

ผลของอุณหภูมิต่ำ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพ
และอายุการเก็บรักษาผลมะนาว

EFFECTS OF TEMPERATURE AND PRECOOLING
TIME ON QUALITY AND STORAGE LIFE OF
LIME (*Citrus aurantifolia*, Swingle.)

วีระยุทธ บุญรอด
WEERAYUTH BOONROD

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของกรณีศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพ
และอายุการเก็บรักษามะนาว

EFFECTS OF TEMPERATURE AND PRECOOLING
TIME ON QUALITY AND STORAGE LIFE OF
LIME (*Citrus aurantifolia*. Swingle.)



วีระยุทธ บุญรอด

WEERAYUTH BOONROD

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 74573
วัน,เดือน,ปี..... - 3 ต.ค. 2550

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

**EFFECTS OF TEMPERATURE AND PRECOOLING
TIME ON QUALITY AND STORAGE LIFE OF
LIME (*Citrus aurantifolia*. Swingle.)**

WEERAYUTH BOONROD

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2007

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพ
และอายุการเก็บรักษามะนาว
Effects of Temperature and Precooling Time on Quality and Storage
Life of Lime (*Citrus aurantifolia*. Swingle.)

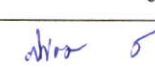


ชื่อนักศึกษา นายวีระยุทธ บุญรอด

รหัสประจำตัว 46062608

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา พืชสวน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ภัญชณา	มีแก้วกฤษกร	
รศ.ดร.สมชาย	กล้าหาญ	
รศ.ชวาลา	บุรณศิริ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 2 พฤษภาคม 2550 เวลา 9.30-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร 1 (ชั้น 1 ตึก L)


บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่...17...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ. 2550...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะนาว
นักศึกษา	นายวีระยุทธ บุญรอด
รหัสนักศึกษา	46062608
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษามะนาว ที่เก็บรักษาแบบ modified atmosphere storage วางแผนการทดลองแบบ 5x4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ 5 ระดับ คือ 10, 5, 0, -20 และ -25 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 4 ระยะคือ 10, 20, 30 และ 40 นาที จากการทดลองพบว่า มะนาวมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในลดต่ำลงภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ผันแปรตามระยะเวลาในการทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณ TSS และ TA ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 13.33 องศาเซลเซียส และมีความแตกต่างกันทางสถิติ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 4.77 เปอร์เซ็นต์ มะนาวที่เก็บรักษาในทุกวิธีการมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากเขียวไปเป็นสีเหลือง ส่วนสีเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 112 วัน และมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดคือ 3.28 คะแนน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Thesis Title	Effects of Temperature and Precooling Time on Quality and Storage Life of Lime (<i>Citrus aurantifolia</i> . Swingle.)
Student	Mr. Weerayuth Boonrod
Student ID	46062608
Degree	Master of Science in Horticulture
Program	Horticulture
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Somchai Glahan

ABSTRACT

Study on effect of temperature and precooling time on quality and storage life of lime (*Citrus aurantifolia*. Swingle.) on modified atmosphere storage. The statistical model was 5 x 4 factorial in completely randomized design comprised of 2 factors as temperature was 10, 5, 0, -20 and -25 degree celsius, precooling times 10, 20, 30 and 40 minutes. The results showed that temperature inside cool down after precooling as changing according precooling time. Fresh weight lost increased in contrast TSS and TA decreased as storage time increased. The lime precooled at -20 degree celsius for 40 minutes had the lowest inner temperature of 13.33 degree celsius and showed significantly difference. The lime precooled at 10 degree celsius for 40 minutes had the highest fresh weight lost at 4.77 percent and color changing of peel from green to yellow, pulp color had a little change. The lime precooled at -25 degree celsius had the longest mean of shelf-life of 112 days and showed significantly difference and also showed the highest of hedonic scale of sensory evaluation at 3.28 point which well acceptance in quality.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และความเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำและวิชาความรู้ ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ภัญชณา มีแก้วกฤษร และ รศ.ชวลา บูรณศิริ ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้คำแนะนำที่ดี อีกทั้งช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและให้ความรู้ในด้านต่างๆ เป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาทุกคนที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ พ่อ คุณแม่ พี่ชายและน้องสาว ญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจตลอดมาจนประสบผลสำเร็จ ซึ่งคอยเป็นกำลังใจและให้ทุนการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วีระยุทธ บุญรอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.2 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	3
2.2 การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง.....	4
2.3 บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน.....	5
2.4 บทบาทที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	6
2.5 บทบาทของเอทิลีน.....	6
2.6 สารดูดซับเอทิลีน.....	8
2.7 การลดความร้อนหลังการเก็บเกี่ยว.....	9
2.8 รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	17
3.1 อุปกรณ์.....	17
3.2 สถานที่ดำเนินงาน.....	17
3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง.....	17
3.4 วิธีดำเนินงาน.....	17
3.5 การบันทึกข้อมูล.....	18
3.6 การศึกษาข้อมูล.....	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	21
4.1 อุณหภูมิภายใน.....	21
4.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด.....	41
4.3 ปริมาณ total soluble solid (TSS).....	59
4.4 ปริมาณ titratable acidity (TA).....	75
4.5 สีเปลือก.....	92
4.6 สีเนื้อกุ้ง.....	94
4.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.....	113
4.8 อายุการเก็บรักษา.....	130
บทที่ 5 การวิจารณ์ผลการทดลอง.....	135
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	137
บรรณานุกรม.....	138
ประวัติผู้เขียน.....	142

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....35
4.2	แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน.....36
4.3	แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน.....36
4.4	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....55
4.5	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน.....56
4.6	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในระยะเวลาต่างๆ กัน.....56
4.7	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....71
4.8	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน.....72
4.9	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในระยะเวลาต่างๆ กัน.....72
4.10	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....88
4.11	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน.....89
4.12	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในระยะเวลาต่างๆ กัน.....89
4.13	แสดงสีเปลือกของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....93
4.14	แสดงสีเนื้อกึ่งของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....95

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....126
4.16	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน..... 127
4.17	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน..... 127
4.18	แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน..... 131
4.19	แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน..... 132
4.20	แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน.....132

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.29	แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 91 วัน.....109
4.30	แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 98 วัน.....110
4.31	แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 105 วัน.....111
4.32	แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 112 วัน.....112
4.33	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน.....128
4.34	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน.....129
4.35	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน.....129
4.36	แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน.....133
4.37	แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน.....134
4.38	แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน.....134

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มะนาวเป็นพืชที่ปลูกกันมาก มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการสูง นำมาใช้ประกอบอาหารที่ต้องการรสเปรี้ยว เช่น คัมข่า ข่า แกงส้ม หรือทำเป็นเครื่องดื่มน้ำมะนาว และเปลือกมะนาวมีสารจำพวกหอมระเหย มีกลิ่นหอม ใช้สกัดทำน้ำหอม เครื่องสำอาง และยังใช้ทำเป็นยาขับลม ช่วยย่อยอาหาร ปรุงแต่งกลิ่นอาหาร ใช้ผสมกับยาฟอกเลือด (สุกัญญา นิยมตรุษะ. 2539)

มะนาวจัดได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างมาก โดยใช้เป็นเครื่องปรุงในการประกอบอาหาร ผลผลิตมะนาวทั้งประเทศในปี 2547 มีประมาณ 201,624 ตัน โดยจะมีผลผลิตออกสู่ตลาดมากในช่วงเดือนมิถุนายน – สิงหาคม ซึ่งมักเกิดปัญหาราคามะนาวตกต่ำเป็นประจำ มะนาวมีแหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่จังหวัดเพชรบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร ซึ่งราคามะนาวในเดือนเมษายน ราคาเฉลี่ยร้อยละ 93 บาท ลดลงเหลือร้อยละ 48 บาท ในเดือนพฤษภาคม และ 15 บาท ในต้นเดือนมิถุนายน จะเห็นได้ว่าราคาตกต่ำอย่างรวดเร็ว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547)

ในช่วงระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมา การตลาดของมะนาวในประเทศไทยยังมีรูปลักษณะ ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมแต่อย่างใด โดยจะพบว่ามะนาวมีผลผลิตที่ออกสู่ตลาด เป็นจำนวนมาก ในช่วง ระหว่างเดือน พฤษภาคมจนถึงเดือนพฤศจิกายน เมื่อปริมาณของผลมะนาว ที่ผลิตได้มีจำนวนมากจึงทำให้ราคาที่เกษตรกรจำหน่ายได้ตกต่ำลงอย่างมากจนเกือบไม่มีราคา ในทางตรงข้ามราคาของ ผลมะนาว เริ่มขยับสูงขึ้นตั้งแต่เดือนธันวาคมเป็นต้นไปและมีราคาสูงที่สุด ในช่วง ระหว่างเดือนมีนาคมและเมษายนอันเรียกกันทั่วไปว่า “มะนาวหน้าแล้ง” ซึ่งย่อมเป็นสิ่งที่แน่นอนว่า เมื่อผลผลิตของมะนาวที่เข้าสู่ตลาดมีปริมาณน้อยถึงน้อยมาก ส่งผลให้ราคามะนาวที่ เกษตรกรจำหน่ายได้มีราคาสูงมากขึ้นหลายสิบเท่าตัว วงจรดังกล่าวนี้ได้เกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า ติดต่อกัน มาทุกปีจากอดีตถึงปัจจุบัน โดยยังไม่สามารถที่จะแก้ไขปัญหานี้ได้ (รวี เสธฐภักดี. 2543)

ดังนั้นหากสามารถพัฒนาวิธีการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวมะนาวให้เก็บรักษาได้นานขึ้น ก็จะสามารถเพิ่มส่วนแบ่ง และ โอกาสทางการตลาดได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกร ให้ระบายผลผลิตที่มีมากในช่วงกลางฤดู และขายผลผลิตให้ได้ราคาดีขึ้นอีกด้วย ซึ่งจะเป็นการช่วย พัฒนาการเกษตรและเศรษฐกิจของประเทศให้ดียิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลของการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่อการยืดอายุการเก็บรักษามะนาว
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่ออายุการเก็บรักษามะนาว

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในการเก็บรักษามะนาวโดยใช้ระดับอุณหภูมิ 5 ระดับ คือ 10, 5, 0, -20 และ -25 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 4 ระยะ คือ 10, 20, 30 และ 40 นาที เก็บรักษาในถุงพลาสติก ใส่สารดูดความชื้น (moisture absorbent) และสารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent) 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของมะนาว ผึ่งปากถุงด้วยเครื่องผึ่งสุญญากาศแล้วเติมคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนในอัตราส่วน 3 : 5 PSI แล้วนำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะนาว

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิอย่าง ต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บรักษามะนาว
2. ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในของมะนาวในระหว่างการเก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศคัดแปลง
3. ทำให้ทราบแนวทางในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะนาวผลสดที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาก่อนการจัดจำหน่าย

ส่วนใหญ่เป็นการปลูกเพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน แบบสวนหลังบ้าน แหล่งปลูกมะนาวเพื่อการจำหน่ายเชิงการค้าที่สำคัญ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันตก และภาคใต้ ได้แก่ เพชรบุรี ราชบุรี นครปฐม สมุทรสาคร นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี ทั้งนี้จากการสำรวจของกรมส่งเสริมการเกษตรปรากฏว่าอัตราการขยายตัวของการปลูกมะนาวในเชิงการค้าในเขตภาคตะวันตก โดยเฉพาะในจังหวัดเพชรบุรี สมุทรสาคร และราชบุรีเพิ่มขึ้นอย่างมาก มีอัตราเพิ่มของผลผลิตเฉลี่ยร้อยละ 14 ต่อปี (ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2548)

2.2 การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

modified atmosphere storage (MA-storage) หมายถึง วิธีการเก็บรักษาโดยการลดหรือการเพิ่มปริมาณก๊าซให้ต่างจากบรรยากาศธรรมดาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณก๊าซออกซิเจน และ/หรือ การเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(ประพันธ์ บุญกลินขจร. 2526) การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศ โดยการลดหรือเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซให้แตกต่างไปจากปกติ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการลดหรือเพิ่มปริมาณ ออกซิเจน และ/หรือ การเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ อุณหภูมิ เมื่อลดอุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาจะเกิดในอัตราที่ช้าลง อายุการเก็บรักษาผลผลิตจะนานขึ้น (นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540) ซึ่งสอดคล้องกับ Zagory and Kader (1998) ที่กล่าวว่าก๊าซที่มีคุณภาพต่อผักและผลไม้ คือ ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะใช้ ออกซิเจน และ คายคาร์บอนไดออกไซด์ ออกมา โดยอัตราการหายใจมี ความสัมพันธ์กับอัตราความเข้มข้นของก๊าซทั้งสอง ดังนั้นปริมาณ ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องมึระดับที่เหมาะสม สามารถทำให้ อัตราการหายใจของผลผลิตลดลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพดัดแปลง เป็นการเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ คือ ในบรรยากาศปกติจะประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 20.95 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ในการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงจะทำการลดปริมาณของก๊าซออกซิเจนให้น้อยลง และเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง ลดกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ลดการสังเคราะห์ และการทำงานของก๊าซเอทิลีนรวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานขึ้น (คนัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนাপนนท์. 2535)

2.3 บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน

โดยปกติอากาศมี ออกซิเจน ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ ออกซิเจน ในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทิลีนและกระบวนการออกซิเดชันอื่นๆ เช่น การออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสี (pigment) น้ำตาล ส่วนในการสังเคราะห์เอทิลีนของพืชต้องใช้ ออกซิเจน การลดปริมาณออกซิเจนลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีนลงได้ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2544)

ความเข้มข้นของ ออกซิเจน ระหว่าง 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้หลายชนิด บทบาทของออกซิเจน ในการยับยั้งการสุกของผลไม้ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการหายใจอย่างแท้จริง แม้ว่าความเข้มข้นของ ออกซิเจน ที่ต่ำจะลด net respiration rate ของผลไม้ แต่ออกซิเจน จะมีบทบาทโดยตรงที่สำคัญเกี่ยวกับการสุกของผลไม้ ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่า ออกซิเจน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างและการทำงานของเอทิลีนในพืช (สายชล เกตุษา. 2528)

ก๊าซออกซิเจนประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ คือขีดทนทานที่ต่ำที่สุดของผักส่วนมาก ภายใต้สภาพนี้จะเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความผิดปกติในด้านรสชาติและกลิ่น (Swiader and McCollum. 1992)

ระดับก๊าซออกซิเจนที่ลดลงจะช่วยให้อัตราการผลิตเอทิลีนต่ำลง โดยเฉพาะปริมาณที่ต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ แต่การเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจน (มากกว่า 21 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณของเอทิลีนจะเพิ่มสูงขึ้น (ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2526)

การเก็บรักษาแอปเปิ้ลในบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ 0-60 เปอร์เซ็นต์ และ ออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจาก 10 วันที่อุณหภูมิใดๆ ไม่ทำให้ปริมาณวิตามินซีเปลี่ยนไป (คณัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2535)

ส่วนมะเขือเทศที่เก็บรักษาในระดับความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำ สภาพของเนื้อเยื่อจะดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพอากาศปกติ ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่อิทธิพลดังกล่าวไม่สามารถพบได้ใน sweet papers และพืชผักชนิดอื่นๆ ในแอปเปิ้ลการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำจะเกิดผลที่ดีอย่างเด่นชัด การเปลี่ยนแปลงของสี (ส่วนมากจากสีเขียวเป็นสีเหลือง) จะลดลงเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำ เช่น การลดลงของการสูญเสีย chlorophyll จากการอ้างถึงในผักที่ต่างชนิดกัน ใน broccoli ปริมาณความเข้มข้นของ ออกซิเจน ต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สีเขียวคงอยู่ได้นานขึ้น การใช้ปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำนี้จะได้ผลดีเช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการทดลองปริมาณ ออกซิเจน 2.5-4 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ลดการสูญเสีย chlorophyll ลงได้อย่างชัดเจน (Weichmann. 1987)

2.4 บทบาทที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศจะมี 0.03 เปอร์เซ็นต์ โดยการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศรอบ ๆ จะส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลงได้ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 3-10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้ (สายชล เกตุษา. 2528) เนื่องจาก คาร์บอนไดออกไซด์มีบทบาทดังนี้

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช เมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้นานขึ้น (วัฒนา วิวิวุฒิการ. 2540) ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช การชะลออัตราการหายใจของพืช จะได้ผลน้อยเมื่อใช้อัตราความเข้มข้นน้อยเกินไป ในขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตรายทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น เช่น แอปเปิ้ลจะทนต่อ คาร์บอนไดออกไซด์ ได้น้อยกว่าออกซิเจน โดย การเก็บรักษาแอปเปิ้ลจะใช้ คาร์บอนไดออกไซด์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลสตรอเบอร์รี่ใช้ 15-20 เปอร์เซ็นต์ (งามทิพย์ กุวัโรดม. 2538)

2. ขยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด เราจึงเรียก คาร์บอนไดออกไซด์ เป็น bacteriostatic หรือ fungistatic คือมีผลยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อเท่านั้น มิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะใช้ คาร์บอน ไดออกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีเมื่อเชื้ออยู่ในช่วงเตรียมเพื่อแบ่งตัว โดยช่วงเวลาดังกล่าวการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ช้าลง (งามทิพย์ กุวัโรดม. 2538) คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้น 5-10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มเข้าไปในสภาพควบคุมบรรยากาศจะช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ ดังนั้น จึงทำให้การพัฒนาของโรคเกิดได้ช้าลง ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้จะให้ผลดีที่สุดเมื่อในบรรยากาศมีระดับออกซิเจนต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ (คนัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนานพนธ์. 2535)

3. คาร์บอนไดออกไซด์ จะป้องกันการตอบสนองต่อเอทิลีนของพืชได้ หรือบางกรณีอาจทำให้เกิดช้าลง ใน ผลไม้หลายชนิดมีการสะสม คาร์บอนไดออกไซด์ ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ และทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (จริงแท้ ศิริพานิช. 2544)

ปริมาณก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ที่พืชปล่อยออกมาจากขบวนการหายใจ จัดได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะปริมาณก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ที่มากขึ้นเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำความเสียหายให้กับผลผลิตสดได้ภายใน 2-3 วัน แต่ถ้าปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลง 3 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ก่อให้เกิดผลเสีย ดังนั้นการเก็บรักษาผลสดควรควบคุมปริมาณก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ในบรรยากาศที่เก็บรักษาผลิตผล (จิรา ณ หนองคาย. 2531)

2.5 บทบาทของเอทิลีน

เอทิลีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีผลต่อขบวนการสรีรวิทยาของพืช เกิดจากขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในพืช ผลิตจากเนื้อเยื่อของพืชชั้นสูงและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เอทิลีนเป็นสารฮอร์โมนธรรมชาติที่ควบคุมการบ่มและการสุกของผลิตผล

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นก๊าซสามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้างกว้างขวางต่อการพัฒนาของพืช โดยทั่วไปเอทิลีนจะไปเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืชหรือส่วนของพืช ทั้งนี้เพราะเอทิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ส่วนในผลไม้เอทิลีนกระตุ้นให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น และจากการศึกษาในผลไม้พบว่า กระบวนการสุกจะเกิดขึ้นไม่ได้หากไม่มีเอทิลีน และระหว่างการสุกก็ยังจำเป็นต้องมี เอทิลีนมีฉะนั้นแล้วการสุกจะเกิดได้ไม่สมบูรณ์ การตอบสนองของผลไม้ต่อเอทิลีนนี้พบว่า เนื้อเยื่อที่ยังอ่อนอยู่มีการตอบสนองไม่ดีเท่าเนื้อเยื่อที่บริบูรณ์แล้ว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) ก๊าซเอทิลีนจึงได้ชื่อว่า ripening hormone หรือ ripening gas จากการศึกษพบว่าใน ระยะผลแก่จัดนั้นจะมี การสร้างเอทิลีนภายในพืชอัตราที่ต่ำมาก แล้วจะเพิ่มสูงในช่วงเดียวกับ อัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นระยะที่ขบวนการต่างๆ เช่น การเปลี่ยนสีผิว การนิ่มของเนื้อเยื่อผลไม้ การสังเคราะห์น้ำตาล ฯลฯ อัตราการสร้างก๊าซเอทิลีนจะถึงจุดสูงสุด และจะคงที่อยูระยะหนึ่งแล้วค่อยๆ ลดลงซึ่งอยู่ในระยะเดียวกับการหายใจที่ค่อยๆ ลดลง อัตราการสร้างก๊าซเอทิลีนจะมากน้อยต่างกันขึ้นกับชนิดของผลไม้ (จิรา ณ หนองคาย, 2531)

ปริมาณการผลิตเอทิลีนในผักและผลไม้ชนิดต่างๆ นั้นแตกต่างกันออกไป สำหรับในผลไม้ที่ลักษณะการผลิตเอทิลีนและปริมาณความเข้มข้นภายในมีความสัมพันธ์กับการหายใจผลไม้ประเภท climacteric มีการผลิตและความเข้มข้นของเอทิลีนภายในผลในระหว่างการเจริญเติบโตต่ำ จนกระทั่งเมื่อผลไม้เริ่มสุกการผลิตเอทิลีนจึงเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว ความเข้มข้นภายในก็สูงขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นของปริมาณการผลิตเอทิลีนอาจเกิดขึ้นก่อนหรือหลังการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจก็ได้ เพราะการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีนจากภายในเซลล์สู่บรรยากาศข้างนอกของผลไม้แต่ละชนิดไม่เท่ากัน เพราะมีโครงสร้างไม่เหมือนกัน จึงอาจทำให้เห็นอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นก่อนการผลิตเอทิลีน นอกจากนั้นการศึกษาถึงความเข้มข้นของเอทิลีนภายในผลไม้พบว่าก่อนเกิดการเพิ่มขึ้นของการหายใจและขบวนการสุกอื่นๆ ความเข้มข้นของเอทิลีนมีอยู่สูงมากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มขึ้นของการหายใจและขบวนการสุกอื่นๆ ได้ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของการสร้างเอทิลีนจึงไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นก่อนการเพิ่มขึ้นของการหายใจ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

จริงแท้ ศิริพานิช (2544) กล่าวว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตและการทำงานของเอทิลีน คือ

1. ชนิดหรือพันธุ์
2. อายุทางสรีรวิทยาเมื่อเก็บเกี่ยว ผลไม้ประเภท climacteric จะผลิตเอทิลีนสูงมากเมื่อสุก แต่จะผลิตในปริมาณต่ำเมื่อยังอ่อนอยู่
3. อุณหภูมิ การผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าจะทำให้การผลิต ตลอดจนการทำงานของเอทิลีนลดลง หรือหมดไปเลยก็ได้ ตรงข้ามที่อุณหภูมิต่ำ อาจทำให้ผลไม้และผักในเขตร้อนเป็นอันตรายที่เรียกว่า chilling injury หรือการสะท้อนหนาว และก่อให้เกิดการผลิตเอทิลีนสูงขึ้นได้
4. ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ การลดปริมาณออกซิเจนลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีนลง ส่วนการมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าปริมาณในบรรยากาศปกติอาจทำให้การผลิตเอทิลีนในพืชลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ แต่คาร์บอนไดออกไซด์จะขัดขวางการทำงานของเอทิลีน โดยแย่งที่เอทิลีนในการจับตัวกับตัวรับ
5. ปริมาณของเอทิลีนในบรรยากาศ แก๊สเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ผลิต เอทิลีนในปริมาณสูงขึ้นได้

2.6 สารดูดซับเอทิลีน

สารดูดซับเอทิลีนถูกใช้นำเอทิลีนออกจากอากาศ เพื่อที่จะลดความเสียหายที่เกิดจากการสะสมและการเปลี่ยนแปลงของพืช สารดูดซับเอทิลีนจะถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อที่จะกำจัดเอทิลีนจากบรรยากาศตามแนวทางชีววิทยา (Frederick *et al.* 1992)

การใช้สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดี คือ ด่างทับทิม (potassium permanganate, KMnO_4) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับเอทิลีนเป็นสารใหม่ 2 ชนิด คือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide, MnO_2) และเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นเอทิลีนได้อีก วิธีการเตรียม EA ทำได้โดยจุ่มวัสดุที่มีความพรุนสูงในสารละลายอิ่มตัวของด่างทับทิมแล้วผึ่งลมให้แห้ง EA สามารถดูดซับเอทิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมาออกผล ช่วยลดปริมาณเอทิลีนจึงชะลอการสุกได้ (สุธีรา เขียงยุกค์สากล. 2537) ซึ่งสอดคล้องกับ Frederick *et al.* (1992) ที่กล่าวว่าสารดูดซับเอทิลีนที่มีราคาถูกและมีวิธีการใช้ง่ายที่สุดคือ KMnO_4 และสุธีรา เขียงยุกค์สากล (2537) ยังกล่าวอีกว่าการใช้สารดูดซับเอทิลีนร่วมกับการใช้ ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้

จริงแท้ ศิริพานิช (2544) กล่าวว่า การกำจัดเอทิลีนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การระบายอากาศ วิธีที่ง่ายที่สุดได้แก่ การจัดให้มีการระบายอากาศออกจากห้องเก็บรักษา ระบายอากาศออกจากห้องในปริมาตรเท่ากับ 1 ห้องทุกๆ 1 ชั่วโมงช่วยลดปริมาณเอทิลีนลงได้เพียงพอ

การใช้ถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) สามารถใช้ดูดซับเอทิลีนได้ดีพอสมควร และถ้าใช้โบรมีน (bromine) เคลือบด้วยจะทำงานได้ดีขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายสำหรับวิธีนี้แพงกว่าการใช้ KMnO_4 จึงไม่เป็นที่นิยมมากนัก

การใช้โอโซน โอโซน (O_3) สามารถออกซิไดซ์เอทิลีนได้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ โดยปราศจากมลพิษใดๆ จึงเป็นวิธีที่ค่อนข้างสะอาดสำหรับโอโซนนั้นอาจสร้างโดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตกระตุ้น โมเลกุลของออกซิเจนในบรรยากาศให้เปลี่ยนเป็น โอโซน แต่โอโซนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งผักและผลไม้ จึงต้องถูกกำจัดส่วนที่เหลือจากการใช้ออกซิไดซ์เอทิลีนออก ก่อนปล่อยสู่บรรยากาศหรือปล่อยกลับเข้าไปในห้องเก็บรักษา สำหรับการกำจัดโอโซนนั้นอาจทำได้โดยการใช้แสงอัลตราไวโอเลตเช่นเดียวกัน แต่คนละช่วงความยาวคลื่น หรือผ่าน โอโซนไปบนเหล็กที่ขึ้นสนิม โอโซนจะทำปฏิกิริยาได้ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำการใช้ตัวออกซิไดซ์ ในระบบนี้อากาศที่มีเอทิลีนจะถูกผ่านไปยังตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น platinized asbestos ที่อุณหภูมิสูง เอทิลีนจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนได้เป็นน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ จะต้องเปลืองพลังงานในการกำจัดอุณหภูมิของอากาศหลังจากการกำจัดเอทิลีนแล้ว แต่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยใช้ระบบ swingtherm ที่อากาศเย็นจากห้องรักษาผลผลิตถูกทำให้ร้อนด้วย heater และเกิดปฏิกิริยาการกำจัดเอทิลีน

การใช้ด่างทับทิม (KMnO_4) การใช้ด่างทับทิมหรือโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) ซึ่งพบว่าเป็นสารเคมีที่ไม่กัดกร่อน และมีประสิทธิภาพในการกำจัดเอทิลีนที่มีความเหมาะสมที่สุด KMnO_4 สามารถทำปฏิกิริยากับเอทิลีนได้ manganese dioxide ซึ่งมีสีน้ำตาล รวมทั้งน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ตามสมการข้างล่าง



หลักสำคัญในการใช้ด่างทับทิมคือ วัสดุที่ใช้เป็นที่เกาะของด่างทับทิมต้องมีพื้นผิวมาก ดังนั้นวัสดุที่เหมาะสมได้แก่ ซอลต์, celite, vermiculite, perlite หรือก้อนอิฐหุบเป็นก้อนเล็กๆ ก็ได้ ส่วนที่มีขายในทางการค้านั้นใช้ activated alumina นอกจากนั้นการใช้ด่างทับทิมให้ได้ผลจำเป็นต้องจัดให้มีด่างทับทิมกระจายอยู่ในภาชนะบรรจุผลผลิตให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนในกรณีห้องเก็บรักษานั้นอาจใช้วิธีดูดอากาศในห้องให้ผ่านไปยังวัสดุที่เคลือบด้วยด่างทับทิม จึงจะเห็นผลชัดเจน ปัญหาสำคัญในการใช้ด่างทับทิมก็คือ ปัญหาวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมาก ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด และอาจก่อให้เกิดมลพิษขึ้นได้จากแมงกานีสที่เป็น โลหะหนักอย่างหนึ่ง

2.7 การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว

พืชมีการสะสมความร้อนจากแปลงปลูก เรียกว่าความร้อนแฝง (field heat) ซึ่งจะทำให้พืชมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้น ทำให้เร่งการแก่ การสุก มีการเสื่อมสลายเร็วขึ้น เกิดการสูญเสียน้ำ มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้น อัตราการหายใจจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่อมีอุณหภูมิสูง อัตราการหายใจจะสูงขึ้น การลดอุณหภูมิของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็ว (precooling) ก่อนการเก็บรักษาและขนส่ง จึงเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผล และยังช่วยรักษาคุณภาพของผลิตผลจนกว่าจะถึงมือผู้บริโภค (สุชาติ จิรพรเจริญ และคณะ. 2548)

การเลือกวิธีการลดความร้อนที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของผลิตผล ชนิดของผลิตผลที่ต่างกัน มีวิธีการลดอุณหภูมิที่แตกต่างกันไป เช่น สตรอเบอรี่ และ บล๊อคโคลิ ต้องการอุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็ง ในขณะที่ พักทองหรือมะเขือเทศ อาจถูกทำลายที่อุณหภูมิดังกล่าว วิธีการ hydrocooling หรือ icing ไม่เหมาะกับพืชที่เน่าเสียง่าย เพราะเป็นวิธีที่มีความชื้นสูง

2. ภาชนะบรรจุ วิธีที่ดีที่สุดในการลดอุณหภูมิ อาจขึ้นอยู่กับว่าผลิตผลนั้นบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุในลักษณะใด ลักษณะของภาชนะบรรจุ มีผลต่อวิธีและอัตราการลดอุณหภูมิของผลิตผล

3. ปริมาณของผลิตผล การลดอุณหภูมิในบางวิธี ต้องทำด้วยความรวดเร็วกว่าวิธีอื่น ถ้าผลิตผลที่จะทำการลดอุณหภูมินั้นมีปริมาณมาก ควรเลือกวิธีการลดอุณหภูมิที่เร็วที่สุด

4. ด้านเศรษฐกิจ ค่าบำรุงรักษาของเครื่องกำจัดความร้อนแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน ควรศึกษาถึงความคุ้มทุน และผลตอบแทนที่ได้รับ (สุชาติ จิรพรเจริญ และคณะ. 2548)

วิธีการลดความร้อนของผลิตผลทางการเกษตรที่นิยมใช้ ได้แก่

1. การลดความร้อนโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling)

การใช้ห้องเย็น (room cooling) คือ การใช้ห้องเย็นเป็นห้องสำหรับลดอุณหภูมิของผักและผลไม้โดยตรง โดยการนำผักและผลไม้เข้าไปไว้ในห้อง วิธีนี้ความเร็วในการลดอุณหภูมิก่อนข้างต่ำ เพราะอากาศเย็นไหลหมุนเวียนรอบๆ ภาชนะบรรจุเท่านั้น (คณัย บุญเกียรติ และนิธิชา รัตนานนท์. 2535)

การใช้ลมเย็น (forced-air cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการเป่าอากาศเย็นอุณหภูมิประมาณ 0-3 องศาเซลเซียส และทำการหมุนเวียนอากาศด้วยความเร็วสูง การทำให้อากาศเย็นไหลผ่านและแทรกตัวเข้าไปประหว่งภาชนะบรรจุด้วยความเร็วสูงจะทำให้อากาศพาความร้อนออกจากผักและผลไม้ได้อย่างรวดเร็ว (คณัย บุญเกียรติ และนิธิชา รัตนานนท์. 2535) วิธีนี้นิยมใช้กับ สตรอเบอรี่ องุ่น ท้อ และแอปเปิ้ล ที่อุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียส สัม 5 องศาเซลเซียส แดง 10 องศาเซลเซียสกล้วย 12-15 องศาเซลเซียส (AFCQ. 2000)

2. การลดความร้อนโดยใช้น้ำเย็น (hydrocooling) เป็นวิธีการที่รวดเร็ว ใช้น้ำได้กับผักและผลไม้หลายชนิด โดยการใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลาง สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ปล่อยให้ น้ำเย็นไหลผ่าน การสเปรย์น้ำเย็น การจุ่มผักและผลไม้ลงในน้ำเย็น หรือถั่งน้ำแช่น้ำแข็ง น้ำที่ใช้ต้องเย็นที่สุดเท่าที่จะเย็นได้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียกับผลิตภัณฑ์ และอาจเติมคลอรีนหรือสารระงับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ลงไปด้วย การใช้น้ำเย็นเป็นวิธีการที่นิยมใช้เนื่องจากใช้เวลาน้อย ลดการสูญเสีย น้ำหนัก และยังช่วยทำความสะอาดเบื้องต้นด้วยนิยมใช้กับหน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดหวาน เซอร์เรีย แครอท สาลี่ แอปเปิ้ล (คณัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535)

3. การใช้น้ำแข็ง (contact icing) นิยมใช้กับผักใบ ใช้น้ำแข็งปนคลุมด้านบนหรือปูเป็นชั้นๆระหว่างผลิตภัณฑ์เพื่อลดความร้อน เมื่อน้ำแข็งละลาย น้ำเย็นจะไหลผ่านผักและผลไม้

4. การใช้สุญญากาศหรือการลดความดัน (vacuum cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิที่รวดเร็วที่สุด นิยมใช้กับผักใบต่างๆ ทำได้โดยการใส่ผักหรือผลไม้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด แล้วดูดอากาศออกโดยใช้ปั๊มสุญญากาศจนมีความดันประมาณ 4.5 มม.ปรอท ซึ่งจะให้น้ำระเหยเป็นไอน้ำออกจากผักและผลไม้ ทำให้อุณหภูมิลดลง วิธีการนี้จะมีการสูญเสียน้ำหนักของผักและผลไม้ไปมาก ดังนั้นจึงอาจสเปรย์ผักและผลไม้ด้วยน้ำสะอาดก่อนนิยมใช้กับผักกาดหอม หน่อไม้ฝรั่ง เซอร์เรีย ข้าวโพดหวาน ถั่วฝักสด เห็ด (คณัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535)

รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

กนกมณฑล ศรีศรีวิชัย (2530) กล่าวว่าส่วนผสมที่เหมาะสมของบรรยากาศมีความสำคัญมากในการเก็บรักษาผลส้มและมะนาว และใช้ออกซิเจนประมาณ 3 – 8 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้ออกซิเจนน้อยกว่านี้ กลิ่น รสจะไม่ดี คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 10 – 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะที่จะใช้เก็บส้มและอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามชนิดของส้มถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากจะทำให้เกิดน้ำขังในเปลือกส้มมาก หรือเกิดเอทานอลขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้มะนาวยังคงความเขียวไว้ หากเก็บมะนาวที่อุณหภูมิต่ำจะทนอยู่ได้ประมาณ 14 – 35 วัน

ปรีชา เลิศคุณากร และ สุชาติ พิริยสกุลพัฒน์ (2533) ศึกษาการทำความเย็น (precooling) กับหน่อไม้ฝรั่งสีเขียว เกรด A ดอกตูม พันธุ์ UC#309 โดยใช้วิธีแช่น้ำเย็น 1 องศาเซลเซียส 15 นาที และเป่าด้วยลมเย็น 15 องศาเซลเซียส 15 นาที โดยเก็บไว้ในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบว่า หน่อไม้ฝรั่งที่ทำการลดความเย็นด้วยวิธีแช่น้ำเย็น เป่าด้วยลมเย็น และไม่ทำการลดความเย็น มีอายุการเก็บรักษา 35, 22 และ 19 วัน ตามลำดับ มีการสูญเสีย น้ำหนักรวม 1.06, 17.3 และ 1.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง (2535) ศึกษาการควบคุมโรคโดยการใส่สารละลายคลอรีนล้างหน่อไม้ฝรั่ง การแช่โคนหน่อในน้ำประปาสูง 2-10 เซนติเมตร นาน 1-5 ชั่วโมง เพื่อรักษาความสด

และชะลอการเพิ่มปริมาณเส้นใย การลดอุณหภูมิโดยวิธีน้ำเย็น (น้ำผสมน้ำแข็ง) น้ำเย็นผสมคลอรีน ลมคั้นเย็น (forced-air cooling) และห้องเย็น (room cooling) พบว่า น้ำประปาและน้ำที่ห้องรองสวน ผสมคลอรีน 100-400 ppm ที่ได้จาก NaOCl และ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ สามารถลดการเน่าเสียของหน่อไม้ฝรั่ง เนื่องจากโรคเน่าและได้อย่างมาก และทุกระดับความเข้มข้นของคลอรีนจาก NaOCl มีแนวโน้ม ให้ผลดีกว่าจาก $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ และที่ความเข้มข้น 400 ppm มีแนวโน้มให้ผลดีที่สุด สารละลายที่เตรียม และใช้ทันที มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเน่าเสียของหน่อไม้ฝรั่งได้ดีกว่าสารละลายคลอรีนที่ เก็บรักษาไว้ 15 และ 30 วัน และหน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 3 และ 5 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำการล้างหน่อไม้ฝรั่ง มีการเน่าเสียน้อยกว่าหน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส การลดอุณหภูมิโดยน้ำเย็นสามารถลดอุณหภูมิของหน่อไม้ฝรั่งได้เร็ว ที่สุด รองลงมาคือน้ำเย็นผสมคลอรีน ลมคั้นเย็น และห้องเย็น แต่หน่อไม้ฝรั่งที่ลดอุณหภูมิโดยน้ำ เย็นผสมคลอรีนมีปริมาณเส้นใยน้อยกว่า และไม่พบการเน่าเสีย และในสภาพการค้าหากไม่สามารถ ล้างหรือลดอุณหภูมิของหน่อไม้ฝรั่งได้ทันทีก็สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 24 ชั่วโมง แล้วค่อยดำเนินการต่อได้ โดยที่หน่อไม้ฝรั่งไม่มีการเน่าเสียเกิดขึ้น และไม่ได้ทำให้ หน่อไม้ฝรั่งเกิดการเสื่อมสภาพลงเร็ว

จันทนา โชคพาชื่น (2543) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน คาร์บอนไดออกไซด์ออกไซด์ต่อออกซิเจน และสารดูดซับเอทิลีนต่อการเกิดเอทิลีน คุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ พบว่า กล้วยไข่ที่ เก็บรักษาใน คาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 16 องศา เซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 42.67 วัน โดยที่สีเปลือกของกล้วยไข่ยังคงมีสีเขียว การ สูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณ TSS และเอทิลีนจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำมาบ่ม ที่อุณหภูมิห้อง กล้วยไข่ยังคงคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในเกณฑ์ดีมาก

จริงแท้ ศิริพานิช (2544) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ ให้ผลในการควบคุม โรคมากกว่าที่ระดับ 10-20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. ใน ผลสตอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีการนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งผลสตอเบอรี่ใน ต่างประเทศ และบางส่วนในประเทศไทย

อภิธา บุญศิริ และคณะ (2545) ทำการทดลองเก็บรักษาช่อผลลองกองในสภาพคัดแปลง บรรยากาศ โดยบรรจุช่อผลลองกองในกล่องกระดาษลูกฟูก และบรรจุในถาด โพลีสไตรีน ฉูพลาสติกเจาะรูและไม่เจาะรู ก่อนบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกรวมกับการใช้สารดูดซับเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าช่อผลลองกองที่ บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกและถาด โพลีสไตรีน สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ และนานกว่าฉูพลาสติกเจาะรูและไม่เจาะรู ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 2 สัปดาห์ การทดลอง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการหลุดร่วงของช่อผลลองกอง ที่บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก และถาดโพลีสไตรีน อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าการเก็บรักษาในกล่องกระดาษลูกฟูกให้ผลดีที่สุด

เนื่องจากพบการเน่าของผล ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในผล กลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติน้อยกว่า แต่มีการยอมรับของผู้ชิมสูงกว่าที่รีดเม้นต์อื่นๆ การทดลองไม่พบความแตกต่างของการเกิดเปลือกสีน้ำตาล ปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ TSS/TA ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในทุกที่รีดเม้นต์

ภูวนาท พิกเกตุ และคณะ (2546) ศึกษาอิทธิพลของการทำ hydrocooling ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของคะน้าฮ่องกง (ไก่หลาน) โดยนำคะน้าฮ่องกงระยะการค้าเลือกยอดที่มีขนาดสม่ำเสมอ และไม่มีตำหนิมาทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น (hydrocooling) อุณหภูมิ 15 และ 10 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกผลทุก 2 วัน ได้แก่ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase จากการทดลองพบว่าการทำ hydrocooling คะน้าฮ่องกงที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณคลอโรฟิลล์และกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ของคะน้าฮ่องกงได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ทำ hydrocooling) และการทำ hydrocooling คะน้าฮ่องกงที่อุณหภูมิระดับอื่นๆ

อรอุมา ภาแก้ว (2546) ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตราการไหล ออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะนาว พบว่ามะนาวที่เก็บรักษาใน ออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ 3 : 5 PSI ร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 95 วัน โดยที่สีเปลือก มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีเหลือง การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา

สุกัลยา ภูทอง และคณะ (2548) ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่มีต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวโพคหวานพันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 พบว่า ข้าวโพคหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที มีแนวโน้มที่จะสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการคือ ชะลอการสูญเสียปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลซูโครสและลดอัตราการหายใจ รวมทั้งชะลอการสร้างแป้ง ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับข้าวโพคหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ

Ertan *et al.* (1990) ศึกษาการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและการไม่ลดอุณหภูมิ ที่ 0 และ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 หรือ 7 วัน ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจะช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและคุณภาพ และการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยควบคุมการเสื่อมสภาพที่เกิดจากเชื้อ *Botrytis* และ *Penicillium*

Kader (1992) ได้กล่าวว่าการบรรจุผลไม้ในเขตร้อนในสภาพบรรยากาศควบคุมและคัดแปลงจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หรืออยู่ในช่วง 12-20 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ 5-10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ออกซิเจน 3-5 เปอร์เซ็นต์

Turk and Celik (1994) ศึกษาการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในผักกาดหอม ที่ทำการลดอุณหภูมิมากกว่า 28-30 นาที ที่ 2 และ 4 องศาเซลเซียส และที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ จากนั้นนำมาห่อหุ้มด้วย polyethylene เจาะรู และไม่ได้ห่อหุ้ม ก่อนเก็บรักษาที่ 0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาและการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 2 องศาเซลเซียส จะให้ผลดีกว่าการลดอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส

Dincer (1995) ทำการ precooling อุ่น พันธุ์ *Sultana* ด้วยอากาศเย็น 4 องศาเซลเซียส และมีความเร็วลม 1-2 เมตร/วินาที พบว่า การให้อากาศเย็น และการเพิ่มความเร็วลมเป็น 1-2 เมตร/วินาที จะช่วยลดเวลาในการทำความเย็นลง ประมาณ 21.8 เปอร์เซ็นต์

Ketsa and Klaewkaserkorn (1995) ทำการศึกษาโดยผลของเงาะสายพันธุ์ Rongrien จะเก็บรักษาภายในถุงพลาสติก polyethylene (PE) ที่ปิดสนิท มีรูระบายอากาศ 1, 2, และ 3 รู เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลที่เก็บในถุง PE ที่มีรู 1 รู ที่ 12 องศาเซลเซียส และบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ 0.3 – 0.7 เปอร์เซ็นต์ กับออกซิเจน 16.1 – 19.5 เปอร์เซ็นต์ จะยืดอายุการเก็บรักษาของเงาะได้ 18 วัน และชะลอการสะท้อนหนาว (chilling injury) ของเงาะได้ ในขณะที่เก็บรักษาเงาะในสภาพอากาศปกติ (ภายนอกถุง PE) ที่ 10 องศาเซลเซียส และ 12 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บรักษาเพียง 5 และ 8 วันตามลำดับ

Kapse and Katrodia (1997) ศึกษาการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น (hydrocooling) ในมะม่วง ด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิ 8, 12 และ 16 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า มะม่วงที่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น 8 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการสะท้อนหนาวและไม่สามารถสุกต่อได้ ส่วนมะม่วงที่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น 12 และ 16 องศาเซลเซียส และมะม่วงที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ มีอายุการเก็บรักษา 14.3, 12.3 และ 10.2 วันตามลำดับ อีกทั้งการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นยังสามารถควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อ *Botryodiplodia* และ *Collectotrichum* ได้อีกด้วย

Zhang and Quantick (1997) ทำการเก็บรักษาลองกองสายพันธุ์ Shixia ในถุง polyethylene ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 7 วัน และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้นาน 35 วัน รวมทั้งการเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจน ในถุงพลาสติก 1, 3, 10 และ 21 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้เปลือกลดการเกิดสีน้ำตาล และยังคงปริมาณของ TSS และกรดแอสคอร์บิกในผลไม้ อยู่ แม้ว่าการเก็บรักษาในก๊าซออกซิเจน 1 เปอร์เซ็นต์จะมีรสชาติเปลี่ยนไปเล็กน้อย

Glahan and Puchangthong (2000) พบว่าการเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจนที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ทำให้หน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณเส้นใยและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากเก็บรักษา 28 วัน หน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาใน คาร์บอนไดออกไซด์ 12 เปอร์เซ็นต์ต่อออกซิเจน 8

เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยมากที่สุด คือ 2.59 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่รักษาหน่อไม้ฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักสระหว่าง 0.16-0.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS ของหน่อไม้ฝรั่งทุกการทดลองจะ ลดลงเล็กน้อย ระหว่าง 3.53-6.40 brix เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าหน่อไม้ฝรั่งมีลักษณะที่ดีและมี รสชาติเป็นที่ยอมรับ

Glahan and Wichitrattananon (2001) ศึกษาถึงอิทธิพลของระดับ คาร์บอนไดออกไซด์ต่อ ออกซิเจนและสารคูลซัซเบทริลินต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมังคุด โดยศึกษาถึงปัจจัยของ อายุผลและระดับก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน เก็บรักษาที่ 13 ± 2 องศาเซลเซียส ผล ปรากฏว่า TSS และ TA ของมังคุดทุกวัยค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ TSS หลังการเก็บรักษา 49 วันมีความแตกต่างทางสถิติ TSS ก่อนการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 18.12-19.83 brix และปริมาณ TSS หลังการเก็บรักษา 49 วันมีค่าอยู่ระหว่าง 13.13-17.60 brix ส่วนปริมาณ TA ก่อนการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 0.71-0.79 เปอร์เซ็นต์และหลังการเก็บรักษา 49 วัน มีปริมาณ TA อยู่ ระหว่าง 0.53-0.75 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษา 49 วันมีการเกิดเอทิลีน 1.67-4.15 ppm และผลที่มี อายุสั้นกว่ามีการเกิดเอทิลีนมากกว่าผลที่แก่กว่า และหลังการเก็บรักษา 42 วันคุณภาพการ รับประทานยังเป็นที่ยอมรับได้

Niyomlao W. *et al.* (2001) ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็นและสภาพ บรรยากาศคัดแปลงต่อคุณภาพการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายของข้าวโพดหวาน โดย แบ่งเป็น 3 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็นที่ระดับ อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ 25 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับ ชุดควบคุมที่ 25 องศาเซลเซียสและระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว 0 4 8 และ 12 ชั่วโมง พบว่าการลด อุณหภูมิข้าวโพดหวานโดยการใช้น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บเกี่ยว 0 และ 4 ชั่วโมง มีผลในการชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลซูโครส อัตราการหายใจ และการสูญเสีย น้ำหนักได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็น และข้าวโพดหวานที่ผ่าน การลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หลังเวลาการเก็บเกี่ยว 8 และ 12 ชั่วโมง

Holfman *et al.* (2002) ทำการศึกษาการใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อส่งเสริมคุณภาพของอะโวคาโด พันธุ์ 'Hass' โดยอาจจะใช้หรือไม่ใช้ การจุ่มน้ำร้อน (hot water treatment ; HWT) ร่วมด้วย การใช้ สภาพอุณหภูมิต่ำ (low temperature condition ; LTC) คือ เก็บไว้ที่ 4-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3-4 วัน หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ที่ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 วันก่อนนำไปบ่มสุกที่ 16 องศาเซลเซียส และในการทดลองที่ 2 นำผล อะโวคาโดไปแช่น้ำร้อน 41-42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15-25 นาที แล้วทำ LTC หรือ ไม่ทำ LTC พบว่า การทำ LTC ที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน หรือ เก็บที่ 6-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 วัน พบว่าลักษณะภายนอกมีการยอมรับเพิ่มขึ้น (พบรอยสีดำบนผิว เกิดขึ้นน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์) การทำ LTC ก่อนนำไปวางไว้ จะลดการเกิดรอยดำบนผิวผลได้ และ

ให้ผลดีกว่าการทำ HWT และพบว่าการใช้ HWT ร่วมกับ LTC ให้ผลไม่ดีไปกว่าการทำ LTC เพียงอย่างเดียว และมีการนำผลอะโวคาโดที่เก็บใน 6 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน แล้วส่งจาก Queensland ไป New Zealand พบว่า ลักษณะภายนอกเป็นที่ยอมรับ และเนื้อภายในมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

Martinez-Romero *et al.* (2002) ศึกษาผลของการใช้ลมเย็น (force-air cooling) ก่อนหรือหลังการเกิดความเสียหายเชิงกลของพลัม พบว่าการทำ force-air cooling จะทำให้อัตราการหายใจของเนื้อเยื่อส่วนที่ได้รับความเสียหายลดลง สำหรับผลที่ได้รับความกระทบกระเทือนก่อนการทำ precooling จะมีการหายใจเพิ่มเป็น 2 เท่าของผลที่ได้รับการกระทบกระเทือนหลังจากการทำ precooling พลัมได้รับความเสียหายเชิงกลก่อนการทำ precooling จะมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า มีความแน่นเนื้อน้อยกว่า และมีค่า chroma values น้อยกว่าผลที่ทำ precooling ก่อน และพบว่าการทำ precooling พลัมพันธุ์ Santa Rosa หลังการเก็บเกี่ยว (ก่อนการคัดบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง) สามารถช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการวางจำหน่ายได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์

1. มะนาว พันธุ์แป้น
2. ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์และ ออกซิเจน
3. สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent)
4. สารดูดความชื้น (moisture absorbent)
5. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
6. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer)
7. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (refrigerator)
8. เครื่องชั่งแบบดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (balance)
9. แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ Royal Horticultural Society (R.H.S. color chart)
10. เครื่องวัดความหวาน (hand refractometer)
11. เครื่องวัดอุณหภูมิภายใน (thermocouple thermometer)
12. หลอดแก้วสำหรับวัดของเหลว (burette)
13. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), ฟีนอล์ฟทาเลอิน ($C_{20}H_{14}O_4$)
14. เครื่องแก้ว เช่น beaker, flask, test tube
15. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น สมุด, ดินสอ, ปากกา, กล้องถ่ายภาพ ฯลฯ

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มดำเนินงาน เดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงเดือน พฤษภาคม 2549

3.4 วิธีดำเนินงาน

จัดหามะนาวพันธุ์แป้นที่มีลักษณะทางคุณภาพที่ดัชนีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 – 4.5 เซนติเมตร (เบอร์ 500) เก็บเกี่ยวที่อายุ 5 เดือนครึ่งหลังดอกบาน นำมาทำความสะอาด เอาสิ่งสกปรกออก แล้วนำมาเข้าสู่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน ตามวิธีที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นนำไป

บรรจุในถุงพลาสติก ใสสารดูดความชื้น (moisture absorbent) และสารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent) 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของมะนาว ผึ่งปากถุงด้วยเครื่องผึ่งสุญญากาศแล้วเติมคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนในอัตราส่วน 3 : 5 PSI แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส

วางแผนการทดลองแบบ 5x4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 20 treatment combinations วิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 45 ผล และมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ ระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (องศาเซลเซียส)

a_1	=	10	องศาเซลเซียส
a_2	=	5	องศาเซลเซียส
a_3	=	0	องศาเซลเซียส
a_4	=	-20	องศาเซลเซียส
a_5	=	-25	องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (นาที)

b_1	=	10	นาที
b_2	=	20	นาที
b_3	=	30	นาที
b_4	=	40	นาที

ภายหลังจัดวัสดุทดลองตามแผนการทดลองแล้ว นำมะนาวทั้งหมดไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ

ทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.5 การบันทึกข้อมูล

ก่อนการเก็บรักษาได้บันทึกข้อมูลดังนี้

1. อุณหภูมิภายใน
2. น้ำหนักสด (กรัม)
3. ปริมาณ TSS (total soluble solid)
4. ปริมาณ TA (titratable acidity)
5. สีเปลือก
6. สีเนื้อกุ้ง
7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

และระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 7 วัน บันทึกข้อมูล ดังนี้

1. อุณหภูมิภายใน
2. น้ำหนักสด (กรัม)
3. ปริมาณ TSS (total soluble solid)
4. ปริมาณ TA (titratable acidity)
5. สีเปลือก
6. สีเนื้อกุ้ง
7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
8. อายุการเก็บรักษา

3.6 การศึกษาข้อมูล

3.6.1 อุณหภูมิภายใน

เป็นการวัดอุณหภูมิภายในของผลมะนาว โดยการใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายใน (thermocouple thermometer) แทะเข้าไปในผลมะนาวที่ผ่านการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

3.6.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยชั่งผลมะนาวทุกครั้งที่ทำกรวิเคราะห์และนำมาคำนวณดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักสดหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

3.6.3 ปริมาณ total soluble solid (TSS)

นำส่วนเนื้อกุ้งมะนาวมาคั้นน้ำออก หลังจากนั้นนำน้ำคั้นมาหยดลงบนเครื่อง hand refractometer แล้วอ่านค่า TSS หน่วยเป็น brix

3.6.4 ปริมาณ titratable acidity คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริก

นำส่วนเนื้อกุ้งมะนาวมาคั้นน้ำให้ได้ 1 มิลลิลิตร แล้วเติมฟีนอล์ฟทาเลอินเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัว indicator จากนั้นนำไปไตเตรทด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (0.1 N NaOH) จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนจากใสเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก} = \frac{N \text{ base} \times \text{มิลลิลิตร Base} \times \text{meq.wt. ของกรดซิตริก}}{\text{มิลลิลิตรของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

โดย N base = normality ของ NaOH
 มิลลิลิตร base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตรเตรท
 meq.wt. ของกรดซิตริก = 0.06404

3.6.5 สีเปลือก

โดยการเปรียบเทียบสีเปลือกของมะนาวโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society (R.H.S.color chart)

3.6.6 สีเนื้อกุ้ง

โดยการเปรียบเทียบสีเนื้อกุ้งของมะนาวโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society (R.H.S.color chart)

3.6.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยใช้ผู้ทดสอบชิมผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะคือ ลักษณะภายนอก สีของเนื้อใน กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยวิธีการให้คะแนนแบบ hedonic scale 5 ระดับ (British Nutrition Foundation, 2001) ดังนี้ 5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบ 3 = เฉยๆ 2 = ไม่ชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุดจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

3.6.8 อายุการเก็บรักษา

โดยพิจารณาจากลักษณะคุณภาพภายนอกและภายในของผลมะนาวลักษณะอาการที่ผิดปกติของสีเปลือก สีเนื้อ และการเน่าเสียของมะนาว นับเป็นจำนวนวัน

3.6.9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษามะนาวที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า

4.1 อุณหภูมิภายใน

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ ต่างกันจะมีอุณหภูมิภายในแตกต่างกันในช่วงแรกของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.1) และเมื่อเก็บรักษา ผลมะนาวไว้ที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในของมะนาวมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ใน ระดับที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผลมะนาวมีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.50 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 10.90 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.1)

ก่อนการเก็บรักษา

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 20.75 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 20.63, 20.60, 20.08, 19.85, 19.45, 17.95, 17.58, 17.27, 17.23, 16.48, 16.30, 15.35, 15.35, 15.35, 14.35, 14.35, 14.15, และ 14.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 13.33 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 18.28 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 17.60, 16.67 และ 16.58 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 14.44 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 20.38 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 17.64 และ 15.62 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 14.44 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 7 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 13.60 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายใน 13.60, 12.97, 12.50, 12.50, 12.20, 12.03, 11.70, 11.53, 11.33, 11.20, 11.13, 11.07, 10.97, 10.93, 10.93, 10.93, 10.60, 10.53 และ 10.10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.03 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.82 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.71, 11.50 และ 11.37 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.81 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.86 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.35 และ 11.31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ

11.24 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 14 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.27 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.25, 12.18, 12.18, 12.14, 12.11, 12.01, 11.76, 11.67, 11.61, 11.51, 11.36, 11.31, 11.13, 11.11, 11.08, 10.97, 10.93 และ 10.93 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.56 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.82 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.77, 11.55 และ 11.33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.30 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.61 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.58 และ 11.58 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.44 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

ภายหลังการทดลอง 21 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 13.60 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายใน 13.60, 12.97, 12.50, 12.50, 12.20, 12.03, 11.70, 11.53, 11.33, 11.20, 11.13, 11.07, 10.97, 10.93, 10.93, 10.93, 10.60, 10.53 และ 10.10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 10.03 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 11.82 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.71, 11.50 และ 11.37 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 10.81 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 11.86 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.35 และ 11.31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.24 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 28 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.56 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที - 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.41, 11.79, 11.73, 11.68, 11.68, 11.58, 11.55, 11.47, 11.43, 11.39, 11.35, 11.09, 11.08, 11.05, 10.98, 10.85, 10.82 และ 10.71 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.61 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 12.04 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.56, 11.37 และ 11.11 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.88 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.60 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.47 และ 11.31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.18 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 35 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.48 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.38, 11.84, 11.73, 11.55,

11.54, 11.49, 11.37, 11.30, 11.23, 11.06, 11.03, 10.98, 10.98, 10.92, 10.89, 10.74, 10.63 และ 10.58 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.58 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.92 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, -20 และ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.36, 11.14 และ 10.98 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.92 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.43 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.32 และ 11.19 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.13 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 42 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.97 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.47, 12.00, 11.73, 11.63, 11.57, 11.50, 11.43, 11.40, 11.30, 11.27, 11.27, 11.23, 11.17, 11.03, 10.80, 10.77, 10.63 และ 10.43 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 8.57 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.98 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, -25 และ 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.45, 11.24 และ 11.18 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.35 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.47 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.24 และ 11.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.00 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 49 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.97 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.77, 12.27, 11.87, 11.87, 11.73, 11.63, 11.60, 11.57, 11.53, 11.53, 11.43, 11.33, 11.17, 10.90, 10.80, 10.73, 10.07 และ 9.97 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 9.87 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.74 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.55, 11.47 และ 11.10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศา

เซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.04 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.59 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลด อุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.47 และ 11.29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.17 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 56 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 13.63 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่าง รวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 10 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 13.33, 12.23, 12.13, 12.10, 12.10, 11.97, 11.87, 11.80, 11.77, 11.67, 11.67, 11.37, 11.37, 11.37, 11.30, 10.73, 10.33 และ 10.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มี อุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 9.49 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิ ภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่าง รวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 12.24 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 0 และ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.63, 11.58 และ 11.44 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.20 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.66 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลด อุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.63 และ 11.61 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ

11.57 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 63 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.55 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5, -25, -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.5, 12.25, 12.20, 12.15, 12.10, 12.00, 11.95, 11.85, 11.80, 11.79, 11.70, 11.70, 11.60, 11.54, 11.35, 11.29, 10.64 และ 10.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 9.87 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 12.14 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, -20 และ 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.90, 11.44 และ 11.39 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.27 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.87 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.67 และ 11.65 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.32 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 70 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.50 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่าง

รวดเร็วจนอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.10, 12.03, 12.00, 11.93, 11.93, 11.73, 11.73, 11.70, 11.67, 11.60, 11.57, 11.50, 11.40, 11.40, 11.40, 11.40, 11.37 และ 9.37 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 8.83 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.94 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -25 และ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.67, 11.44 และ 11.21 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.03 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.70 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.69 และ 11.39 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.06 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 77 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.93 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มี

อุณหภูมิภายใน 12.13, 12.10, 11.97, 11.90, 11.90, 11.87, 11.87, 11.77, 11.73, 11.70, 11.60, 11.50, 11.43, 11.40, 11.27, 11.27, 11.20 และ 10.76 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.67 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 12.08 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, -20 และ 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.83, 11.57 และ 11.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.26 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.81 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.75 และ 11.63 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.41 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 84 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 11.80 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.67, 11.60, 11.47, 11.40, 11.27, 11.10, 11.10, 11.10, 11.10, 11.00, 11.00, 10.97, 10.90, 10.77, 10.70, 10.70, 10.70 และ 10.40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.07 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.58 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.09, 11.07 และ 10.78 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.68 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.19 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.10 และ 10.95 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 10.93 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 91 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.03 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.03, 11.90, 11.83, 11.80, 11.80, 11.73, 11.73, 11.73, 11.70, 11.70, 11.63, 11.53, 11.50, 11.50, 11.43, 11.20 และ 11.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.70 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.82 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 0 และ 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.70, 11.67 และ 10.53 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศา

เซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.38 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.73 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.62 และ 11.56 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 10.56 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 98 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.17 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.87, 11.80, 11.70, 11.70, 11.60, 11.60, 11.57, 11.47, 11.47, 11.30, 11.30, 11.27, 11.27, 11.27, 11.20, 11.10, 10.90 และ 10.87 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.70 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.64 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายใน 11.55, 11.47 และ 11.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 11.08 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 10 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 11.48 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 20 นาที มีอุณหภูมิภายใน 11.45 และ 11.38 องศาเซลเซียส

ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุดคือ 11.31 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

ภายหลังการทดลอง 105 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.60 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.60, 12.23, 12.20, 12.15, 12.03, 12.03, 11.90, 11.88, 11.85, 11.70, 11.65, 11.63, 11.63, 11.53, 11.45, 11.28 และ 11.03 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.70 องศาเซลเซียส ส่วนวิธีการอื่นๆ หมดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

ภายหลังการทดลอง 112 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ 12.50 องศาเซลเซียส รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีอุณหภูมิภายใน 12.50 12.30, 12.00, 12.00, 11.83, 11.80, 11.80, 11.70, 11.63, 11.60, 11.40, 11.40, 11.40, และ 11.40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 10.90 องศาเซลเซียส ส่วนวิธีการอื่นๆ หมดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อุณหภูมิภายในของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combination	อุณหภูมิภายในภายหลังจากการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)																
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน
10 °C 10 นาที	20.75a ^L	10.97d-	12.11abc	12.10abc	12.56a	11.84bc	12.17ab	11.17cde	11.87bc	11.70b-f	11.50cde	11.77bc	11.40a-d	11.80ab	11.60bc	11.45efg	11.40d
10 °C 20 นาที	19.45b	12.97ab	12.01abc	11.73a-d	12.41a	12.38ab	12.00bc	12.77a	13.33a	11.30f	12.03abc	12.13b	11.80a	11.43bc	11.47b-e	11.28fg	11.63cd
10 °C 30 นาที	17.58c	12.20bc	12.25a	12.40a	11.79b	12.48a	12.97a	12.97a	13.63a	12.55a	12.50a	12.93a	11.47a-c	11.83ab	11.57b-e	11.90b-e	12.00bc
10 °C 40 นาที	15.35e	11.13c-h	10.93de	11.16def	11.39b-g	10.98def	10.80def	10.07fgh	10.13e	9.55h	8.83g	11.50b-e	11.67ab	11.73ab	11.60bc	12.23ab	12.30ab
5 °C 10 นาที	20.63a	12.03b-e	12.18ab	12.18ab	11.55b-e	10.58f	11.43b-f	12.27ab	12.23b	11.85b-f	11.67b-e	12.10bc	10.97c-f	11.13d	11.30c-f	11.88b-e	-
5 °C 20 นาที	17.95c	11.70b-f	10.56e	10.76ef	11.43b-g	10.92def	11.03c-f	9.87h	9.50f	10.00h	11.70b-e	11.20cde	11.10c-f	11.73ab	11.10efg	11.03gh	-
5 °C 30 นาที	16.48d	10.60e-h	11.31cde	11.37cde	11.68bc	10.89def	10.63ef	11.87bc	11.30c	11.55def	11.57b-e	11.27b-e	11.10c-f	11.50bc	11.70bc	12.20ab	-
5 °C 40 นาที	15.35e	12.50abc	12.14abc	11.50b-e	11.58bc	11.30cde	11.63b-e	11.87bc	11.77bc	12.15a-d	11.73b-e	11.43be	11.10c-f	11.73ab	11.80ab	12.03bc	11.70cd
0 °C 10 นาที	20.60a	10.10gh	10.97de	9.83h	11.08b-h	11.49cd	11.73bc	11.43b-e	10.73d	12.20abc	11.73b-e	11.87bc	11.60ab	12.03a	12.17a	-	-
0 °C 20 นาที	17.23c	12.50abc	12.18ab	11.46b-e	11.73bc	11.54cd	11.50b-e	11.53b-e	12.13b	12.25ab	12.00abc	11.97bc	10.90def	11.70ab	11.87ab	11.65def	11.40d
0 °C 30 นาที	14.35f	11.53c-g	11.67a-d	11.38cde	10.98d-h	11.37cde	11.27b-f	11.63b-e	11.37c	12.00a-d	12.10ab	11.90bc	11.10c-f	11.73ab	11.27c-f	11.63def	11.40d
0 °C 40 นาที	14.15f	11.33c-h	12.28a	11.36cde	11.68bc	11.03def	11.30b-f	11.60b-e	12.10b	12.10a-d	11.93bc	11.60b-d	10.77efg	11.20cd	11.27c-f	12.15bc	12.00bc
-20 °C 10 นาที	20.08ab	13.60a	11.51a-d	11.44b-e	11.47b-f	10.98def	11.27b-f	11.73bc	11.67bc	11.80b-f	11.93bc	11.90bc	11.27b-e	11.80ab	11.47b-e	11.85b-e	11.83cd
-20 °C 20 นาที	17.28c	10.93d-h	11.11de	11.06def	11.09b-h	11.23c-f	10.43f	10.90c-f	11.80bc	11.35ef	11.40de	11.73bc	11.00c-f	11.53bc	11.27c-f	11.53df	11.60cd
-20 °C 30 นาที	15.35e	10.93d-h	11.76a-d	11.31def	10.82fgh	10.63f	8.57b-f	9.97gh	10.33de	10.65g	9.37f	10.77de	10.07h	10.70e	10.70g	10.70h	10.90e
-20 °C 40 นาที	14.00fg	10.53fgh	10.93de	10.79ef	11.05c-h	11.73c	11.17def	11.57b-e	11.97b	11.95a-e	11.40de	11.87bc	10.40gh	11.50bc	10.90fg	12.60a	12.50a
-25 °C 10 นาที	19.85b	10.03h	11.13de	9.90gh	10.71gh	10.74ef	10.77b-f	10.73e-h	11.37c	11.80b-f	11.60b-e	11.40b-e	10.70fg	11.90ab	10.87fg	12.60a	12.50a
-25 °C 20 นาที	16.30d	11.20c-h	11.36b-e	11.26def	11.35b-g	11.06def	11.23b-e	10.80d-g	11.37c	11.70b-f	11.37e	11.70bc	10.70fg	11.70ab	11.20def	11.70c-f	11.80cd
-25 °C 30 นาที	14.35f	10.93d-h	11.08de	10.55fg	10.62h	10.58f	11.57b-e	11.53b-e	11.67bc	11.60c-f	11.40de	11.27b-e	11.00c-f	12.03a	11.30c-f	12.03bc	11.80cd
-25 °C 40 นาที	13.33g	11.07c-h	11.61a-d	11.13def	10.85e-h	11.55cd	11.40b-f	11.33b-e	12.10b	12.50a	11.40de	10.67e	10.70fg	11.63abc	11.70bc	11.63def	11.40d

^L/ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

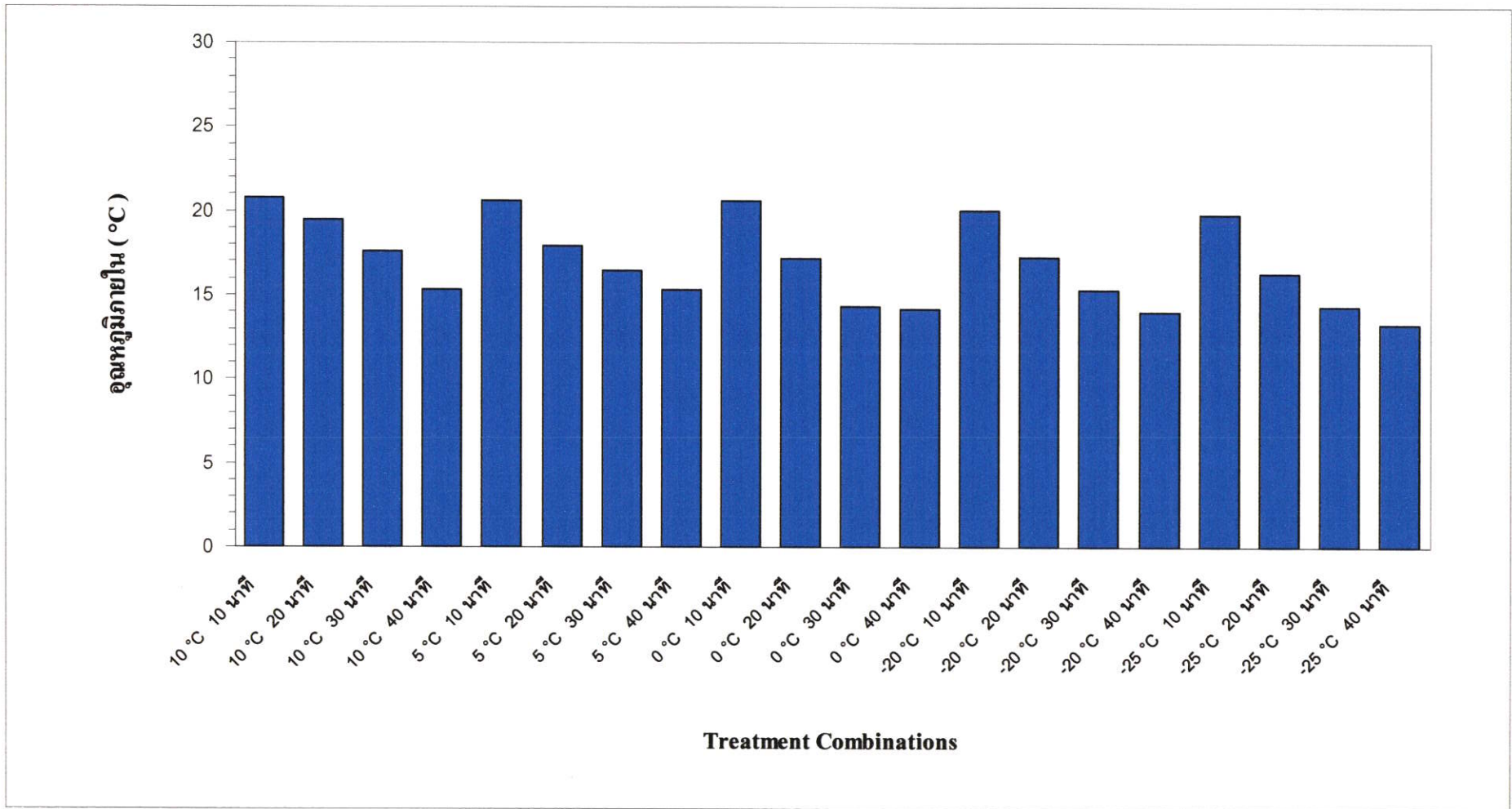
อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิภายในภายหลังการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)														
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	18.28a ^{1/}	11.82a	11.82a	11.85a	12.04a	11.92a	11.98a	11.74a	12.24a	11.28b	11.21cd	12.08a	11.58a	11.69ab	11.56a
5	17.6b	11.71a	11.55ab	11.45b	11.56b	11.36b	11.18b	11.47ab	11.20c	11.39b	11.67b	11.50bc	11.07b	11.53bc	11.48a
0	16.58c	11.50a	11.77a	11.15bc	11.37bc	11.14bc	11.45b	11.55a	11.58b	12.14a	11.94a	11.83ab	11.09b	11.67ab	11.64a
-20	16.67c	11.37ab	11.33b	11.01cd	11.11cd	10.98c	10.36c	11.04b	11.44bc	11.44b	11.03d	11.57bc	10.68c	11.38c	11.08b
-25	15.96d	10.81b	11.30b	10.71d	10.88d	10.92c	11.24b	11.10b	11.63b	11.90a	11.44bc	11.26c	10.78c	11.82a	11.27b

^{1/}ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

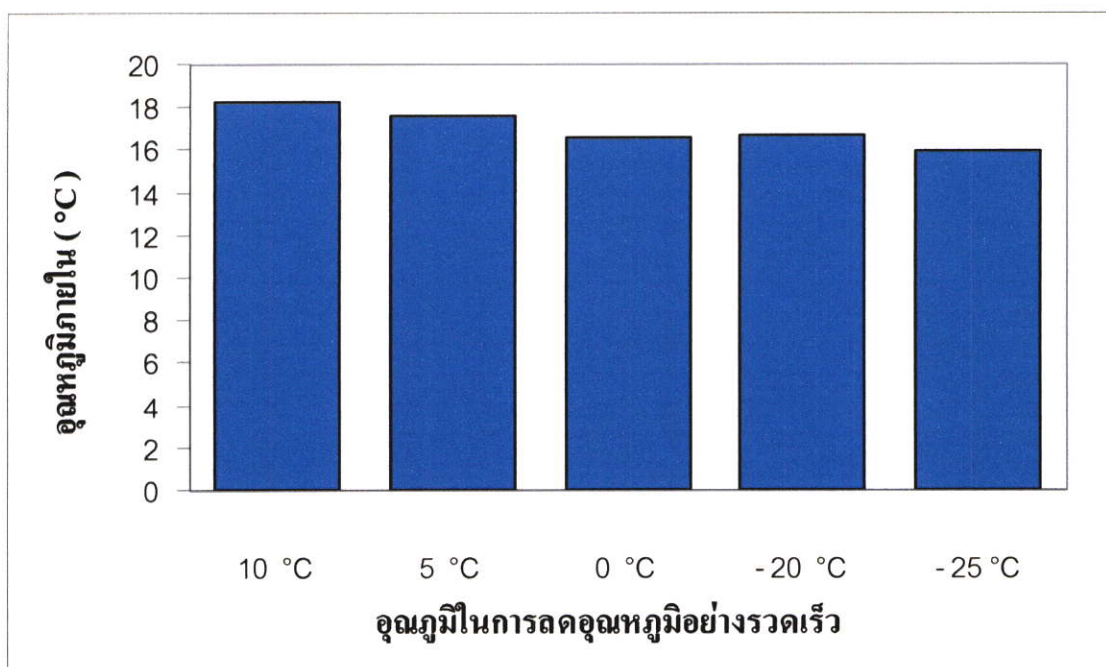
ตารางที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	อุณหภูมิภายในภายหลังการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)														
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	20.38a ^{1/}	11.35a	11.58a	11.09a	11.60a	11.35a	10.77a	11.47a	11.57a	11.87a	11.69a	11.81a	11.19a	11.73a	11.48a
20	17.64b	11.86a	11.44a	11.25a	11.47ab	11.86a	11.23a	11.17a	11.63a	11.32b	11.70a	11.75a	11.10ab	11.62a	11.38a
30	15.62c	11.24a	11.61a	11.40a	11.31bc	11.24a	11.57a	11.59a	11.66a	11.67a	11.38b	11.63a	10.95b	11.56a	11.31a
40	14.43d	11.31a	11.58a	11.19a	11.18c	11.31a	11.40a	11.29a	11.61a	11.65a	11.06c	11.41a	10.93b	11.56a	11.45a

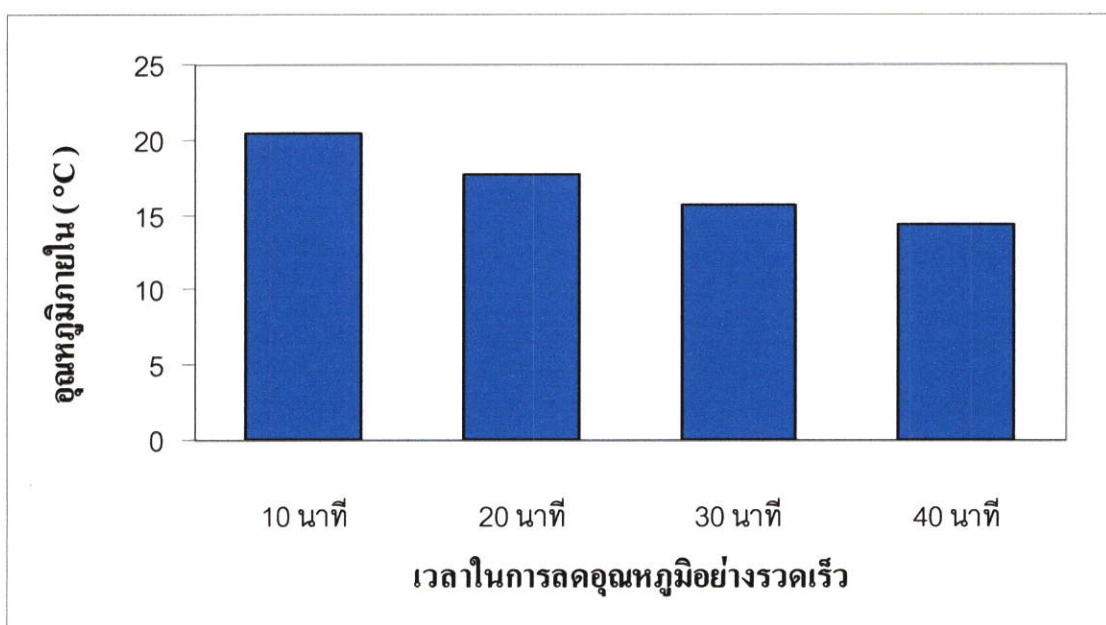
^{1/}ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



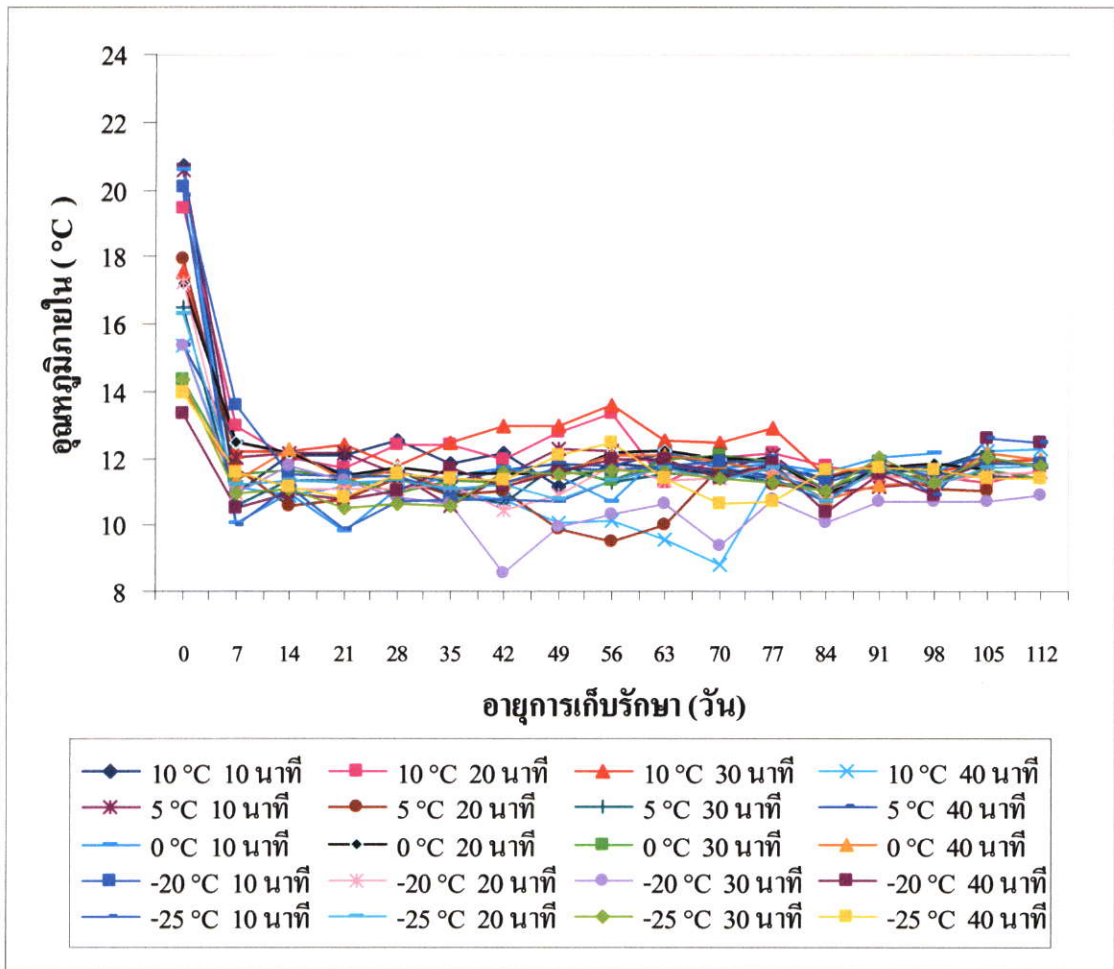
ภาพที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ก่อนและหลังทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน



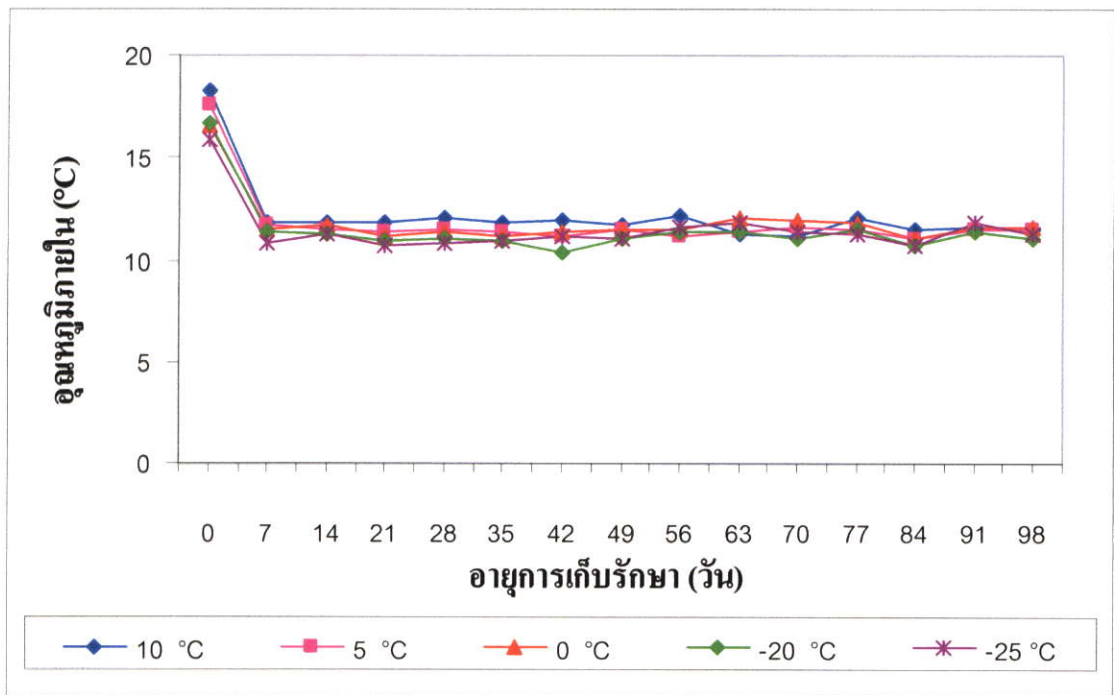
ภาพที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว หลังจากทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



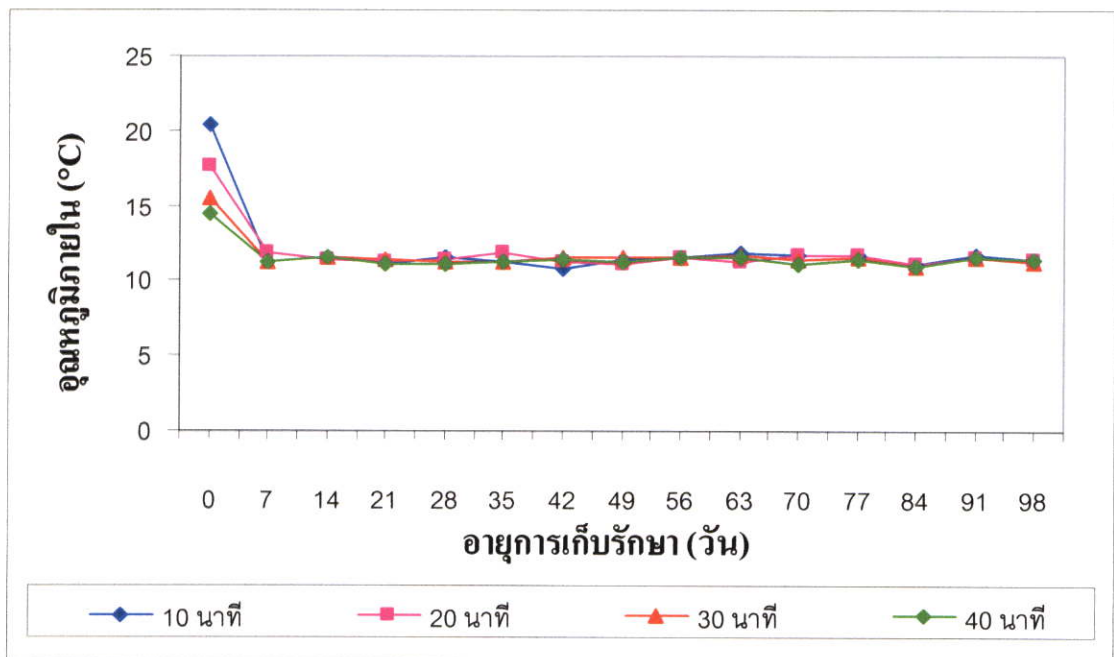
ภาพที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว หลังจากทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.6 แสดงอุณหภูมิภายในของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

4.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษามะนาว พบว่า มะนาวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.4) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมะนาวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 4.77 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 2.52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4)

ภายหลังการทดลอง 7 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.56, 0.52, 0.46, 0.45, 0.43, 0.43, 0.42, 0.41, 0.41, 0.41, 0.39, 0.39, 0.38, 0.38, 0.37, 0.36, 0.35 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.51 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.46, 0.41 และ 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.34 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.46 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.45 และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย

น้ำหนักรีดน้อยที่สุด คือ 0.38 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4. 6)

ภายหลังการทดลอง 14 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.73, 0.65, 0.65, 0.63, 0.63, 0.61, 0.61, 0.60, 0.59, 0.59, 0.57, 0.56, 0.56, 0.56, 0.55, 0.55, 0.55 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.53 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5 และ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.63, 0.62 และ 0.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.55 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.62 และ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.58 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4. 6)

ภายหลังการทดลอง 21 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.92, 0.87, 0.81, 0.80, 0.80, 0.78, 0.74, 0.74, 0.72, 0.72, 0.71, 0.70, 0.70, 0.69, 0.68, 0.67, 0.65 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.63 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.76, 0.74 และ 0.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.70 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาว สดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.75 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.71 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 28 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20

นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.07, 1.07, 1.07, 1.06, 1.00, 0.98, 0.98, 0.97, 0.94, 0.93, 0.93, 0.91, 0.91, 0.90, 0.90, 0.89, 0.87 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.79 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.96, 0.93 และ 0.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.92 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.99 และ 0.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.89 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 35 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.46, 1.41, 1.39, 1.37, 1.32, 1.28, 1.24, 1.21, 1.17, 1.15, 1.14, 1.11, 1.05, 1.04, 1.02, 1.01, 1.00 และ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.97 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.43 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 5 และ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.20, 1.13 และ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.09 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.23 และ 1.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.09 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 42 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.97, 1.73, 1.60, 1.51, 1.45, 1.34, 1.33, 1.31, 1.31, 1.31, 1.27, 1.27, 1.26, 1.26, 1.25, 1.21, 1.18 และ 1.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิ

อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.97 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.47 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 0 และ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.47, 1.43 และ 1.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.20 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.47 และ 1.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.22 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4. 6)

ภายหลังการทดลอง 49 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.88, 1.59, 1.57, 1.50, 1.45, 1.39, 1.37, 1.34, 1.29, 1.26, 1.22, 1.21, 1.20, 1.17, 1.14, 1.14, 1.03 และ 0.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.82 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.67

เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 0 และ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.32, 1.30 และ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.09 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.36 และ 1.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 56 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.10, 1.94, 1.93, 1.87, 1.85, 1.84, 1.68, 1.63, 1.59, 1.50, 1.50, 1.45, 1.45, 1.40, 1.40, 1.36 และ 1.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 10 และ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.75, 1.69 และ 1.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อย

ที่สุด คือ 1.47 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.72 และ 1.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.44 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4. 6)

ภายหลังการทดลอง 63 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.53, 2.19, 2.13, 2.08, 1.95, 1.93, 1.85, 1.80, 1.79, 1.74, 1.73, 1.73, 1.67, 1.62, 1.60, 1.49, 1.48 และ 1.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.36 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.01, 1.83 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.58 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่

ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.81 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.76 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การ สูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 70 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลด อุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.67, 2.62, 2.22, 2.20, 2.19, 2.19, 2.19, 2.18, 2.13, 2.12, 2.10, 2.06, 2.04, 1.95, 1.87, 1.86, 1.80 และ 1.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลด อุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด น้อยที่สุด คือ 1.36 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก สดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่าง รวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 10 และ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด 2.18, 2.14 และ 2.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลด อุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดน้อย ที่สุด คือ 1.79 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็น เวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด 2.19 และ 2.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.91 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การ สูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 77 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.86, 2.78, 2.52, 2.52, 2.49, 2.30, 2.11, 2.09, 2.08, 2.07, 2.02, 1.96, 1.79, 1.79, 1.77, 1.76, 1.74 และ 1.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.58 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, -25 และ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.23, 2.20 และ 2.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.94 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.26 และ 2.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.86 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 84 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30

นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.36, 3.24, 3.16, 3.13, 3.09, 3.08, 2.91, 2.77, 2.63, 2.60, 2.58, 2.50, 2.47, 2.35, 2.32, 2.29, 2.29 และ 2.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.58 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.73, 2.66 และ 2.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.53 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.74 และ 2.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.73 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 91 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 10 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด 3.32, 3.29, 3.26, 3.13, 3.07, 3.06, 3.04, 2.98, 2.88, 2.76, 2.64, 2.53, 2.52, 2.51, 2.49, 2.39, 2.32 และ 2.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.32 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 10 และ -25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.87, 2.77 และ 2.271 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.57 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.88 และ 2.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.71 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 98 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 4.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 4.34, 3.74, 3.71, 3.34, 3.29, 3.29, 3.27, 3.14, 3.08, 2.94, 2.92, 2.85, 2.85, 2.79, 2.74, 2.73, 2.71 และ 2.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.59 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -25 และ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.31, 3.11 และ 3.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.83 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.16 และ 3.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.99 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.6)

ภายหลังการทดลอง 105 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.70, 3.69, 3.66, 3.46, 3.46, 3.35, 3.23, 3.20, 3.19, 3.15, 3.14, 3.02, 3.01, 2.97, 2.95, 2.86 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่นๆ หมุดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

ภายหลังการทดลอง 112 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 4.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.80, 3.75, 3.59, 3.57, 3.52, 3.52, 3.48, 3.45, 3.30, 3.29, 3.22, 3.21, 2.98 และ 2.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่นๆ หมกอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combination	การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการเก็บรักษา (เปอร์เซ็นต์)															
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน
10 °C 10 นาที	0.64a ^l	0.73a	0.74d-g	1.08a	1.39a	1.33a	2.02a	1.63b-e	2.08cde	2.19b	2.52bc	3.08a	2.64cde	2.94a	3.46a	3.29b
10 °C 20 นาที	0.56a	0.59a	1.00a	1.06a	1.56a	1.31a	1.21a	1.94bc	1.48ghi	2.18b	2.11c-f	3.94a	2.32e	2.74a	3.19a	3.52ab
10 °C 30 นาที	0.43a	0.65a	0.71d-g	1.00a	1.46a	1.60a	1.88a	1.68b-e	2.13cd	2.06bc	2.52bc	2.58a	3.04a-d	2.85a	2.86a	3.52ab
10 °C 40 นาที	0.42a	0.55a	0.80b-c	1.07a	1.32a	1.25a	1.59a	1.50b-e	2.88a	2.13b	2.49bcd	3.13a	3.07a-d	4.69a	3.69a	4.77a
5 °C 10 นาที	0.41a	0.59a	0.80b-e	0.98a	1.14a	1.45a	1.50a	2.78a	1.60f-i	1.36d	1.96e-h	2.50a	2.88b-e	2.73a	2.95a	-
5 °C 20 นาที	0.52a	0.63a	0.78c-f	1.07a	1.17a	1.34a	1.20a	1.93bc	2.53b	2.04bc	2.07c-g	2.63a	3.56a	2.92a	3.66a	-
5 °C 30 นาที	0.46a	0.61a	0.70d-g	0.87a	1.24a	1.97a	1.14a	1.59b-e	1.73d-i	1.63cd	1.74f-h	3.24a	2.98a-d	2.96a	2.80a	-
5 °C 40 นาที	0.43a	0.63a	0.67efg	0.93a	0.97a	1.10a	1.03a	1.19e	2.19bc	2.12b	2.30c-e	2.29a	3.32ab	2.71a	3.01a	2.52b
0 °C 10 นาที	0.38a	0.60a	0.68d-g	0.90a	1.15a	1.73a	1.45a	2.10b	1.85c-g	1.95bc	2.78b	3.36a	3.13abc	3.14a	-	-
0 °C 20 นาที	0.41a	0.65a	0.74c-g	0.94a	1.21a	1.27a	1.37a	1.50b-e	1.74d-i	1.86bc	1.58h	2.09a	2.32e	2.79a	3.15a	3.45b
0 °C 30 นาที	0.37a	0.54a	0.72d-g	0.93a	1.01a	1.21a	1.17a	1.36cde	1.80c-h	2.62a	1.61gh	2.35a	2.32e	3.08a	3.70a	3.57ab
0 °C 40 นาที	0.36a	0.85a	0.92ab	0.89a	0.99a	1.51a	1.22a	1.45cde	1.95c-f	1.80bc	1.79fgh	2.32a	2.51de	3.29a	3.14a	3.22b
-20 °C 10 นาที	0.45a	0.61a	0.69d-g	0.91a	1.00a	1.26a	1.29a	1.45cde	1.36i	1.87a	1.77fgh	2.47a	2.39e	3.27a	2.83a	2.70b
-20 °C 20 นาที	0.41a	0.56a	0.72d-g	0.97a	1.41a	0.97a	0.82a	1.84bcd	1.41hi	2.19bc	1.79fgh	3.09a	3.26ab	3.74a	3.35a	3.59ab
-20 °C 30 นาที	0.38a	0.56a	0.81bcd	0.85a	1.05a	1.31a	1.39a	1.84bc	1.73d-i	2.69a	3.33a	2.60a	3.29ab	4.34a	3.99a	2.98b
-20 °C 40 นาที	0.39a	0.55a	0.70d-g	0.98a	1.04a	1.27a	0.88a	1.85bc	1.79d-h	2.67a	2.02d-h	2.77a	2.53de	3.34a	2.97a	3.48ab
-25 °C 10 นาที	0.35a	0.55a	0.63g	0.90a	1.28a	2.14a	1.57a	1.40cde	1.93c-f	2.19b	2.09c-g	2.29a	2.52de	2.85a	3.02a	3.21b
-25 °C 20 นาที	0.39a	0.57a	0.87bc	0.91a	1.02a	1.18a	1.34a	1.40cde	1.62f-i	2.20b	1.76fgh	2.16a	3.06a-d	3.29a	3.46a	3.80ab
-25 °C 30 นาที	0.30a	0.56a	0.65fg	0.79a	1.37a	1.26a	1.26a	1.87bc	1.67e-i	2.10b	2.08c-g	2.91a	2.76b-e	2.59a	3.20a	3.75ab
-25 °C 40 นาที	0.31a	0.53a	0.65fg	1.07a	1.11a	1.31a	1.14a	1.19de	1.49ghi	2.22b	2.86b	3.16a	2.49de	3.71a	3.23a	3.30b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

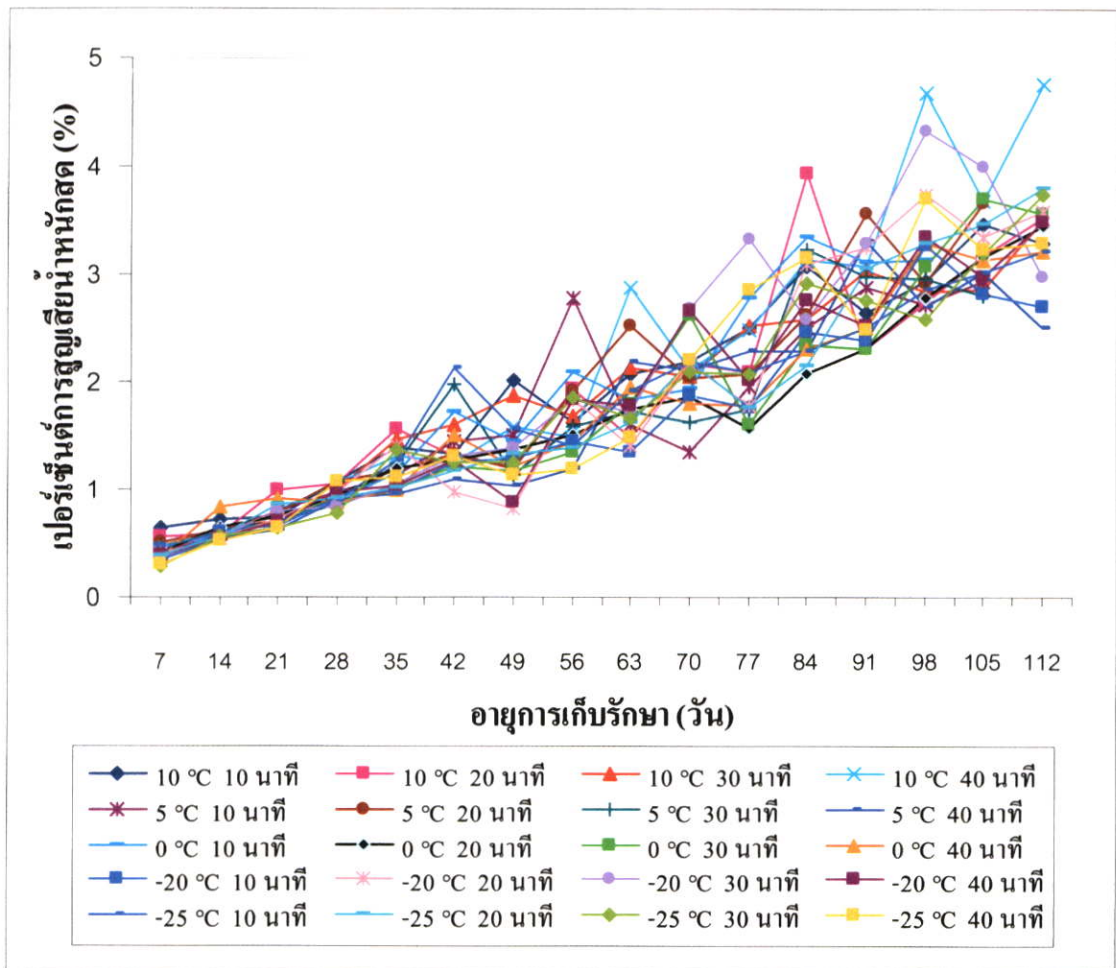
อุณหภูมิ (° C)	การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการเก็บรักษา (เปอร์เซ็นต์)													
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	0.51a ^L	0.63a	0.81a	1.05a	1.43a	1.38a	1.67a	1.69a	2.14a	2.14b	2.41a	3.18a	2.77bc	3.31a
5	0.46ab	0.62a	0.74bc	0.96ab	1.13b	1.47a	1.22b	1.87a	2.01a	1.79c	2.02ab	2.66a	3.19a	2.83a
0	0.38c	0.66a	0.76ab	0.92b	1.09b	1.43a	1.30b	1.60a	1.83b	2.06b	1.94c	2.53a	2.57c	3.08a
-20	0.41ab	0.57a	0.73bc	0.93b	1.13b	1.20a	1.10b	1.75a	1.57b	2.35a	2.23ab	2.73a	2.87b	3.67a
-25	0.34c	0.55a	0.71c	0.92b	1.20b	1.47a	1.32b	1.47a	1.68b	2.18ab	2.20ab	2.63a	2.71bc	3.11a

^L/ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

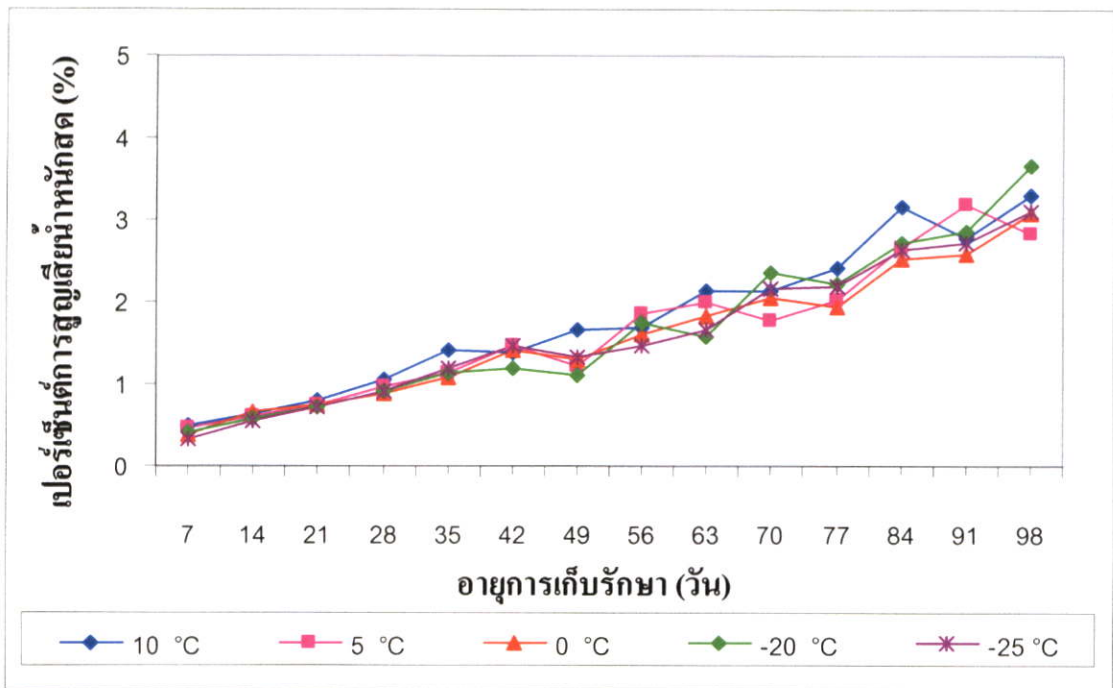
ตารางที่ 4.6 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการเก็บรักษา (เปอร์เซ็นต์)													
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	0.45ab ^L	0.62a	0.70b	0.96a	1.19a	1.58a	1.57a	1.87a	1.76b	1.91b	2.22a	2.74a	2.71a	2.99a
20	0.46a	0.60a	0.82a	0.99a	1.27a	1.22b	1.19b	1.72a	1.76b	2.09a	1.86b	2.78a	2.90a	3.10a
30	0.39b	0.58a	0.72b	0.89a	1.23a	1.47ab	1.36ab	1.67ab	1.81b	2.22a	2.26a	2.74a	2.88a	3.16a
40	0.38b	0.62a	0.75b	0.99a	1.09a	1.29b	1.17b	1.44b	2.06a	2.19a	2.29a	2.73a	2.78a	3.55a

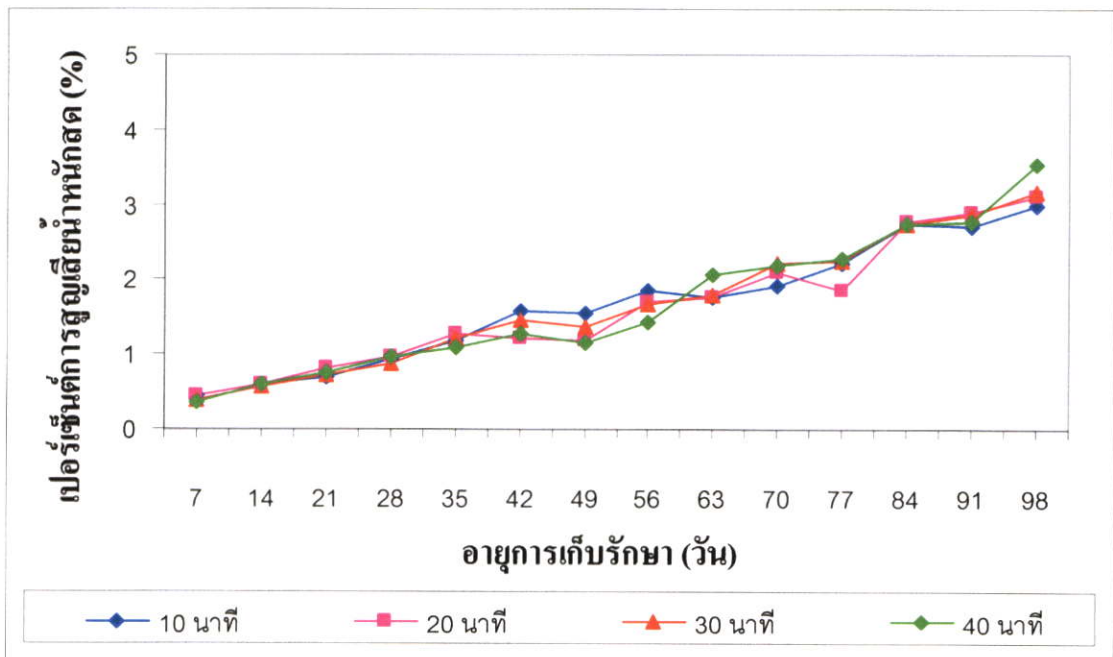
^L/ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.8 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.9 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

4.3 ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณ TSS ในน้ำมะนาวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.7) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำมะนาวมีปริมาณ TSS มากที่สุด 7.00 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุด 5.27 brix (ตารางที่ 4.7)

ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษามะนาวที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณ TSS เฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.70 - 8.50 brix (ตารางที่ 4.7)

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 9.40 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS 9.13, 3.00, 8.93, 8.80, 8.80, 8.73, 8.73, 8.73, 8.73, 8.67, 8.67, 8.60, 8.60, 8.60, 8.53, 8.47, 8.33 และ 8.33 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.87 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.88 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 8.82, 8.70 และ 8.55 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 8.47 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.69 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 8.68 และ 8.68 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิ

อย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 8.68 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.38 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS 8.27, 8.17, 8.13, 8.12, 8.10, 8.08, 8.07, 8.05, 7.98, 7.98, 7.97, 7.85, 7.80, 7.78, 7.77, 7.70, 7.63 และ 7.55 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.50 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.05 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 10 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 8.02, 7.94 และ 7.89 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.83 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.11 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 10 นาที มีปริมาณ TSS 8.03 และ 7.83 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.81 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.96 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็น

เวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS 7.93, 7.83, 7.76, 7.75, 7.74, 7.73, 7.72, 7.71, 7.62, 7.62, 7.55, 7.54, 7.53, 7.48, 7.47, 7.46, 7.43 และ 7.41 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.34 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.74 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.62, 7.63 และ 7.60 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.51 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.74 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 10 นาที มีปริมาณ TSS 7.69 และ 7.61 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.48 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.95 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS 7.90, 7.90, 7.85, 7.78, 7.77, 7.77, 7.77, 7.72, 7.70, 7.70, 7.68, 7.67, 7.67, 7.65, 7.62, 7.62, 7.50 และ 7.22 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -

25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.12 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.76 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.72, 7.67 และ 7.63 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.60 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.74 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.70 และ 7.64 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.63 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.80 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS 7.80, 7.75, 7.68, 7.63, 7.63, 7.62, 7.62, 7.60, 7.60, 7.52, 7.50, 7.48, 7.33, 7.33, 7.30, 7.23, 7.20 และ 7.17 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.05 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.56 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -25 และ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.53, 7.49 และ 7.46 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มี

ปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.42 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.66 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.63 และ 7.36 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.32 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.67 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS 8.47, 8.33, 8.20, 8.20, 8.20, 8.13, 8.13, 8.07, 8.00, 7.93, 7.93, 7.87, 7.87, 7.73, 7.53, 7.53, 7.40 และ 7.40 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.07 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.30 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 8.07, 7.85 และ 7.80 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.65 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.03 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 10 นาที มีปริมาณ TSS 7.96 และ 7.88 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.87 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 49 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.13 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS 8.13, 8.00, 7.87, 7.87, 7.87, 7.80, 7.73, 7.73, 7.60, 7.60, 7.60, 7.53, 7.53, 7.40, 7.33, 7.33, 7.20 และ 7.20 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.20 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.87 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 5 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.75, 7.70 และ 7.52 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.33 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.68 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.64 และ 7.63 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.59 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 56 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.67 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS 8.27, 8.20, 8.13, 8.13, 8.07, 8.00, 7.67, 7.60, 7.60, 7.50, 7.47, 7.37, 7.33, 7.27, 7.17, 6.93, 6.90 และ 6.67 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.13 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.80 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 10 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.75, 7.75 และ 7.34 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.13 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.71 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 20 นาที มีปริมาณ TSS 7.65 และ 7.52 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.34 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 63 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.63 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS 8.53, 8.53, 8.43, 8.43, 8.33, 8.13, 8.13, 8.13, 7.73, 7.73, 7.63, 7.63, 7.63, 7.53, 7.53, 7.53, 7.33 และ 7.23 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.93 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.26 brix รองลงมาคือ มะนาวที่

ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 8.08, 7.88 และ 7.68 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.53 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.03 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 40 นาที มีปริมาณ TSS 7.93 และ 7.91 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.67 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 70 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.58 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, -20, 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS 7.03, 7.00, 6.97, 6.80, 6.78, 6.73, 6.65, 6.62, 6.53, 6.53, 6.50, 6.43, 6.40, 6.33, 6.32, 6.25, 6.05 และ 6.00 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 5.60 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.97 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 0 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.82, 7.82 และ 7.34 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.34 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.97 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.86 และ 7.49 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลด

อุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.31 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 77 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.47 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ 8.33, 8.27, 8.20, 7.87, 7.87, 7.87, 7.77, 7.67, 7.67, 7.57, 7.47, 7.47, 7.47, 7.47, 7.47, 7.47, 7.17 และ 6.97 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.67 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.97 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 0 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.82, 7.82 และ 7.34 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.34 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.97 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.86 และ 7.49 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.31 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 84 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.93 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, -20

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS 8.23, 7.93, 7.93, 7.83, 7.83, 7.73, 7.63, 7.53, 7.53, 7.43, 7.43, 7.33, 7.33, 7.33, 7.13, 6.73, 6.73, และ 6.73 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.63 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.83 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 10 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 7.56, 7.38 และ 7.38 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.33 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 7.73 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.59 และ 7.43 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 7.23 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 91 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.58 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, 0, 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS 7.25, 7.20, 7.05, 7.05, 7.00, 6.95, 6.90, 6.90, 6.80, 6.75, 6.75, 6.65, 6.60, 6.60, 6.55, 6.50, 6.48 และ 6.45 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.15 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 6.98 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -25 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 6.91 และ 6.76 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.42 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 6.93 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 20 นาที มีปริมาณ TSS 6.87 และ 6.76 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.67 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 98 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.32 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS 7.07, 6.97, 6.79, 6.77, 6.77, 6.62, 6.62, 6.57, 6.52, 6.47, 6.47, 6.22, 6.22, 6.07, 6.07, 6.02, 5.77 และ 5.52 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 5.37 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 6.73 brix รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 10 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS 6.47, 6.42 และ 6.22 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.21 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 6.87 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS 6.52 และ 6.45 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.11 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 105 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.53 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS 7.13, 6.80, 6.80, 6.80, 6.73, 6.73, 6.67, 6.67, 6.60, 6.53, 6.47, 6.33, 6.07, 6.00, 6.00, 5.87 และ 5.67 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 5.20 brix ส่วนวิธีการอื่นๆ หมดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

ภายหลังการเก็บรักษา 112 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.00 brix รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS 6.87, 6.80, 6.73, 6.70, 6.67, 6.55, 6.40, 6.40, 6.36, 6.28, 6.20, 6.10, 5.77 และ 5.40 brix ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 5.27 brix ส่วนวิธีการอื่นๆ หมดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TSS (brix)																
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน
10 °C 10 นาที	8.20a ^{1/}	8.73a	7.63cde	7.717a	7.67a	7.52a	8.20a	7.60a	8.07abc	7.73b-e	6.40c-e	7.87a	7.93bc	6.55cde	5.77def	6.53a	6.40a
10 °C 20 นาที	7.85a	9.40a	8.08a-d	7.708a	7.95a	7.48a	8.20a	8.00a	8.27ab	8.63a	6.53b-e	8.27a	6.73de	6.80bcd	7.07ab	6.73a	6.10a
10 °C 30 นาที	8.50a	8.73a	8.05a-d	7.750a	7.77a	7.63a	8.67a	8.13a	7.50bcd	7.53cde	6.73bcd	7.47a	7.73bcd	7.00a-d	6.07c-f	6.60a	7.00a
10 °C 40 นาที	8.10a	8.67a	7.98a-e	7.483a	7.67a	7.50a	8.13a	7.73a	7.17cd	8.43ab	6.25c-f	7.67a	7.13cde	7.58a	6.77abc	5.87a	5.27a
5 °C 10 นาที	8.25a	8.80a	7.77b-e	7.550a	7.85a	7.33a	8.47a	7.53a	8.67a	7.63b-e	7.03ab	8.20a	7.83bc	7.25ab	6.77abc	6.00a	-
5 °C 20 นาที	8.20a	9.13a	8.12abc	7.533a	7.65a	7.60a	8.07a	7.53a	6.67de	8.43ab	6.00ef	8.33a	6.73de	6.90bvd	6.22b-e	6.00a	-
5 °C 30 นาที	8.10a	8.33a	8.38a	7.833a	7.70a	7.30a	7.53a	7.87a	7.67a-d	8.13a-d	6.97abc	7.87a	6.73de	7.05a-d	6.62a-d	6.80a	-
5 °C 40 นาที	7.75a	9.00a	7.80b-e	7.617a	7.68a	7.60a	8.20a	7.87a	8.00abc	7.33de	6.05def	7.47a	8.93a	6.65b-e	7.32a	6.67a	5.40a
0 °C 10 นาที	7.90a	8.60a	7.97b-e	7.433a	7.22a	7.17a	7.40a	7.73a	6.13e	7.23e	5.60f	8.47a	6.63e	6.50de	6.62a-d	-	-
0 °C 20 นาที	7.70a	8.33a	7.78b-e	7.742a	7.62a	7.68a	7.53a	7.40a	8.13abc	7.63b-e	6.78bc	7.57a	7.43b-e	6.75b-e	6.22b-e	6.80a	6.73a
0 °C 30 นาที	7.95a	8.60a	8.17abc	7.467a	7.90a	7.05a	8.33a	7.33a	7.33bcd	8.13a-d	6.50b-e	7.47a	7.83bc	7.05a-d	6.07c-f	6.67a	6.80a
0 °C 40 นาที	7.95a	8.67a	8.27ab	7.408a	7.78a	7.80a	7.93a	7.60a	6.90de	7.73b-e	6.65b-e	7.77a	7.43b-e	6.75b-e	6.97ab	6.53a	6.67a
-20 °C 10 นาที	7.85a	8.53a	8.07a-d	7.617a	7.50a	7.23a	7.93a	8.13a	8.20abc	7.63b-e	6.62b-e	7.87a	7.33b-e	6.45de	6.02c-f	7.53a	6.87a
-20 °C 20 นาที	8.05a	8.73a	7.50e	7.758a	7.72a	7.75a	7.87a	7.80a	7.60bcd	8.53a	6.43b-e	7.67a	7.33b-e	6.15e	6.52a-d	5.20a	6.40a
-20 °C 30 นาที	8.15a	8.93a	7.85a-e	7.458a	7.70a	7.63a	7.73a	7.20a	8.13abc	8.33abc	6.80bc	7.17a	7.33b-e	6.60cde	5.52df	6.73a	6.20a
-20 °C 40 นาที	7.85a	8.60a	8.13abc	7.542a	7.77a	7.62a	7.87a	7.87a	7.27bcd	8.53a	6.32b-e	6.67a	7.53b-e	6.48de	6.79abc	7.13a	6.28a
-25 °C 10 นาที	8.20a	8.73a	7.70cde	7.733a	7.90a	7.33a	7.40a	7.20a	7.47bcd	8.13a-d	7.00ab	7.47a	8.23ab	6.60cde	5.37f	6.33a	6.36a
-25 °C 20 นาที	8.15a	7.87a	7.55de	7.958a	7.77a	7.80a	8.13a	7.20a	6.93de	6.93e	6.53b-e	7.47a	7.93bc	7.20abc	6.57a-d	5.67a	5.77a
-25 °C 30 นาที	8.30a	8.80a	8.10abc	7.933a	7.12a	7.20a	7.07a	7.60a	7.60bcd	7.53cde	7.58a	7.47a	7.53b-e	6.95bcd	6.47a-d	6.07a	6.55a
-25 °C 40 นาที	8.05a	8.47a	7.98a-e	7.342a	7.62a	7.62a	8.00a	7.33a	7.37bcd	7.53cde	6.33b-e	6.97a	7.63b-e	6.90bcd	6.47a-d	6.47a	6.70a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

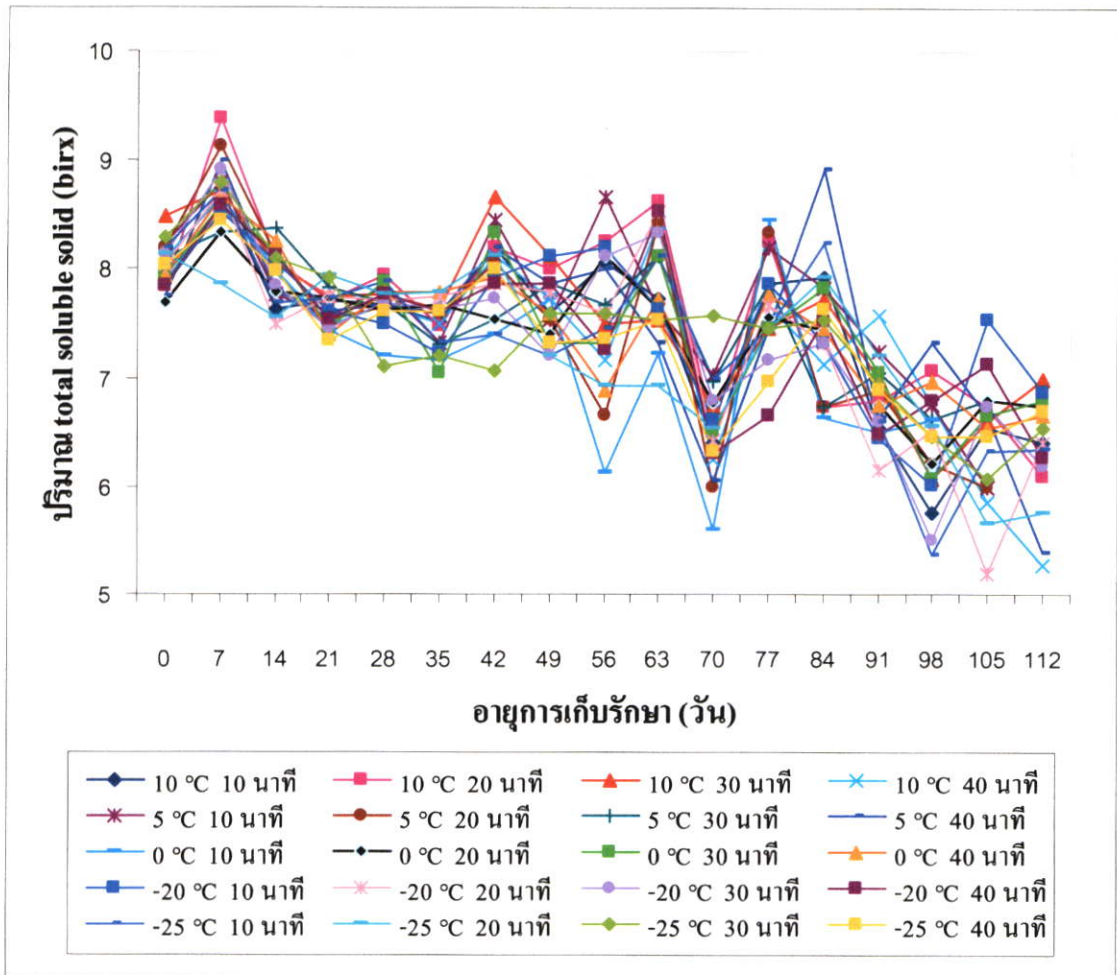
อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณ TSS (brix)														
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	8.16a ^L	8.88a	7.94a	7.67a	7.76a	7.53a	8.30a	7.87a	7.75a	8.08ab	6.48b	7.82a	7.38a	6.98a	6.41ab
5	8.08ab	8.82a	8.02a	7.63a	7.72a	7.46a	8.07a	7.70a	7.75a	7.88bc	6.51b	7.97a	7.56a	6.96a	6.73a
0	7.88c	8.55a	8.05a	7.51a	7.63a	7.42a	7.80a	7.52a	7.13b	7.68c	6.38b	7.82a	7.33a	6.76a	6.47ab
-20	7.98bc	8.70a	7.89a	7.60a	7.67a	7.56a	7.85a	7.75a	7.80a	8.26a	6.54b	7.34b	7.38a	6.42b	6.21b
-25	8.18a	8.47a	7.83a	7.74a	7.60a	7.49a	7.65a	7.33a	7.34ab	7.53c	6.86a	7.34b	7.83a	6.91a	6.22b

^L/ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

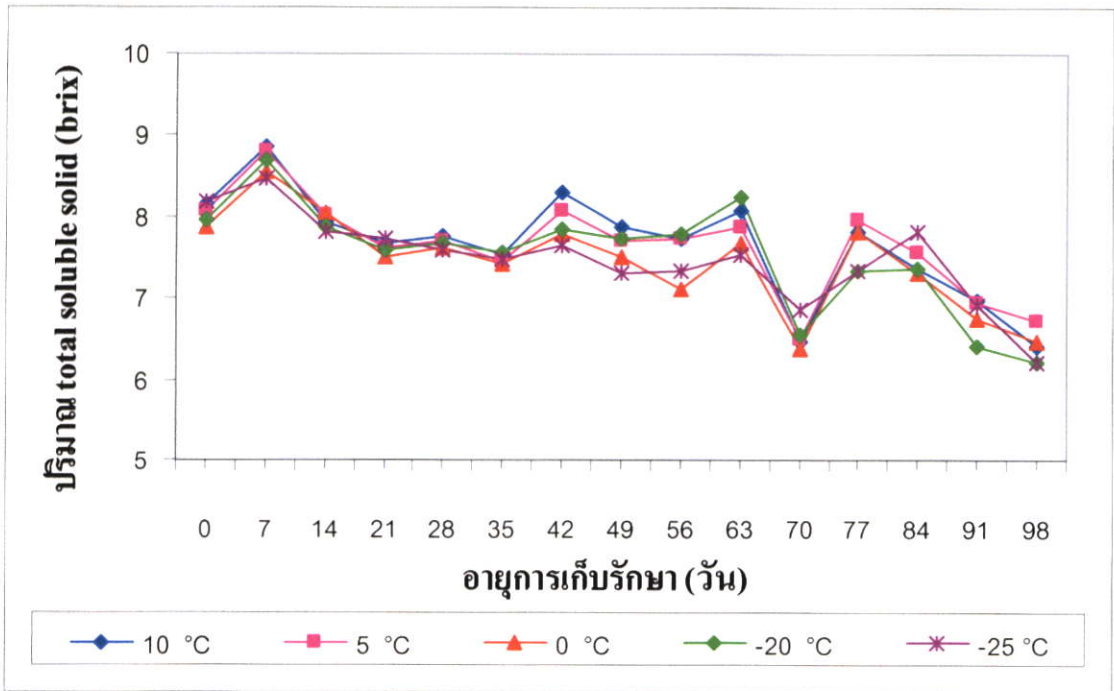
ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	ปริมาณ TSS (brix)														
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	8.08ab ^L	8.68a	7.83b	7.61a	7.63a	7.31b	7.88a	7.64a	7.71a	7.67a	6.53b	7.97a	7.59a	6.67a	6.11c
20	7.99b	8.69a	7.81b	7.74a	7.74a	7.66a	7.96a	7.59a	7.52a	8.03a	6.46b	7.86a	7.23a	6.76a	6.52b
30	8.20a	8.68a	8.11a	7.69a	7.64a	7.36b	7.87a	7.63a	7.65a	7.93a	6.92a	7.34b	7.43a	6.93a	6.13c
40	7.94b	8.68a	8.03a	7.48a	7.70a	7.63a	8.03a	7.68a	7.34a	7.91a	6.32b	7.31b	7.73a	6.87a	6.86a

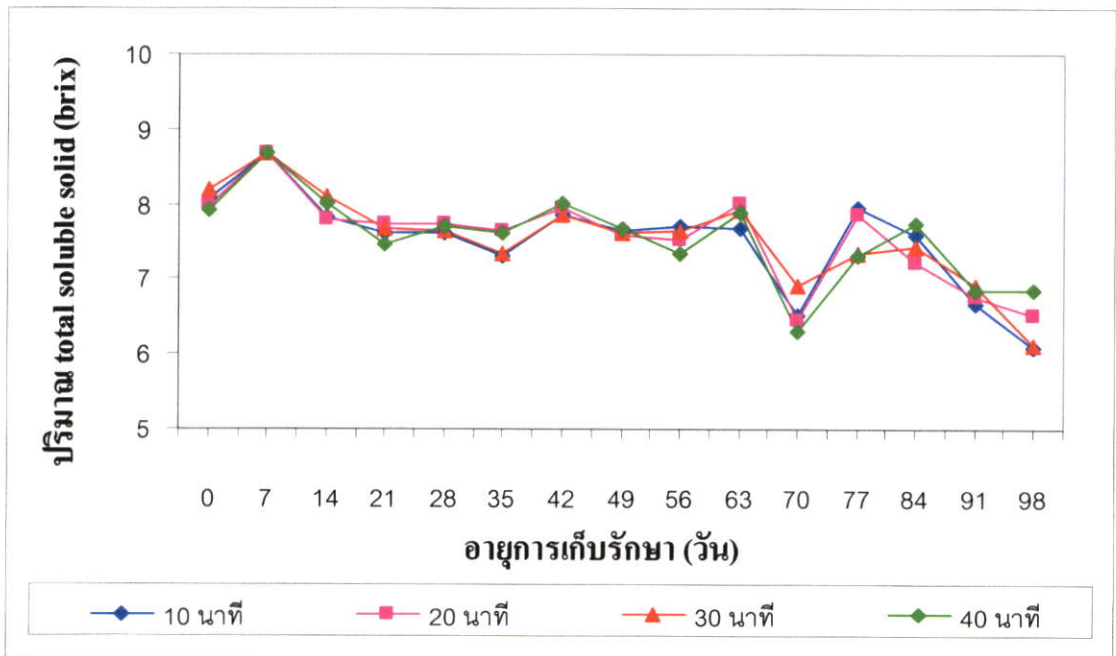
^L/ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.10 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.11 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.12 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

4.4 ปริมาณ titratable acidity (TA)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณ TA ในน้ำมะนาวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.10) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำมะนาวมีปริมาณ TA มากที่สุด 6.98 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ TA น้อยที่สุด 5.08 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.10)

ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษามะนาวที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณ TA เฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.17 - 11.99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.10)

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 12.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA 11.93, 11.82, 11.64, 11.25, 10.97, 10.73, 10.72, 10.68, 10.64, 10.55, 10.54, 10.41, 10.34, 10.26, 10.26, 10.18, 10.14 และ 9.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.72 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 11.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 11.09, 10.86 และ 10.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 10.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 10.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 40 นาที มีปริมาณ TA 10.80 และ 10.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 10.50 เปอร์เซ็นต์

และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 11.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA 10.98, 10.89, 10.88, 10.71, 10.66, 10.60, 10.59, 10.56, 10.45, 10.39, 10.37, 10.34, 10.28, 10.15, 10.28, 10.13, 10.12 และ 10.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.90 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 10.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 10 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 10.57, 10.43 และ 10.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 10.23 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 10.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 10 นาที มีปริมาณ TA 10.55 และ 10.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 10.40 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 10.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA 10.53, 10.53, 10.45, 10.03, 10.01, 9.99, 9.86, 9.85, 9.84, 9.83, 9.82, 9.82, 9.70, 9.70, 9.65, 9.50, 9.48 และ 9.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.43 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 10.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -20 และ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 9.93, 9.92 และ 9.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.67 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 10.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีปริมาณ TA 9.98 และ 9.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.77 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 10.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5, -25

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA 10.43, 10.30, 10.12, 10.04, 10.00, 10.00, 9.77, 9.64, 9.63, 9.58, 9.53, 9.52, 9.51, 9.36, 9.27, 8.96, 8.93 และ 8.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.76 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 10.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 9.72, 9.42 และ 9.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.35 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 20 นาที มีปริมาณ TA 9.68 และ 9.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.47 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 9.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5, 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA 9.69, 9.43, 9.27, 8.94,

8.94, 8.93, 8.81, 8.80, 8.80, 8.73, 8.72, 8.67, 8.58, 8.56, 8.55, 8.53, 8.49 และ 8.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.76 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 10 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 8.82, 8.72 และ 8.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.66 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 20 นาที มีปริมาณ TA 9.68 และ 9.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 9.47 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 10.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA 9.93, 9.82, 9.58, 9.53, 9.06, 8.96, 8.88, 8.87, 8.86, 8.85, 8.77, 8.51, 8.44, 8.44, 8.38, 8.35, 7.66 และ 7.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.50 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 9.09, 8.98 และ 8.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.01 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 10 นาที มีปริมาณ TA 8.93 และ 8.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.56 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 49 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 10.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA 9.88, 9.70, 9.53, 9.50, 9.26, 9.24, 9.23, 9.23, 9.00, 8.99, 8.96, 8.83, 8.66, 8.53, 8.49, 8.49, 8.49 และ 8.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.09 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, 10 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 9.14, 9.13 และ 8.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.68 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิ

อย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 20 นาที มีปริมาณ TA 9.28 และ 8.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 8.73 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 56 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 9.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA 9.77, 9.04, 8.77, 8.68, 8.60, 8.58, 8.36, 8.18, 8.08, 7.97, 7.97, 7.92, 7.90, 7.87, 7.87, 7.85, 7.84 และ 7.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.96 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 9.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 8.44, 8.12 และ 7.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.89 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 8.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีปริมาณ TA 8.39 และ 8.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.91 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 63 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 9.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5, -20 และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA 8.95, 8.71, 8.50, 8.39, 8.30, 8.18, 8.17, 8.15, 8.09, 8.03, 7.98, 7.92, 7.89, 7.88, 7.65, 7.59, 7.57 และ 7.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.85 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 8.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -25 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 8.22, 7.95 และ 7.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.87 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 8.54 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 40 นาที มีปริมาณ TA 8.15 และ 7.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.77 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 70 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 8.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, -25 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA 8.14, 8.10, 8.04, 7.99, 7.93, 7.93, 7.86, 7.70, 7.45, 7.35, 7.30, 7.25, 7.12, 7.11, 6.98, 6.94, 6.89 และ 6.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 5.95 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 7.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 7.64, 7.36 และ 7.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.22 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 7.61 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 10 นาที มีปริมาณ TA 7.55 และ 7.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.33 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 77 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 9.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA 8.97, 8.88, 8.83, 8.75, 8.61, 8.45, 8.33, 8.30, 8.12, 8.02, 7.98, 7.92, 7.89, 7.82, 7.78, 7.51, 7.48 และ 7.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.98 เปอร์เซ็นต์ และ

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 8.71 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 8.25, 8.08 และ 7.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.72 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 8.28 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีปริมาณ TA 8.28 และ 8.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.98 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 84 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 9.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA 8.52, 8.46, 8.25, 8.04, 8.04, 7.91, 7.89, 7.79, 7.60, 7.46, 7.38, 7.32, 7.28, 7.25, 6.91, 6.60, 6.58 และ 6.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.35 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 8.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 0 และ -25 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 7.84, 7.53

และ 7.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.12 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 7.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 40 นาที มีปริมาณ TA 7.70 และ 7.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 7.30 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 91 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 7.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA 7.79, 7.45, 7.40, 7.16, 7.06, 6.95, 6.94, 6.76, 6.74, 6.73, 6.59, 6.53, 6.17, 6.17, 6.14, 6.07, 5.80 และ 5.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 5.35 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 7.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -25 และ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 6.98, 6.81 และ 6.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.11 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 6.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 40 นาที มีปริมาณ TA 6.80 และ 6.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.37 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 98 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 7.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA 7.39, 7.23, 7.17, 7.17, 7.16, 7.00, 6.88, 6.77, 6.48, 6.39, 6.22, 6.22, 6.20, 6.09, 5.97, 5.76, 5.72 และ 5.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 5.29 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 6.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -25 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA 6.90, 6.36 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิภายในอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.06 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 6.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 10 นาที มีปริมาณ TA 6.57 และ 6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.33 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12, ภาพที่ 4.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 105 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 7.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ 7.10, 7.00, 6.97, 6.95, 6.89, 6.86, 6.80, 6.78, 6.70, 6.70, 6.68, 6.66, 6.48, 6.46, 6.21, 6.07 และ 6.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 5.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่นๆ หมคอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

ภายหลังการเก็บรักษา 112 วัน

ผลมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 6.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณ 6.85, 6.65, 6.63, 6.28, 6.26, 6.19, 6.03, 5.78, 8.74, 5.70, 5.50, 5.31, 5.23 และ 5.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 5.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่นๆ หมคอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10, ภาพที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)																
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน
10 °C 10 นาที	10.36a ^{1/}	9.63a	10.37a	10.53a	10.12a-d	8.73a	8.96a	9.53a	8.18a	7.92b-e	7.35a-d	8.30a-d	8.52b	6.95abc	5.42de	6.68a	5.78a
10 °C 20 นาที	10.89a	10.18a	10.34a	10.01a	10.43ab	8.94a	8.86a	9.23a	9.77a	8.95ab	7.45a-d	8.75ab	7.25b-f	6.14bcd	7.39ab	6.80a	5.08a
10 °C 30 นาที	11.53a	10.68a	10.39a	9.48a	10.79a	8.94a	10.33a	9.24a	7.97a	8.18bcd	7.11bcd	8.83ab	8.46b	7.40ab	6.48a-e	6.70a	5.70a
10 °C 40 นาที	10.74a	10.26a	10.60a	9.70a	10.30abc	8.27a	9.53a	8.53a	7.84a	8.71abc	6.98b-e	8.97a	7.89b-e	7.45ab	5.72cde	7.10a	5.22a
5 °C 10 นาที	11.86a	10.97a	10.28a	9.83a	9.77b-e	8.80a	9.93a	8.96a	8.68a	8.30a-d	8.39a	8.88ab	8.04bcd	6.94abc	7.16abc	6.46a	-
5 °C 20 นาที	11.38a	11.93a	10.59a	9.47a	9.53b-f	8.49a	9.58a	8.66a	9.04a	9.33a	7.30a-d	9.01a	6.60def	6.74a-d	6.09b-e	6.01a	-
5 °C 30 นาที	11.99a	10.41a	10.13a	10.45a	9.58b-f	8.06a	8.38a	8.09a	8.58a	7.65cde	8.04a-d	7.92a-e	6.91c-f	5.35d	7.17abc	6.21a	-
5 °C 40 นาที	10.54a	10.14a	9.90a	9.82a	10.00a-d	9.27a	8.44a	9.00a	9.85a	7.59cde	6.85de	7.19de	9.81a	6.59a-d	7.17abc	6.95a	5.50a
0 °C 10 นาที	10.43a	10.64a	10.45a	10.90a	8.87ef	8.55a	8.44a	8.49a	6.96a	6.85e	5.95e	8.61abc	7.46b-f	6.07bcd	6.88a-d	-	-
0 °C 20 นาที	10.87a	10.26a	10.89a	9.86a	9.51b-f	9.72a	8.87a	8.49a	8.77a	8.17a-d	7.70a-d	7.78b-e	8.25bc	7.16abc	6.39a-e	6.66a	5.23a
0 °C 30 นาที	10.73a	11.64a	11.38a	9.43a	9.27def	8.93a	8.77a	8.83a	7.85a	8.50a-d	7.93a-d	7.48cde	8.04bcd	7.86a	7.00abc	7.33a	5.74a
0 °C 40 นาที	10.85a	11.82a	10.98a	10.53a	10.04a-d	9.69a	9.82a	9.70a	8.36a	7.98b-e	7.86a-d	8.45abc	6.35f	7.06abc	7.70a	6.07a	6.98a
-20 °C 10 นาที	10.53a	10.73a	10.66a	9.99a	8.96ef	8.72a	8.88a	10.45a	7.87a	7.89b-e	7.99a-d	8.12a-d	7.60b-f	5.71cd	6.20a-e	6.89a	6.19a
-20 °C 20 นาที	11.53a	12.88a	10.04a	9.85a	8.93ef	9.43a	8.85a	9.26a	8.08a	8.09bcd	6.94cde	7.82b-e	6.51ef	6.17bcd	6.77a-e	5.25a	6.26a
-20 °C 30 นาที	11.56a	10.72a	10.88a	9.82a	10.00a-d	8.58a	7.64a	8.29a	8.60a	8.03b-e	8.10abc	7.98a-e	7.79b-f	6.76bcd	5.97b-e	7.00a	6.28a
-20 °C 40 นาที	11.89a	10.34a	10.71a	10.03a	9.52b-f	8.53a	9.06a	9.50a	7.92a	7.57cde	7.93a-d	6.98e	6.58def	5.80cd	5.29e	6.97a	5.31a
-25 °C 10 นาที	10.17a	10.54a	10.28a	9.50a	9.64b-f	8.81a	7.50a	8.99a	7.87a	7.88b-e	7.12bcd	7.51cde	7.28b-f	6.17bcd	6.22a-e	6.70a	6.63a
-25 °C 20 นาที	11.04a	8.72a	10.12a	9.65a	9.63b-f	8.80a	8.51a	8.49a	7.80a	8.15a-d	7.25a-d	8.02a-e	7.91b-e	7.79a	6.22a-e	6.48a	6.03a
-25 °C 30 นาที	10.53a	11.25a	10.15a	9.70a	8.76f	8.67a	7.66a	9.23a	7.90a	8.39a-d	6.89de	7.89a-e	7.32b-f	6.73a-d	7.23abc	6.78a	6.65a
-25 °C 40 นาที	10.38a	10.55a	10.56a	9.84a	9.36c-f	8.56a	8.35a	9.88a	7.97a	7.38de	8.14ab	8.33abc	7.38b-f	6.53a-d	5.76cde	6.86a	6.85a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

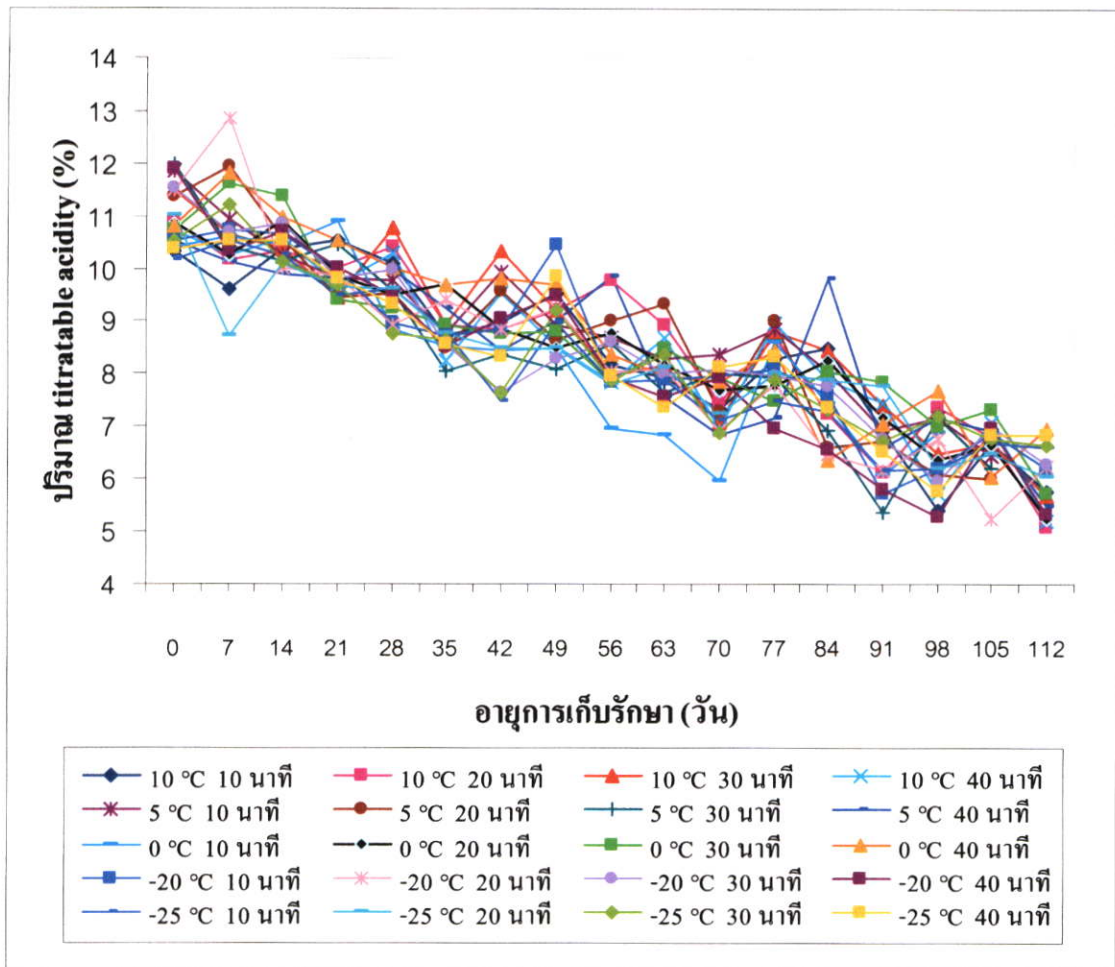
อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)														
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	10.88b ^{1/}	10.19a	10.43b	9.93a	10.41a	8.72a	9.42a	9.13a	8.44a	8.44a	7.22a	8.71a	8.03a	6.98a	6.25bc
5	11.44a	10.86a	10.23b	9.98a	9.72b	8.66a	9.08a	8.68a	9.04a	8.22a	7.64a	8.25ab	7.84a	6.41ab	6.90ab
0	10.72b	11.09a	10.93a	10.18a	9.42b	9.22a	8.98a	8.88a	7.99a	7.87a	7.36a	8.08bc	7.53a	7.04a	6.99a
-20	11.38a	11.17a	10.57ab	9.92a	9.35b	8.82a	8.61ab	9.37a	8.12a	7.90a	7.74a	7.72c	7.12a	6.11b	6.06c
-25	10.53b	10.26a	10.28b	9.67a	9.35b	8.71a	8.01b	9.14a	7.89a	7.95a	7.35a	7.94bc	7.47a	6.81a	6.36abc

^{1/}ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

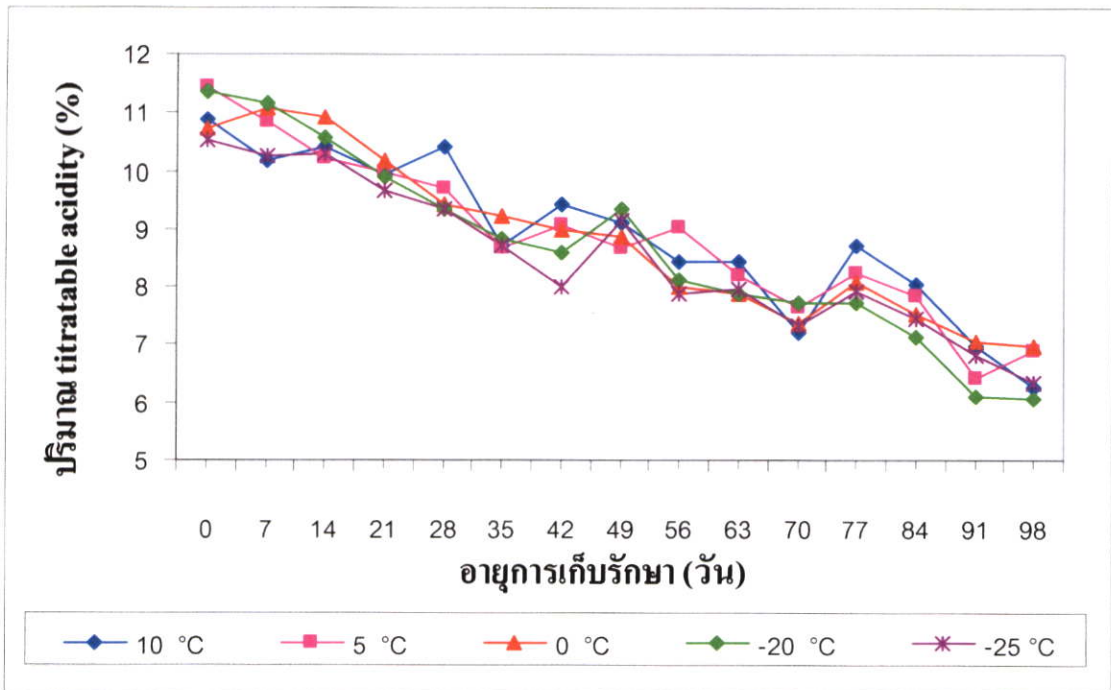
ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)														
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน
10	10.67b ^{1/}	10.50a	10.41a	10.15a	9.47a	8.72a	8.74a	9.28a	7.91a	7.77b	7.36a	8.28a	7.78a	6.37a	6.38a
20	11.14a	10.80a	10.40a	9.77b	9.61a	9.07a	8.93a	8.82a	8.69a	8.54a	7.33a	8.28a	7.30a	6.80a	6.57a
30	11.27a	10.94a	10.59a	9.77b	9.68a	8.64a	8.56a	8.73a	8.18a	8.15ab	7.61a	8.02a	7.70a	6.82a	6.77a
40	10.88ab	10.62a	10.55a	9.98ab	9.84a	8.87a	9.04a	9.32a	8.39a	7.85b	7.55a	7.98a	7.60a	6.69a	6.33a

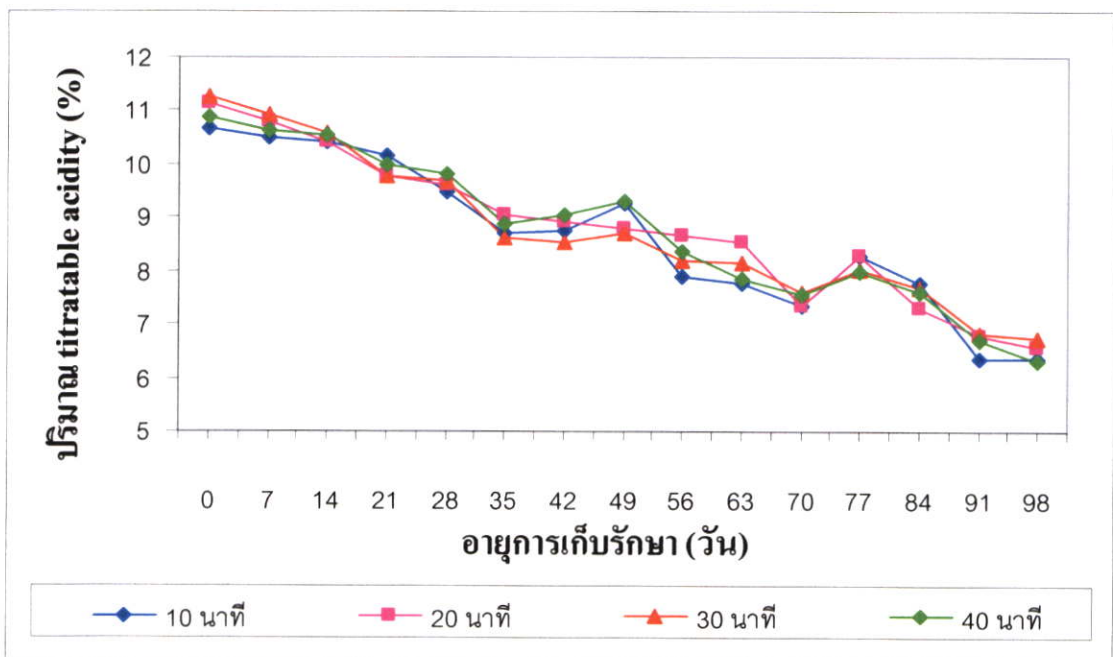
^{1/}ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.13 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.14 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

4.5 สีเปลือก

ก่อนการเก็บรักษา มะนาวมีลักษณะสีเปลือกเป็นสีเขียว จัดอยู่ในกลุ่ม Green Group 137A - Green Group 137B (GG137A - GG137B) ภายหลังจากการเก็บรักษามะนาว ในช่วง 7 - 63 วัน พบว่าลักษณะสีเปลือกของมะนาวมียังคงเป็นสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อยจัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Green Group 144B - Yellow Green Group 145A (YGG144B - YGG145A) และในช่วงการเก็บรักษา 70 - 91 วัน ลักษณะของสีเปลือกมะนาวมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเขียวอมเหลืองจัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Green Group 150A - Yellow Green Group 153C (YGG150A - YGG153C) และในช่วงการเก็บรักษา 98 - 112 วัน ลักษณะของสีเปลือกมะนาวมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเขียวอมเหลืองจัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Group 7A - Yellow Group 7B (YG7A - YG7B) (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 แสดงสีเปลือกของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combination	สีเปลือกภายหลังการเก็บรักษา																	
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน	
10 °C 10 นาที	GG137A	GG137B	GG137B	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG150	YGG151	YGG153	YGG153	YGG153	YG7A	YG7B
10 °C 20 นาที	GG137A	GG137B	GG137C	YGG144	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG150	YGG151	YGG153	YGG153	YGG153	YG7A	YG7B
10 °C 30 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG144	YGG145	YGG150	YGG151	YGG151	YGG151	YG7A	YG7A	YG7B
10 °C 40 นาที	GG137A	GG137A	GG137C	YGG143	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG151	YGG151	YGG153	YG7A	YG7B	YG7B
5 °C 10 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG150	YGG150	YG7A	YG7A	YG7B	-
5 °C 20 นาที	GG137A	GG137C	GG137C	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YGG153	YG7A	-
5 °C 30 นาที	GG137A	GG137B	GG137C	YGG144	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YG7A	YG7B	-
5 °C 40 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YGG153	YGG153	YGG153
0 °C 10 นาที	GG137A	GG137B	GG137C	YGG143	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YG7A	-	-
0 °C 20 นาที	GG137B	GG137C	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YGG151	YG7A	YG7B	YG7B
0 °C 30 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	GG137C	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YGG151	YG7A	YG7B
0 °C 40 นาที	GG137A	GG137B	GG137C	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YGG151	YGG151	YGG153
-20 °C 10 นาที	GG137A	GG137B	GG137C	YGG14	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YG7A	YG7A	YG7B
-20 °C 20 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	GG137C	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG150	YGG150	YGG151	YG7A	YG7A	YG7A	YG7B
-20 °C 30 นาที	GG137A	GG137A	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YGG151	YG7A	YG7B
-20 °C 40 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	YGG14	YGG143	YGG143	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YGG151	YGG153	YGG153
-25 °C 10 นาที	GG137A	GG137C	GG137C	GG137C	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YGG151	YGG153	YG7A
-25 °C 20 นาที	GG137A	GG137A	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YGG151	YGG151	YGG151	YGG151	YGG153	YG7A
-25 °C 30 นาที	GG137A	GG137C	GG137C	YGG14	YGG143	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YGG151	YGG153	YG7A
-25 °C 40 นาที	GG137B	GG137B	GG137C	GG137C	GG137C	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG144	YGG145	YGG145	YGG145	YGG150	YGG151	YGG151	YGG150	YG7A

หมายเหตุ GG = Green Group, YGG = Yellow Green Group และ YG = Yellow Group

4.6 สีเนื้อกุ้ง

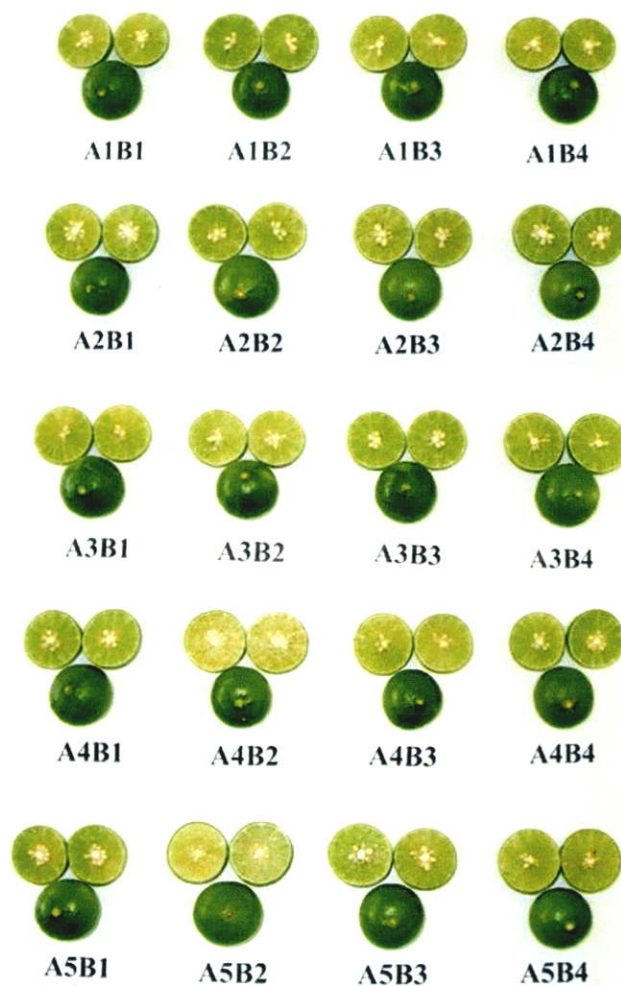
ก่อนการเก็บรักษา ฝานามีลักษณะสีเนื้อกุ้งเป็นสีเขียวอมเหลือง จัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Green Group 143C (YGG143C) ภายหลังจากการเก็บรักษาฝานา ในช่วง 7 - 49 วันฝานาไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อกุ้ง และในช่วงการเก็บรักษา 56 - 112 วัน พบว่าลักษณะสีเนื้อกุ้งของฝานามีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อกุ้งเป็นสีเหลืองมากขึ้น จัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Green Group 144B - Yellow Green Group 154C (YGG144B - YGG154C) (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 แสดงสีเนื้อกุ้งของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combination	สีเนื้อภายหลังการเก็บรักษา																
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน
10 °C 10 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG149	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
10 °C 20 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG149	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
10 °C 30 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG149	YGG149	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
10 °C 40 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG149	YGG149	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
5 °C 10 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG145	YGG149	YGG154	YGG154	YGG154	-
5 °C 20 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG145	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150	-
5 °C 30 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG145	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	-
5 °C 40 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG145	YGG149	YGG149	YGG153	YGG150	YGG150
0 °C 10 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG145	YGG149	YGG150	YGG150	-	-
0 °C 20 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG145	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
0 °C 30 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG154	YGG154	YGG154	YGG154
0 °C 40 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-20 °C 10 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-20 °C 20 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG149	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-20 °C 30 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-20 °C 40 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-25 °C 10 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-25 °C 20 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG149	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-25 °C 30 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150
-25 °C 40 นาที	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG143	YGG14	YGG14	YGG145	YGG144	YGG149	YGG150	YGG150	YGG150	YGG150

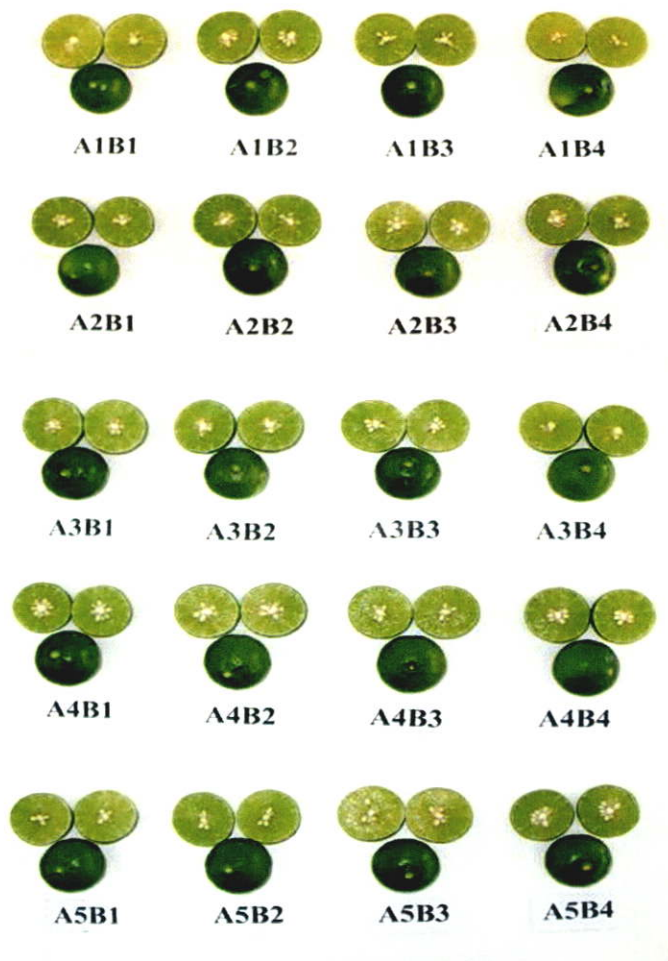
หมายเหตุ GG = Green Group และ YGG = Yellow Green Group

0 DAS



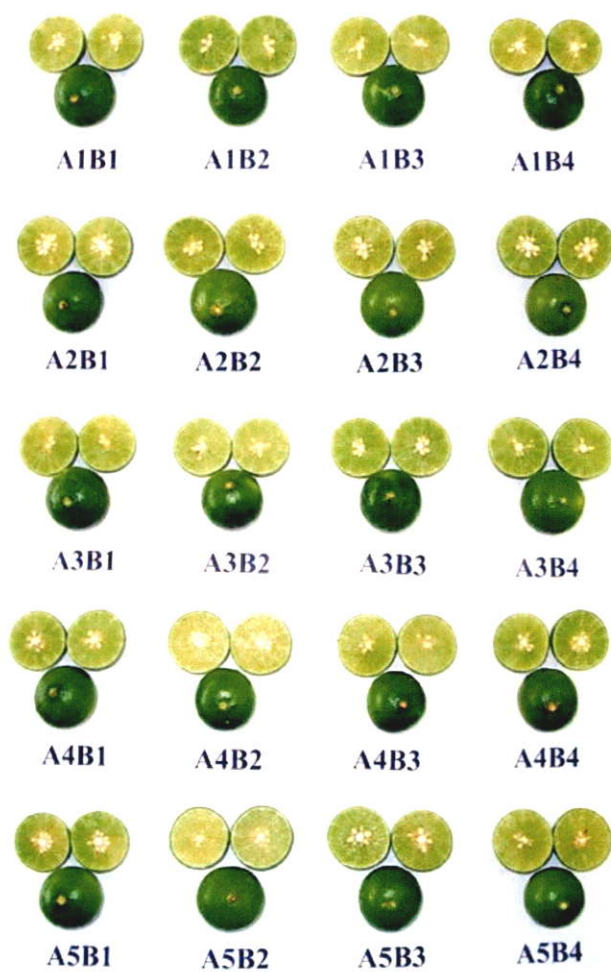
ภาพที่ 4.16 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ก่อนการทดลอง

7 DAS



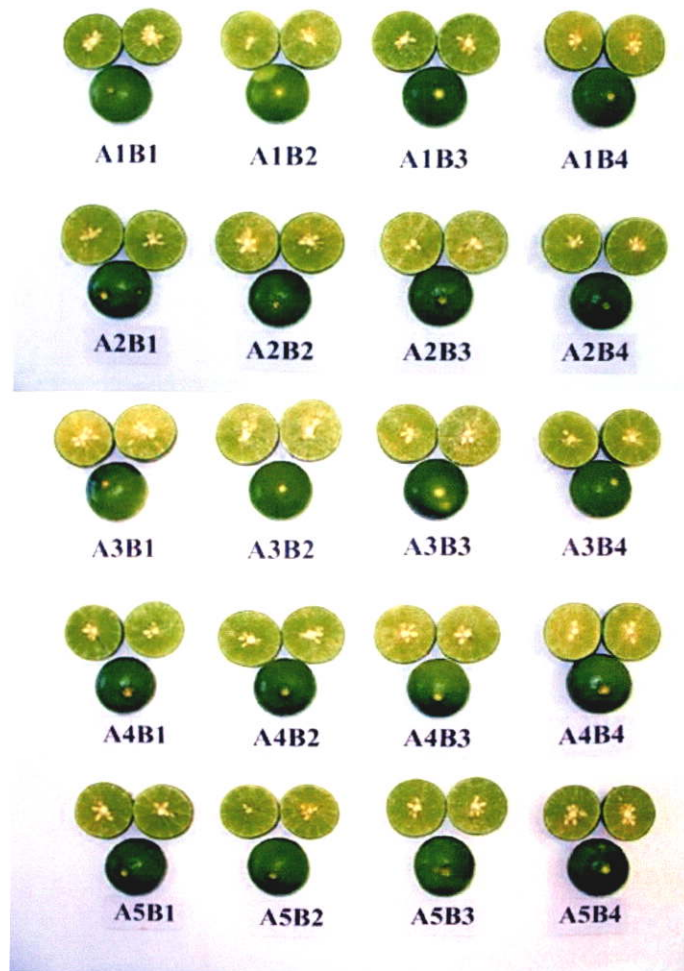
ภาพที่ 4.17 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 7 วัน

14 DAS



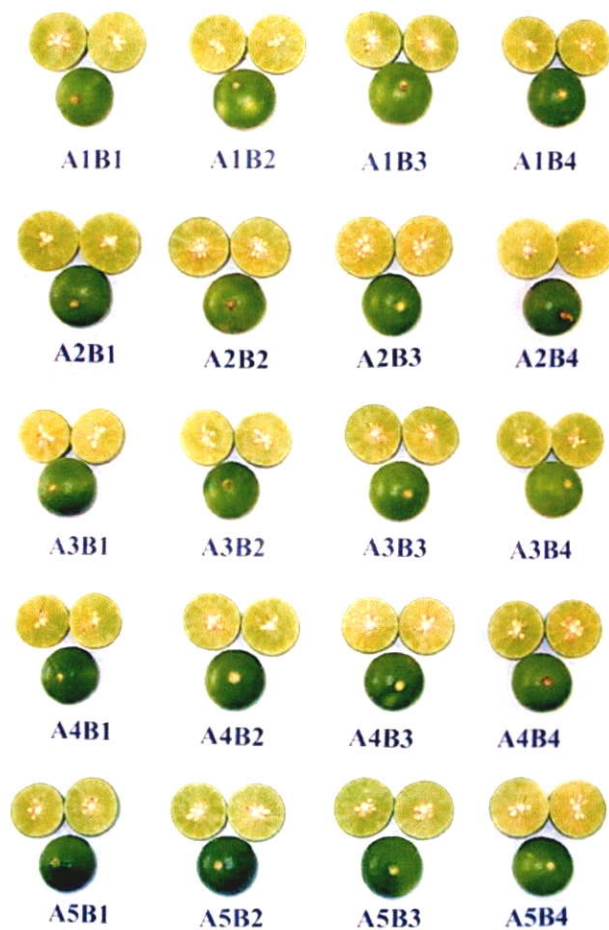
ภาพที่ 4.18 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 14 วัน

21 DAS



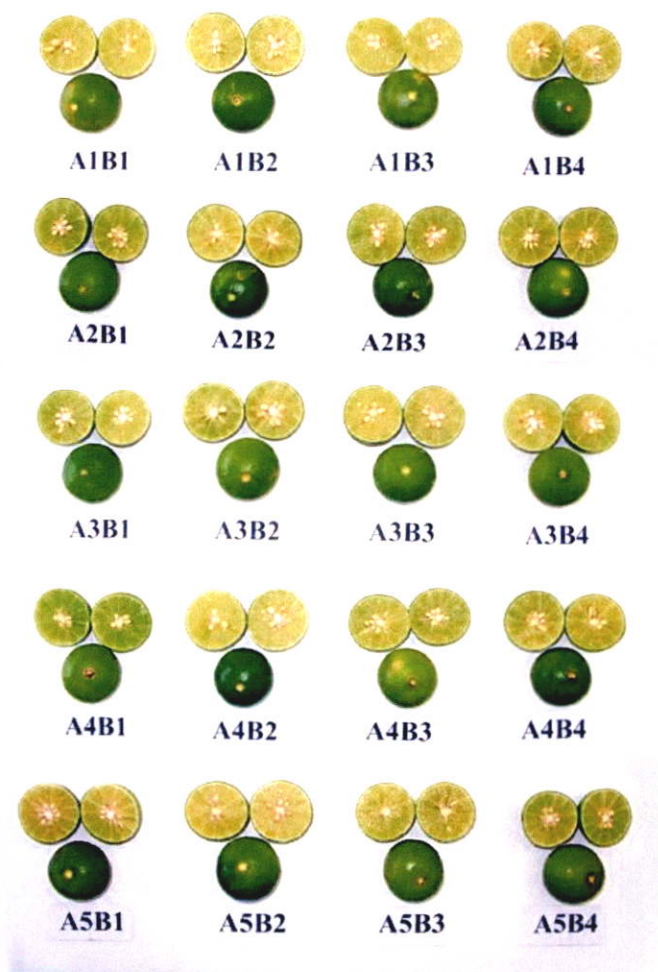
ภาพที่ 4.19 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 21 วัน

28 DAS



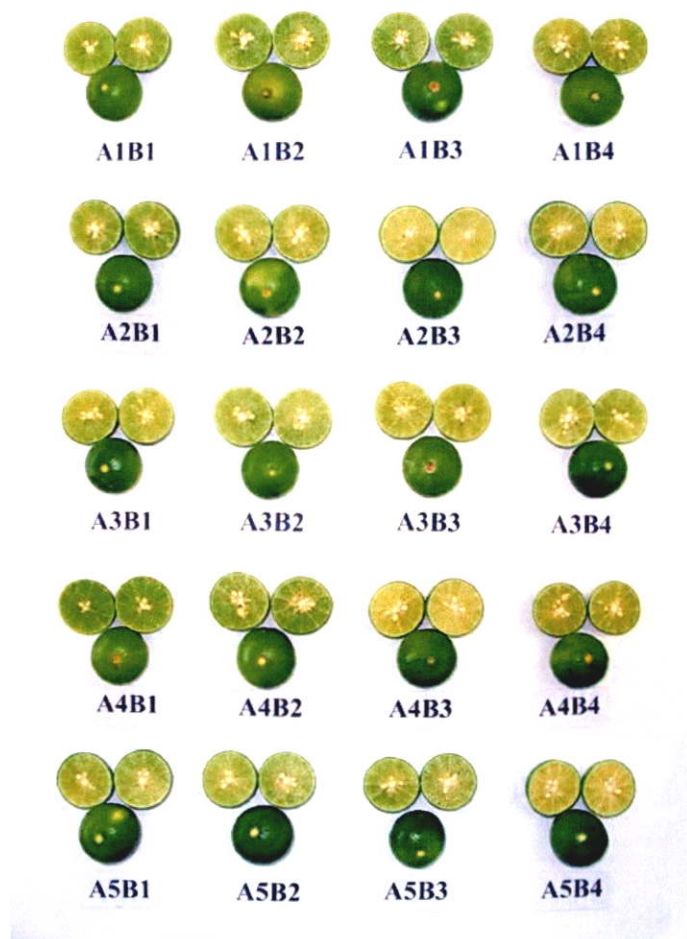
ภาพที่ 4.20 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 28 วัน

35 DAS



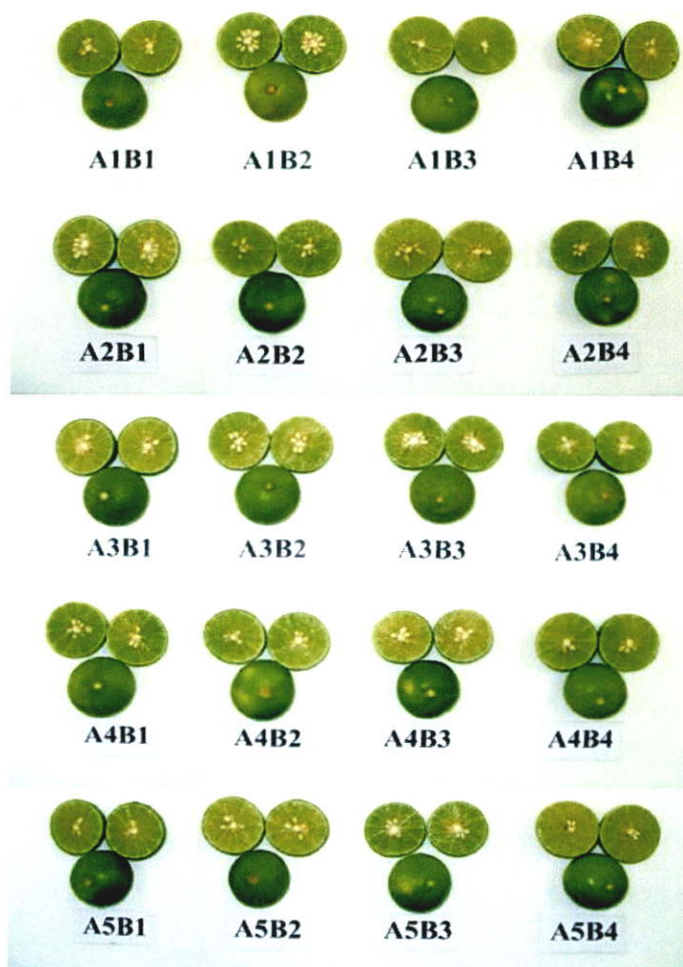
ภาพที่ 4.21 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 35 วัน

42 DAS

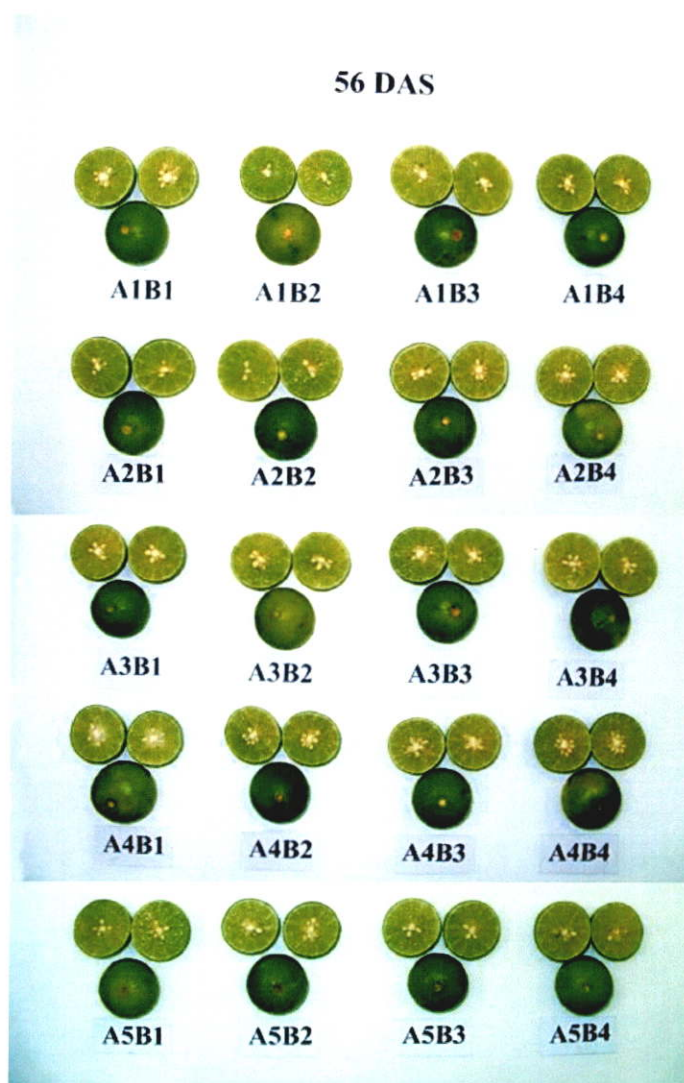


ภาพที่ 4.22 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 42 วัน

49 DAS

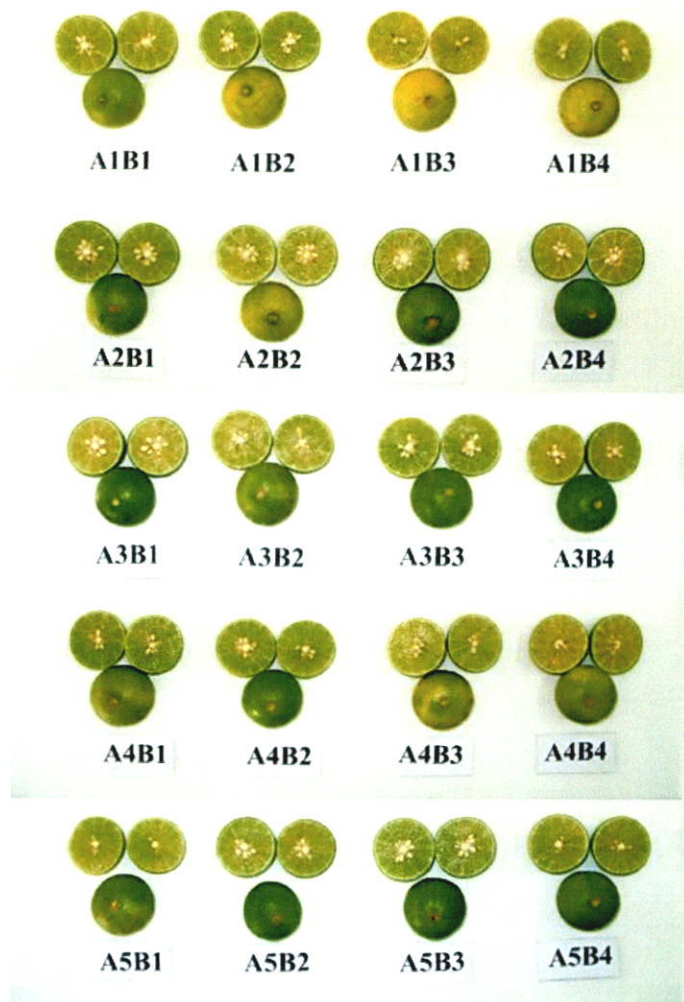


ภาพที่ 4.23 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 49 วัน



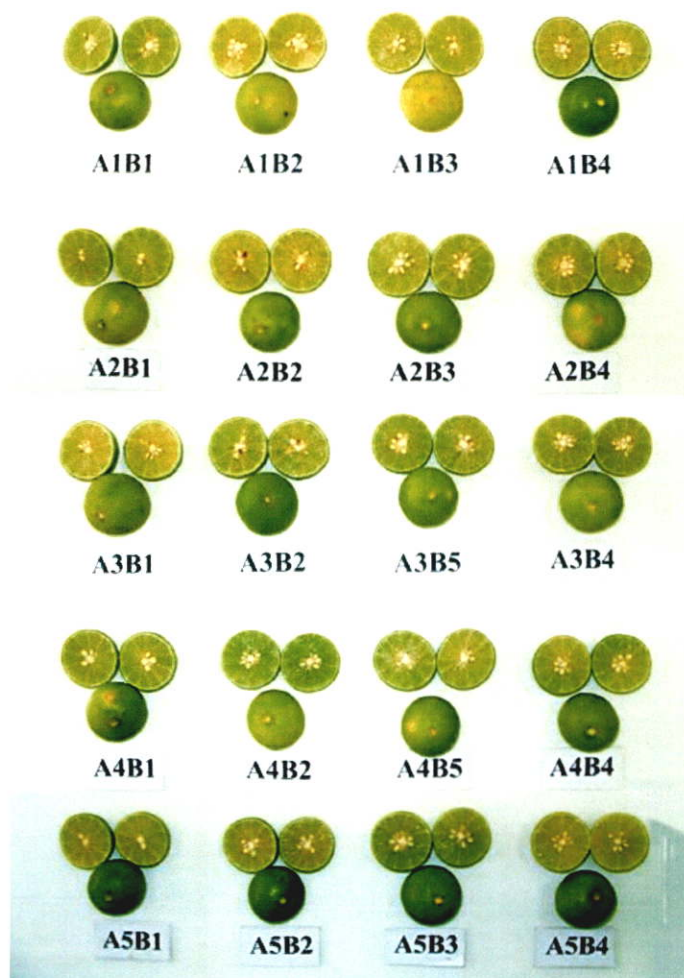
ภาพที่ 4.24 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 56 วัน

63 DAS



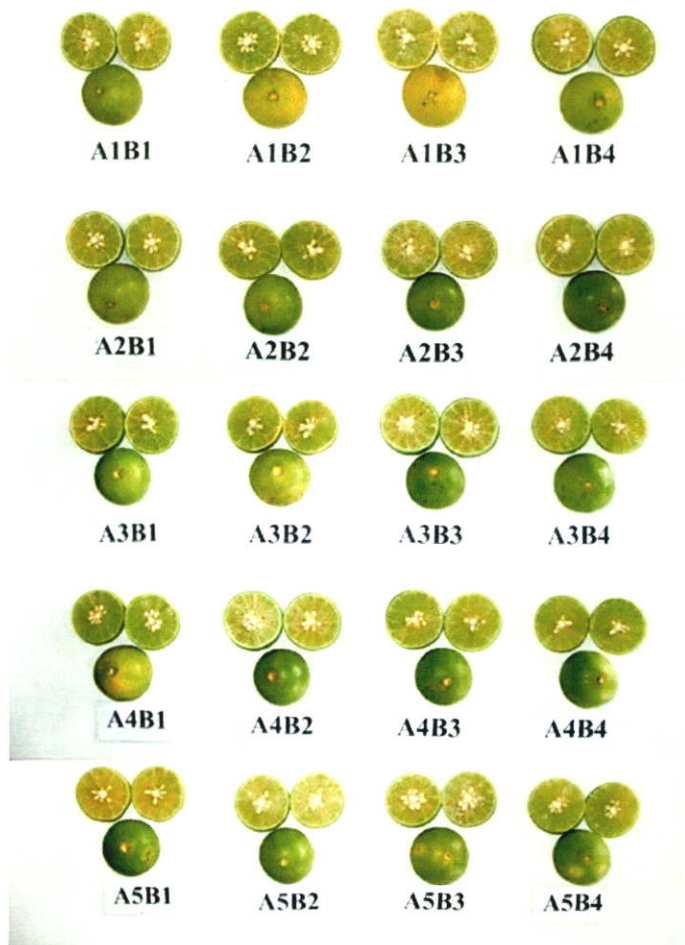
ภาพที่ 4.25 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 63 วัน

70 DAS

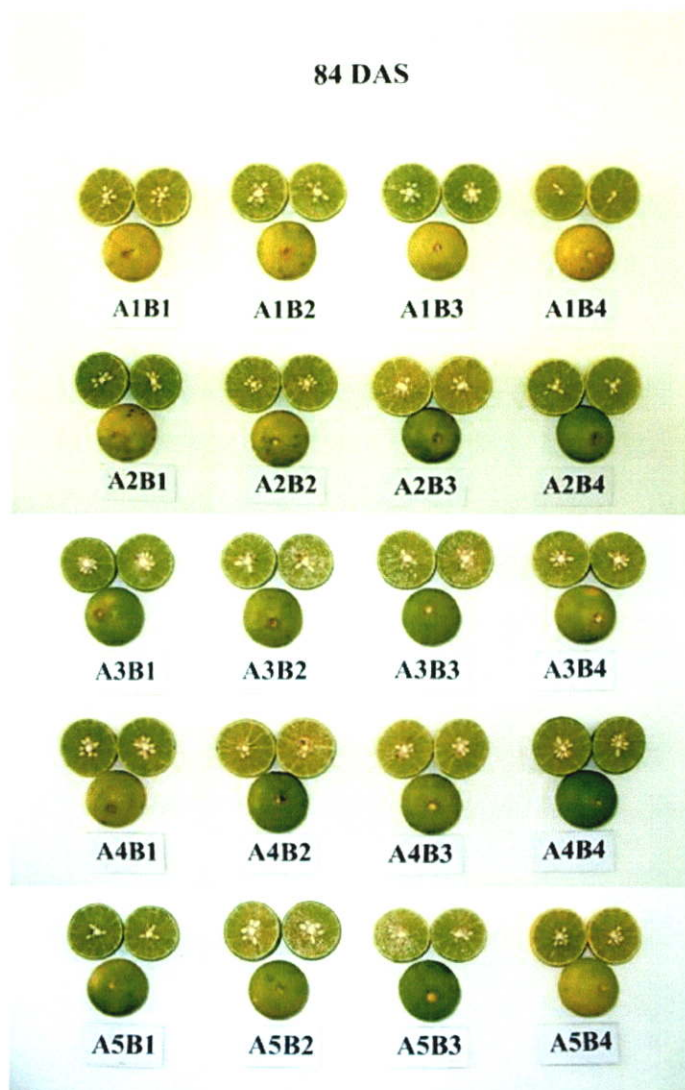


ภาพที่ 4.26 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 70 วัน

77 DAS

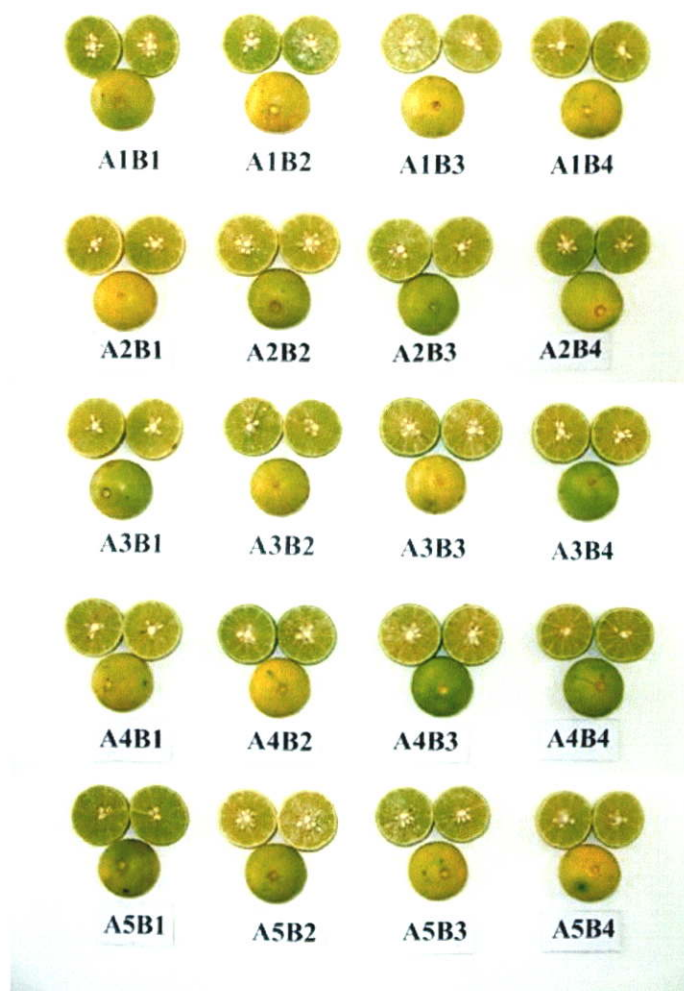


ภาพที่ 4.27 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 77 วัน

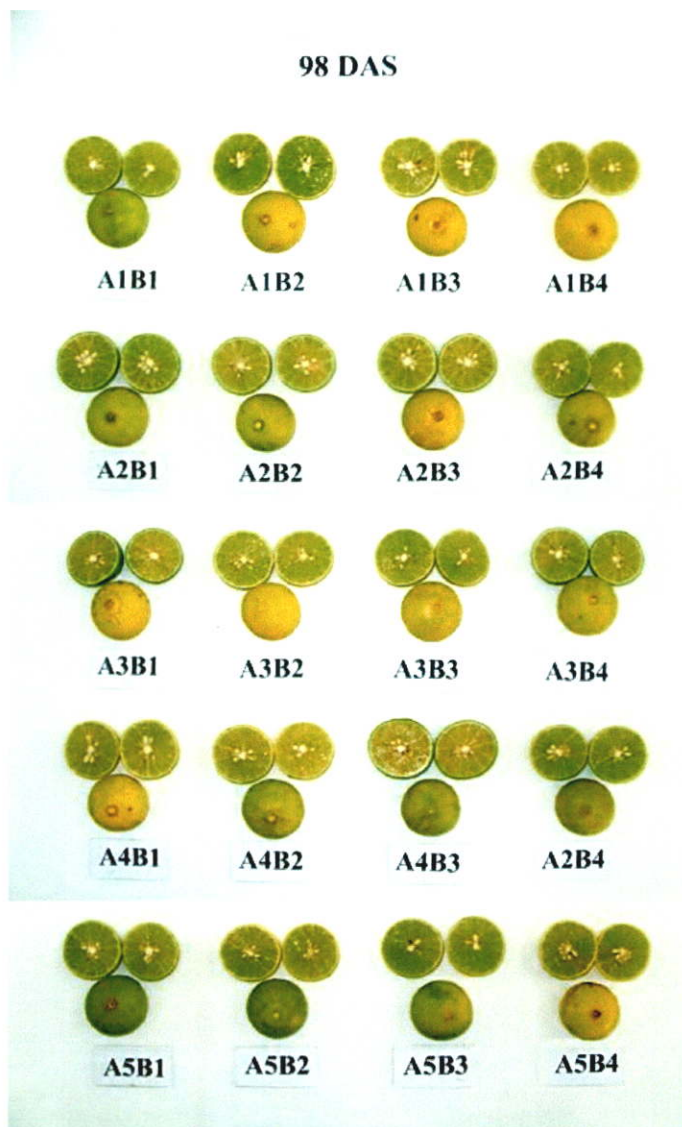


ภาพที่ 4.28 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 84 วัน

91 DAS

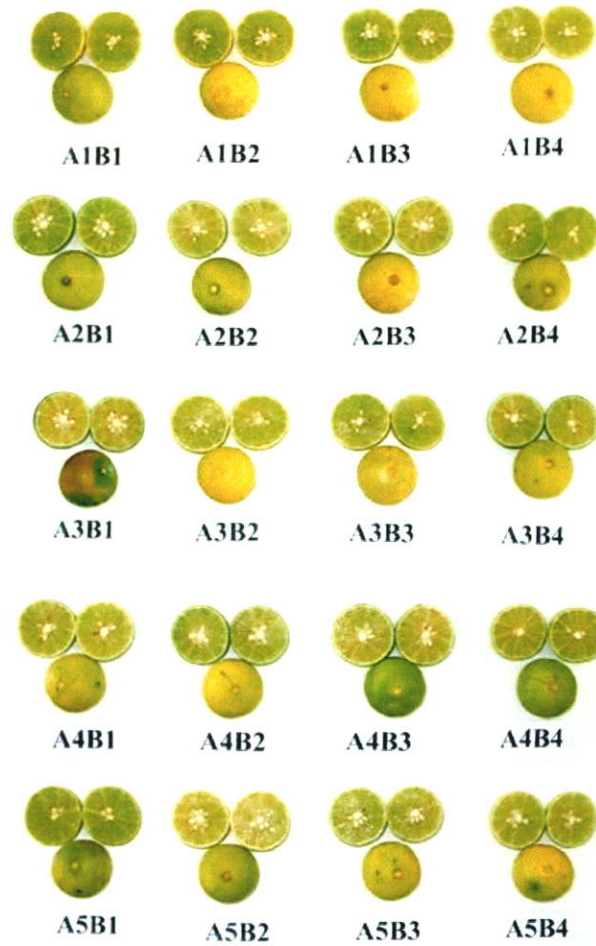


ภาพที่ 4.29 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 91 วัน



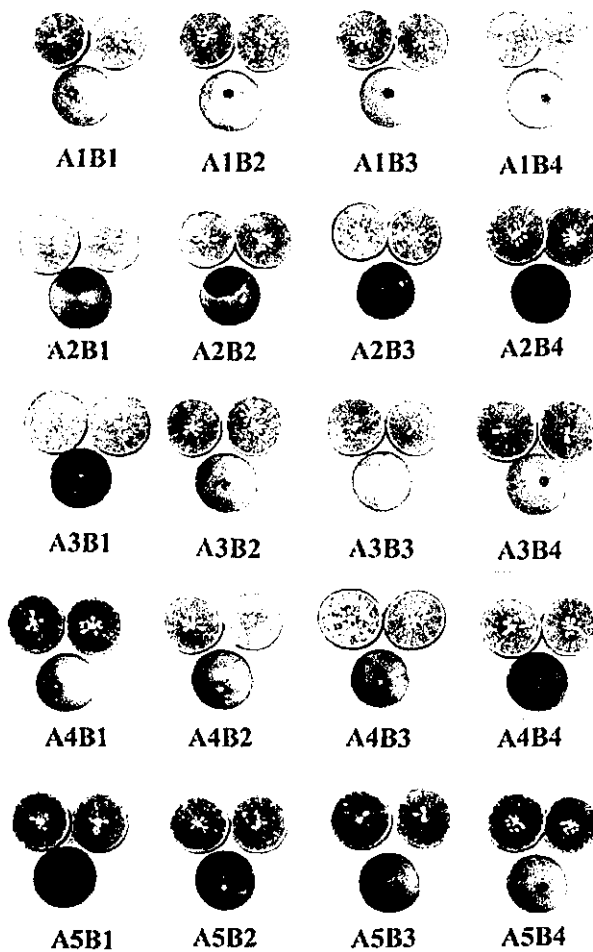
ภาพที่ 4.30 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกุ้ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากการเก็บรักษา 98 วัน

105 DAS



ภาพที่ 4.31 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 105 วัน

112 DAS



ภาพที่ 4.32 แสดงสีเปลือก และสีเนื้อกึ่ง ของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับ อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ภายหลังจากเก็บรักษา 112 วัน

4.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า น้ำมะนาวมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยลดลง (ภาพที่ 4.30) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำมะนาวมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยมากที่สุดคือ 3.28 คะแนน และมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.72 คะแนน (ตารางที่ 4.15)

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาน้ำมะนาวมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฉลี่ย 5.00 คะแนน (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

มะนาวที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลอง มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฉลี่ย 5.00 คะแนน (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 5.00 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, 0, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 5.00, 4.94, 4.83, 4.78 และ 4.72 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 4.33 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาวมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 5.00 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 5.00, 4.94 และ 4.89 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุด

คือ 4.78 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 4.97 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.94 และ 4.92 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.86 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 4.81 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, 5, -25, -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.65, 4.63, 4.58, 4.53, 4.46, 4.46, 4.40, 4.33, 4.33, 4.25, 4.24, 4.21, 4.19, 4.19, 4.18, 3.97, 3.89 และ 3.61 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 3.19 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 4.52 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.32, 4.23 และ 4.22 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 4.00 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 4.29 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.29 และ 4.24 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มี

คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.19 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.67 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.56, 3.42, 3.39, 3.29, 3.25, 3.15, 3.14, 3.14, 2.89, 2.81, 2.75, 2.72, 2.58, 2.50, 2.42, 2.33 และ 2.21 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.85 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.38 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5 และ -20 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.22, 2.75 และ 2.72 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.40 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 3.10 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.85 และ 2.82 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.81 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.67 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.33, 3.22, 3.17, 3.11, 3.06, 3.01, 2.94, 2.86, 5.81, 2.81, 2.75, 2.72, 2.65, 2.64, 2.53, 2.39 และ 2.22 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.92 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.07 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, -25 และ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.89, 2.87 และ 2.72 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.68 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 2.98 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.92 และ 2.77 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.71 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 4.67 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 5, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.50, 4.11, 4.00, 4.00, 3.94, 3.89, 3.50, 3.33, 3.28, 3.17, 2.94, 2.83, 2.67, 2.67, 2.56, 2.28, 2.25 และ 2.22 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 2.00 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 4.11 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, -25 และ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.19, 3.04 และ 2.95 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.90 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 3.59 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.46 และ 3.14 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.77 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 49 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 4.44 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 10, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20

นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4.17, 4.17, 4.11, 3.78, 3.72, 3.67, 3.56, 3.28, 3.11, 3.06, 3.00, 2.78, 2.72, 2.41, 2.28, 2.22, 1.83 และ 1.67 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.33 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.57 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -20 และ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.53, 2.97 และ 2.71 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.55 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเฉียวพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 3.46 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.99 และ 2.92 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.89 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 56 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 4.00 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.44, 3.39, 3.33, 3.11, 3.06, 2.92, 2.83, 2.83, 2.72, 2.72, 2.61, 2.39, 2.39, 2.28, 2.28, 2.22, 1.78 และ 1.00 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.00 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.06 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.67, 2.64 และ 2.39 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.32 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 3.08 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.88 และ 2.29 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.22 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 63 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.89 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.56, 3.33, 3.28, 3.19, 3.11, 2.94, 2.89, 2.83, 2.83, 2.83, 2.83, 2.61, 2.56, 2.39, 2.22, 2.17, 1.89 และ 1.33 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.11 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.09 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, -25 และ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.79, 2.64 และ 2.53 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.40 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 3.12 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 และ 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.93 และ 2.38 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.32 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 70 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.33 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.25, 3.18, 2.92, 2.92, 2.83, 2.75, 2.67, 2.33, 2.25, 2.25, 2.17, 2.17, 2.17, 2.00, 1.92, 1.83, 1.67 และ 1.58 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.42 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 2.67 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20, 10 และ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.55, 2.44 และ 2.33 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลด

อุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุด คือ 1.92 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 2.59 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.55 และ 2.28 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.10 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 77 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.63 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 5, 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.63, 3.54, 3.50, 3.50, 3.50, 3.45, 3.33, 3.33, 3.25, 3.16, 3.08, 2.75, 2.70, 2.50, 2.41, 2.33, 2.25 และ 1.83 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.83 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.49 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, -20 และ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.13, 3.12 และ 2.63 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุด คือ 2.50 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 3.14 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 และ 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.93 และ 2.93 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.90 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 84 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.68 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -25 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.60, 3.60, 3.35, 3.35, 3.27, 3.18, 3.18, 3.07, 2.35, 2.18, 2.18, 2.18, 2.18, 2.18, 1.68, 1.68, 1.60 และ 1.43 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.35 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.43 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0, 5 และ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.79, 2.70 และ 2.25 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 1.66 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 2.68 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.65 และ 2.62 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มี

คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.31 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 91 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.78 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 5 และ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.53, 3.44, 3.19, 3.11, 3.03, 3.03, 2.61, 2.61, 2.44, 2.44, 2.40, 2.28, 2.28, 2.28, 1.86, 1.86, 1.69 และ 1.61 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.11 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 3.26 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, 5 และ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.75, 2.53 และ 2.07 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.05 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 2.98 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 และ 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.61 และ 2.53 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.00 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 98 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.78 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10, 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.44, 3.28, 2.94, 2.94, 2.78, 2.78, 2.78, 2.78, 2.78, 2.61, 2.61, 2.44, 2.44, 2.44, 2.28, 2.28 และ 2.11 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.78 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส มากที่สุด คือ 2.82 คะแนนรองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.78, 2.69 และ 2.57 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้อยที่สุดคือ 2.57 คะแนนและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.31)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียวยพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ 2.98 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 10 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.78 และ 2.51 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.48 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.17, ภาพที่ 4.32)

ภายหลังการเก็บรักษา 105 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.35 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0, 10 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20, 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.19, 3.13, 3.02, 2.99, 2.99, 2.96, 2.82, 2.73, 2.69, 2.57, 2.57, 2.49, 2.44, 2.30, 2.27, 2.24 และ 2.19 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.96 คะแนน ส่วนวิธีการอื่นๆ หมคอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

ภายหลังการเก็บรักษา 112 วัน

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ 3.28 คะแนน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นาที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที -25, 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที -25, -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3.00, 3.00, 2.78, 2.67, 2.67, 2.61, 2.58, 2.56, 2.56, 2.44, 2.33, 2.22, 2.17 และ 1.78 คะแนน ตามลำดับ ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่น้อยที่สุดคือ 1.72 คะแนน ส่วนวิธีการอื่นๆ หมคอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.30)

ตารางที่ 4.15 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

Treatment Combination	คุณภาพทางประสาทสัมผัสภายหลังการเก็บรักษา (คะแนน)																
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	105 วัน	112 วัน
10 °C 10 นาที	5.00a	5.00a	4.72b	4.63ab	3.67a	2.72a-d	4.00abc	4.44a	2.92ab	2.89a	2.83a	3.33ab	3.68a	2.61bcd	2.61a	2.30bc	2.61ab
10 °C 20 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.81a	3.15a	2.75a-d	4.67a	4.11ab	4.00a	3.89a	2.75a	3.50a	3.60a	3.53ab	2.44a	2.99ab	2.67ab
10 °C 30 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.33ab	3.25a	3.01abc	4.50ab	3.72abc	2.28abc	2.39a	2.00a	3.50a	3.35ab	2.44cd	2.94a	2.57abc	3.00ab
10 °C 40 นาที	5.00a	5.00a	4.83ab	4.33ab	2.81a	2.39bcd	3.28a-d	1.83def	3.06ab	3.19a	2.17a	3.63a	3.07abc	2.40cd	2.78a	2.73abc	2.56ab
5 °C 10 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.58ab	3.29a	2.81a-d	3.94abc	2.41c-f	1.00c	1.33a	3.33a	3.50a	3.18ab	3.11abc	2.78a	2.96abc	-
5 °C 20 นาที	5.00a	5.00a	4.83ab	3.61cd	2.50a	1.92d	2.25d	2.22c-f	3.11ab	3.11a	2.25a	3.63a	2.18cd	3.03abc	2.44a	2.82abc	-
5 °C 30 นาที	5.00a	5.00a	4.94ab	4.25ab	2.33a	2.65bcd	2.28d	2.28c-f	1.78bc	1.89a	2.33a	3.16a-d	2.18cd	2.28cd	3.78a	3.13ab	-
5 °C 40 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.46ab	2.89a	3.33ab	3.33a-d	3.28a-d	3.39ab	3.28a	1.42a	2.25de	3.27ab	1.69de	2.11a	2.27bc	1.78b
0 °C 10 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	3.89bc	3.14a	2.64bcd	2.56cd	2.78b-f	1.00c	1.11a	2.17a	2.75a-e	3.18ab	1.86de	1.78a	-	-
0 °C 20 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.65ab	3.42a	3.67a	3.89abc	3.78abc	3.44ab	3.56a	2.92a	3.54a	3.60a	2.28cd	3.44a	3.02ab	3.00ab
0 °C 30 นาที	5.00a	5.00a	4.33c	4.19ab	3.39a	2.86abc	2.22d	4.17ab	2.39abc	2.61a	2.67a	2.41b-e	2.18cd	3.03abc	2.61a	2.44abc	2.58ab
0 °C 40 นาที	5.00a	5.00a	4.78ab	4.53ab	3.56a	3.11abc	2.94bcd	3.56abc	2.72abc	2.83a	2.92a	1.83e	2.18cd	1.11e	2.44a	2.19bc	2.67ab
-20 °C 10 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.18ab	2.81a	3.17abc	4.11abc	3.67abc	2.83ab	2.94a	2.17a	3.25abc	1.68d	2.44cd	2.94a	2.57abc	2.78ab
-20 °C 20 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.40ab	2.21a	3.06abc	4.00abc	4.17ab	2.61abc	2.83a	3.18a	2.70a-e	1.35d	2.28cd	2.78a	2.69abc	2.33ab
-20 °C 30 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.21ab	2.72a	2.22cd	2.00d	1.33f	2.72abc	2.83a	1.58a	3.08a-d	2.18cd	1.86de	2.28a	2.49abc	2.17ab
-20 °C 40 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	3.19d	3.14a	3.11abc	2.67cd	2.72b-f	2.39abc	2.56a	3.25a	3.45a	1.43d	1.61de	2.28a	1.96c	1.72b
-25 °C 10 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.19ab	2.58a	2.53bcd	2.67cd	1.67ef	3.33ab	3.33a	2.25a	1.83e	1.68d	2.61bcd	2.44a	2.24bc	2.22ab
-25 °C 20 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	3.97bc	2.75a	3.22ab	3.17a-d	3.00a-e	2.22abc	2.22a	1.83a	2.33cde	2.35bcd	3.78a	2.78a	3.19ab	2.44ab
-25 °C 30 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.24ab	2.42a	2.81a-d	2.83cd	3.11a-e	2.28abc	2.17a	1.92a	2.50b-e	3.35ab	3.44ab	3.28a	3.35a	3.28a
-25 °C 40 นาที	5.00a	5.00a	5.00a	4.46ab	1.85a	2.94abc	3.50a-d	3.06a-e	2.83ab	2.83a	1.67a	3.33ab	1.60d	3.19abc	2.78a	2.99ab	2.56ab

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.16 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

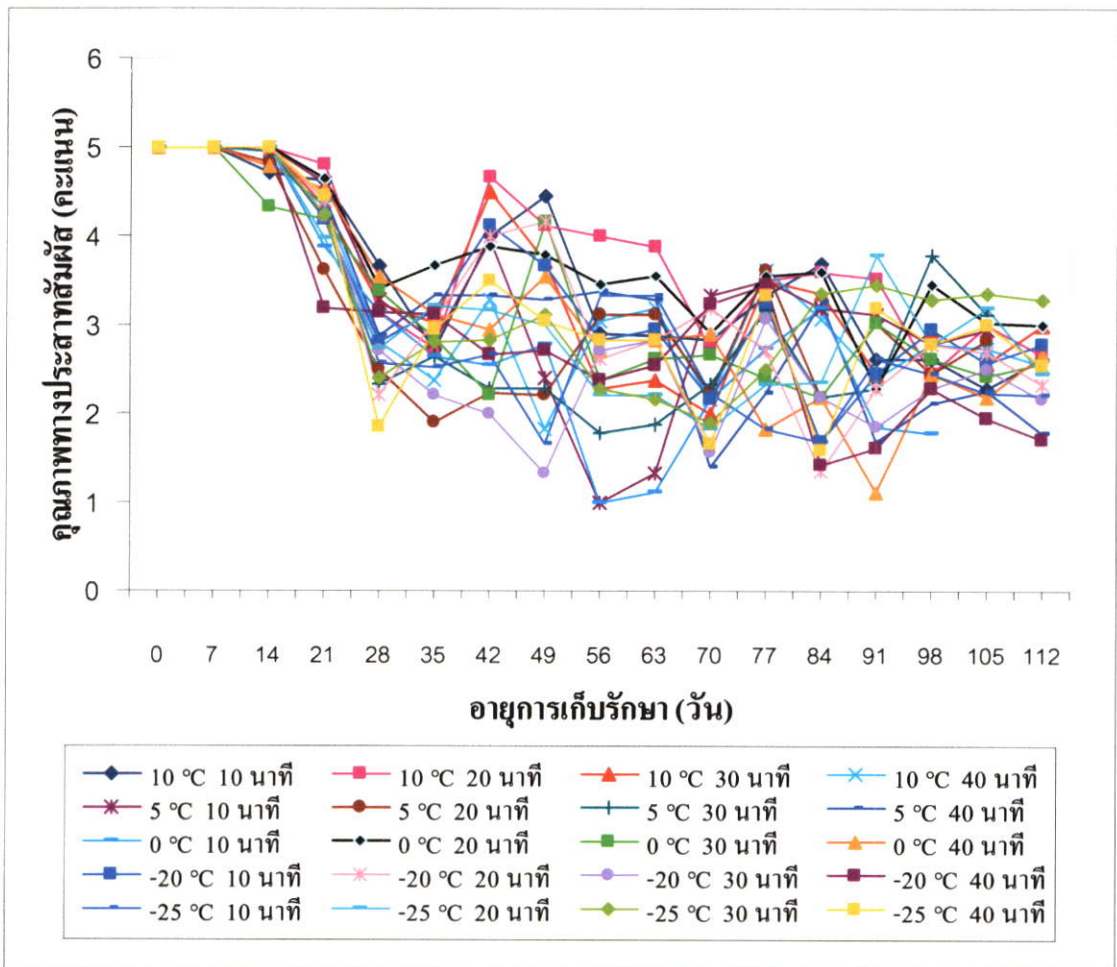
อุณหภูมิ (° C)	คุณภาพทางประสาทสัมผัสภายหลังการเก็บรักษา (คะแนน)															
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	
10	5.00a	5.00a	4.88b	4.52a	3.22a	2.72a	4.11a	3.53a	3.06a	3.09a	2.44a	3.49a	3.46a	2.75b	2.69a	
5	5.00a	5.00a	4.94ab	4.23ab	2.75b	2.68a	2.95b	2.55b	2.32a	2.40a	2.33a	3.13a	2.70b	2.53b	2.78a	
0	5.00a	5.00a	4.78c	4.32ab	3.38a	3.07a	2.90b	3.57a	2.39a	2.53a	2.67a	3.12a	2.79b	2.07c	2.57a	
-20	5.00a	5.00a	5.00a	4.00b	2.72b	2.89a	3.19b	2.97b	2.64a	2.79a	2.55a	2.63b	1.66d	2.05c	2.57a	
-25	5.00a	5.00a	5.00a	4.22ab	2.40b	2.87a	3.04b	2.71b	2.67a	2.64a	1.92a	2.50b	2.25c	3.26a	2.82a	

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

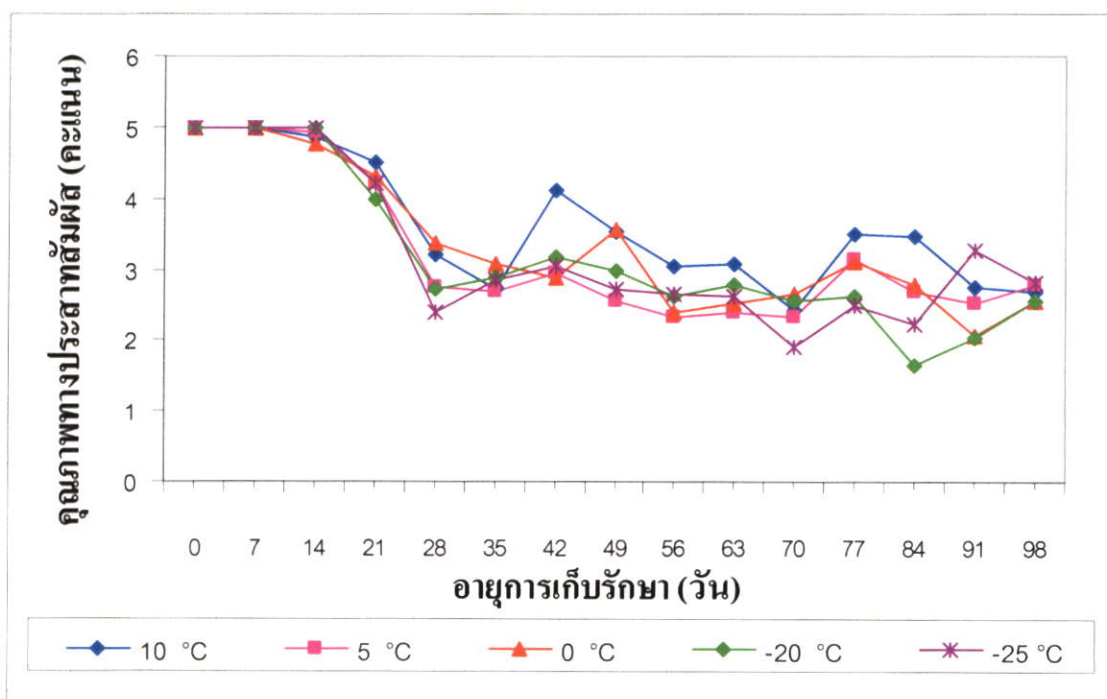
ตารางที่ 4.17 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	คุณภาพทางประสาทสัมผัสภายหลังการเก็บรักษา (คะแนน)															
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน	77 วัน	84 วัน	91 วัน	98 วัน	
10	5.00a	5.00a	4.94a	4.29a	3.10a	2.77a	3.46a	2.99a	2.22b	2.32b	2.55a	2.93a	2.68a	2.53b	2.51a	
20	5.00a	5.00a	4.97a	4.29a	2.81a	2.92a	3.59a	3.46a	3.08a	3.12a	2.59a	3.14a	2.62a	2.98a	2.78a	
30	5.00a	5.00a	4.86a	4.24a	2.82a	2.71a	2.77b	2.92a	2.29b	2.38b	2.10a	2.93a	2.65a	2.61ab	2.98a	
40	5.00a	5.00a	4.92a	4.19a	2.85a	2.98a	3.14ab	2.89a	2.88ab	2.94ab	2.28a	2.90a	2.31a	2.00c	2.48a	

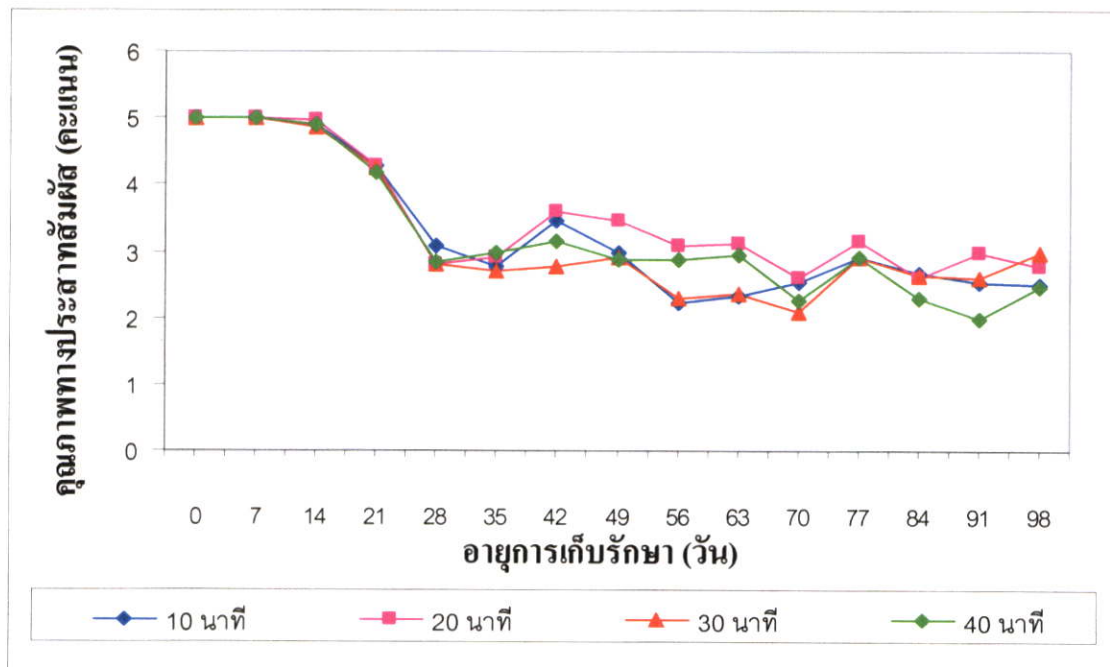
1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.33 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.34 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.35 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

4.8 อายุการเก็บรักษา

มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิ 10, 0, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที อุณหภูมิ 10, 0, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที อุณหภูมิ 10, 5, 0, -20, -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 112 วัน รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที มีอายุการเก็บรักษา 105 วัน ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด 98 วัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อายุการเก็บรักษาของมะนาวมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.18, ภาพที่ 4.33)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของอุณหภูมิอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -20 10 และ -25, องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 112 วัน รองลงมาคือมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 108.5 วัน ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 106.75 วัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อายุการเก็บรักษาของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.19, ภาพที่ 4.34)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของเวลาอย่างเดียพบว่า มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 40 นาที มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 112 วัน รองลงมาคือ มะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีอายุการเก็บรักษา 110.6 วัน ส่วนมะนาวที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด คือ 107.8 วัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อายุการเก็บรักษาของมะนาว มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.20, ภาพที่ 4.35)

ตารางที่ 4.18 แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน และระยะเวลาต่างๆ กัน

Treatment Combinations	อายุการเก็บรักษา (วัน)
10 °C 10 นาที	112.00a ^{1/}
10 °C 20 นาที	112.00a
10 °C 30 นาที	112.00a
10 °C 40 นาที	112.00a
5 °C 10 นาที	105.00b
5 °C 20 นาที	105.00b
5 °C 30 นาที	105.00b
5 °C 40 นาที	112.00a
0 °C 10 นาที	98.00c
0 °C 20 นาที	112.00a
0 °C 30 นาที	112.00a
0 °C 40 นาที	112.00a
-20 °C 10 นาที	112.00a
-20 °C 20 นาที	112.00a
-20 °C 30 นาที	112.00a
-20 °C 40 นาที	112.00a
-25 °C 10 นาที	112.00a
-25 °C 20 นาที	112.00a
-25 °C 30 นาที	112.00a
-25 °C 40 นาที	112.00a

^{1/} ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.19 แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

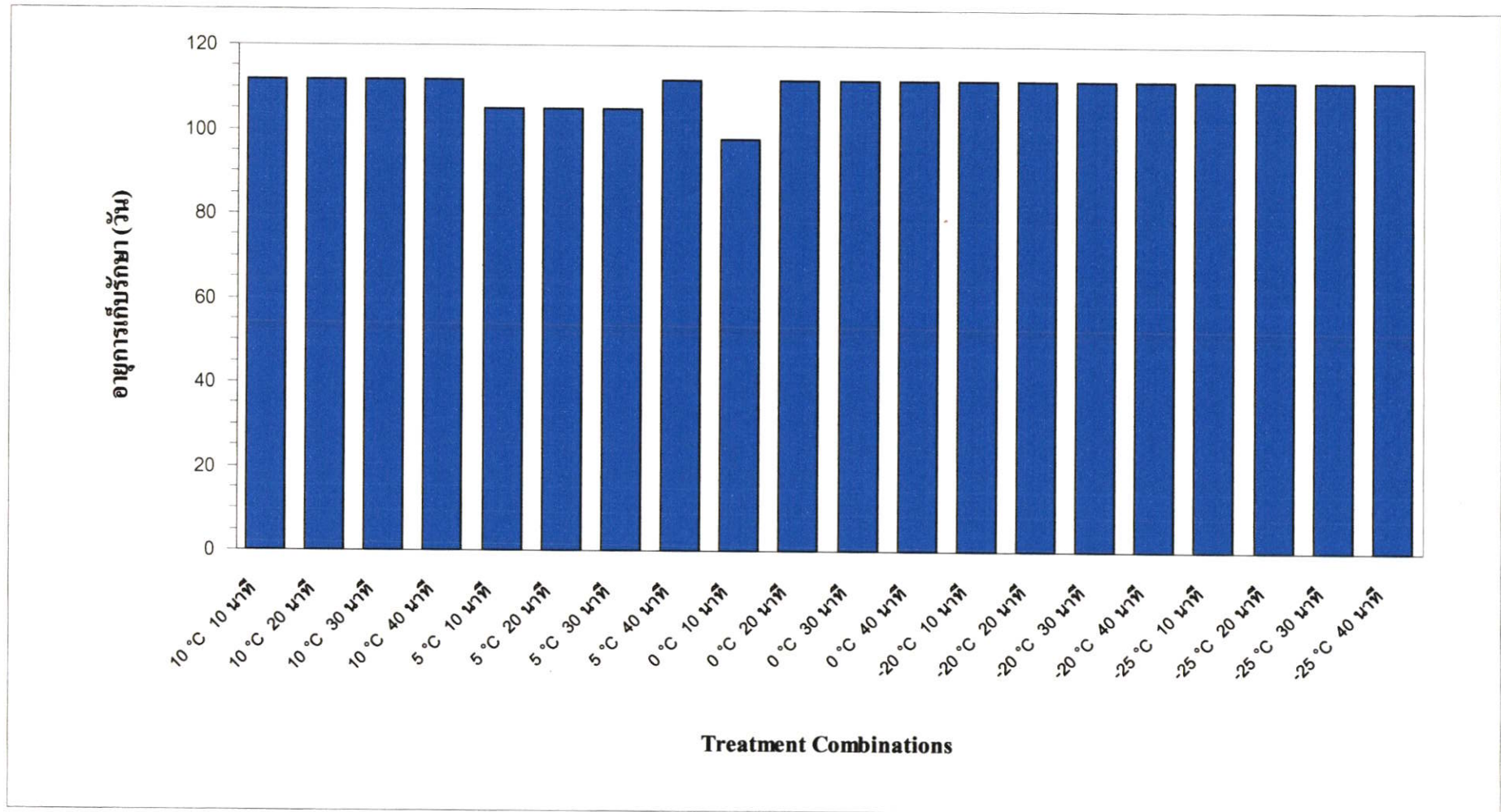
อุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิต่ออย่างรวดเร็ว (° C)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
10	112.00a ^L
5	106.75c
0	108.50b
- 20	112.00a
- 25	112.00a

^L/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

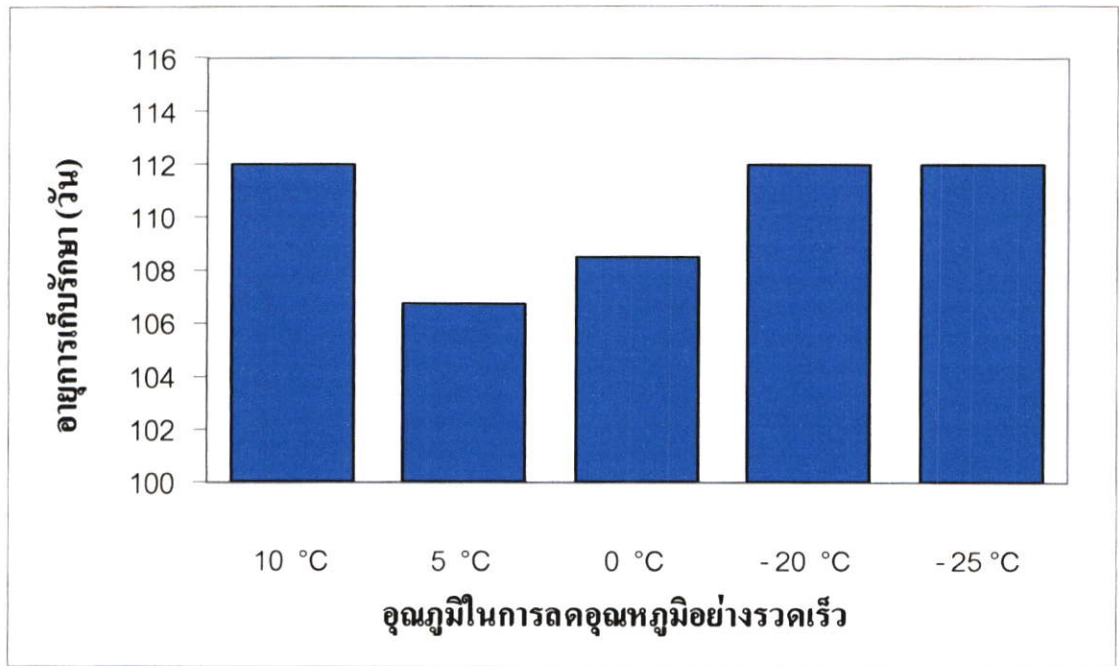
ตารางที่ 4.20 แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิต่ออย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลาในการลดอุณหภูมิต่ออย่างรวดเร็ว (นาที)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
10	107.80c ^L
20	110.60b
30	110.60b
40	112.00a

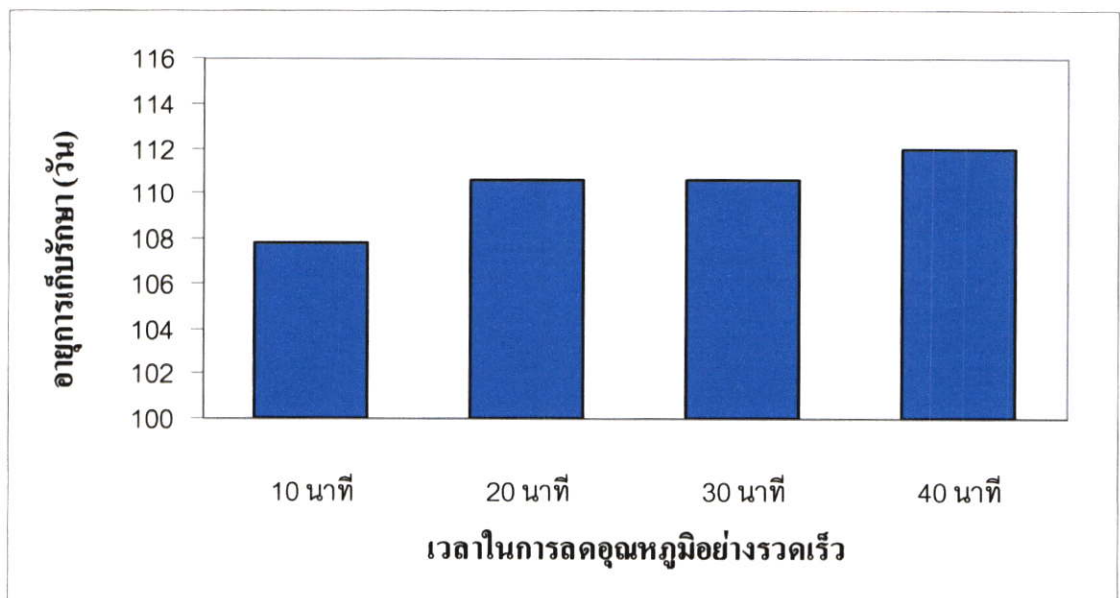
^L/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.36 แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.37 แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 4.38 แสดงอายุการเก็บรักษาของมะนาว ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในระยะเวลาต่างๆ กัน

บทที่ 5

การวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า มะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 10, -20 และ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 20, 30 และ 40 นาที มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 112 วัน โดยที่คุณภาพภายนอกและภายในของมะนาวอยู่ในเกณฑ์ที่ดียังคงสภาพความสด และไม่พบอาการเหี่ยวแต่อย่างใด อาจเป็นเพราะว่าการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณความร้อนที่จะไปส่งเสริมปฏิกิริยาต่างๆ โดยเฉพาะการหายใจเกิดได้ช้าลง ส่งผลให้มะนาวมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ คณัย และ นิธิยา รัตนานพนธ์ (2535) สาเหตุการสูญเสียของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวส่วนหนึ่งมาจากความร้อนสะสมที่อยู่ในผลิตผล ระหว่างที่อยู่ในแปลงปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว (field heat) วิธีการแก้ไขทำได้โดยการลดอุณหภูมิ (precooling) ผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว Welby and McGregor (1997) กล่าวว่า การลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เป็นการทำให้อุณหภูมิของผลิตผลลดลงหรือเย็นลงจนถึงอุณหภูมิมินส่ำและหรือเก็บรักษา ก่อนที่จะทำการขนส่งหรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต้องการ การลดอุณหภูมิของผลิตผลจะช่วยระบายความร้อนจากผลิตผล และช่วยลดอัตราการหายใจของผลิตผลให้ต่ำลง เพราะผลิตผลส่วนใหญ่จะมีอัตราการหายใจสูงขึ้น 2-3 เท่า ทุก ๆ 10 องศาเซลเซียสที่สูงขึ้นจากอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา การลดอุณหภูมิของผลิตผลลงจึงช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีระและการเสื่อมคุณภาพของผลิตผล นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียความชื้น การผลิตเอทิลีนและการแพร่กระจายของโรคด้วย สมชาย กล้าหาญ (2543) กล่าวว่า การเก็บรักษาผลผลิตโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศกับพืชชั้นสูง พบว่า เมื่อมี CO₂ และ O₂ อยู่รวมกัน จะทำให้เซลล์พืชมี acetaldehyde เกิดขึ้น และถ้าในเซลล์นั้นมี acetaldehyde เกิดขึ้นในปริมาณมากจะทำให้เซลล์หรือเนื้อเยื่อมีลักษณะสีน้ำตาล Hulme. (1956) กล่าวว่า การเกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากจะทำให้เกิดลักษณะอาการที่ผิดปกติที่เรียกว่า CO₂ injury ซึ่งเกิดเนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปยับยั้งกิจกรรมของ succinic dehydrogenase ทำให้เกิดการสะสมของกรด succinic ซึ่งเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อพืช สุธีรา เขียงยุกค์สากล (2537) กล่าวว่า การใช้สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดีคือ ค่างทับทิม (potassium permanganate, KMnO₄) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเคมีกับ C₂H₄ เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิดคือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide, MnO₂) และเอทิลีน ไกลคอล (ethylene glycol, C₂H₆O₂) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นเอทิลีนได้อีก สารดูดซับเอทิลีนสามารถดูดซับเอทิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมาออกผล ช่วยลดปริมาณ เอทิลีนจึงชะลอการสุกได้

อุณหภูมิภายในของมะนาวภายหลังจากการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจะมีอุณหภูมิไม่เท่ากันเนื่องจาก อุณหภูมิของตัวกลางที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ จริงแท้ ศิริพานิช (2544) กล่าวว่า หากอุณหภูมิที่ต้องการทำให้ผลผลิตเย็นลงเท่ากับอุณหภูมิของตัวกลางแล้ว เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ จะยาวนานมาก ดังนั้นการลดอุณหภูมิลงให้ได้ภายในระยะเวลาอันสั้นจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ต้องการ แต่ต้องไม่ต่ำเกินไปจนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้นอกจากนี้การหมุนเวียนของอากาศภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิก็มีส่วนทำให้อุณหภูมิภายในของผลผลิต ไม่เท่ากัน เนื่องจากการจัดเรียงผลผลิตในการเก็บรักษาให้มีอากาศสัมผัสผ่านไม่เท่ากัน

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะนาวจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการสูญเสียน้ำหนักทางบาดแผลตรงรอยตัดและทางปากใบบริเวณผิวเปลือก (Palmer. 1971) นอกจากนี้สาเหตุดังกล่าวการเก็บรักษาผลผลิตในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ภายในภาชนะปิดก็สามารถสูญเสียน้ำหนักสดได้ เนื่องจากผลผลิตมีการหายใจและใช้ความร้อนตลอดเวลา ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างผลไม้งับบรรยากาศภายนอกผล ไอน้ำจึงถูกคายออกมาจากผลสู่บรรยากาศภายนอก เพื่อปรับความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกผลให้เท่ากัน (Will *et al.* 1981) สมชาย กล้าหาญ (2543) กล่าวว่า ผลผลิตสดทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการหายใจอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ยังมีชีวิตอยู่ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานในการดำเนินปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ พลังงานที่ได้นั้นมาจากขบวนการหายใจ ซึ่งอัตราการหายใจนั้นแตกต่างกันไปตามระยะเวลาและสภาพแวดล้อม

และ ปริมาณ TSS และ ปริมาณ TA ค่อยๆลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น พบว่าลดลงทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ จริงแท้ ศิริพานิชที่กล่าวว่า โดยปกติผลผลิตซึ่งมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณกรดซึ่งมีมากเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และใช้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ในการหายใจทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ลดน้อยลง เช่น หน่อไม้ฝรั่ง หรือข้าวโพดฝักอ่อนเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วหากไม่เก็บไว้ในที่เย็นน้ำตาลจะหมดไปอย่างรวดเร็ว ทำให้รสชาติไม่ดีไม่น่ารับประทาน

เมื่อเก็บรักษาผลมะนาวที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่าสีเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสลายตัวของสารสีหรือชะลอการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ (สายชล เกตุษา. 2528) ผักผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมบรรยากาศ จะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ที่เป็นเช่นนี้เพราะปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการป้องกันการลดลงของคลอโรฟิลล์ ซึ่งต้องพิจารณาถึงปัจจัยทางด้านอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย (สมชาย กล้าหาญ. 2543)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลมะนาว ภายหลังจากการเก็บรักษา พบว่า สภาพภายนอกและภายใน กลิ่น รส มีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ สามารถนำไปประกอบอาหารได้ตามปกติ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะนาวที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส

1. อุณหภูมิภายในมีความแตกต่างกันตามตำแหน่งที่เก็บรักษาภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกที่ใช้ในการเก็บรักษา

2. ลักษณะสีเปลือกของมะนาวภายหลังการเก็บรักษา มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียว เป็นสีเขียวอมเหลือง และสีเหลืองเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนสีเนื้อกึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการทดลอง

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกวิธีการสามารถรับประทานได้หมดเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบจนสิ้นสุดการทดลอง

4. ระดับอุณหภูมิละระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีผลต่ออุณหภูมิภายใน คือ มะนาวที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 112 วัน โดยมีลักษณะภายนอกและคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบดีที่สุด และสามารถนำไปพัฒนาในการยืดอายุการเก็บรักษา เพื่อการขนส่งระยะไกล

5. เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิที่ใช้ และมีผลต่ออายุการเก็บรักษา

ข้อเสนอแนะ

ในระหว่างขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และการขนส่งควรทำด้วยความระมัดระวัง และรวดเร็ว เพื่อป้องกันไม่ให้มะนาวช้ำ ซึ่งผลมะนาวจะไม่แสดงอาการออกมาในทันที แต่เมื่อเก็บรักษาไปสักระยะหนึ่งจะแสดงอาการให้เห็นอย่างชัดเจน นอกจากนี้การดูแลรักษามะนาวตั้งแต่ในแปลงปลูก เพื่อป้องกันโรค ก็เป็นสิ่งจำเป็น ถึงแม้ว่ามะนาวจะไม่แสดงอาการออกมาในระหว่างที่อยู่ในแปลง แต่เมื่อเก็บรักษาไปสักระยะหนึ่ง ก็จะแสดงอาการออกมาให้เห็น

บรรณานุกรม

- กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2530. การเก็บรักษาผลผลิตสดการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว : เทคโนโลยีและสรีรวิทยา. เชียงใหม่ : รัตนพลพริ้นติ้ง.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : ลินคอร์น โปรโมชัน.
- จริงแท้ สิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทนา โชคพาชื่น. 2543. อิทธิพลของสัดส่วน $CO_2 : O_2$ ต่อพัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จิราณ หนองคาย. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้และดอกไม้. กรุงเทพฯ : แมสพับลิชซิ่ง.
- คนัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. “การเก็บรักษาผลผลิตพืชสวน.” วารสารเกษตรก้าวหน้า. 2(2) : 38-44.
- ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2526. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและ สหกรณ์ภาคเหนือ.
- ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2548. มะนาวนอกฤดู คู่มือการปลูกมะนาวนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ : นาคา อินเตอร์ มีเดีย.
- ปรีชา เลิศคุณากร และ สุชาติ พิริยสกุลพัฒน์. 2533. “การทำความเย็น (Precooling) หน่อไม้ฝรั่ง.” โครงการงานวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ภูวนาท พิภกตุ, วิษณุ นิยมเหลา และศิริชัย กัลป์ยามรัตน์. 2546. ผลของการทำ Hydrocooling ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของคะน้าฮ่องกง วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 34 (4) : 119-122
- เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง. 2535. “ผลของการใช้สารเคมี การแช่น้ำ การลดอุณหภูมิ และการบรรจุที่มีต่อคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่งหลังเก็บเกี่ยว วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รวี เสาร์ภูภักดี. 2543. เทคนิคการผลิตมะนาวนอกฤดู. [Online]. Available : http://www.doae.go.th/library/html/detail/KUmagazine/october_43/technic/lemon.htm.

- วัฒนา วิวิฐภูมิการ. 2540. “เทคนิค CAP/MAP เพื่อยืดอายุการเก็บอาหาร.” *วารสารอาหาร*. 27(4) : 278-281.
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. *วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2531. *มะนาว*. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซต.
- สายชล เกตุษา. 2528. *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. *ศก.แนะแปรรูปมะนาวป้องกันปัญหาาราคาคต่ำ*. [Online]. Available : http://www.oae.go.th/newsinfo/paper/pdf_file/2004.08/2004.08.09/13724.pdf.
- สุกัญญา นิยมตรุษะ. 2539. *เกษตรกรรมธรรมชาติแบบไทยๆผักบ้านเรา*. กรุงเทพฯ : แมสพับลิชชิง.
- สุกัลยา ภู่อง, สุรพล เข้าน้อง และกนกวรรณ เสรีภาพ. 2548. “การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานโดยการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น.” *วิทยาสารกำแพงแสน*. 3 (2) : 48-61.
- สุชาติ จิรพรเจริญ, สุภศักดิ์ ลิ้มปิติ, วิชชา สะอาดสุด และจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี. 2548. “การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว”. *วารสาร Postharvest Newsletter*. 4 (1) : 6-7.
- สุธีรา เขียงยุคดีสากล. 2537. *การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิศา บุญศิริ, สมนึก ทองบ่อ, ชุพิน อ่อนศิริ, พิษณุ บุญศิริ และสุจริต สวนไพศาล. 2545. “การยืดอายุการเก็บรักษาลองกองภายใต้สภาพคัดแปลงบรรยากาศ.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 33(6) พิเศษ : 115 – 118.
- อรอุมา ภาแก้ว. 2546. “อิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตราการไหล O_2 : CO_2 และปริมาณสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะนาว” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- AFCQ. 2000. **Cool Handling Fruit**. [Online]. Available : <http://www.australianairfreight.com/produce/fruit.htm>.
- British Nutrition Foundation. 2001. **Hedonic scale**. [Online]. Available : <http://www.nutrition.org.uk/upload/Hedonic%20Scale.pdf>.
- Dincer I. 1995. “Air Flow Precooling of Individual Grape.” *Journal of Food Engineering*. 26 : 243-249.

- Ertan, U., Ozelkok, S., Ceoikel, F. and Kepenek, K. 1990. "The effects of precooling and increased atmospheric concentration of CO₂ on fruit quality and postharvest life of strawberries". **Bahce**. 19 : 59-76.
- Frederick, B.A., Morgan, P.W. and Saltveit, Jr, M.E. 1992. **Ethylene in Plant Biology**. San Diego, Calif. : Academic Press, Inc.
- Glahan, S. and Puchangthong, S. 2000. "Influence of CO₂ : O₂ Proportion on Quality and Storage Life of Asparagus (*Asparagus officinalis* Linn.)." 52 p. **Abstracts The International Conference Tropical Agriculture for Better Health and Environment**. Nakhon Pathom : Kasetsart University.
- Glahan, S. and Wichitrattananon, W. 2001. "Influence of CO₂ : O₂ Proportion on Quality and Storage Life of Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.)." 415-423. **Quality Management and Market Access Proceedings of the 20th ASEAN/2nd APEC Seminar on Postharvest Technology**. Chiang Mai : Thailand.
- Hulme, A.C. 1956. "CO₂ injury and the presence of succinic acid in apple." **Nature**. 178 : 218-219.
- Kader, A.A. 1992. "Standardization and inspection of fresh fruit and vegetable." 191-200. in **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland : University of California.
- Hofman P. J., Stubbings B. A., Adkins M. F., Corcoran R. J., White A., Woolf A. B. 2002. Low Temperature Conditioning Before Cold Disinfestation improves 'Hass' Avocado Fruit Quality. **Postharvest Biology and Technology**. 28 :123-133.
- Kapse, B. and Katrodia, J. 1997. "Studies on hydrocooling in Kesar mango (*Mangifera indica* L.)". **Acta Horticulture**. 455 : 707-717.
- Ketsa, S. and Klaewkasetkorn, O. 1995. "Effect of Modified Atmosphere on Chilling Injury and Storage Life of Rambutan." **Acta Hort**. 398 : 223 – 228.
- Maezawa, S. and Akimoto, K. 1995. "Effect of pre-cooling conditions on post-harvest qualities of strawberries with different maturity levels". **Reserch Bulletin of the Faculty of Agriculture, Gifu University**. 60 : 65-73.
- Martinez-Romero D., Castillo S., Valero D. 2002. "Forced-air Cooling Applied Before Fruit Handling to Prevent Mechanical Damage of Plums (*Prunus salicina* Lindl.)". **Postharvest Biology and Technology**. 28 : 135-142.

- Niyomlao W., Kanlayanarat S. and Puddhanon P. 2001. "Effect Of Hydrocooling On Quality Of Seet Corn." **Quality Management and Market Access Proceedings of the 20th ASEAN/2nd APEC Seminar on Postharvest Technology**. Chiang Mai : Thailand.
- Palmer, J.K. 1971. "The banana". **The Biochemistry of Fruits and their Products**. Vol 2. London : Acaemic Press.
- Swiader, M. and McCollum, J.P. 1992. **Producing Vegetable Crops**. United States of America : Illinois Interstate.
- Turk, R. and Celik, E. 1994. "The effect of vacuum cooling on the quality criteria of some vegetables". **Acta Hort**. 368 : 825-829.
- Weichmann, J. 1987. **Postharvest Physiology of vegetable**. New York : Marcel Bekker.
- Welby, E. M. and McGregor B. M.. 1997. "Agricultural export transportation workbook." **USDA, Agr. Handb**. 700, 300 p.
- Will, R. B. H., Lee, T. H., Graham, D., McGlasson, W. B. and Hall, E. G. 1981. **Postharvest : An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetable**. West, Connecticut : The A VI Publishing.
- Zagory, D. and Kader, A.A. 1998. "Modified atmosphere packaging for fresh product." **Food Tech**. 42(9) : 70.
- Zhang, D and Quantick, P. C. 1997. "Preliminary Studies on Effect of Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Storage of Longan Fruit." **55 Abstract Seventh International Controlled Atmosphere Research Conferences**. United State of America : University of California.

ประวัติผู้เขียน

นายวีระยุทธ บุญรอด เกิดเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2524 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษา ระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนชุมชนวัดคลอง ๑๘ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2535 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนเซนต์หลุยส์ อำเภอมะเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2538 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอมะเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2541 ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) จากสถาบันราชภัฏราชนครินทร์ ฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2545