราะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีให้เกิดช้าลง ส่งผลให้การสุกและการเสื่อมสภาพของผลิตผลเกิดช้าลงด้วย (จริงแท้, 2544 ; ดนัย, 2540 ; สายชล, 2528) ดังนั้นการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจึงมีลักษณะปรากฏดีกว่าอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่สุกแก่เต็มที่ไว้ที่อุณหภูมิ 0 , 5 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส มีลักษณะปรากฏที่ยอมรับได้สูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Ayala-Zavala *et al*., 2004)

(2) การสูญเสียน้ำหนัก

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และ ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 2.22±1.10 และ 2.31±1.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำของผลิตผลก็คือ ความแตกต่างระหว่างปริมาณความชื้นหรือความดันไอภายในผลิตผลกับความดันไอของอากาศภายนอก (จริงแท้, 2544) เนื่องจากผลสตรอเบอรีพันธุ์ 329 ที่ใช้ในการทดลองนี้ ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเย็นทำให้อุณหภูมิของอากาศค่อนข้างต่ำ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับความชื้นและการสูญเสียน้ำ (จริงแท้, 2544) จึงทำให้ความร้อนที่ติดมากับผลิตผลจากแปลงปลูกมีน้อย บวกกับสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ซึ่งการเก็บรักษาผลิตผลให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุดนี้ควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2544)

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 4.20±0.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 1.67±0.19, 1.83±0.24 และ 1.35±0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตผลเกิดจากการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล ซึ่งทำให้ผลิตผลเกิดการเหี่ยว หดตัว ส่งผลให้คุณภาพลดลง(จิรา, 2531) นอกจากนี้การเก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิสูงจะทำให้ผลิตผลมีการคายน้ำสูงและสูญเสียน้ำได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันของไอน้ำในอากาศจะเพิ่มขึ้น คือ ที่อุณหภูมิสูงอากาศสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้,2544 ; ดนัย, 2540 ; ดนัยและนิธิยา, 2548 ; ยงยุทธ, 2539) ดังนั้นการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ไว้ที่อุณหภูมิห้อง จึงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วงเดือน (2546) ที่ศึกษาการเคลือบผิวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10และ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องนาน 12 วัน พบว่า ผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 11 และภาพ 45)

(3) การเปลี่ยนแปลงค่าสี

ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 30.52±2.24 และ 31.06±2.47 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 31.95±2.74, 30.43±0.73, 32.56±1.57 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.22±0.92

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่าผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธี ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 12 และภาพ 46)

ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 38.13±3.82 และ 36.63±3.87 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสมีค่า chroma สูงสุดเท่ากับ 41.07±2.48 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีค่าเท่ากับ 32.15±2.35

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 12 และภาพ 47)

ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 31.35±3.77 และ 32.64± 2.79 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า hue ของสีผิวผลเท่ากับ 33.31±2.78, 33.44±1.25 และ 33.57±3.05 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับค่า hue angle ขอองสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่มีค่าเท่ากับ 28.46±2.92

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 12 และภาพ 48)

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า chroma และค่า hue angle สูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แสดงให้เห็นว่าสีผิวผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีสีส้มแดง และเปลี่ยนเป็นสีแดงได้ช้ากว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Mostofi *et al* (2003) ที่รายงานว่า ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า hue angle สูงกว่าผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิสูงมีการลดลงของค่า hue angle เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีระหว่างการสุกของผลไม้ โดยในสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในผลไม้ให้เกิดช้าลงส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสีผิวจึงเกิดช้ากว่าที่สภาวะอุณหภูมิสูง (ดนัย, 2540)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87±0.05 และ 0.86±0.04 กิโลกรัม ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.89±0.02, 0.89±0.01 และ 0.88±0.02 กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.79±0.01 กิโลกรัม ผลสตรอเบอรี่ไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้ผลสตรอเบอรี่มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากผลสตรอเบอรี่จะนิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทุก 21.7 องศาฟาเรนไฮต์ (ชูพงษ์, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยพิชิต (2548) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลซียส มีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่า ผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส ผลไม้ทุกชนิดทั้ง climacterics และ non-climacterics เมื่อเริ่มสุกจะเกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ลักษณะเนื้อมีความนิ่มลง การนิ่มของผลมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ และการเกาะตัวกันของเซลล์ที่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและปริมาณสารประกอบเพกทิน เมื่อผลไม้สุกจะเกิดการสลายตัวของโพรโทเพกทินซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้เป็นกรดเพกติกและเพกตินซึ่งละลายน้ำได้ ทำให้การเกาะตัวของเซลล์ลดลง เซลล์จะแยกออกจากกันทำให้ลักษณะเนื้อเปลี่ยนไป การเก็บรักษาโดยใช้ความเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ทำให้ผลไม้นิ่มและอ่อนตัวช้าลง เพราะอุณหภูมิต่ำมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ต่างๆในปฏิกิริยาเคมีให้ช้าลง (ดนัย และนิธิยา, 2548) Zauberman and Jobin-Décor (1995) รายงานว่า อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อะโวกาโดที่เก็บรักษาเกิดการเสื่อมสภาพช้าลง และทำให้เอ็นไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส พอลิกาแล็กทูโรเนส และเซลลูเลสมีกิจกรรมลดลงด้วย

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่าความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 13 และภาพ 49)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(5) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และที่ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 8.72±1.49 และ 8.05±0.56 ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 , 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 8.91±0.99 ,7.63±0.76, 8.48±0.66 และ8.53±1.74 ตามลำดับ ชัยพิชิต (2548) รายงานว่า ผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน และมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างเก็บรักษาเพียงเล็กน้อยเท่านั้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่คือน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรักโทส ภายหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม โดยปกติแล้วผลิตผลซึ่งมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ลดลง(จริงแท้, 2544) ในรายงานของเสาวคนธ์ (2544) ศึกษาการเคลือบผิวผลสาลี่แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณภูมิ 5, 17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง นาน 10 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสาลี่มีค่าไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Ayala-Zavala *et al*. (2004) พบว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0.5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันจนกระทั่งถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 13 และภาพ 50)

(6) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และที่ไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 2.99±0.07 และ 3.02±0.04 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nunes *et al*. (2005) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอรีพันธุ์ Oso Grande และ Chandler ที่ผ่านการ precooling และไม่ผ่านการ precooling มีค่า pH ไม่แตกต่างกัน เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นาน 1 สัปดาห์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ จิราภรณ์ (2548) ซึ่งรายงานว่า ผลมะม่วงที่ผ่านการลดอุณหภูมิ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 18 วัน มีค่า pH ไม่แตกต่างกับผลมะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีค่า pH เท่ากับ 2.99±0.04, 2.98±0.04 และ 2.99±0.03 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 3.06±0.08 ซึ่งขัดแย้งกับ Ayala-Zavala *et al*. (2004) ที่รายงานว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีพันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Aromas ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงน้อยมากและไม่แตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษา (Pelayo *et al* ., 2003) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาผลสตรอเบอรีที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจเกิดขึ้นช้าลงด้วย (จริงแท้, 2544)

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 13 และภาพ 51)

(7) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.35±0.13 และ 1.37±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Garg *et al*. (2005) ที่รายงานว่า ผลพืชพันธุ์ July Elberta ที่ผ่านกระบวนการการ precooling ร่วมกับการเคลือบผิวนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบกับผลพืชที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องสาเซลเซียส มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.39±0.04, 1.34±0.10, 1.36±0.05 และ 1.34±0.09 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Ayala-Zavala *et al*. (2004) ที่รายงานว่า อุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีพันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 13 วัน เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า อุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลลิ้นจี่ (ชินพันธ์, 2539) ซึ่งโดยปกติแล้วพืชจะมีการนำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ จึงทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์ในผลิตผลลดลง (สายชล, 2528) แต่ในกรณีนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าผลสตรอเบอรีไม่ได้นำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ แต่นำเอาอาหารสะสมอื่นไปใช้แทน ดังนั้นปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรีจึงไม่มีความแตกต่างกัน

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณกรดที่ไทรเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 13 และภาพ 52)

(8) ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ56.68±4.64 และ 53.67±3.35 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีค่าปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 55.73±2.59, 55.10±4.16 และ 50.98±3.87 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 58.90±2.40 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ พิมพ์ใจ (2548) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ผลิตผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส สูญเสียวิตามินซีมากกว่า 0 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลจะทำให้สูญเสียวิตามินซีมากขึ้น ดังนั้นการให้ความชื้นระหว่างการเก็บรักษา นอกจากจะช่วยรักษาความสดของผลิตผลแล้ว ยังสามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ด้วย (ดนัย, 2540)

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณของวิตามินซี ของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มค่อนข้างเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 13 และภาพ 53)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(9) ปริมาณแอนโทไซยานิน

ปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 18.05±7.35 และ 16.82±7.58 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ดนัย (2540) รายงานว่าสีผิวของผลสตรอเบอรี่สุกมีสีแดงซึ่งเป็นสารสีแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบ แอนโทไซยานินเป็นกลุ่มของสารองค์ประกอบที่มีสีแดงไปจนถึงสีม่วงและสีน้ำเงิน เมื่อผลมีอายุมากขึ้นจะมีการสังเคราะห์แอนโทไซยานินมากขึ้นด้วย ทำให้แอนโทไซยานินไปบดบังคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ซึ่งทำให้เห็นว่าผลสตรอเบอรี่สุกมีสีแดง เนื่องจากผลสตรอเบอรี่ที่นำมาทดลองในครั้งนี้มีระยะความสุกแก่อยู่ระหว่าง 78-80 เปอร์เซนต์ ในช่วงแรกของการเก็บรักษาจึงมีการเพิ่มขึ้นของแอนโทไซยานินในผลสตรอเบอรี่ได้ เมื่อผลตรอเบอรี่มีการพัฒนาจนมีสีแดงทั่วทั้งผลปริมาณแอนโทไซยานินจึงค่อนข้างคงที่

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุดเท่ากับ 29.48±1.24 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเท่ากับ 15.26±1.80, 13.42±1.27 และ 11.58±0.97 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Schouten *et al* (2002) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Elsanta ไว้ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาสีของผลสตรอเบอรี่เร็วกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, และ 5 องศาเซลเซียส โดยในสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในผลไม้ให้เกิดช้าลงส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสีผิวจึงเกิดช้ากว่าที่สภาวะอุณหภูมิสูง (ดนัย, 2540)

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิและอุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 13 และภาพ 54)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(10) อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเท่ากับ 9.00±5.77 และ 9.00±5.77 วัน ตามลำดับ การลดอุณหภูมิแบบเฉียบพลันให้แก่ผลิตผลเป็นการไล่ความร้อนจากแปลงปลูกที่ติดมากับผลิตผลออกไป เมื่อผลิตผลมี

อุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นช้าลง และมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (ดนัยและนิธิยา, 2548) ซึ่งผลสตรอเบอรี่ในการทดลองนี้เวลาในการเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงเย็นในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดินแล้วก็นำมาบรรจุในกล่องพลาสติกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนในช่วงฤดูหนาวจะต่ำอยู่แล้วประกอบกับในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เมื่อเรานำผลสตรอเบอรี่มาลดอุณหภูมิในเช้าวันถัดมาจึงไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้องมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 16.00±0.00 วัน และตามด้วยผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 และอุณหภูมิห้อง ที่มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 10.0±0.00, 8.00±0.00 และ 2.00±0.00 วันตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยพิชิต (2548) รายงานว่า ผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5±1 และ 10±1 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นได้ เพราะอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ และลดกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ ให้ช้าลงได้ ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจช้าลง (จริงแท้, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 11 ลักษณะปรากฏและการสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

วิธีการ	ลักษณะปรากฏ (คะแนน)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ		
Precooling	7.89±0.67	2.22±1.10
ไม่ผ่าน Precooling	7.55±0.34	2.31±1.28
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา		
อุณหภูมิห้อง	6.04±0.24^{c}	4.20±0.24^{c}
10 องศาเซลเซียส	7.22±0.30^{b}	1.83±0.24^{b}
5 องศาเซลเซียส	8.08±0.42^{a}	1.67±0.19^{b}
0 องศาเซลเซียส	8.32±0.89^{a}	1.35±0.10^{a}
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 12 ค่า L*, chroma และ hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

วิธีการ	ค่าสี		
	L*	chroma	hue angle
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ			
Precooling	30.52±2.24	38.13±3.82	31.75±3.77
ไม่ผ่าน Precooling	31.06±2.47	36.63±3.87	32.64±2.79
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา			
อุณหภูมิห้อง	28.22±0.92^{b}	32.15±2.35^{c}	28.46±2.29^{b}
10 องศาเซลเซียส	32.56±1.57^{a}	37.81±1.90^{b}	33.57±3.05^{a}
5 องศาเซลเซียส	30.43±0.73^{a}	38.49±1.33^{b}	33.49±1.25^{a}
0 องศาเซลเซียส	31.95±2.74^{a}	41.07±2.48^{a}	33.31±2.78^{a}
ปัจจัยที่ 1	ns	*	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 13 ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้, ค่า pH ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้, ปริมาณวิตามินซี และปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

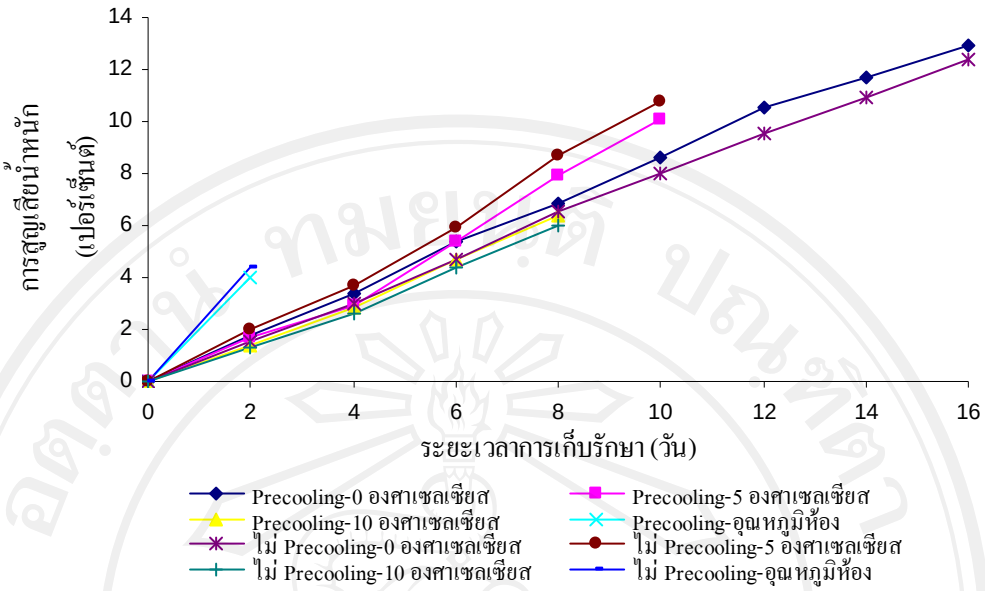
วิธีการ	ความแน่นเนื้อ (กิโลกรัม)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)	ค่า pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ						
Precooling	0.87±0.05	8.72±1.49	2.99±0.07	1.35±0.13	56.68±4.64^{a}	18.05±7.35^{a}
ไม่ผ่าน Precooling	0.86±0.04	8.05±0.56	3.02±0.04	1.37±0.06	53.67±3.35^{b}	16.82±7.58^{b}
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา						
อุณหภูมิห้อง	0.79±0.01^{b}	8.53±1.74	2.99±0.03^{b}	1.39±0.04	50.98±3.87^{b}	29.48±1.24^{d}
10 องศาเซลเซียส	0.88±0.02^{a}	8.48±0.66	2.98±0.04^{b}	1.34±0.10	55.10±4.16^{b}	15.26±1.80^{c}
5 องศาเซลเซียส	0.89±0.01^{a}	7.63±0.76	2.99±0.04^{b}	1.36±0.05	55.73±2.59^{b}	13.42±1.27^{b}
0 องศาเซลเซียส	0.89±0.02^{a}	8.91±0.99	3.06±0.08^{a}	1.34±0.09	58.90±2.40^{a}	4.58±0.97^{a}
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	ns	*	ns	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	ns	*	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

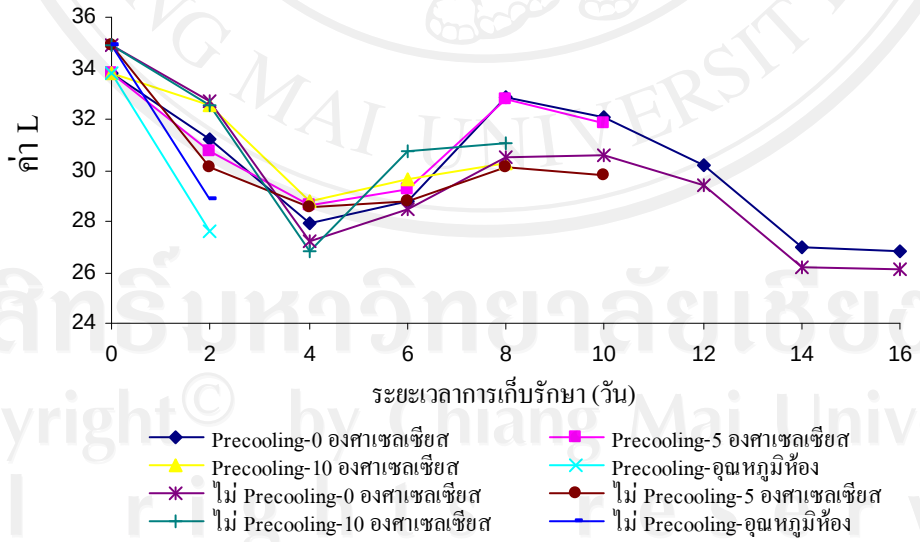
* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

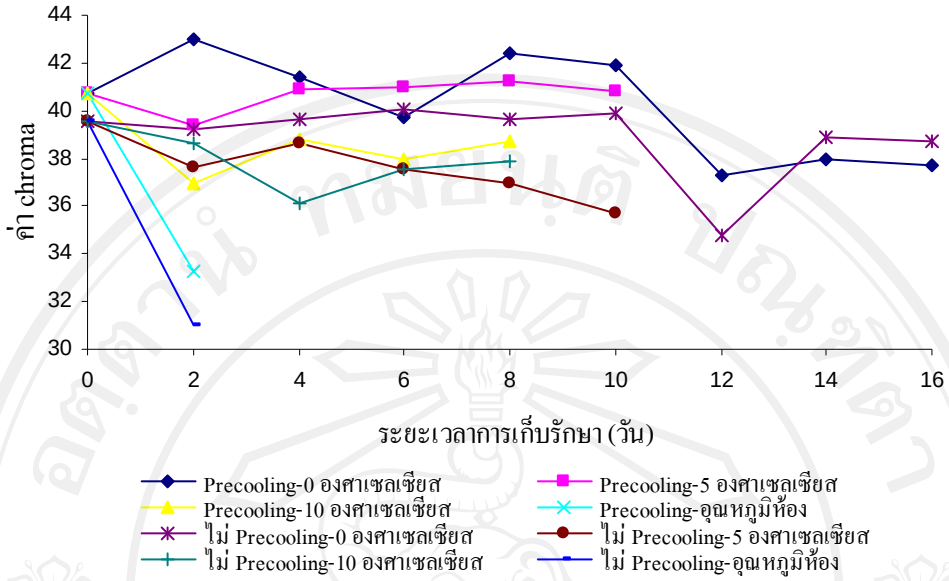


ภาพ 45 การสูญเสียน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

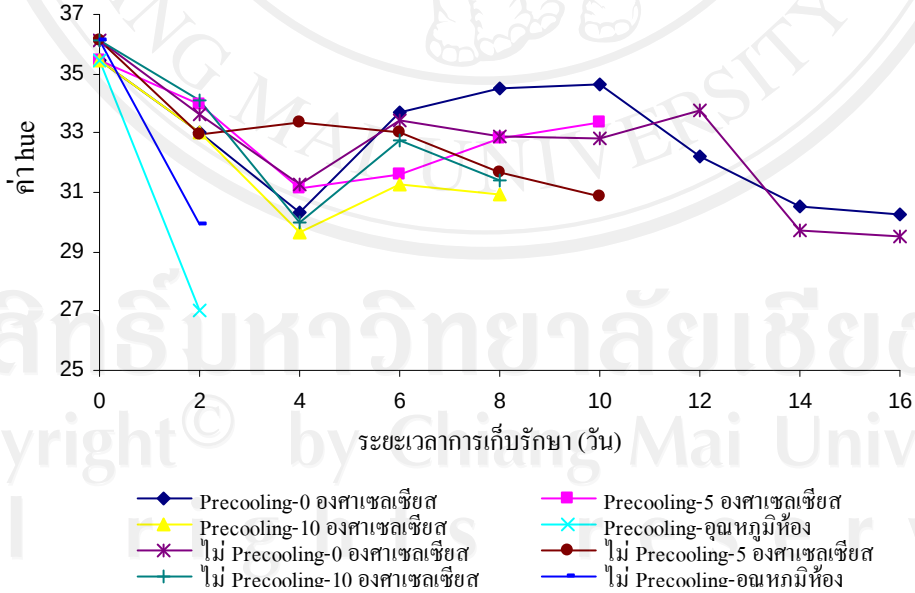


ภาพ 46 ค่า L* ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

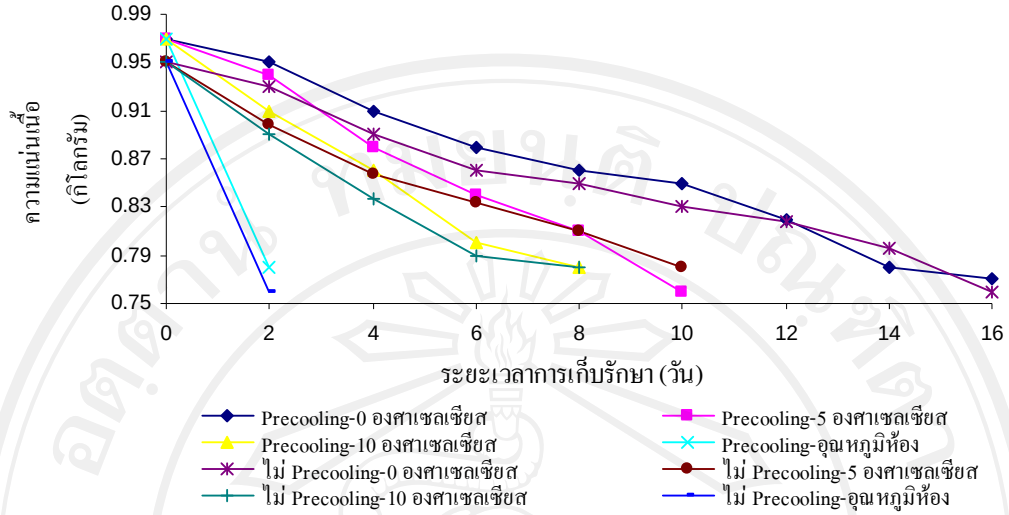


ภาพ 47 ค่า chroma ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

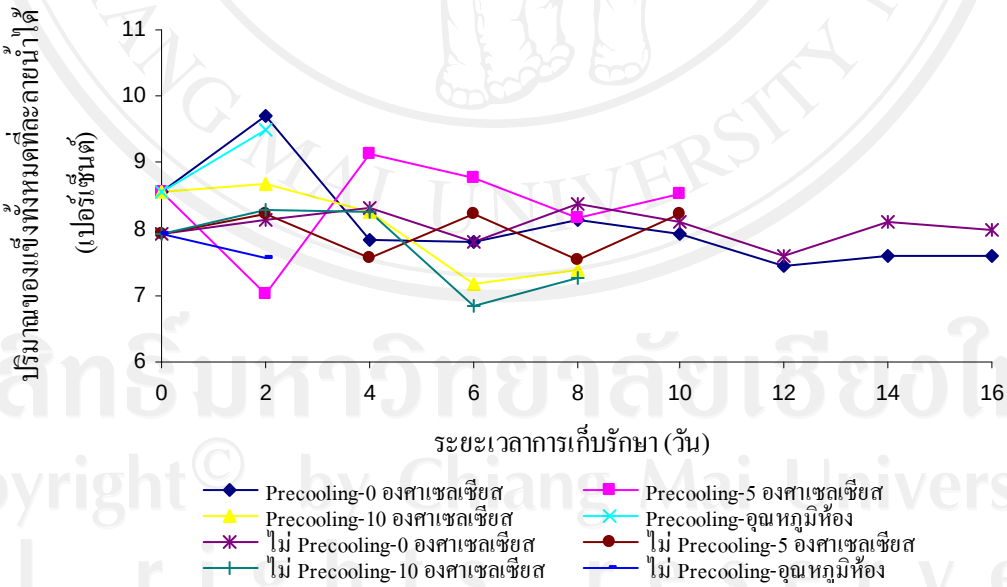


ภาพ 48 ค่า hue angle ของสีผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

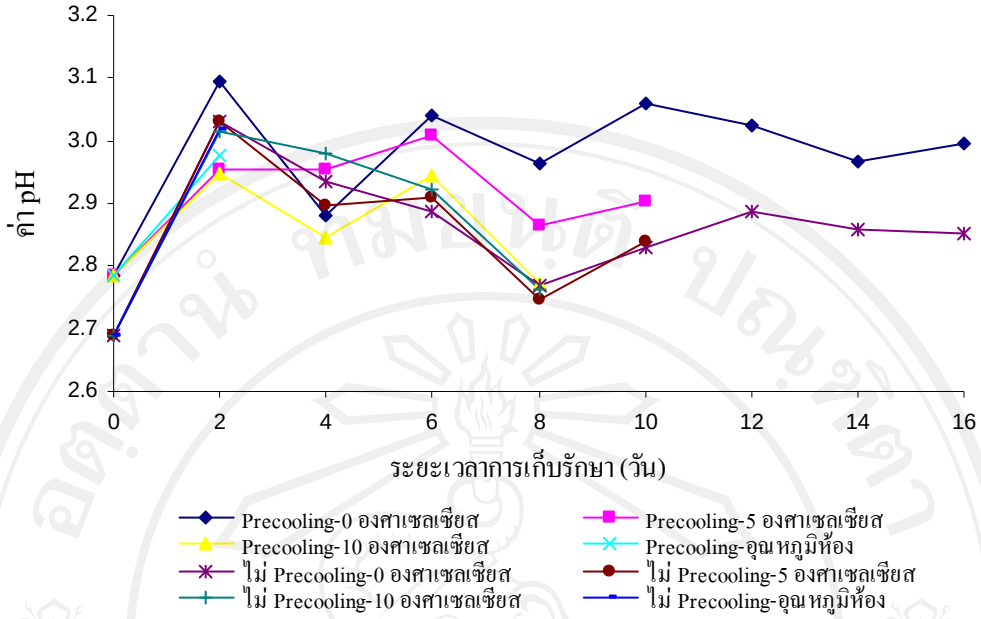


ภาพ 49 ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

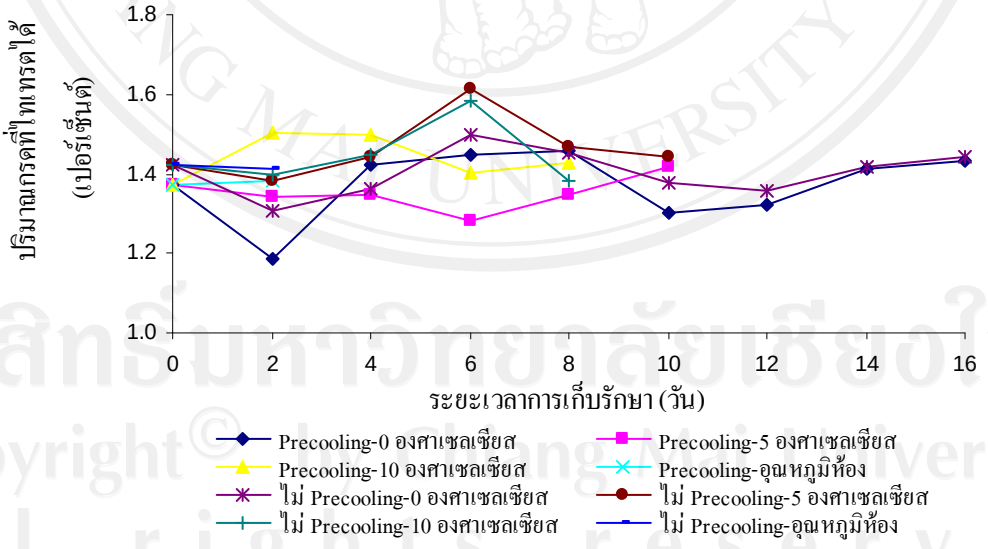


ภาพ 50 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

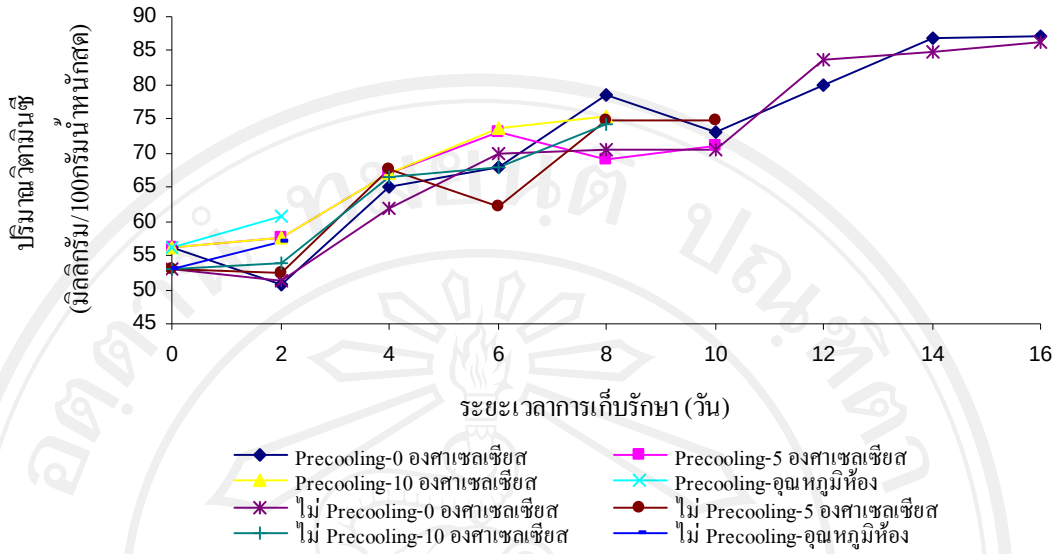


ภาพ 51 ค่า pH ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

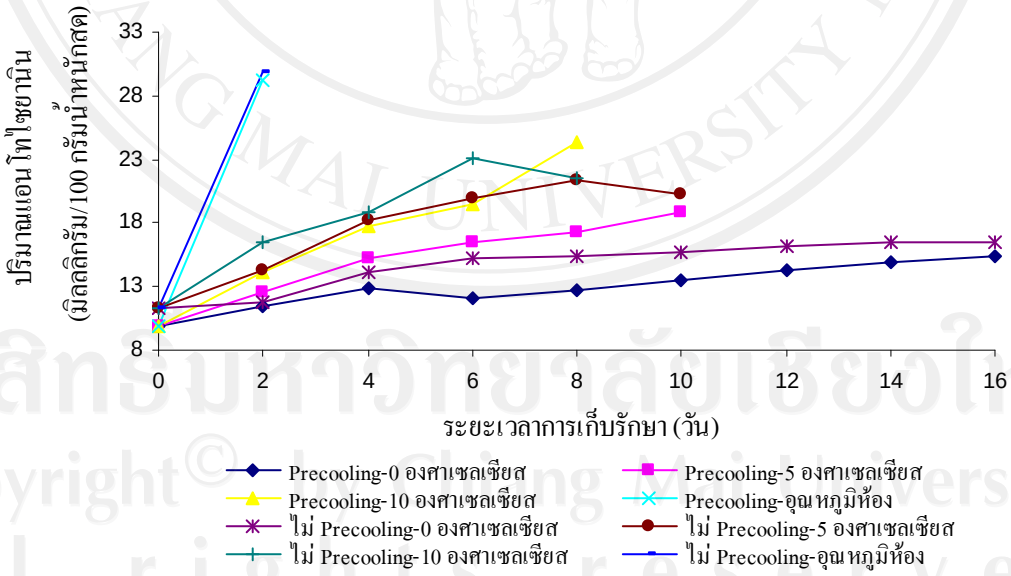


ภาพ 52 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 53 ปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3



ภาพ 54 ปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3 การทดลองย่อยที่ 3 ผลของการลดอุณหภูมิต่ออัตราการหายใจของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.20±4.25 และ28.54±4.81 มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ

เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ และการหายใจจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยควบคุมอัตราการหายใจให้เกิดช้าลง มีผลทำให้กระบวนการแมทาบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลเกิดช้าลงด้วย (ดนัย, 2540) ทองใหม่ (2541) รายงานว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Dover, Nyoho, Sequoia และ Tioga ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

อัตราการหายใจสามารถแสดงถึงอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้ได้ โดยผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงมักจะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ (จิรา, 2531) โดยอัตราการหายใจของผลิตผลจะมีอัตราลดลงตลอดภายหลังการเก็บเกี่ยว (ดนัย, 2540) สตรอเบอรี่จัดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric คือ อัตราการหายใจไม่เปลี่ยนแปลงขณะที่ผลแก่เต็มที่ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ซึ่งสอดคล้องในการทดลองที่ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ค่อนข้างคงที่

ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังภาพ 55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

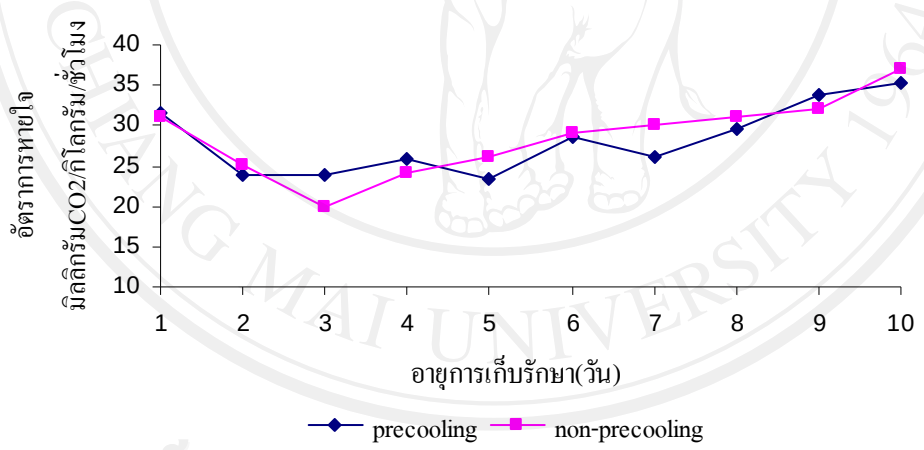
ตาราง 14 อัตราการหายใจของสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ในการทดลองครั้งที่ 3

วิธีการ	อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง)
ปัจจัยที่ 1 : กระบวนการลดอุณหภูมิ [ns]	
Precooling	28.20±4.25
ไม่ผ่าน Precooling	28.54±4.81

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 55 อัตราการหายของผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านกระบวนการ precooling และไม่ผ่านกระบวนการ precooling ในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved