ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

(Chilling Injury in "Chokanan" Mangoes)

จัดทำโดย

นางสาวปารวี	บุญมาศ	รหัสนักศึกษา	45040206
นางสาวสุจิตรา	คงคาน้อย	รหัสนักศึกษา	45040230
นางสาวสุทธิมาศ	ชลายนเดชะ	รหัสนักศึกษา	45040232

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty of Agricultural Industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Bangkok 10520 Thailand

21053

น.ส. ปารวี บุญมาศ ,น.ส. สุจิตรา คงคาน้อย และ น.ส. สุทธิมาศ ชลายนเดชะ.2549 : การเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์(Chilling Injury in "Chokanan" Mangoes.) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.พัสกร เจียตระกูล

T097065

บทคัดย่อ

ผลของการใช้น้ำร้อนต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์หลังการเก็บเกี่ยว ปัจจัยที่ศึกษาคือ ปัจจัยที่ 1 มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน ปัจจัยที่ 2 มะม่วงผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสนาน15 นาที และปัจจัยที่ 3 มะม่วงผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งในแต่ละสัปดาห์จะนำมะม่วงมาบ่มให้สุกเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางกายภาพและการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ พบว่ามะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีกว่าปัจจัยอื่นๆ

ปพ.
ปร51ก
2549
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97065
วัน,เดือน,ปี.....5 JUN 2009

ปารวี บุญมาศ

สุจิตรา คงคาน้อย

สุทธิมาศ ชลายนเดชะ ..... พัสกร เจียตระกูล ..... 11 เมษายน 2549

ลายมือชื่อนักศึกษา (อาจารย์พัสกร เจียตระกูล)
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอในหัวข้อเรื่อง การเกิดอาการสะท้านหนาวในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ อาจารย์พัสกร เจียตระกูล ซึ่งเป็นที่ปรึกษา สัมมนาที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ
น.ส. ปารวี บุญมาศ
น.ส. สุจิตรา คงคาน้อย
น.ส. สุทธิมาศ ชลายนเดชะ
11 เมษายน 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ลักษณะเฉพาะของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	2
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง	2
2.3 สาเหตุของการเกิดอาการสะท้านหนาว	4
2.4 ลักษณะอาการสะท้านหนาว	4
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว	5
2.6 การลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว	6
บทที่ 3 ขั้นตอนและการดำเนินงาน	8
3.1 วัตถุดิบ	9
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง	9
3.3 วิธีการดำเนินงาน	9
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	14
4.1 สภาวะอากาศในห้องเย็นและห้องทดลอง	14
4.2 การเปลี่ยนแปลงของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน	16
4.3 ศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อนำมาบ่มให้สุกในอุณหภูมิห้องของสัปดาห์เริ่มต้น ของการทดลอง	30
4.4 ศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อนำมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้องหลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	35

หน้า

4.5 ศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อนำมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้อง หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 44

บทที่5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 55

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมี 60

ภาคผนวก ข การวัดสี 61

ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณ 62

ภาคผนวก ง เครื่องมือการทดลอง 63

ประวัติผู้เขียน 64

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1 การวางแผนการทดลอง 8

รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเย็น 14
อุณหภูมิ 13องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาในการทดลอง

รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอุณหภูมิห้อง 15

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บ 16
ไว้เป็นระยะเวลา 14 วัน

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์ 17

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่า L,a,bของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์ 19

รูปที่ 4.6 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20
ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 0

รูปที่ 4.7 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส 21
เป็นเวลา 15 นาที) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในวันแรกของสัปดาห์ที่ 0

รูปที่ 4.8 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส 21
เป็นเวลา 5 นาที) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 0

รูปที่ 4.9 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 22
ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 1

รูปที่ 4.10 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส 22
เป็นเวลา 15 นาที) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในวันแรกของสัปดาห์ที่ 1

รูปที่ 4.11 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส 22
เป็นเวลา 5 นาที) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 1

รูปที่ 4.12 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 23
ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 2

รูปที่ 413 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส 23
เป็นเวลา 15 นาที) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในวันแรกของสัปดาห์ที่ 2

รูปที่ 4.14 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส 24
เป็นเวลา 5 นาที) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 2

หน้า

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH , TSS และ TA ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) 24

รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ,TSS และ TA ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) 25

รูปที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ,TSS และ TA ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) 25

รูปที่ 4.18 กราฟค่าCI Index ของมะม่วงที่เก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน 26

รูปที่ 4.19 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวในการแช่เย็นที่ 13 องศาเซลเซียส (วันที่ 6) 27

รูปที่ 4.20 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที)เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวใน การแช่เย็นที่ 13 องศาเซลเซียส (วันที่ 6) 27

รูปที่ 4.21 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที)เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวใน การแช่เย็นที่ 13 องศาเซลเซียส (วันที่ 6) 28

รูปที่ 4.22 กราฟแสดงปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยตลอด ระยะเวลา 14 วัน 28

รูปที่ 4.23 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้ที่ อุณหภูมิห้อง 30

รูปที่ 4.24 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 31

รูปที่ 4.25 กราฟแสดงค่า L,a,bของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 32

รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็น กรด – ด่างในกระบวนการสุกของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 33

รูปที่ 4.27 กราฟค่า Index ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 34

รูปที่ 4.28 กราฟแสดงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่ อุณหภูมิห้อง 35

รูปที่ 4.29 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่ อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน 36

หน้า

รูปที่ 4.30 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน 37

รูปที่ 4.31 กราฟแสดงค่า L,a,b ของเนื้อมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน 38

รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็นกรด – ด่างในกระบวนการสุกของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน 40

รูปที่ 4.33 กราฟค่าCI Index ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน 41

รูปที่ 4.34 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง 42

รูปที่ 4.35 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที)เก็บไว้ที่อุณหภูมิ13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง 42

รูปที่ 4.36 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที)เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง 43

รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน 44

รูปที่ 4.38 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 45

รูปที่ 4.39 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 46

รูปที่ 4.40 กราฟแสดงค่า L,a,b ของเนื้อมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 47

รูปที่4.41 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็นกรด – ด่าง ในกระบวนการสุกของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 49

รูปที่ 4.42 กราฟค่าCI Index ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 51

หน้า

รูปที่ 4.43 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง 52

รูปที่ 4.44 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที)เก็บไว้ที่อุณหภูมิ13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง 52

รูปที่ 4.45 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที)เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง 53

รูปที่4.46 กราฟแสดงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน 53

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง	2
ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของผลมะม่วง	3

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ผลิตผลทางพืชสวนหลังการเก็บเกี่ยวแล้วอาจมีปริมาณมากเกินไปทำให้จำหน่ายไม่หมดหรือมีราคาถูก ดังนั้นการเก็บรักษาจึงมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมีระยะเวลาในการจำหน่ายได้นานขึ้น ซึ่งการเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากวิธีการหนึ่ง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการหายใจ กระบวนการทางชีวเคมีและการสังเคราะห์เอทธิลีนให้ช้าลง ซึ่งทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ มะม่วงจัดเป็นผลไม้เขตร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามะม่วงอยู่ในช่วง 12-13 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไปอาจเกิดความเสียหายขึ้นได้ ความเสียที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำลักษณะอาการสะท้านหนาวหรืออาการผิดปกติทางสรีรวิทยาอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. ศึกษาระยะเวลาการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อทำการเก็บมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลทางด้านเคมีและทางกายภาพภายในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อศึกษาผลของการใช้ความร้อนต่อการลดการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ลักษณะเฉพาะของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์(*Mangifera indica Linn. cv.Chok-Ann*)เป็นมะม่วงที่กลายพันธุ์มาจากการเพาะเมล็ดของมะม่งพันธุ์สามปี โดยยังมีกลิ่นหอมและติดผลเป็นพวง เช่นเดียวกับมะม่วงพันธุ์สามปี มีลักษณะเด่นคือ ออกดอกทวาย ทำให้ออกดอกได้ทั้งปีและทนฝน มีลักษณะทรงพุ่มต้นปานกลาง เปลือกลำต้นเรียบใบป้อมตรงกลางฐานใบแหลม ขอบใบเป็นรูปคลื่น(undurate) มีทรงผลรูปไข่(ovulate) ออกดอกมากการติดผลในระดับปานกลางอายุการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่มะม่วงออกดอกจนถึงเริ่มการเก็บเกี่ยว ประมาณ 110-120 วัน ความยาวผลโดยเฉลี่ย 12 เซนติเมตร ความกว้างโดยเฉลี่ย 7.2 เซนติเมตร ความหนาผลโดยเฉลี่ย6.2 เซนติเมตร น้ำหนักผลโดยเฉลี่ยประมาณ 270 กรัมต่อผลผลดิบมีสีเขียงวอ่อน ผิวเรียบ เมื่อผลสุกมีสีเหลืองอมส้ม เปลือกหนาบ่ระมาณ 0.1 เซนติเมตร เนื้อผลมีสีเหลืองเข้มมีกลิ่นอ่อน ในเนื้อผลมีเส้นใยปานกลาง มีความหวานประมาณ 20 องศาบริกซ์ (วิจิตร , 2533)

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง

คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง แสดงดังในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง

ปริมาณสารอาหาร	ปริมาณ/100กรัมของส่วนที่บริโภคได้	หน่วย
น้ำ	81.71	กรัม
พลังงาน	65.00	กิโลแคลลอรี่
โปรตีน	0.51	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	17.00	กรัม
ไขมัน	0.27	กรัม
เส้นใย	1.80	กรัม

ที่มา : USDA , 2001

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของผลมะม่วง

กรดอะมิโน	ปริมาณ(กรัม/100กรัมของส่วนที่บริโภคได้)
ทริพโตเฟน	0.008
ทรีโอนีน	0.019
ไอโซลูซีน	0.018
ลูซีน	0.031
ไลซีน	0.041
เมไทโอนีน	0.005
ฟีนีลอะลานีน	0.017
ไทโรซีน	0.010
วาลีน	0.260
อาร์จีนีน	0.019
ฮิสติดีน	0.012
อะลานีน	0.051
กรดแอสปาร์ติก	0.042
กรดกลูตามิก	0.060
ไกลซีน	0.020
โพรลีน	0.018
ซีรีน	0.022

ที่มา : USDA,2001:Online

ผลิตผลทางพืชสวนหลังการเก็บเกี่ยวแล้วอาจมีปริมาณมากเกินไปทำให้จำหน่ายไม่หมดหรือมีราคาถูก ดังนั้นการเก็บรักษาจึงมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้วมีอายุการจำหน่ายได้นานขึ้น ซึ่งการเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากวิธีการหนึ่ง (สายชล ,2528) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการหายใจ กระบวนการทางชีวเคมีและการสังเคราะห์เอทธิลีนให้ช้าลง ซึ่งทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Pantastico *et al.*,1984) มะม่วงจัดเป็นผลไม้เขตร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามะม่วงอยู่ในช่วง 12-13 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าเก็บรักษาที่อุณภูมิต่ำเกินไปอาจเกิดความเสียหายขึ้นได้ ความเสียที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำลักษณะอาการสะท้านหนาว(Lyons.1974) หรืออาการผิดปกติทางสรีรวิทยาอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง(จริงแท้ ,2542)

2.3 สาเหตุของการเกิดอาการสะท้านหนาว

การเกิดอาการสะท้านหนาวมีข้อสันนิษฐานว่าอาจมีสาเหตุมาจากองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อหุ้มอวัยวะภายในบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มมีลักษณะที่ผิดปกติไป ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลของกระบวนการทางสรีรวิทยาในเซลล์ขึ้นและเซลล์ตายในที่สุด เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane)เยื่อหุ้มไมโตรคอนเดรีย และเยื่อหุ้มอวัยวะภายในเซลล์อื่นๆมีลักษณะอย่างเดียวกันคือประกอบไปด้วยชั้นของฟอสโฟลิพิด และโปรตีน เยื่อหุ้มเหล่านี้ทำหน้าที่สำคัญในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งที่เกิดของกระบวนการที่สำคัญต่างๆด้วย เช่น การหายใจและการสังเคราะห์แสง ภายหลังการเกิดอาการสะท้านหนาว เยื่อหุ้มต่างๆเหล่านี้จะเสื่อมสภาพลง การควบคุมการผ่านเข้า-ออกของสารต่างๆจะเสื่อมลง ทำให้สารตั้งต้น (substrate) ต่างๆสามารถสัมผัสกับเอนไซม์ได้โดยขาดการควบคุม ทำให้เซลล์ตาย การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเยื่อหุ้มเกิดจาก side chain ของกรดไขมันของโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเหล่านี้เป็นพวกที่มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ และเปลี่ยนสภาพทางกายภาพจากลักษณะที่อ่อนตัว(liquid- crystalline) มาเป็นลักษณะแข็ง (solid gel) ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มนั้นเสื่อมลงก่อให้เกิดผลเสียต่างๆตามมา เช่น การสะสมของสารพิษทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพและตายไปในที่สุด ส่วนในผลิตผลที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำจะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เป็นส่วนใหญ่ เมื่ออุณหภูมิต่ำลงก็ยังรักษาสถานะอ่อนตัวอยู่ได้ (จริงแท้ , 2542)

2.4 ลักษณะอาการสะท้านหนาว

คนัย (2540) ได้สรุปถึงลักษณะอาการสะท้านหนาวไว้ดังนี้

1. เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัว (surface pitting) เป็นอาการที่ผิวของผลิตผลยุบตัวลงเป็นแห่งๆบริเวณที่ยุบลงอาจจะมีสีผิดปกติไปจากเดิม นอกจากนั้นผลิตผลจะมีการสูญเสียน้ำมาก ทำให้จุดนั้นขยายใหญ่ขึ้น พบมากในมะเขือเทศ พริก และมะนาว

2. การฉ่ำน้ำ เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ ผิวของผลิตผลมีสีคล้ำ การฉ่ำน้ำจะเกิดร่วมกับการปล่อยสารบางชนิดออกมาจากเซลล์ ซึ่งทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายต่อ

3. สีของเนื้อและเปลือกเปลี่ยนไป เนื้อของผลไม้ที่ได้รับอุณหภูมิต่ำจะเปลี่ยนจากสีปกติเป็นสีน้ำตาล ซึ่งมักเกิดขึ้นรอบๆท่อน้ำและท่ออาหาร การเปลี่ยนสีในลักษณะนี้อาจจะเป็นเพราะกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase ซึ่งออกซิไดส์สารประกอบฟีนอลซึ่งมีอยู่ในเซลล์ของพืชบางชนิด จึงทำให้ท่อน้ำและท่ออาหารอาจจะกลายเป็นสีน้ำตาลได้ สีผิวมักจะเปลี่ยนไปในทางที่คล้ำจากเดิม เมล็ดอาจมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น เช่น กรณีของพริกและมะเขือเทศ

4. การสลายตัวของเนื้อเยื่อ ทำให้สารเมแทบอไลต์ต่างๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาล และแร่ธาตุต่างๆถูกปล่อยออกมาจากเซลล์ จุลินทรีย์จึงเข้าทำลายได้ง่าย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ติดอยู่ที่ผิวนอกของ

ผักและผลไม้ในระหว่างการเก็บเกี่ยวและขนย้ายเป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้มีการเน่าเสียมากขึ้น โดยเฉพาะกับผลไม้ในเขตร้อน

5. การขาดคุณสมบัติในการสุก ผลไม้ดิบที่แก่จัดหลายชนิดเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานพอสมควร อาจเสียคุณสมบัติในการสุกเมื่อนำไปบ่ม

6. เสื่อมสภาพเร็วขึ้น เช่น ผลมะม่วงที่แสดงอาการสะท้านหนาว จะเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรค (ธเนศวร์,2541)

7. มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง อันเนื่องจากสาเหตุที่กล่าวมาแล้วข้นต้น

8. ส่วนประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป มักมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ

9. การขาดคุณสมบัติในการเจริญต่อเนื่อง เช่น ไม่สามารถงอกได้ ซึ่งจะส่งผลเสียไปถึงส่วนขยายพันธุ์ต่างๆของพืชที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเกิน

อาการดังกล่าวทั้งหมดนี้อาจขึ้นเพียงอาการหนึ่งหรือร่วมกันทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของผลิตผล ระดับอุณหภูมิ และความรุนแรงของอาการ

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว

1. ระยะความแก่ (maturity) ผลไม้สุกมีความต้านทานต่ออาการสะท้านหนาวมากกว่าผลไม้ดิบ ผลไม้ที่ดิบถ้าได้รับอุณหภูมิสะท้านหนาวจะไม่สุก หรืออาจสุกได้แต่คุณภาพไม่ดี หรืออาจสุกช้ากว่าปกติ

2 คาร์บอนไดออกไซด์ ในสภาวะที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะช่วยลดความอ่อนแอของผลิตผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งพบได้ในมะม่วงและอะโวกาโด (คนัย , 2540)

3. ลักษณะทางพันธุกรรม ผลิตผลที่ได้จากแหล่งต่างกันหรือพันธุ์ต่างกัน อาจแสดงอาการสะท้านหนาวต่างกันได้ ถึงแม้ว่าใช้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกันก็ตาม โดยเฉพาะผลิตผลเมืองร้อน ส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์จะแตกต่างไปจากผลิตผลเขตอบอุ่น จึงทำให้มีความอ่อนต่ออุณหภูมิต่ำ

4. ธาตุอาหาร ผลอะโวกาโดที่ถูกดูดอากาศออก แล้วให้แคลเซียมแทรกซึม (infiltration) เข้าไปแทนที่ในผล พบว่าการปฏิบัติดังกล่าวจะช่วยลดอาการสะท้านหนาวได้ นอกจากนี้การจุ่มผลแอปเปิลลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยว สามารถลดอาการสะท้านหนาวของแอปเปิลพันธุ์ Jonathan ได้

5. การทำให้ผลผลิตเคยชินต่ออุณหภูมิต่ำ (acclimation)พืชบางชนิดที่ได้รับอุณหภูมิ ต่ำเป็นช่วงเวลาสั้นๆแต่ไม่ใช่อุณหภูมิที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวจะทำให้เนื้อเยื่อชิน (acclimate) ต่ออุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะช่วยลดความอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (คนัย ,2540)

2.6 การลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว

การลดอาการสะท้านหนาวเป็นการเพิ่มความทนทานของเนื้อเยื่อพืชต่ออุณหภูมิต่ำก่อนการเก็บรักษา และการชะลอหรือลดการพัฒนาอาการสะท้านหนาวของพืชภายหลังได้รับอุณหภูมิต่ำการลดอาการสะท้านหนาวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น temperature conditioning การได้รับอุณหภูมิสูงในระหว่างที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (intermittent warming) การใช้สารเคมี การใช้ฮอร์โมนพืช การควบคุมบรรยากาศ (คนัย , 2540) และการห่อด้วยฟิล์มพลาสติก

1. การใช้อุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษา

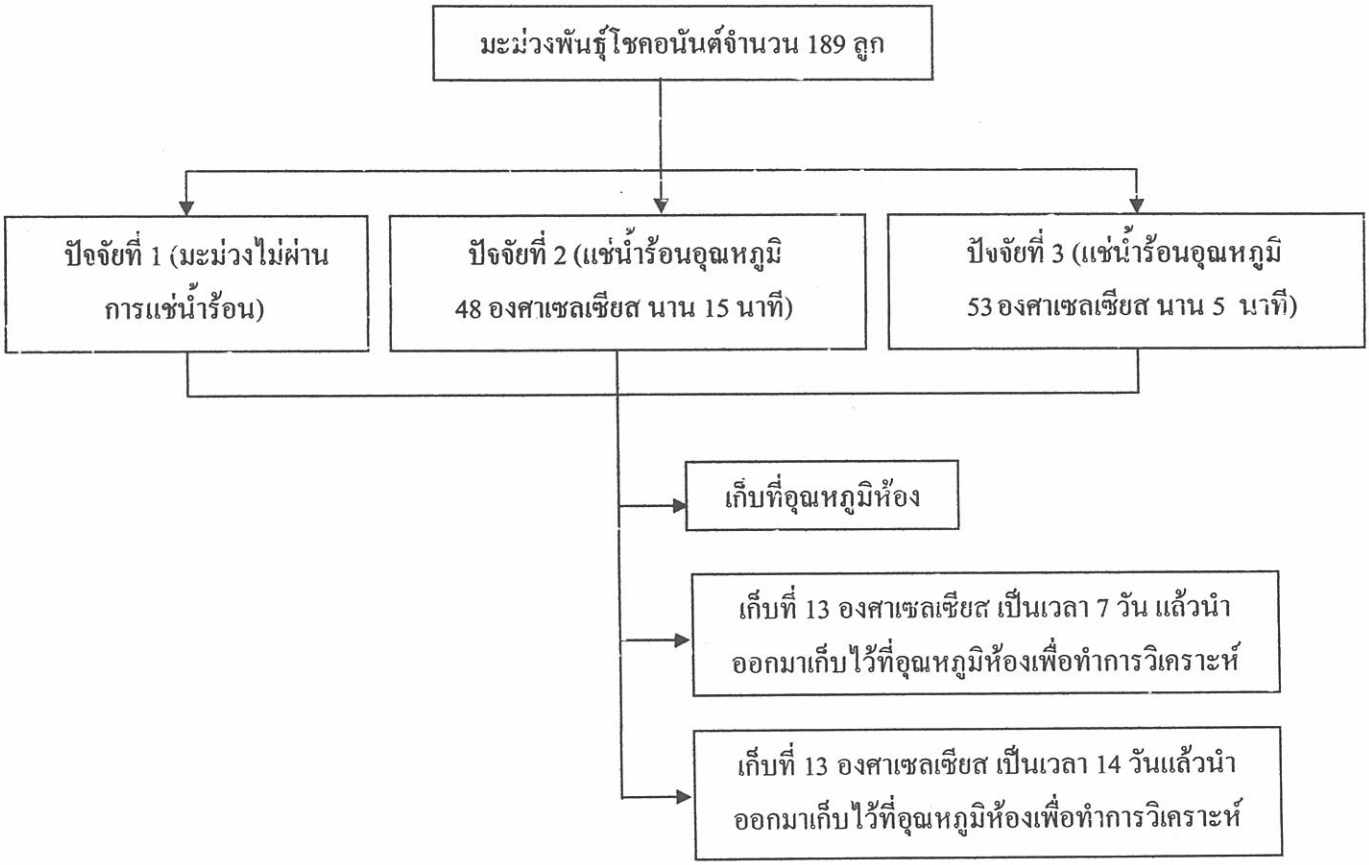
การใช้ความร้อน ไม่ว่าจะเป็นอากาศร้อน น้ำร้อน หรือไอน้ำร้อน ก่อนการเก็บรักษาผลิตผลช่วยเพิ่มความทนทานต่ออาการสะท้านหนาวในผักและผลไม้บางชนิด โดยผลของการใช้ความร้อนในการลดอาการสะท้านหนาว อาจเกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงโดยการสังเคราะห์กลุ่มของโปรตีนขึ้นใหม่เรียกว่า Heat shock proteins (HSPs) ขณะที่การสังเคราะห์โปรตีนถูกยับยั้ง (Ferguson *et al.*,1995) ผลอะโวกาโด (Woof , 1997) มันฝรั่ง(Berkel *et al.*,1994) และมะม่วง(Leon and Gomez,2001) ที่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษนอก จากนี้ยังมีรายการที่แสดงถึงอิทธิพลของการใช้อุณหภูมิสูงต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของผลิตผลบางชนิด อาทิ เช่น เพชรดา (2540) รายงานว่าพริกหวานที่ได้รับอากาศร้อนอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 30 หรือ 45 นาที ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6องศาเซลเซียส ช่วยลดอาการสะท้านหนาวได้สอด คล้องกับ Mencarelli *et* al.(1993)ที่รายงานว่าพริกหวานที่ได้รับอุณหภูมิ40องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน แล้วจึงย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่ปรากฏอาการสะท้านหนาว และพบว่าผลพริกหวานที่ได้รับความร้อนก่อนเก็บรักษามีรูปแบบของโปรตีนปรากฏเพิ่มขึ้น 2 แถบ เมื่อหารูปแบบโปรตีนจากการทำ electrophoresis ซึ่งไม่พบแถบโปรตีนดังกล่าวในผลที่ไม่ได้รับความร้อนการเก็บรักษา

การแช่ผลไม้ในน้ำร้อน เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการลดความรุนแรงจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ (Sharp,1994) ความร้อนที่ผ่านจากน้ำสู่ผิวผลไม้จะมีอัตราที่เร็วกว่าความร้อนที่ผ่านจากผิวสู่ภายในของผลไม้ การแช่ผลไม้ในน้ำร้อนจะทำให้ความร้อนผ่านสู่ผลไม้ได้เร็วกว่าการใช้อากาศร้อน และการใช้ไอน้ำร้อน(Jordan,1993)เมื่อเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนในรูปแบบอื่น อาทิเช่น การใช้อากาศร้อน และการใช้ไอน้ำร้อน พบว่า การใช้น้ำร้อนมีความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติมากกว่า และยังสามารถปฏิบัติร่วมไปกับการทำความสะอาดผิวของผลไม้และการฆ่าเชื้อที่อยู่บริเวณผิวของผลไม้ได้โดยการผสมสารเคมีลงไปในน้ำที่ใช้แช่ผลไม้ (Sharp,1994) ในทางปฏิบัติพบว่า การแช่ผลไม้ในน้ำร้อนมีค่าใช้จ่ายเพียง 10 เปอร์เซนต์ของการใช้อากาศร้อนกับผลไม้(Jordan,1993)การผลไม้ในน้ำร้อน เป็นวิธีที่แพร่หลายในผู้ผลิตมะม่วงในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศแถบอเมริกากลาง

และเม็กซิโก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ โดยการแช่ผลมะม่วงในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 43-46 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 60-90 นาที ขึ้นกับขนาดของผลซึ่งหากมีการแช่หรือจุ่มผลมะม่วงในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 46 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงจะเกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากความร้อน (heat damage) ได้(Sharp,1994)แต่ในระยะหลังหลายประเทศหันมานิยมการใช้อากาศร้อนแทนการแช่น้ำร้อนกับผลมะม่วง เนื่องจากพบว่าส่วนใหญ่แล้วการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนมักทำให้ผลมะม่วงเกิดความเสียหาย โดยทำให้ผลมะม่วงเกิดรอยลวก (scale) มีจุดคล้ำ และเกิดการสุกที่ผิดปกติขึ้น ซึ่งพบว่าระดับความร้อนที่สามารถฆ่าตัวอ่อนของแมลงผลไม้ได้นั้น เป็นระดับความร้อนที่ทำให้ผลมะม่วงเกิดความเสียหายได้

อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยพบว่า การที่ผลไม้ได้รับอุณหภูมิในระดับที่เหมาะสม มีผลต่อการสังเคราะห์ Heat Shock Proteins (HSPs) ซึ่ง HSPs ดังกล่าวตรวจพบได้ในผลไม้หลายชนิด อาทิ ผลมะละกอ ผลมะเขือเทศ และผลอะโวกาโดที่ได้รับความร้อน โดยพบว่า HSPsดังกล่าวมีความสำคัญต่อการเพิ่มความทนทานต่อการได้รับอุณหภูมิสูงในผลไม้ (Paull and Chen,1990 ; Lurie et al., 1998 ; Woolf et al.,1995) ซึ่ง HSPs ที่สังเคราะห์ขึ้นระหว่างที่ผลไม้ได้รับความร้อนนั้น คาดว่าไปมีผลต่อการป้องกันเซลล์จากการได้รับความร้อน และเพิ่มความทนทานของเซลล์ ต่อการเกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากความร้อน (heat damage)(Jacobi et al.,2001)รวมทั้งเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลไม้ด้วย (Sabehat et al.,1996 ; Lurie,1998 ; Leon and Gomez.,2001)

บทที่ 3
ขั้นตอนและการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 การวางแผนการทดลอง

จากรูปที่ 3.1 ในการวางแผนการทดลองเป็นแบบ RCBD เพื่อศึกษาการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) และศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับมะม่วง โดยมีการจัดแบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือ มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน ปัจจัยที่ 2 คือ มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และปัจจัยที่ 3 คือ มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มะม่วงทั้ง 3 ปัจจัย จะแบ่งจัดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จัดเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน และเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นจึงนำมะม่วงมาศึกษาโดยในแต่ละวันจะสุ่มมะม่วงออกมาปัจจัยละ 3 ลูก ซึ่งในแต่ละลูกจะแบ่งเป็น 2 ซีก คือซีกซ้ายและซีกขวา ซึ่งในแต่ละซีกจะแบ่งเป็น 3 ตำแหน่งคือ ตำแหน่งบน ตำแหน่งกลาง และตำแหน่งล่าง เพื่อศึกษาทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี

3.1 วัตถุดิบ

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์จำนวน 189 ลูก

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

1. ห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
2. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 2 และ 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องวัดสี (Color meter) รุ่น Minolta : CR 300
4. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง
5. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Hand raflactometer) รุ่น N1
6. หลอดหยด
7. ช้อนตักสาร และแท่งแก้ว
8. บิวเรต-ขาตั้ง
9. ปิเปตขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
10. จุกยาง
11. มีดและเขียง
12. กล้องถ่ายรูป

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 <u>การวิเคราะห์ทางกายภาพ</u>

1. การเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color) ของเปลือกมะม่วง

- มะม่วงที่นำออกมาจากห้องเย็นเพื่อใช้ในการทดลองทุกๆ 7 วัน จะทำการสุ่มมะม่วงออกมา 3 ผลเพื่อใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงค่าสี
- ใช้เครื่องวัดสี (color meter) ในการวัดค่าสีโดยตั้งเป็นแบบ L ,a , b
- ชุดมะม่วงที่นำออกมาจากห้องเย็นเพื่อใช้ในการทำการทดลองทุก 7 วันจะทำการสุ่มผลมะม่วงออกมา 3 ผลเพื่อใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงค่าสี
- ทำการวัดโดยแบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนท้าย วัดส่วนละ 3 ซ้ำ
- นำค่าที่ได้จากทั้ง 3 ผลมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละวัน
- วัดการเปลี่ยนแปลงค่าสีทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้น

2. การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์ weight loss)

- ใช้มะม่วงชุดเดียวกับที่ใช้วัดค่าการเปลี่ยนแปลงสี ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล จากนั้นนำมาคำนวณหาการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ตามสูตร

$$A = \frac{[B-C]}{B} \times 100$$

โดย A = เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

B = น้ำหนักเริ่มต้นของผลมะม่วง

C = น้ำหนักสุดท้ายของผล

3. ลักษณะปรากฏของอาการสะท้านหนาว(CI Index)

- โดยใช้ระบบการให้คะแนน 5 ระดับคือ

ระดับ 1 = ไม่มีอาการ

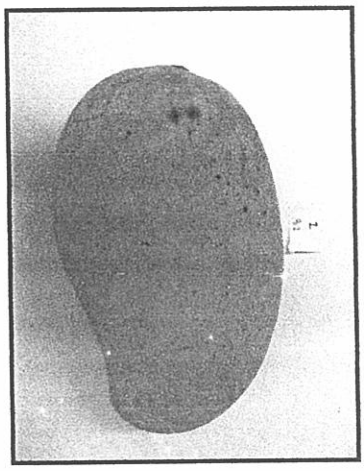
ระดับ 2 = อาการเล็กน้อย ตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 3 = อาการปานกลาง ตั้งแต่ 10 เปอร์เซ็นต์

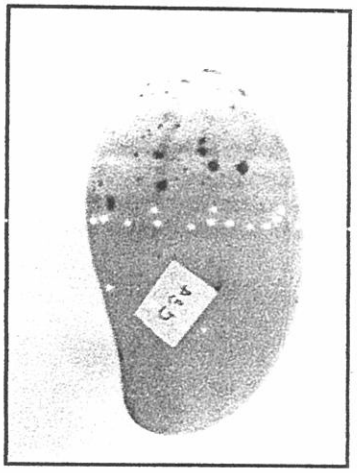
ระดับ 4 = อาการรุนแรง ตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 5 = อาการรุนแรงมากตั้งแต่ 40 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 1 = ไม่มีอาการ

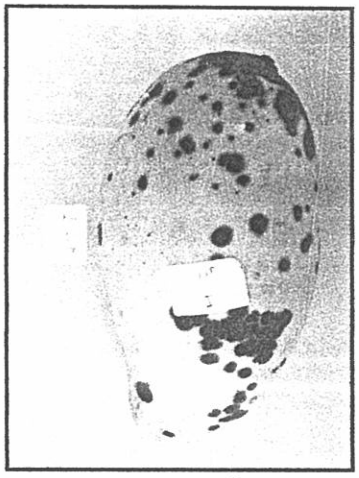


ระดับ 2 = อาการเล็กน้อย ตั้งแต่ 0 - 5 เปอร์เซ็นต์



ระดับ 3 = อาการปานกลาง
ตั้งแต่ 5 – 10 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 4 = อาการรุนแรง
ตั้งแต่ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์



ระดับ 5 = อาการรุนแรงมากตั้งแต่ 40 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นนำมาคำนวณหาลักษณะปรากฏของอาการสะท้านหนาวดังนี้

$$\text{CI Index} = \frac{\text{ระดับอาการสะท้านหนาว x จำนวนของมะม่วงในระดับนั้น}}{\text{จำนวนของมะม่วงในแต่ละชุดการทดลอง}}$$

3.3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity : เปอร์เซ็นต์TA) (ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์อาหาร)

- แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว, ส่วนกลาง, และส่วนท้าย นำส่วนเนื้อมะม่วงมาคั้นน้ำ
- ใช้ปิเปตดูดน้ำมะม่วงมา 1 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 5 มล. หยดฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด แล้วนำมาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N
- ทำการวัดส่วนละ 3 ซ้ำ
- วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง
- คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ TA} = \frac{\text{normality of NaOH x equi wt. of acid x vol. NaOH}\times 100}{\text{wt. of sample use}}$$

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วัดโดยใช้เครื่อง Hand Refractometer รุ่น N1E (0-32 องศาบริกซ์)
- แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว, ส่วนกลาง, และส่วนท้าย นำส่วนเนื้อมะม่วงมาคั้นน้ำ
- หยดน้ำมะม่วงลงบนแผ่นปริซึมของเครื่องมือแล้วอ่านค่าที่ได้
- ทำการวัดน้ำมะม่วงส่วนละ 3 ซ้ำ
- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

- แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว, ส่วนกลาง, และส่วนท้าย นำส่วนเนื้อมะม่วงมาคั้นน้ำ
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่อง pH meter
- อ่านค่าที่ได้จากเครื่อง
- ทำการวัดน้ำมะม่วงส่วนละ 3 ซ้ำ
- วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

3. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลท์

- แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว, ส่วนกลาง, และส่วนท้าย
- เจาะเนื้อมะม่วงด้วย corkborer เบอร์ 4
- แช่ในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มล.
- วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโตรไลท์ที่รั่วไหลออกมาจากเซลล์ โดยใช้เครื่อง conductivity meter
- นำตัวอย่างเดิมไปนึ่งในหม้อนึ่งอัดความดัน (autoclave) เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ปล่อยไว้ให้เย็นก่อนนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโตรไลต์ทั้งหมดที่อยู่ภายในเซลล์อีกครั้ง แล้วคำนวณหาเปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ตามสูตร (McCollum and McDonald,1991)

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

$$A = \frac{B}{C} \times 100$$

โดยที่

A คือ เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของอิเล็กโตรไลต์

B คือ ค่าการนำไฟฟ้าของอิเล็กโตรไลต์ที่รั่วออกมา

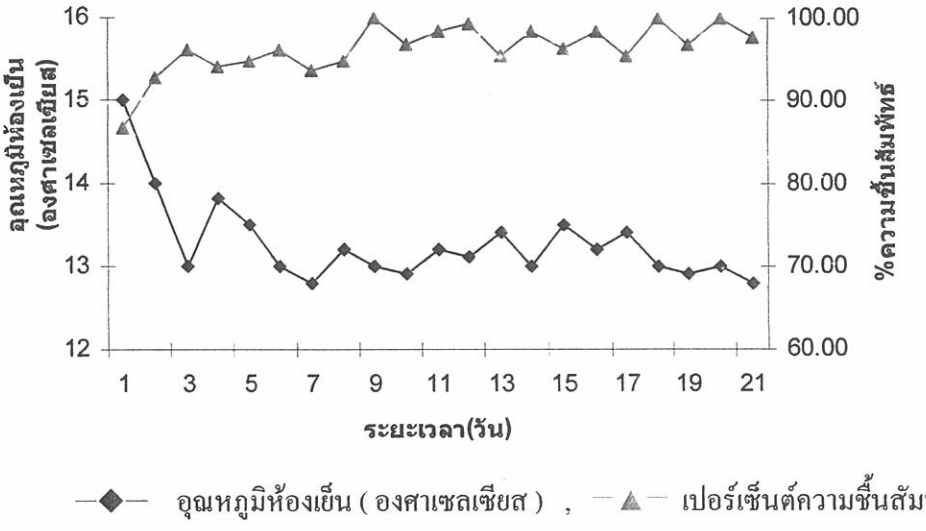
C คือ ค่าการนำไฟฟ้าของอิเล็กโตรไลต์ทั้งหมดที่อยู่ภายในเซลล์

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ระยะเวลาทำการทดลอง เริ่มต้นทำการทดลองวันที่ 13 พฤษภาคม 2548 และสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 2 มิถุนายน 2548 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 21 วัน

4.1 สภาวะอากาศในห้องเย็นและห้องทดลอง

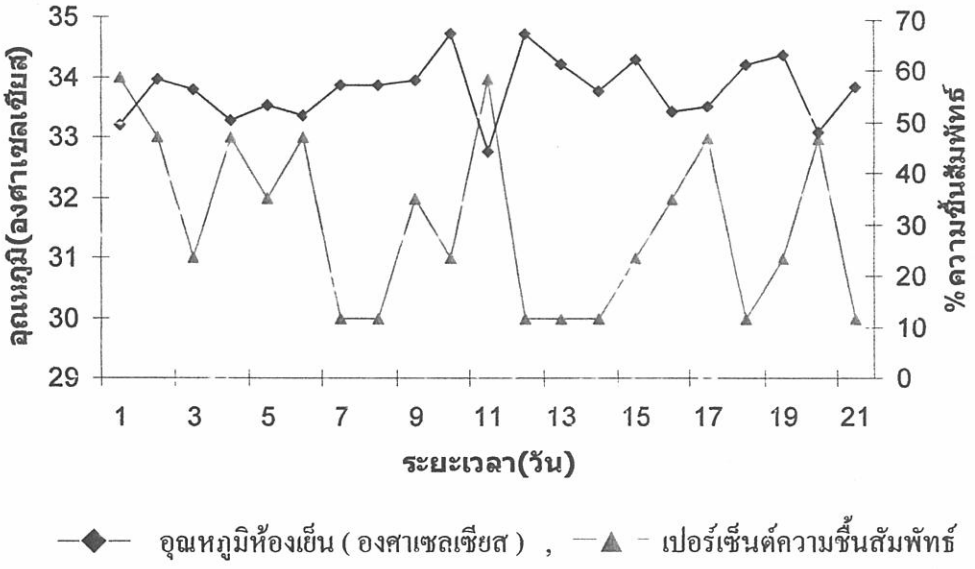
เพื่อศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในห้องอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเย็นอุณหภูมิ 13องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาในการทดลอง

จากรูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 ±0.20องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาในการทดลองโดยจะมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 96± 1.62 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอุณหภูมิห้อง

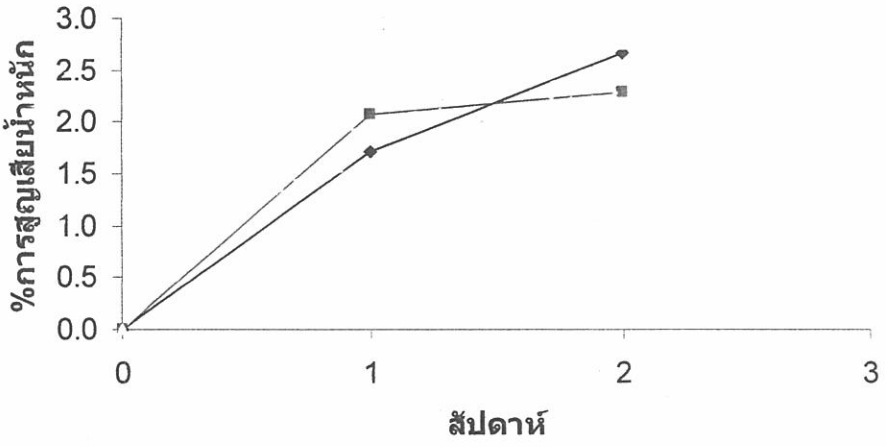
จากรูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะเวลาในการทดลองโดยจะมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 56 ± 6.07 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้องเฉลี่ยเท่ากับ 31 ± 1.43 องศาเซลเซียส

4.2 การเปลี่ยนแปลงของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน

4.2.1การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน

การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 14 วันที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 มะม่วงปัจจัยที่ 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 1.6 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงปัจจัยที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงปัจจัยที่ 3 มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์

สัปดาห์ที่ 2 มะม่วงปัจจัยที่ 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงปัจจัยที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 2.25 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงปัจจัยที่ 3 มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 2.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการทดลอง ดังรูปที่ 4.3

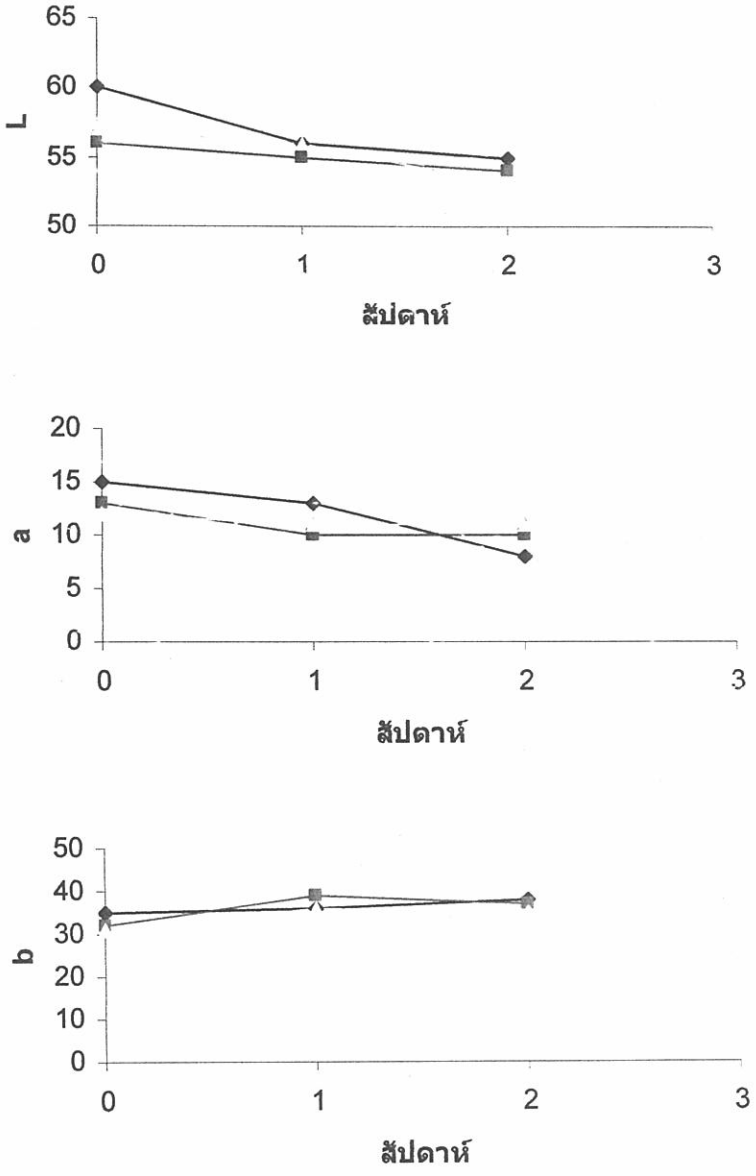


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 14 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 14 วันที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่ามะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการทดลอง เนื่องจากกระบวนการหายและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันของมะม่วงและอากาศภายในห้องเย็น

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน

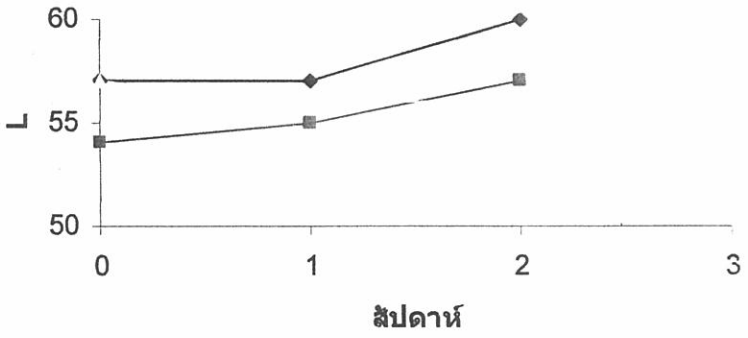


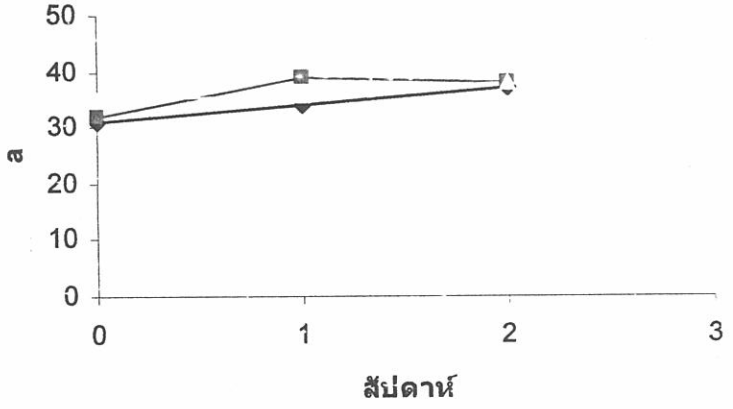
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์

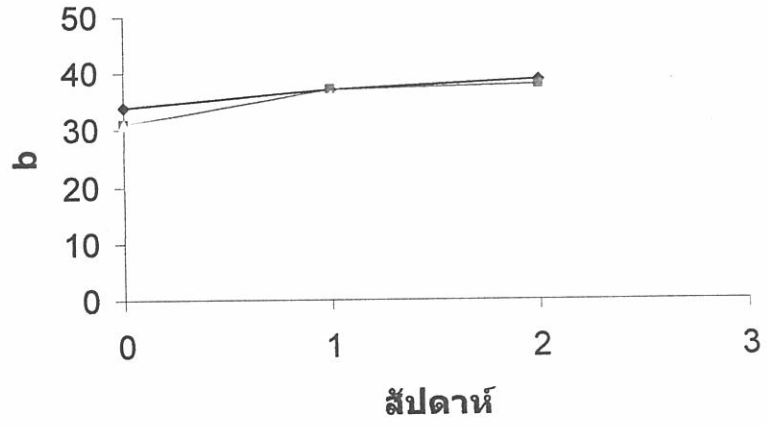
—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ■ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

97065

จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเปลือกของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสรวมระยะเวลา 14 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L ของปัจจัยที่1มีค่าลดลงจาก 60 เป็น 55ค่า, L ของปัจจัยที่2มีค่าลดลงจาก 56 เป็น 54, ค่า L ของปัจจัยที่3มีค่าลดลงจาก 57เป็น 53 , ค่า aของปัจจัยที่1 มีค่าลดลงจาก15 เป็น 8 ค่า aของปัจจัยที่2 มีค่าลดลงจาก13 เป็น 10,ค่า aของปัจจัยที่3 มีค่าลดลงจาก12 เป็น 10และค่า b ของปัจจัยที่1 มีค่าเพิ่มจาก 35 เป็น 38,ค่า b ของปัจจัยที่2 มีค่าเพิ่มจาก 32 เป็น 37,ค่า b ของปัจจัยที่3 มีค่าเพิ่มจาก 31 เป็น 35







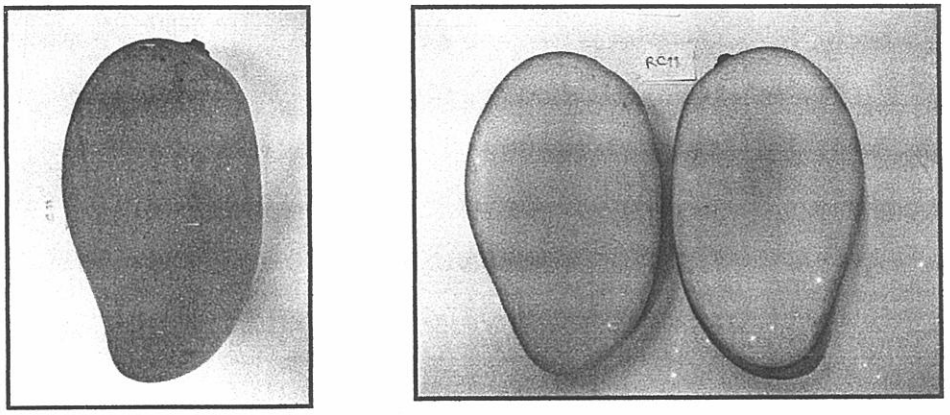
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่า L,a,bของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ■ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเนื้อของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสรวมระยะเวลา 14 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L ของปัจจัยที่1มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 57 เป็น 60 ,ค่า L ของปัจจัยที่2มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 54 เป็น 57, ค่า L ของปัจจัยที่3มีค่าลดลงจาก 57เป็น 56 , ค่า aของปัจจัยที่1 มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 35 เป็น 38, ค่า aของปัจจัยที่2 มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 32 เป็น 38,ค่า aของปัจจัยที่3 มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 31 เป็น 37และค่า b ของปัจจัยที่1 มีค่าเพิ่มจาก 35 เป็น 38,ค่า b ของปัจจัยที่2 มีค่าเพิ่มจาก 32 เป็น 38,ค่า b ของปัจจัยที่3 มีค่าเพิ่มจาก 31 เป็น 36

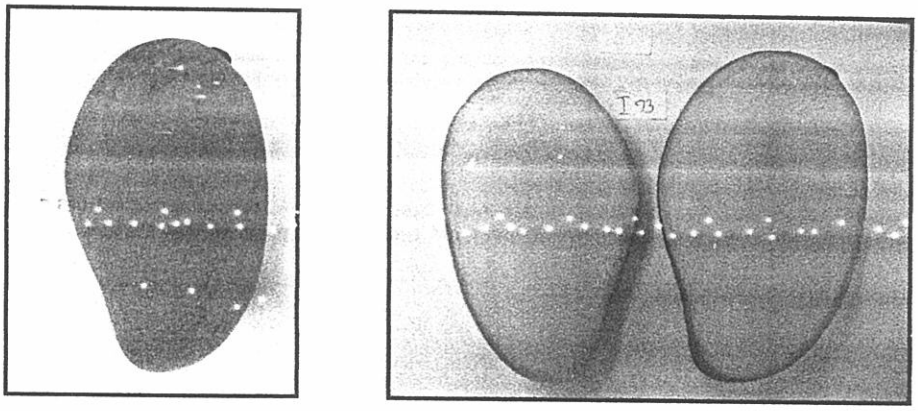
ดังนั้นจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสีจะเห็นว่า ถึงแม้จะทำการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสแล้ว แต่สีของเนื้อและเปลือกมะม่วงก็ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาซึ่งแสดงให้เห็นว่าการแช่เย็นเป็นเพียงการชะลอการเปลี่ยนแปลงเท่านั้นแต่ไม่ได้ยับยั้งไม่ให้เกิดการสุกได้โดยตรง แต่การให้มะม่วงได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาโดยใช้ความเย็นความจะช่วยให้มะม่วงเกิดการสุกช้าลง ซึ่งในสัปดาห์สุดท้ายจะพบว่ามะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน (ปัจจัยที่ 1) จะเกิดการสุกเร็วกว่ามะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนโดยแนวโน้มการสุกของทั้ง 3 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันมาก คือค่า L และ a ของสีเปลือกจะมีแนวโน้มลดลงและค่า b มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า L ของสีเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ค่า a ,b มีการเปลี่ยนแปลงจากสัปดาห์แรกเพียงเล็กน้อย

สีเปลือกและสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 0 ของแต่ละปัจจัยในการทดลอง

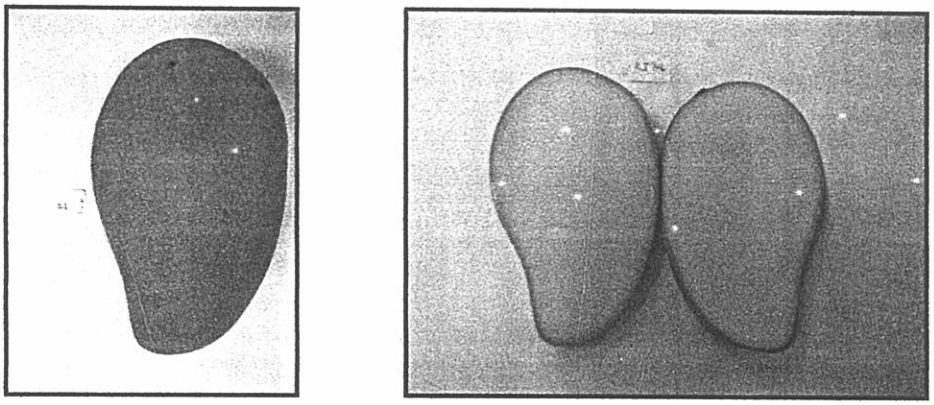


รูปที่ 4.6 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)

21053



รูปที่ 4.7 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที)

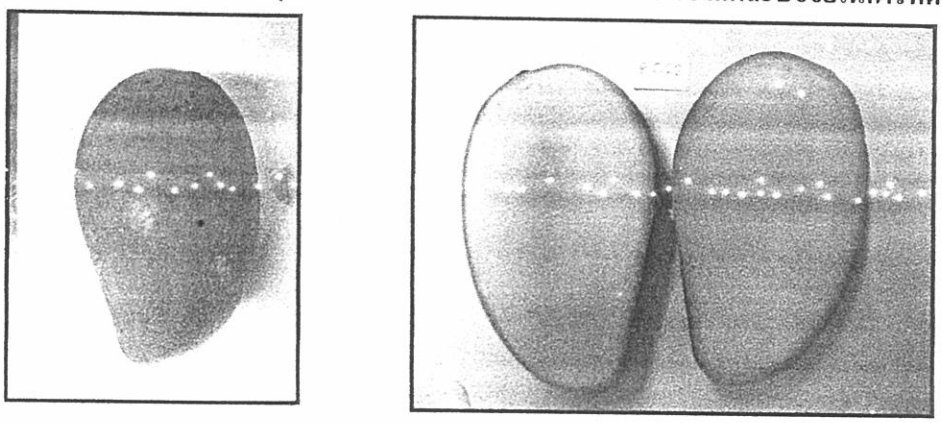


รูปที่ 4.8 มะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

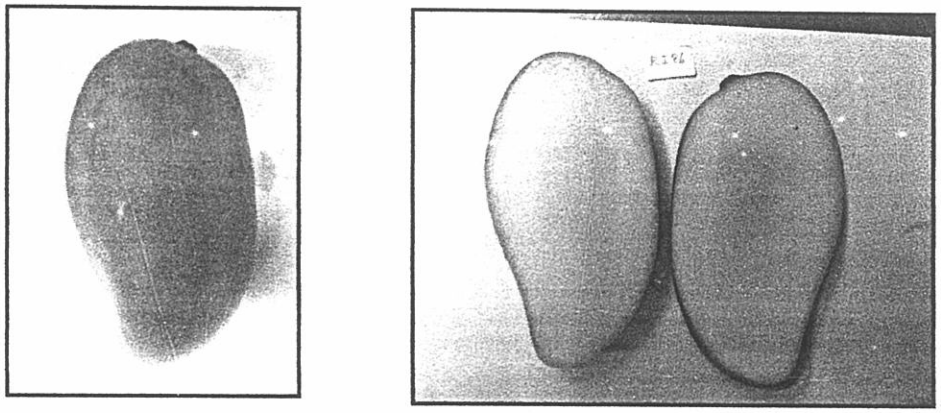
ในวันที่ 0 ของสัปดาห์ที่ 0 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) , มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) และมะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) สีเปลือกมะม่วงมีสีเขียว สีเนื้อมะม่วงมีสีขาว มะม่วงยังดิบอยู่

หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

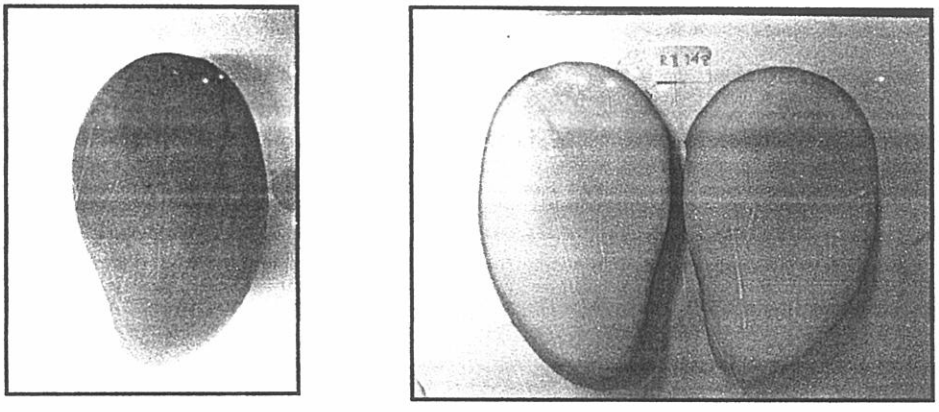
สีเปลือกและสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 1 ของแต่ละปัจจัยในการทดลอง



รูปที่ 4.9 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)



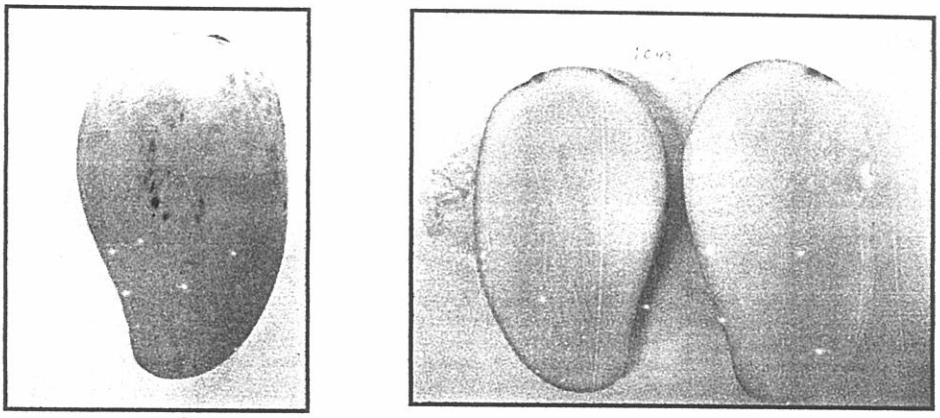
รูปที่ 4.10 มะม่วงปัจจัยที่ 2(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 15 นาที)



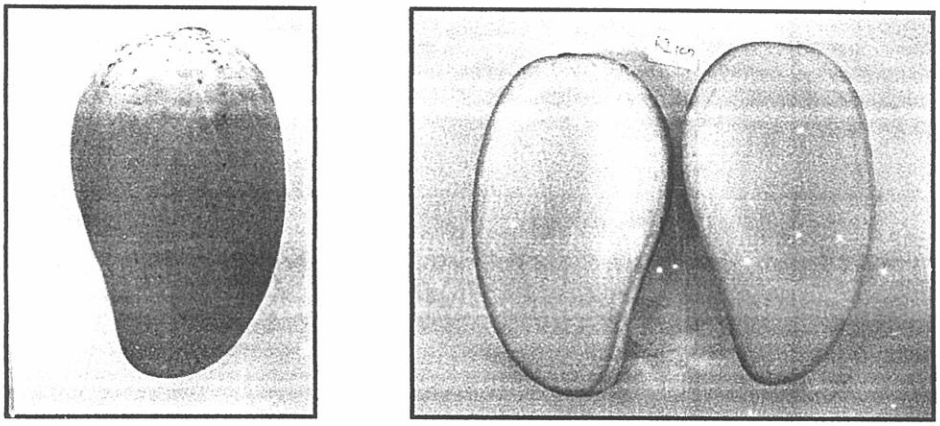
รูปที่ 4.11 มะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

ในวันที่ 0 ของสัปดาห์ที่ 1 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) สีเปลือกมีสีเขียว สีเนื้อมีสีขาว , มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) และมะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) สีเปลือกมะม่วงมีสีเขียว สีเนื้อมะม่วงมีสีเหลืองเกิดขึ้นเล็กน้อย

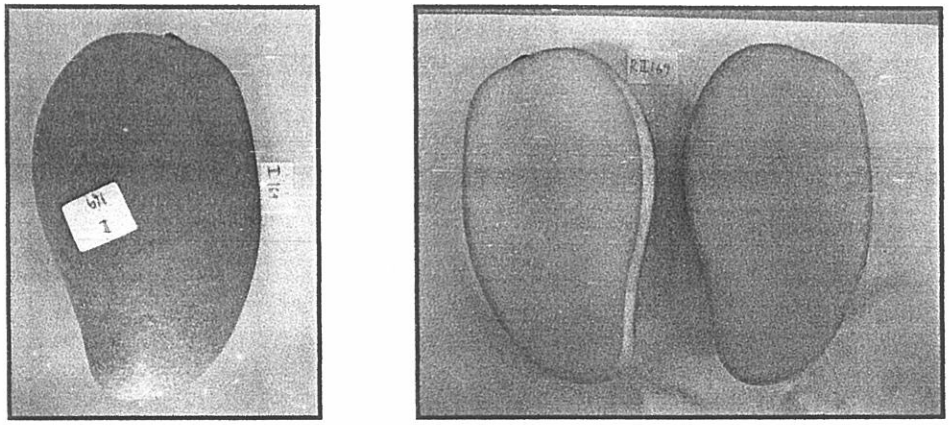
สีเปลือกและสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในวันแรกของสัปดาห์ที่ 2 ของแต่ละปัจจัยในการทดลอง



รูปที่ 4.12 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)



รูปที่ 4.13 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที)

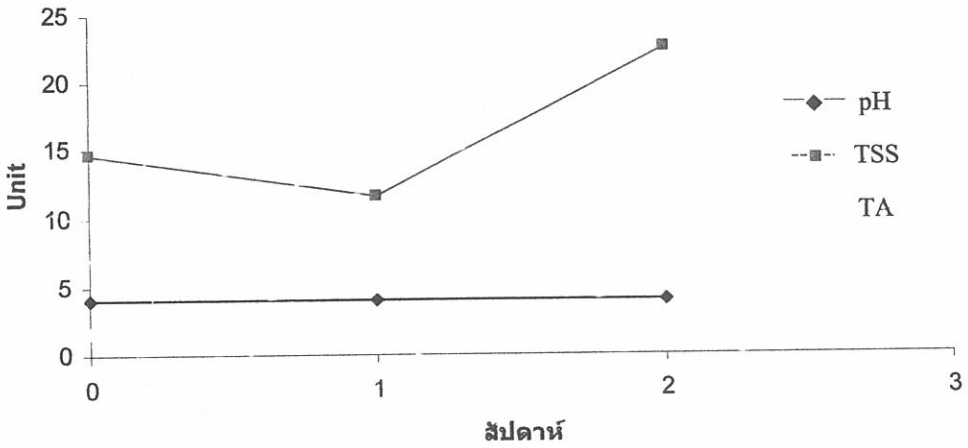


รูปที่ 4.14 มะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

ในวันที่ 0 ของสัปดาห์ที่ 2 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) สีเปลือกมีสีเหลืองอมเขียว สีเนื้อมีสีเหลือง มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) และมะม่วงปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) สีเปลือกมะม่วงมีสีเขียวอมเหลือง สีเนื้อมะม่วงมีสีเหลืองเกิดขึ้นเล็กน้อย

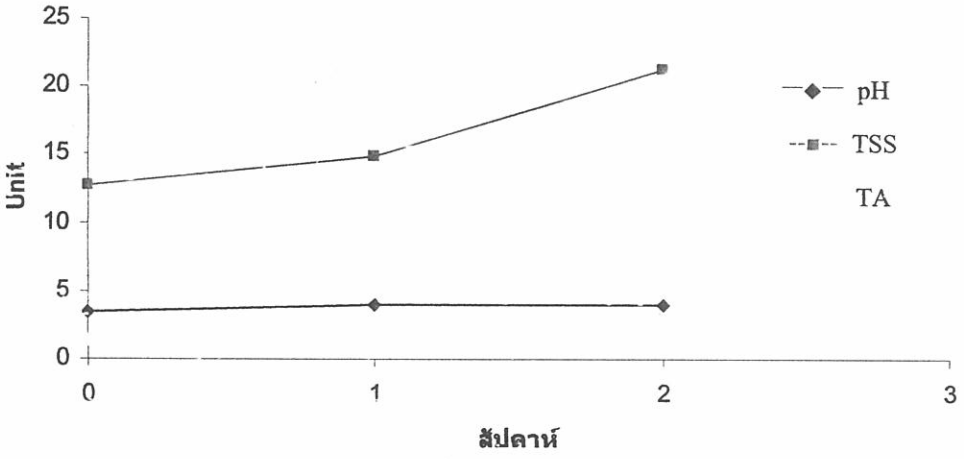
4.2.3 การเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมีของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรด ในระหว่างกระบวนการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บรักษาไว้ที่ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 7 วัน และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน



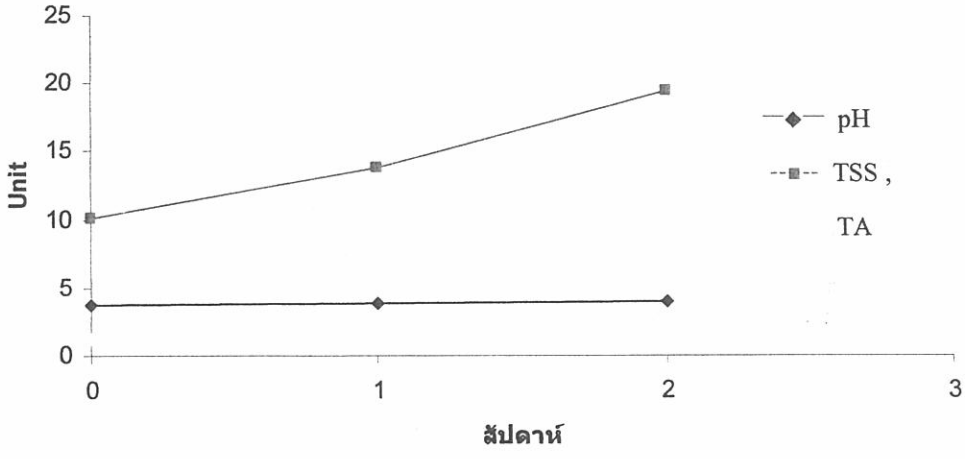
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH , TSS และ TA ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรดของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)ในขณะที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่ที่อุณหภูมิ13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ค่าpHมีแนวโน้มคงที่ ค่าTAลดลง และค่าTSSเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่0-2อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ15, 12, 20 ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ,TSS และ TA ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที)

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรดของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ในขณะที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่ที่อุณหภูมิ13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ค่าpHมีแนวโน้มคงที่ ค่าTAลดลง และค่าTSSเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่0-2อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ13, 15, 22 ตามลำดับ



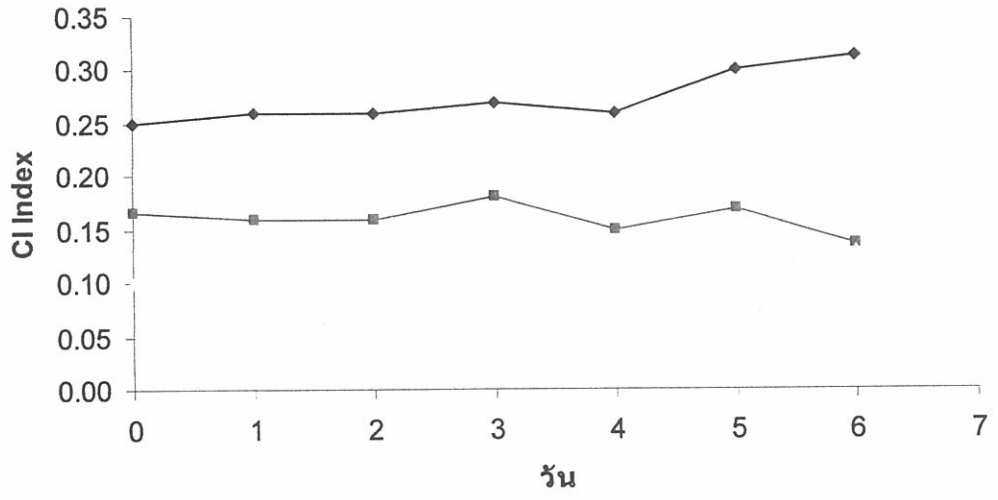
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ,TSS และ TA ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรดของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ปัจจัยที่ 3(มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)ในขณะที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่ที่อุณหภูมิ13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ค่าpHมีแนวโน้มคงที่ ค่าTAลดลง และค่าTSSเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่0-2อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ10, 14, 22 ตามลำดับ

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรดในขณะที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่ที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามะม่วงพันธ์โชคอนันต์มีปริมาณกรดลดลง ส่วนปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยมะม่วงมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บรักนาน 2 สัปดาห์ ส่วนความเป็นกรด-ด่าง จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากการมะม่วงเกิดการสุกของมะม่วงจะทำให้มีรสหวานขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total soluble solids; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ในเก็บรักษาของแต่ละปัจจัยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และจะไปสัมพันธ์กับค่าที่TAลดลง

4.2.4 การประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling Injury)ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายใน ห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 7 ของ จนถึงวันที่ 14 ของการทดลอง

เป็นการประเมินอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในสภาวะการเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

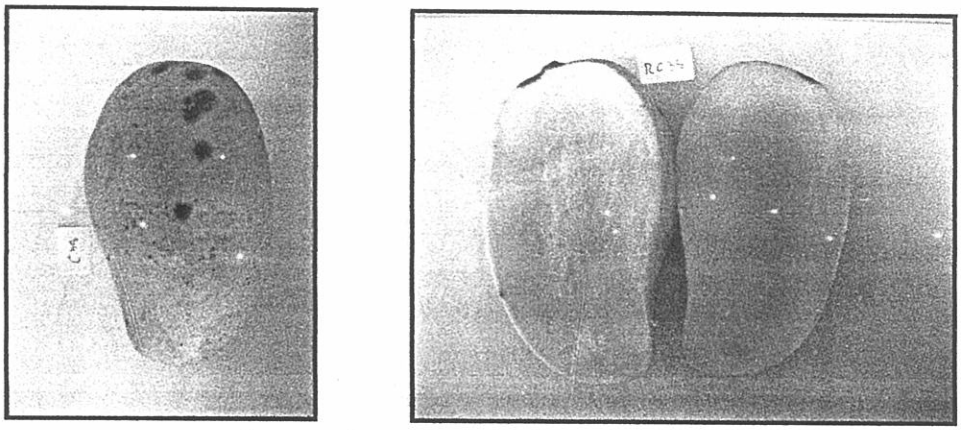


รูปที่ 4.18 กราฟค่าCI Index ของมะม่วงที่เก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน

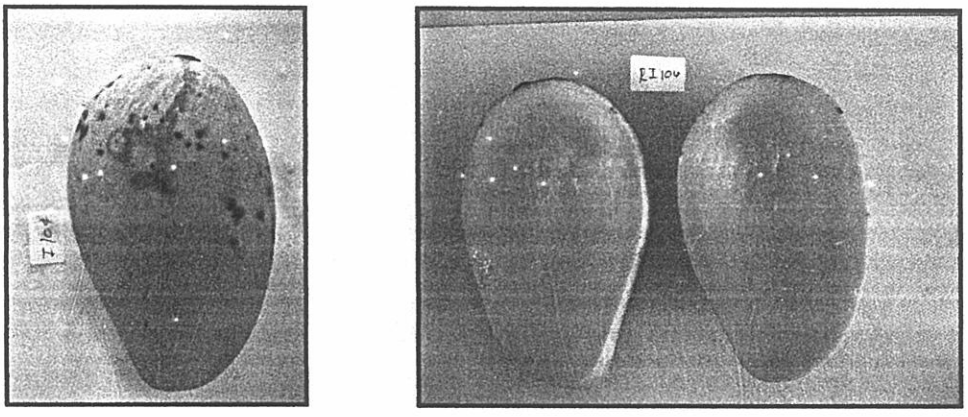
—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) —■— ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

แนวโน้มของการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่แช่อยู่ในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า CI Index ไม่มากนักเนื่องจากสภาพอุณหภูมิที่ต่ำจะสามารถช่วยให้มะม่วงลดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆได้ โดยที่มะม่วงปัจจัยที่ 1 , 2 , 3 มีการเปลี่ยนแปลงจากวันที่ 0 จนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่า CI Index ดังนี้ มะม่วงปัจจัยที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงไป 20 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงปัจจัยที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงไป 18 เปอร์เซ็นต์ และ มะม่วงปัจจัยที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงไป 23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า CI Index นี้เกิดจากสภาวะอุณหภูมิต่ำซึ่งก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว ดังรูปที่ 4.18

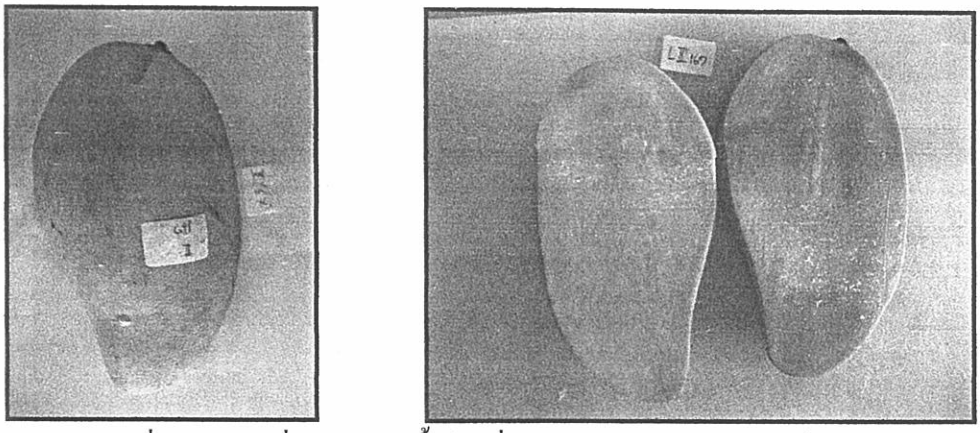
รูปการเกิดอาการสะท้านหนาวในการแช่เย็นที่ 13 องศาเซลเซียส (วันที่ 6)



รูปที่ 4.19 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)



รูปที่ 4.20 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที)

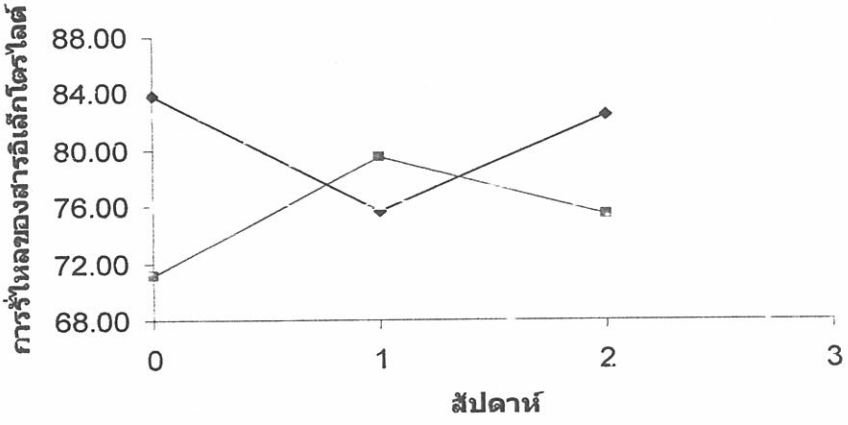


รูปที่ 4.21 มะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากรูปที่ 4.19-4.21 พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) เกิดอาการสะท้านหนาวได้เร็วกว่ามะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) และมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับกราฟรูปที่ 4.18 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) จะช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด

4.2.5 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงในระหว่างการเก็บรักษาจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของมะม่วงทั้ง 3 ปัจจัย ดังรูปที่ 4.9

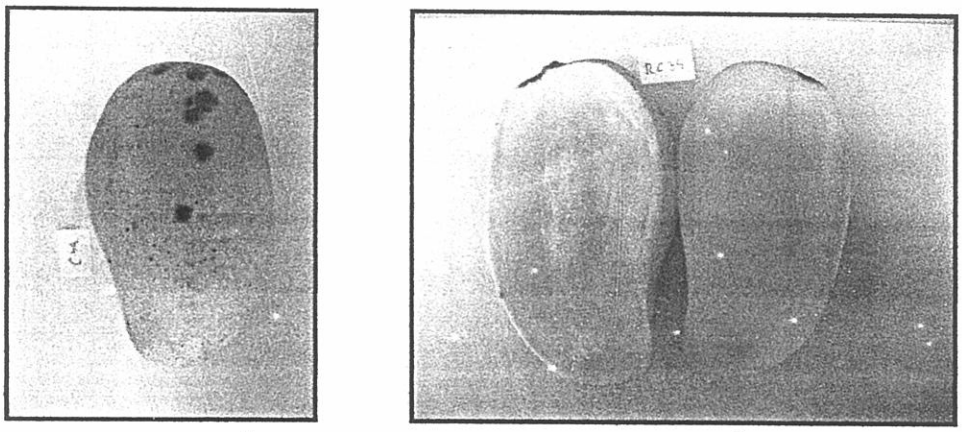


รูปที่ 4.22 กราฟแสดงปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยตลอดระยะเวลา 14 วัน

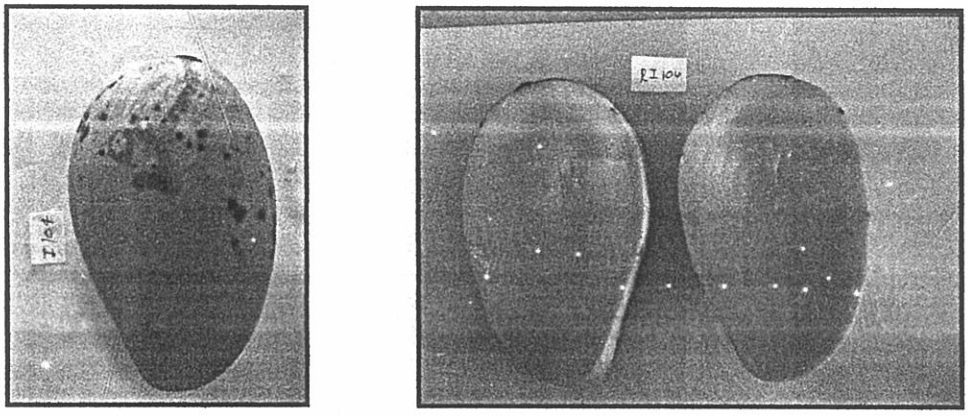
—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) —■— ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากรูปที่ 4.33 มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ในวันที่ 2 และมะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ในวันที่ 3 ส่วนมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) เกิดอาการเสื่อมเสียเพียงเล็กน้อยซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

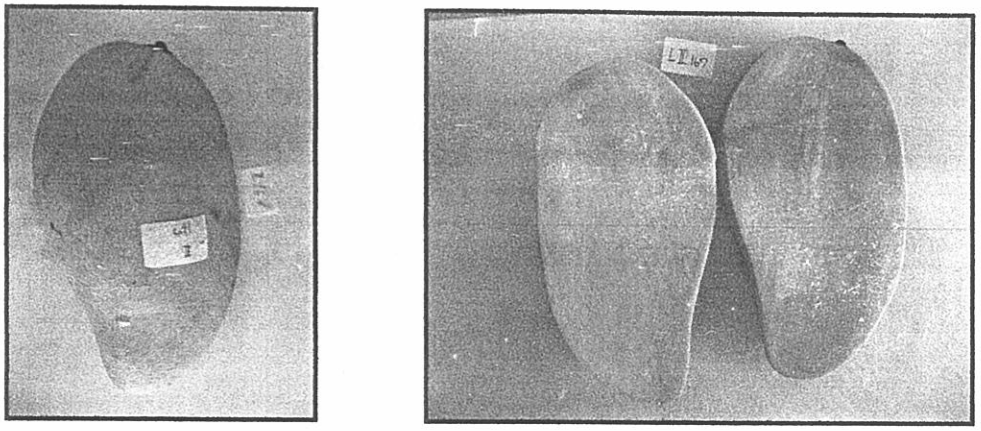
รูปการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง



รูปที่ 4.34 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)



รูปที่ 4.35 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที)

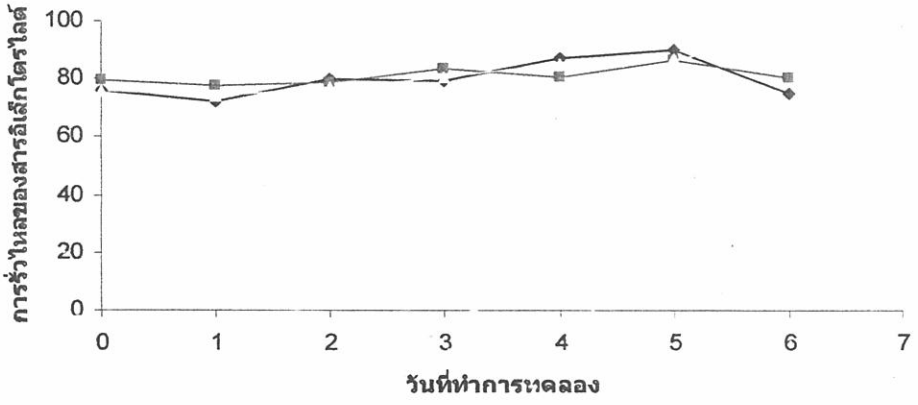


รูปที่ 4.36 มะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากรูปที่ 4.34-4.35 พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) เกิดอาการสะท้านหนาวได้เร็วกว่ามะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) และมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับกราฟรูปที่ 4.36 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) จะช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด

4.4.5 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อเกิดการสุกและเกิดการเสื่อมเสียจะเกิดการแตกตัวของสารอิเล็กโตรไลต์ทำให้ข้อมูลที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 ปัจจัย



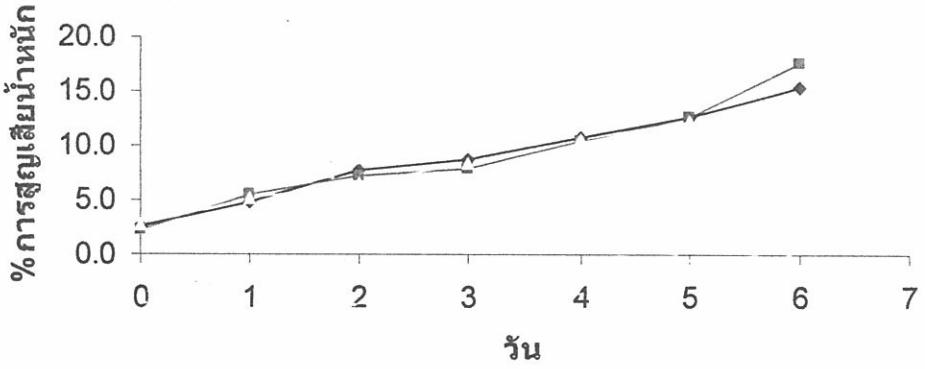
รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) —■— ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

4.5 ศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อนำมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้องหลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

4.5.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันโดยในวันที่ 0 มะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยจะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ เท่าๆกัน เมื่อผ่านไปจนถึงวันที่ 6 ของการทดลองพบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักเกิดขึ้นโดยมะม่วงปัจจัยที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงปัจจัยที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงปัจจัยที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักเกิดจากสภาพของอุณหภูมิหลังจากแช่เย็นแล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกันส่งผลให้เกิดการคายน้ำของมะม่วงจึงเกิดการสูญเสียน้ำหนักขึ้น ดังรูปที่ 4.38



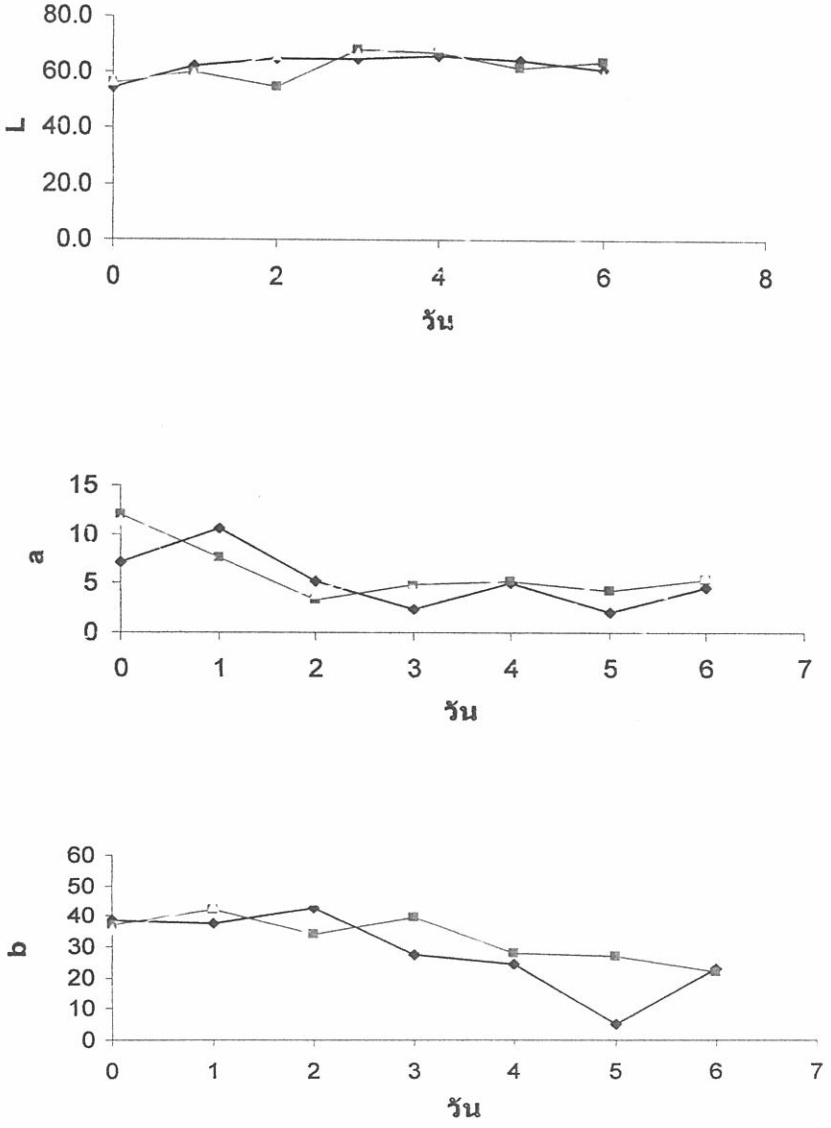
รูปที่ 4.38 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

มะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยมีการสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ เมื่อผ่านไปจนถึงวันที่ 6 ของการทดลองพบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักเกิดขึ้น ซึ่งเกิดจากสภาพของอุณหภูมิหลังจากแช่เย็นแล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง กระบวนการหายใจ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดการคายน้ำของมะม่วงจึงเกิดการสูญเสียน้ำหนักขึ้น

4.5.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ค่า L และa ที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L ของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จาก 58 เป็น 60และค่า a ลดลงจาก10เป็น 3แต่ค่า b เป็นพบค่าจะว่าเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงหนึ่งหลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งการลดลงของค่า b นี้แสดงถึงการเกิด Chilling Injury ของมะม่วง โดยมะม่วงที่เกิดอาการ Chilling Injury ช้าที่สุดคือมะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาทีโดยลดลงจากค่าสูงสุดคือ42 เป็น 6

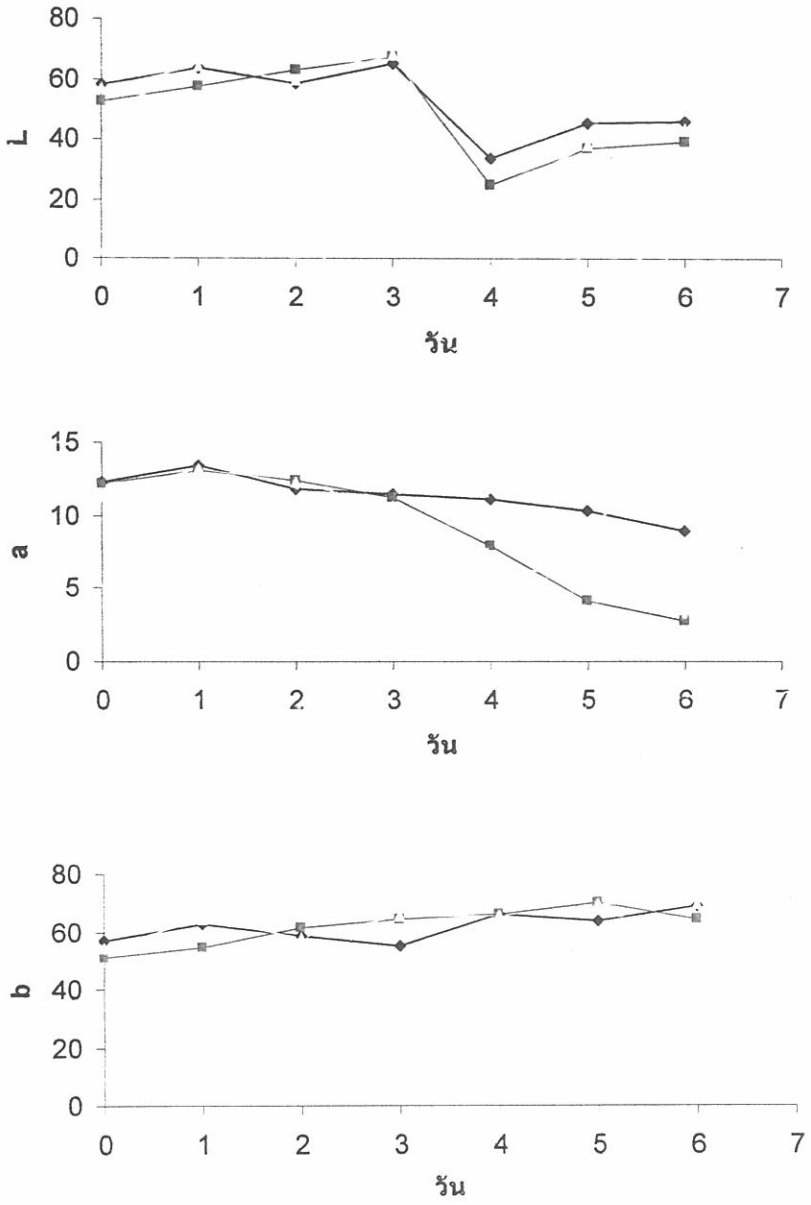


รูปที่ 4.39 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

ค่า L และa ที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L ของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จาก 58 เป็น 60และค่า a ลดลงจาก10เป็น 3แต่ค่า b เป็นพบค่าจะว่าเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงหนึ่งหลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งการลดลงของค่า b นี้แสดงถึงการเกิด Chilling

Injury ของมะม่วง โดยมะม่วงที่เกิดอาการ Chilling Injury ช้าที่สุดคือมะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาทีโดยลดลงจากค่าสูงสุดคือ42 เป็น 6



รูปที่ 4.40 กราฟแสดงค่า L,a,b ของเนื้อมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากผลการทดลองพบว่า ค่า L และ bจากทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L ของเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จาก 58 เป็น 38 และค่า b ของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือจาก 58 เป็น 60

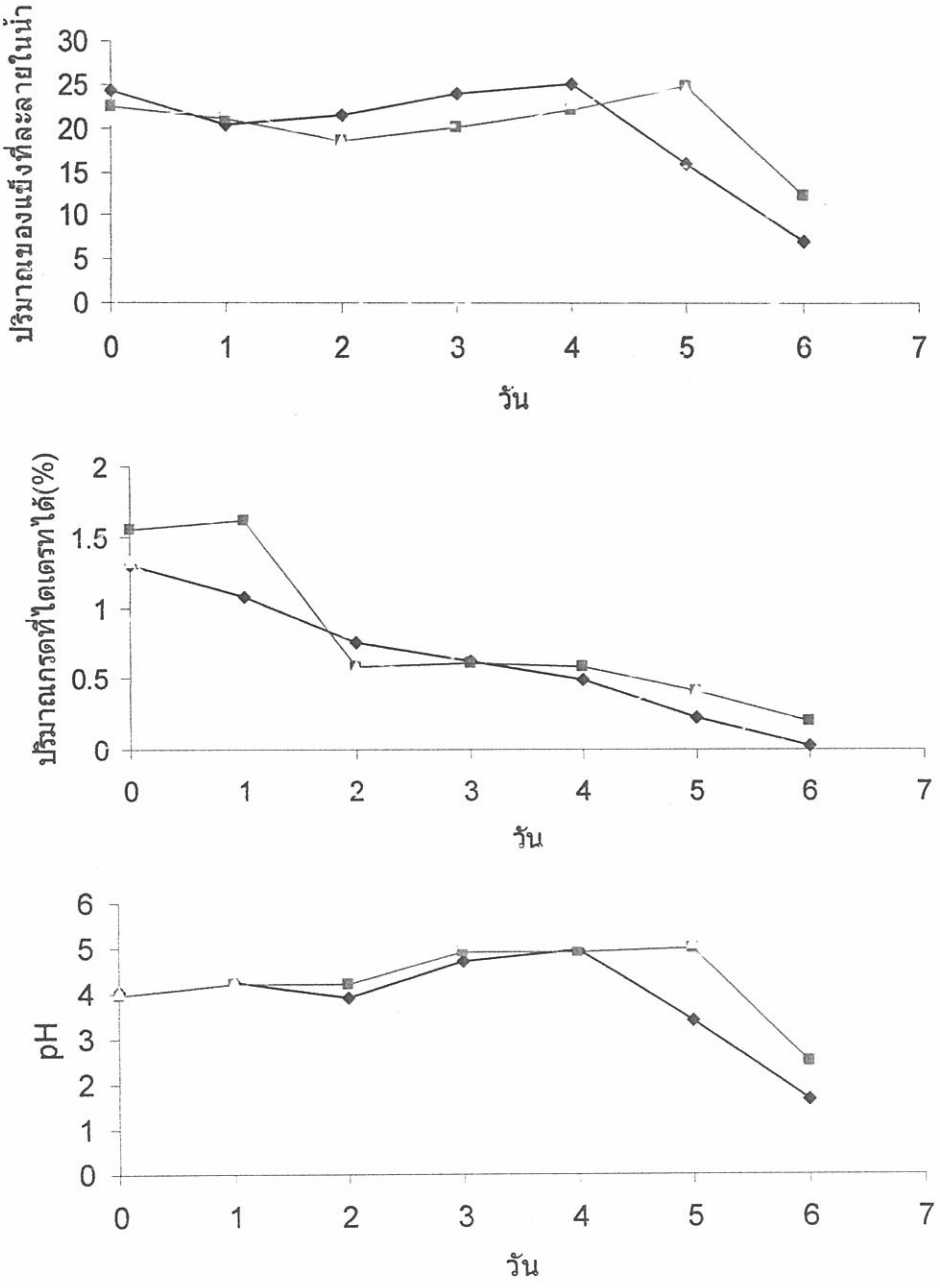
แต่ค่า a พบว่ามีความแตกต่างของทั้ง3ปัจจัยโดยปัจจัยที่ 3 มีค่าต่ำสุดคือจาก 12 เป็น 9 จากรองลงมาคือปัจจัยที่ 2 คือจาก 12 เป็น5 และปัจจัยที่ 1 ตามคือจาก 12 เป็น 2 ลำดับ

ดังนั้นค่า L ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของสี พบว่าค่า L ที่วัดได้จากผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลา 14 วันแรกที่เก็บรักษา แต่ในสัปดาห์ที่ 3พบว่าค่า Lจะเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 3 ของการเก็บจากนั้นจะมีแนวโน้มลดลง และค่า L ที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย

ค่า a เป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นสีแดงและสีเขียวของสีเผลมะม่วง โดยถ้ามีค่าเป็น + แสดงถึงความเป็นสีแดง และถ้ามีค่าเป็น – แสดงถึงความเป็นสีเขียว พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาค่าa มีค่าเป็น+ซึ่งแสดงถึงค่าความเป็นสีแดงมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา และผลมะม่วงที่ได้จากทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ค่า b เป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินขอสีผลมะม่วง โดยถ้ามีค่าเป็น +แสดงถึงความเป็นสีเหลือง และถ้ามีค่าเป็น – แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน พบว่าค่า b ที่ได้มีค่าเป็น + โดยมะม่วงใน 2 สัปดาห์แรกในทุกปัจจัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งสีเนื้อและสีเปลือก ยกเว้นสีเปลือกมะม่วงในสัปดาห์สุดท้ายพบว่าค่าความเป็นสีเหลืองจะเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงหนึ่งหลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา การเปลี่ยนสีของเนื้อมะม่วงตามธรรมชาติเกิดเมื่อผลมะม่วงมีการพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก เช่น เนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เนื้อจะมีสีเหลือง โดยพบแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นมากเมื่อสุก และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่น้ำร้อนที่นานขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงมีสีเข้มขึ้น และมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งการได้รับความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อในผลมะม่วงส่วนการการเปลี่ยนสีเปลือกของมะม่วงจะเกิดเมื่อมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุกโดยมีการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ในการสลายคลอโรฟีลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่มีสีเขียวที่อยู่ในส่วนเปลือกมะม่วงผลการวิจัยพบว่าความร้อนที่ได้รับมีผลเร่งกระบวนการสลายคลอโรฟีลล์ที่เปลือกของผลมะม่วง และเร่งการสังเคราะห์สารสีชนิดอื่นอาทิ แคโรทีนอยด์ให้เพิ่มขึ้น โดยปกติการเปลี่ยนสีผิวของมะม่วงจะเกิดเมื่อมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุกโดยมีการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ในการสลายคลอโรฟีลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่มีสีเขียวที่อยู่ในส่วนเปลือกมะม่วง (Jacobi and Wong ,1992) ผลการวิจัยพบว่าความร้อนที่ได้รับมีผลเร่งกระบวนการสลายคลอโรฟีลล์ที่เปลือกของผลมะม่วง และเร่งการสังเคราะห์สารสีชนิดอื่นอาทิ แคโรทีนอยด์ให้เพิ่มขึ้น

4.5.3 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน



รูปที่4.41 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็นกรด – ด่าง ในกระบวนการสุกของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ■ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านกรแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

การสุกของมะม่วงจะทำให้มีรสหวานขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total soluble solids; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ในเก็บรักษาของแต่ละปัจจัยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งมะม่วงสุกเต็มที่ มะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน แล้วนำมาศึกษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 24.38, 22.54, 21.02 ตามลำดับ สุดท้ายปริมาณน้ำตาลจะเหลือ 7.11, 12.30, 24.73 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดเมื่อศึกษาการสุกและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกัน คือ มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันพบว่าค่า TA จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ซึ่งหมายความว่ามะม่วงเริ่มสุกตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น ความเปรี้ยวลดลง มีความหวานมากขึ้น ซึ่งทั้ง 3 สภาวะการเก็บไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่ง
มะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันปริมาณกรดทั้ง 3 ปัจจัยลดลงจาก 1.34, 1.55, 1.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับโดยมะม่วงมีอัตราลดลง เหลือ 0.03, 0.19, 0.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ค่าความเป็นกรด – ด่างในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกันคือเมื่อเก็บมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน แล้วนำมาศึกษาการสุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามะม่วงมีความเป็นกรด – ด่าง เริ่มต้นทั้ง 3 ปัจจัยเท่ากับ 4.00, 3.92, 4.05 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็นกรด – ด่าง สามารถสรุปในกระบวนการสุก ค่าความเป็นกรด – ด่างในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกันดังนี้ คือ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ,มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับค่า TA ที่ลดลง ซึ่งค่า pH ที่เพิ่มขึ้น หมายความว่า มะม่วงเริ่มสุกตามจำนวนวันที่จัดเก็บที่เพิ่มขึ้น ส่วนมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันแต่มะม่วงปัจจัยที่ 1 และ 2 ค่า pH ในวันที่ 4 และ 5 ตามลำดับ มีค่าลดลง เนื่องจากมะม่วงมีการเสื่อมเสีย แต่มะม่วงปัจจัยที่ 3 ค่า pH ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงว่ามะม่วงยังคงสภาพอยู่ และยังไม่เสื่อมเสีย

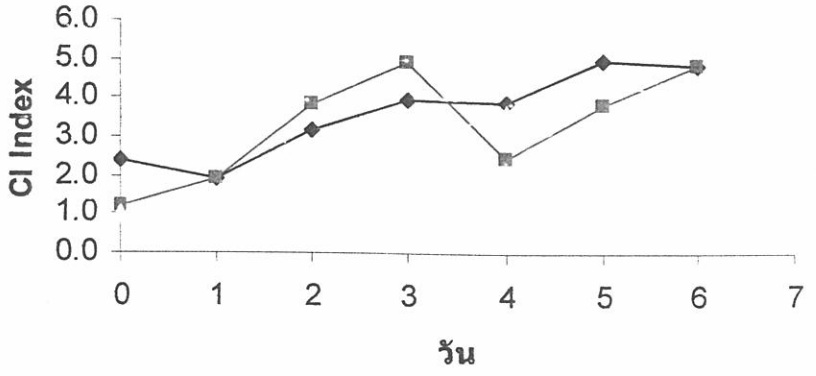
มะม่วงที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันคือเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ,มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันและมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ค่า TA จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ซึ่งหมายความว่ามะม่วงเริ่มสุกตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น ความเปรี้ยวลดลง มีความหวานมากขึ้น ซึ่งทั้ง 3 สภาวะการเก็บไม่มีความแตกต่างกัน

การสุกของมะม่วงจะทำให้มีรสหวานขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total soluble solids; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ในเก็บรักษาของแต่ละปัจจัยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งมะม่วงสุกเต็มที่ โดยมะม่วงในปัจจัยที่ 1 และ 2 จะสุกเต็มที่ก่อนปัจจัยที่ 3 และมีความหวานมากที่สุดเท่ากับ 25.26 และ 25.01 องศาบริกซ์ ตามลำดับ

จากนั้นปริมาณน้ำตาลจะลดลง โดยมะม่วงจะมีความหวานลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมะม่วงเกิดการเสื่อมเสียขึ้น สังเกตได้ว่าปัจจัยที่ 3 การสุกของมะม่วงจะค่อยๆเพิ่มขึ้น และยังไม่เกิดการเสื่อมเสีย แสดงให้เห็นว่ามะม่วงในปัจจัยที่ 3 นั้นสามารถชะลอการเกิดการเสื่อมเสียของอาการสะท้านหนาวและช่วยยืดระยะเวลาการเก็บรักษาได้นานกว่าปัจจัยที่ 1 และ 2

มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันและมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ลักษณะการเกิดอาการสะท้านหนาวจะไม่แตกต่าง โดยสามารถดูได้จากกราฟ 4.30 และ 4.31 ตามลำดับ โดยที่มะม่วงปัจจัยที่ 1 จะเกิดอาการสะท้านหนาวได้เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงปัจจัยที่ 2 และ3 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า การให้ความร้อนกับมะม่วงก่อนการแช่เย็นจะช่วยให้ลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ และยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้

4.5.4 การประเมินอาการสะท้านหนาว (Chilling Injury)ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน



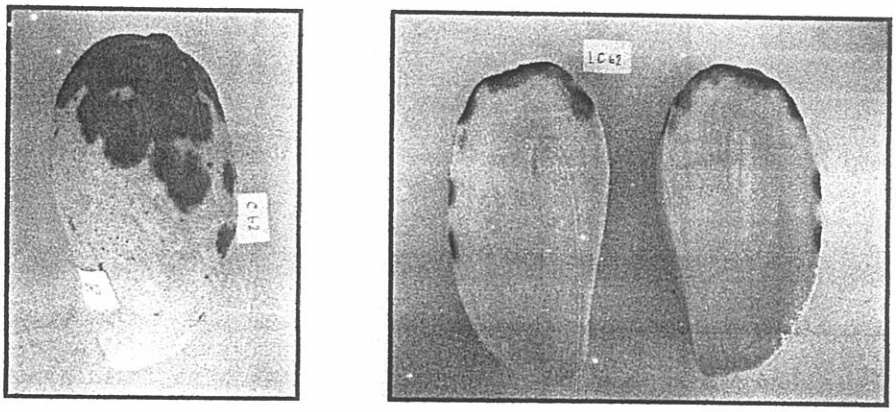
รูปที่ 4.42 กราฟค่าCI Index ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

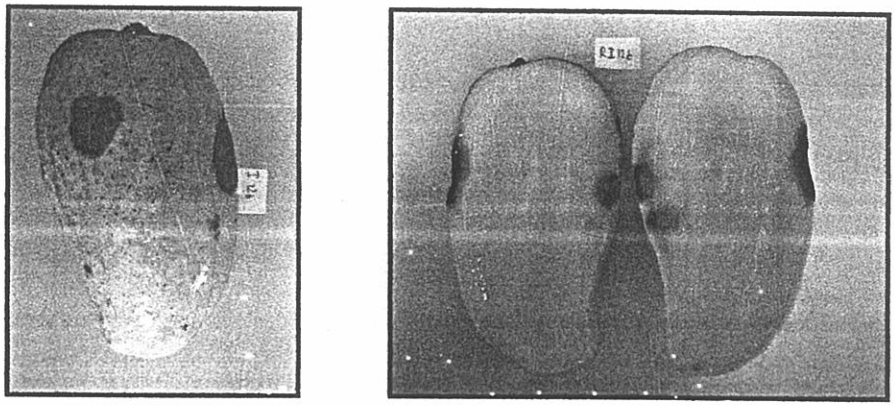
จากรูปที่ 4.42 พบว่ามะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) จะแสดงอาการเสื่อมเสียตั้งแต่อยู่ในห้องเย็น และมะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ตั้งแต่วันที่ 1-2 ส่วนมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำ

ร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้เกิดขึ้นในวันที่ 3-4

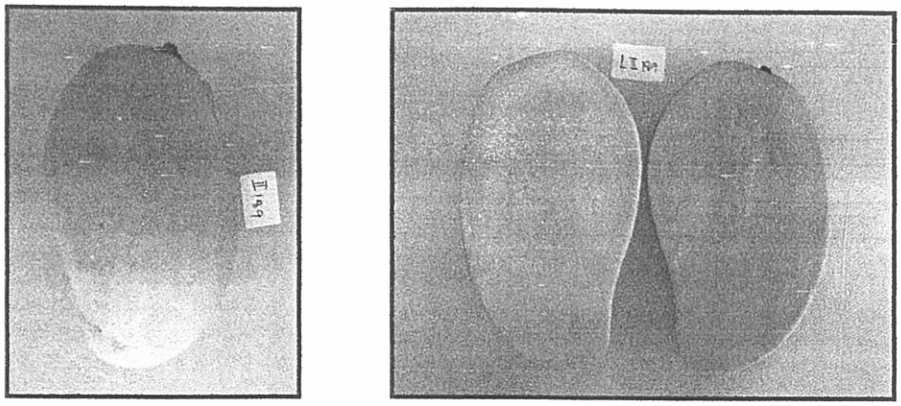
รูปการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการทดลอง



รูปที่ 4.43 มะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน)



รูปที่ 4.44 มะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที)

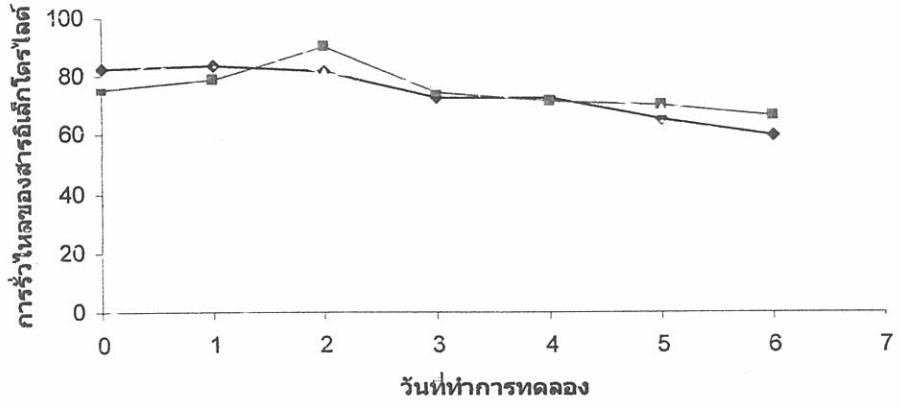


รูปที่ 4.45 มะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากรูปที่ 4.43-4.44 พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) เกิดอาการสะท้านหนาวได้เร็วกว่ามะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) และมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 4.45 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) จะช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด

4.5.5 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

จากการทดลองเมื่อผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วันมะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยที่มีแนวโน้มของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นและจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากมะม่วงเกิดการเสื่อมเสีย



รูปที่ 4.46 กราฟแสดงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) —■— ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงเกิดจากการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟลิพิดซึ่งเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและสารผ่านเข้าออกได้ง่าย (L' Heureux et al.,1993) การวัดอัตราการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ เป็นตัวบ่งชี้การเกิดอาการสะท้านหนาวได้ เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวเนื้อเยื่อพืชมีอัตราการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์สูญเสียคุณสมบัติในการการยอมให้สารต่างๆผ่านเข้าออก อาทิ อิออนหรืออนุมูล กรดอะมิโน น้ำตาล และสารสี เกิดการรั่วไหลออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิด enzyme-substrate interaction นำไปสู่อาการผิดปกติต่างๆที่เป็นผลกระทบจากอาการสะท้านหนาวของพืช ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสนาน 15 และที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 21 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลับมีผลเร่งหรือส่งสริมให้เกิดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากขึ้น โดยความร้อนอาจไปมีผลเร่งกระบวนการหายใจและกระบวนการสุกของผลมะม่วงซึ่งพบว่าผลมะม่วงที่พัฒนาเข้ากระบวนการสุกเยื่อ หุ้มต่างๆจะมีการเสื่อมสภาพ (intiation of membrane leakage) (ดนัย,2540) เยื่อหุ้มให้สารต่างๆผ่านเข้าออกได้มากขึ้น ทำให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีรายงานการวิจัยพบว่า การใช้ความร้อนสามารถป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ โดยชักนำให้มีการสังเคราะห์ Heat Shock Proteins (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน ซึ่ง HSPs ช่วยป้องกันความเสียหายที่เกิดกับโปรตีนในเซลล์และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้มเซลล์ และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีนไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำ

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นในช่วงเวลา 14 วัน โดยมะม่วงปัจจัยที่ 1 คือ มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน นั้นเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าปัจจัยที่ 2 คือ มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และปัจจัยที่ 3 คือ มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที โดยมะม่วงที่แสดงอาการสะท้านหนาวจะมีสีผิวและเนื้อบางส่วนดำคล้ำเป็นวงกว้าง ผิวมีรอยบุ๋ม เน่าเสียเร็ว ส่วนลักษณะเนื้อภายในช้ำเป็นแนวยาวลงไปตามผล จะเห็นได้ชัดในบริเวณเนื้อมะม่วงส่วนนอกสุด โดยลักษณะการเกิดอาการสะท้านหนาวนั้นจะเกิดจากภายในเนื้อมะม่วงก่อน แล้วจึงปรากฏให้เห็นภายนอกผล และอาการสะท้านหนาวจะรุนแรงขึ้นเมื่อย้ายผลิตผลไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่าหลังจากที่มะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวแล้วจะเกิดการเน่าเสียตามมาอย่างรวดเร็ว

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้วนำออกมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทั้ง 3 ปัจจัยนั้นพบว่ามะม่วงมีการสุกไม่พร้อมกัน ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถช่วยชะลอการสุกหรือการเสื่อมเสียของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ แต่เมื่อนำมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ออกมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องจะเกิดการเสื่อมเสียรวดเร็วกว่าการเก็บมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิห้องตลอด จากความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด และความเป็นกรด- ด่าง

ในการตรวจสอบองค์ประกอบทางกายภาพ การวัดค่าสีของผิวมะม่วงนั้น ค่าL ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความสว่าง เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและทั้ง 3 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกัน ค่า a มีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษาและทั้ง 3 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกัน ค่า b ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเป็นสีแดง – เขียว ใน 2 สัปดาห์แรกมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและทั้ง 3 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่มะม่วงในสัปดาห์สุดท้ายพบว่าค่าความเป็นสีเหลืองจะเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงหนึ่งหลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งการลดลงของค่า b ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเป็นสีเหลือง – น้ำเงิน แสดงถึงการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วง โดยมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวช้าที่สุดคือมะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที รองลงมาคือมะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที และมะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนตามลำดับ ส่วนน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า มะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน และมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักเกิดจากสภาพของอุณหภูมิหลังจากแช่เย็นแล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดการคายน้ำของมะม่วงจึงเกิดการสูญเสียของน้ำหนักขึ้น

ในการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี สามารถดูได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด และความเป็นกรด- ด่าง โดยเมื่อมะม่วงเกิดการสุกค่าTSS และค่า pH จะเพิ่มขึ้น แต่ค่าTA จะลดลง หลังจากนั้นจะเริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น ค่าTSS และค่า pH มีแนวโน้มลดลงอย่างสม่ำเสมอ ส่วนค่า TA จะค่อยลดลง เนื่องจากเกิดการเสื่อมเสียของมะม่วงนั่นเอง ส่วนการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษาจากวันแรก จนถึงวันที่ 12 หลังจากนั้นการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงจากทุกกรรมวิธีจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่ผ่านการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที และที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที

ส่วนการประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาว(CI Index)นั้น ที่ระดับคะแนนCI Index ที่เท่ากับ 2 คือ มะม่วงเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่เกิดจากอาการสะท้านหนาว มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ตั้งแต่วันที่ 2 และมะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ตั้งแต่วันที่ 3 ส่วนมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) เกิดอาการเสื่อมเสียเพียงเล็กน้อยซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามะม่วงปัจจัยที่ 1 (มะม่วงไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ตั้งแต่อยู่ภายในห้องเย็นและมะม่วงปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้ตั้งแต่วันที่ 1-2 ส่วนมะม่วงปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที) จะเริ่มมีอาการเสื่อมเสียที่ไม่สามารถยอมรับได้เกิดขึ้นในวันที่ 3-4 ดังนั้นมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันและมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ลักษณะการเกิดอาการสะท้านหนาวจะไม่แตกต่าง โดยที่มะม่วงปัจจัยที่ 1 จะเกิดอาการสะท้านหนาวได้เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงปัจจัยที่ 2 และ3 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า การให้ความร้อนกับมะม่วงก่อนการแช่เย็นจะช่วยให้ชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาว และยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2543. มะม่วง : พืชสวน, ผลงานวิชาการประจำปี 2543. [Online] Available:http://www.disc.dos.go.th/mango/namdokmai.html.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติการภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.146 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2534. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.

ธเนศร์ สีระแก้ว. 2541. ผลของความร้อนและแคลเซียมคลอไรด์ต่ออาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชค อนันต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 106 หน้า.

รองศาสตราจารย์ ดร. จริงแท้ ศิริพานิช. 2542 . สรีระวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วีรินทร์ อันทะแยก. 2535. การใช้อุณหภูมิสลับต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 97

สายชล เกตุษา, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาเกษตรศาสตร์

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 364 หน้า.

สุกันยา ชิดตระกูล. 2539. ผลของการใช้อุณหภูมิที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.90 หน้า.

Angsooksiri, O. and Kanlayanarat, S. 2546. ผลของการทำ Heat Treatment ต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ผลงานวิจัย. โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ปี 2543-2544. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 598-612.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantiation of microgram quantities of protein utilizing theprinciple of protein-dye binding . Anal. Biochem. 72:248-254.

Bramlage, J.W. and Meir, S. 2000. Chilling injury of crop of temperate origin. pp. 37-49. *In* C.Y. Wang. Ed. Chilling Injuryof Horticultural Crop. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.Cruz, J.D., Vela, G., Lemon, D.M. and Garcia, H.S. 2000. Polyphenoloxidase activity during ripening and chilling stress inmanila mangoes. 2000 IFT Annual Meeting [Online] Abstract from Available:

http://ift.cofex.com/ift/2000/techprogram/paper 4299.htm

Frylinck, L. Dubery, I.A. and Schaboart, J.C. 1987. Biochemical changes in stress response and ripening behaviour of γ-irradiated mango fruit. phytochemistry, 26(3) : 681-686.

Galeazzi, M.A.M., Sgarbieri, V.C. and Constantinides, S.M. 1981. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenoloxidase (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii*,L). J. Food Science.46:150-155.

Gonzalez-Aguilar, G.A., Fortiz, J., Cruz, R., Baez, R. and Wang, C.Y. 2000. Methyl jasmonate reduce chilling injury andmaintains postharvest quality of mango fruit. J. Agri. Food Chem 48:515-519.

Gorinstein, S., Zemser, M., Haruenkit, R. Chuthakorn, R., Grauer, F., Martin-Belloso, O. and Trakhtenberg, S. 1999.Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. J. Nutr.biochem. 10: 367-371.

Kaewchana, R., Tungtirmthong, J. and Kanlayanarat, S. 2546. ผลของสารเคลือบผิวที่รับประทานได้ต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ผลงานวิจัย. โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการ เก็บเกี่ยว ปี 2543-2544.คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. หน้า 613-629.

Ketsa, S. and Atantee, S. 1998. Phenolic, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damage pericarp of mangosteenfruits after impact. Postharvest. Biol. Technol. 14:117-124.

Lederman, I.E., Zauberman, G., Weksler, A. Rot, I. and Fuchs, Y. 1997. Ethylene-forming capacity during cold storage andchilling injury development in 'Keitt' mango fruit. Postharvest. Biol. Technol. 10:107-112.

Mcollum, T.G. and McDonald, R.E. 1991 Electrolyte leakage, respiration and ethylene production indices of chilling injury ingraphfruit, HoryScience 17(2) 162-165.

Mohammed, M. and Brecht, J.K. 2002. Reduction of chilling injury in 'Tommy Atkins' mangoes during ripening. ScientiaHorticulturae 95: 279-308.

Pal, R.K. 1998. Ripening and rheological properties of mango as influenced by ethrel and calcium carbide. J.Food Sci.Technol. 35(4):358-360.

Satriana,V. 1993. Maturity, precooling and storage condition in relation to mechanical damage in mango variety nam dokmai. Thesis. Master of Engineering, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. 65pp.

Singleton, V.L. and Rossi, J.R. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent.Amer. J. Enol. Vitc. 16:144-157.

Tungtirmthong, J., A. Uthairattanakit and S. Kanlavanarat. 2000. Physiological and chemical changing of mango cv. NamDokmai stored at low temperature. pp.77. *In*: Seminar on Postharvest Technology 20th ASEN/2nd APEC. 11-14September 2001. Lotus Hotel Pang Suan Kaew, Chaing Mai,Thailand. Abstract only.

Whangchai, K., H. Gemma, S. Iwahori and J. Uthaibutra. 2000. Endogenous polyamines in 'Nam Dok Mai' mangoes withdifferent ripening stages and its relation to chilling injury during storage. pp. 429-436. *In* : Subhadrabandhy, S. andA. Pichakum,(eds.) Proceeding of the Sixth International Symposium on Mango Vol.1. 6-9 April 1999. PattayaCity,Thailand.

Zauberman, G., Y. Fuchs, I. Rot and A. Wexler. 1988. Chilling injury, peroxidase, and cellulase activities in the peel ofmango fruit at low temperature. *HortScience* 24(4).732-733.

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

คำจำกัดความของสารเคมี

สารเคมี (chemicals หรือ reagents) หมายถึงสารประกอบอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีส่วนประกอบทางเคมี และมีน้ำหนักโมเลกุลที่แน่นอน ความบริสุทธิ์แตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะของสารนำไปใช้

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- เตรียม NaOH 0.1 N โดยใช้ NaOH 4 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml
- เตรียมสารฟีนอฟทาลีน โดยใช้ฟีนอฟทาลีน 1 g ละลายในalcohol 100 ml

ภาคผนวก ข

การวัดสี

ระบบ Hunter (L, a, b)

สีของอาหารและวัสดุการเกษตรเป็นคุณสมบัติเด่น ซึ่งใช้เป็นปัจจัยในการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น มะเขือเทศ ส้ม น้ำมันพืช เนื้อสัตว์ น้ำผลไม้ เนย ไข่ เป็นต้น สียังใช้บ่งบอกความแก่อ่อนบอกส่วนประกอบทางเคมี และมีผลทางจิตวิทยาของผู้บริโภค การวัดค่าสีทางกายภาพเป็นการวัดความเข้มของแสง ความยาวคลื่นที่ตามองเห็นได้จะสะท้อนจากวัตถุออกมาและเปลี่ยนค่าดังกล่าว ให้อยู่ในรูปที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นสีได้ การวัดค่าสีที่ใช้เป็นมาตรฐานนานาชาติและรับรองโดย International Committee on Elumination (C.I.E.) ได้แก่ ระดับค่าสีมันเซลล์ระบบ CIE (x, y และ y) ระบบ Hunter (L, a, b) และระบบ CIE LAB (L* a* b*) ตลอดจนการวัดค่าสีด้วยเครื่องมือวัดสี (Colorimeter)

การวัดค่าสีในการทดลองนี้จะใช้ระบบของ Hunter Lab L, a, b miniScan XE ในการบอกค่าสีโดยทำการเพิ่มเครื่องวัดความหนาแน่นของสีเข้าไปด้วย (HAL, สหรัฐอเมริกา, รุ่น 45/0 - L) ระบบของ Hunter (L, a, b) โดยได้ทำการพัฒนาเครื่องวัดสีระบบ tristimulus ขึ้นในปี ค.ศ. 1952 ซึ่งแสดงค่าสีด้วยค่า L, a, และb ซึ่งระบบนี้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร และค่าที่ได้จากระบบ Hunter สามารถเปลี่ยนเป็นค่าในระบบ CIE (x, y และ y) ได้ด้วย

ความหมายของค่า Hunter (L, a, b)

ค่า L (Lightness) เป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 ค่า L เท่ากับ 0 เป็นสีที่มืดที่สุด ค่า L เท่ากับ 100 เป็นสีที่มีความสว่างมากที่สุด ซึ่งเปรียบได้กับค่า yในระบบ C.I.E.

ค่า a เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงหรือความเป็นสีเขียวโดย

ค่า a เป็น บวก แสดงความเป็นสีแดง

ค่า a เป็น ลบ แสดงความเป็นสีเขียว

ค่า b เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองหรือความเป็นน้ำเงินโดย

ค่า b เป็น บวก แสดงความเป็นสีเหลือง

ค่า b เป็น ลบ แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

ตำแหน่งต่างๆบนพื้นผิวของมะม่วงจะถูกฉายแสงผ่านลงบริเวณที่ไม่เป็นไม่ได้ซ้ำหรือเป็นรูโดยจะใช้เครื่องมือวัดความหนาแน่นของสีสำหรับการวัดหาค่า เมื่อทำการวัดค่าของสีในบริเวณทั้ง 4 ของตัวอย่างแต่ละอันแล้ว จะนำค่าทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อบันทึกและนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป ก่อนการวัดค่าทุกครั้ง เครื่องวัดความหนาแน่นของสีจะต้องทำให้ได้มาตรฐานก่อน โดยทดสอบกับแผ่นกระเบื้องสีขาวที่เตรียมมาไว้ให้พร้อมกับเครื่องมือในกล่องแล้ว

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการคำนวณ

1) การคำนวณทางกายภาพ

$$\text{CI index} = \frac{\text{Injury level x Number of fruits at the level}}{\text{Total number of fruits in the treatment}}$$

$$\text{CI index} = \frac{\text{ระดับอาการสะท้านหนาว x จำนวนของมะม่วงในระดับนั้น}}{\text{จำนวนของมะม่วงในแต่ละชุดการทดลอง}}$$

2) การคำนวณทางเคมี

2.1ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

$$\% \text{ กรด} = \frac{\text{normality of NaOH x equi wt. of acid x vol. NaOH}}{\text{wt. of sample use}} \times 100$$

2.2 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

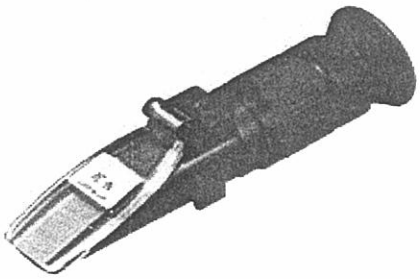
$$A = \frac{B}{C} \times 100$$

โดยที่ A คือ เปอร์เซนต์การรั่วไหลของอิเล็กโตรไลต์

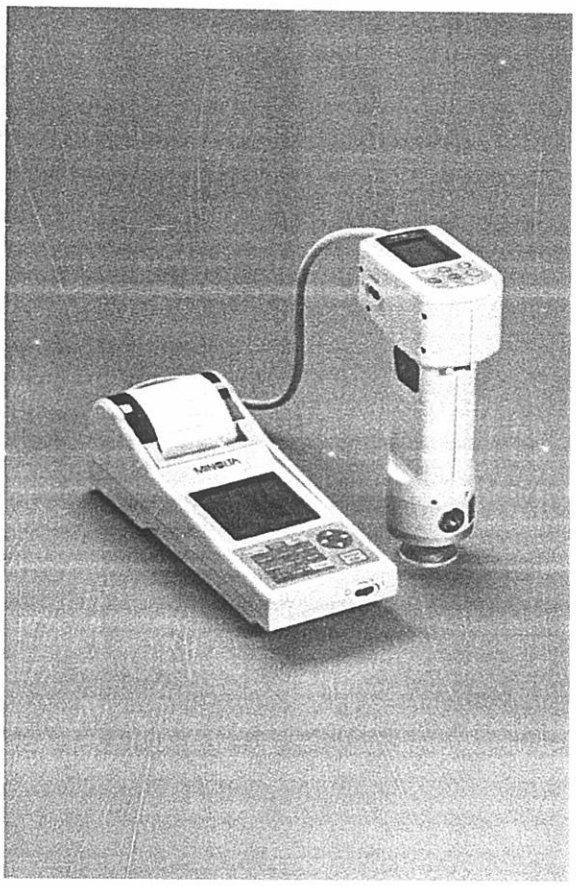
B คือ ค่าการนำไฟฟ้าของอิเล็กโตรไลต์ที่รั่วออกมา

C คือ ค่าการนำไฟฟ้าของอิเล็กโตรไลต์ทั้งหมดที่อยู่ภายในเซลล์

ภาคผนวก ง
เครื่องมือการทดลอง



เครื่อง refractometer (ERMA, ญี่ปุ่น)



เครื่องวัดสี

ประวัติผู้เขียน

น.ส. ปารวี บุญมาศ เกิดเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2525 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จ. ยะลา ปีการศึกษา 2544 และระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2548

น.ส. สุจิตรา คงคาน้อย เกิดเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2526 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพรหมานุสรณ์ เพชรบุรี ปีการศึกษา2545 และระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2548

น.ส. สุทธิมาศ ชลายนเดชะ เกิดเมื่อวันที่ 16 เมษายน 2526 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนศึกษานารี ปีการศึกษา 2545 และระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2548

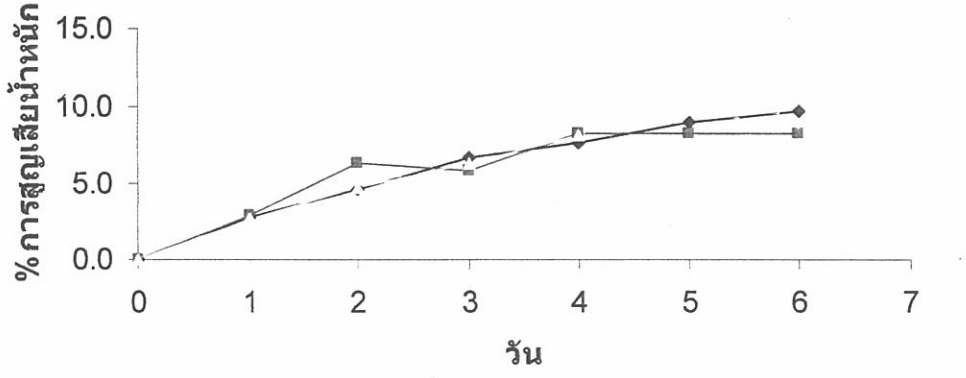
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 14 วัน

การเก็บรักษามะม่วงในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามะม่วงยังคงมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี เช่น ยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอยู่ มีการเพิ่มของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ ซึ่งหมายความว่ามะม่วงจะสามารถเกิดการสุกได้ แม้จะถูกเก็บอยู่ในสภาวะอุณหภูมิต่ำก็ตาม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากมะม่วงยังคงมีการหายใจอยู่ ซึ่งสภาวะการเก็บมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี แต่ไม่สามารถหยุดกระบวนการหายใจได้ เมื่อเก็บมะม่วงไว้ในจำนวนวันที่มากขึ้นมะม่วงจึงสุกได้

4.3 ศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อนำมาบ่มให้สุกในอุณหภูมิห้องของสัปดาห์เริ่มต้น ของการทดลอง

4.3.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เมื่อนำมาบ่มให้สุกในอุณหภูมิห้องของสัปดาห์เริ่มต้นของการทดลอง

มะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 มะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยจะไม่มีการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อผ่านไปจนถึงวันที่ 6 ของการทดลองพบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักเกิดขึ้นโดยมะม่วงปัจจัยที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงปัจจัยที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงปัจจัยที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักเกิดจากสภาพของอุณหภูมิหลังจากแช่เย็นแล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดการคายน้ำของมะม่วง จึงเกิดการสูญเสียน้ำหนักขึ้น ดังรูปที่ 4.23

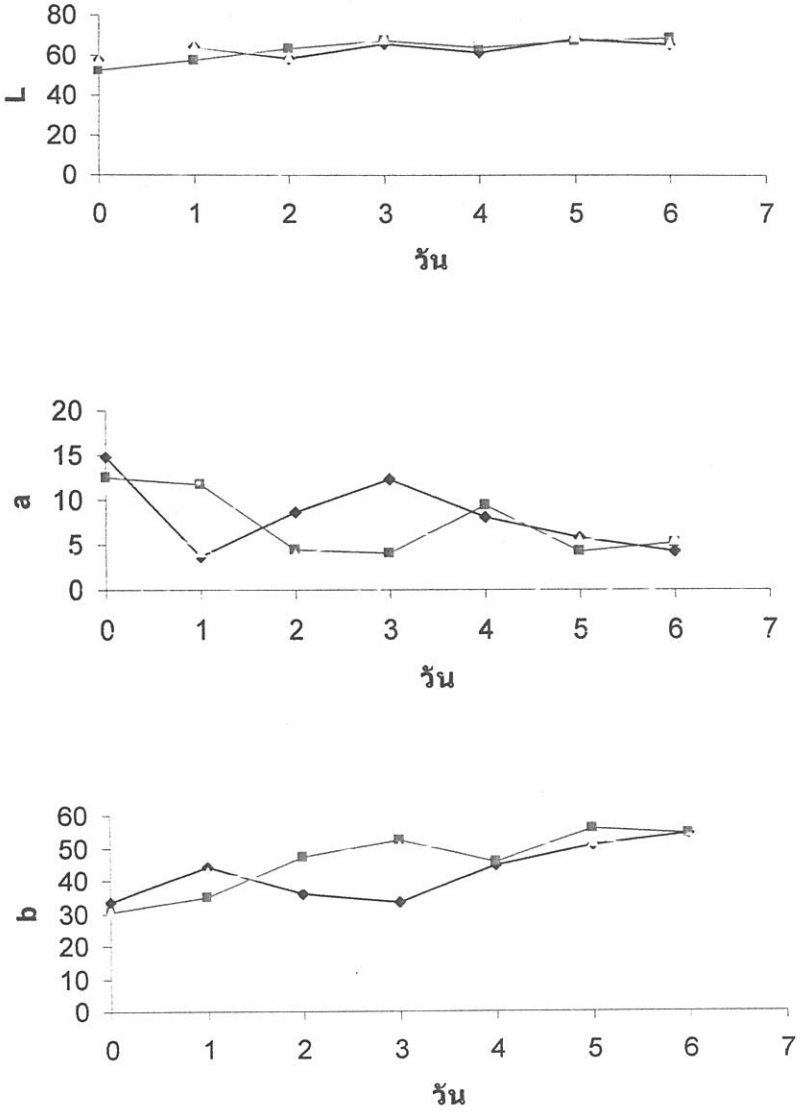


รูปที่ 4.23 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เมื่อนำมาบ่มให้สุกในอุณหภูมิห้องของสัปดาห์เริ่มต้นของการทดลอง

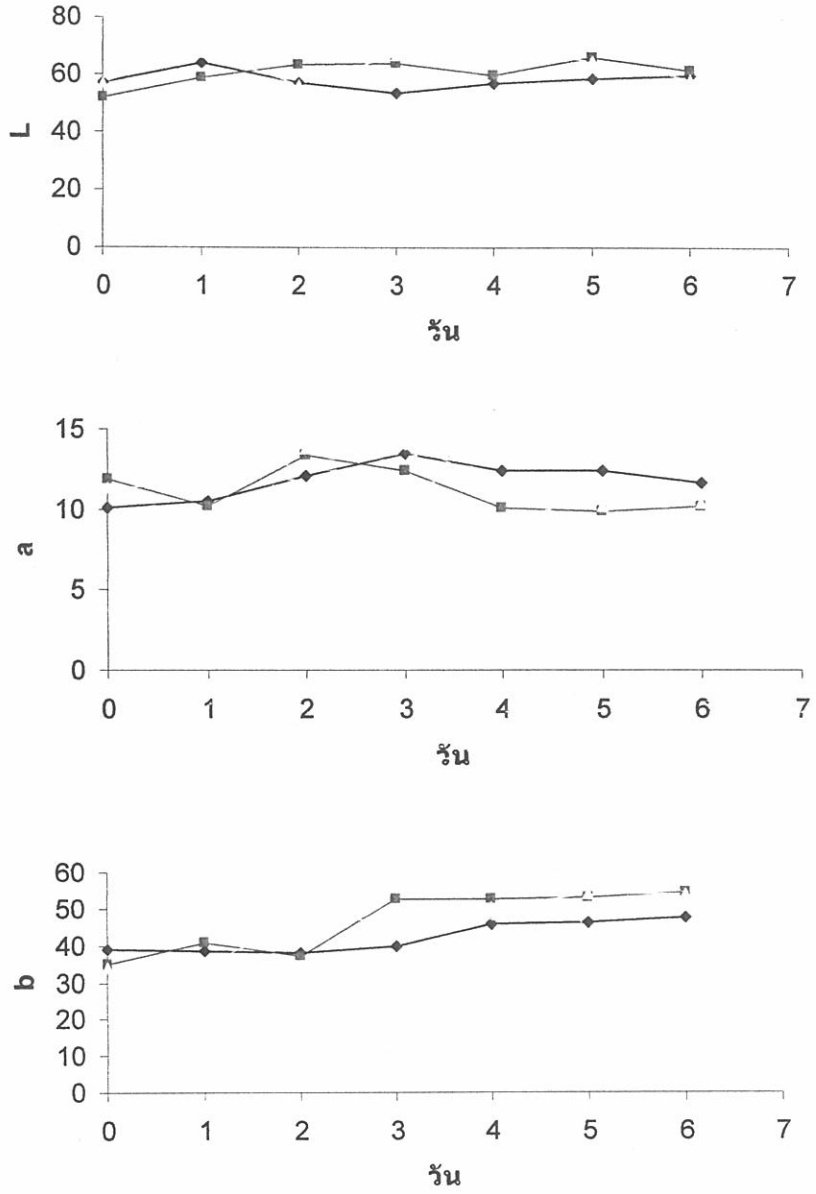
จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเปลือกของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 7 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 57 เป็น 62 ค่า a มีค่าลดลงจาก13 เป็น 5 และค่า b มีค่าเพิ่มจาก 32 เป็น 50



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ■ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเปลือกของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 7 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 57 เป็น 62 ค่า a มีค่าลดลงจาก13 เป็น 5 และค่า b มีค่าเพิ่มจาก 32 เป็น 50

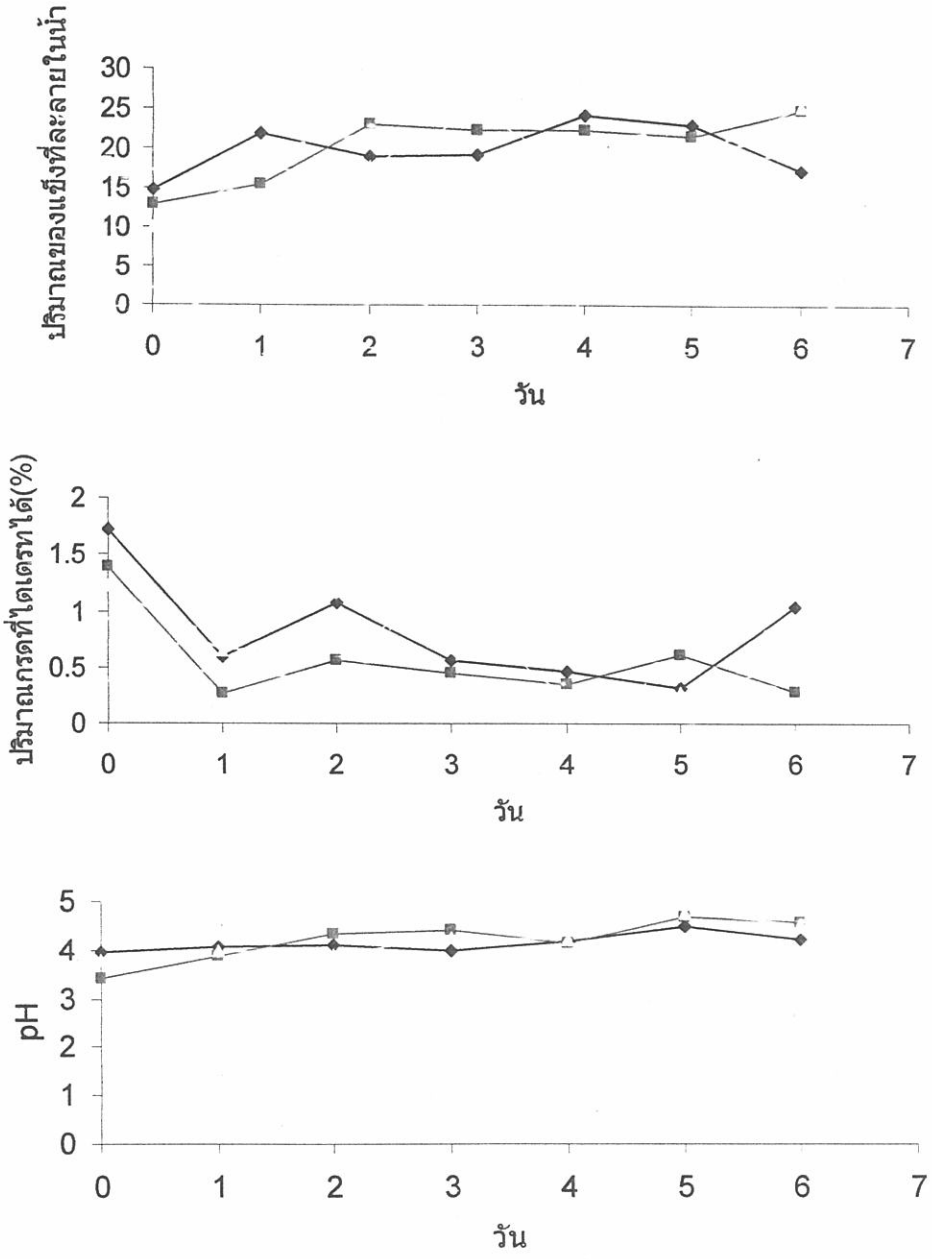


รูปที่ 4.25 กราฟแสดงค่า L,a,bของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเนื้อของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 7 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 56 เป็น 60 ค่าa มีค่าลดลงจาก11 เป็น10 และค่า bมีค่าเพิ่มจาก 40 เป็น 45

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมีของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เมื่อนำมาบ่มให้สุกในอุณหภูมิห้องของสัปดาห์เริ่มต้นของการทดลอง



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็นกรด – ด่าง ในกระบวนการสุกของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

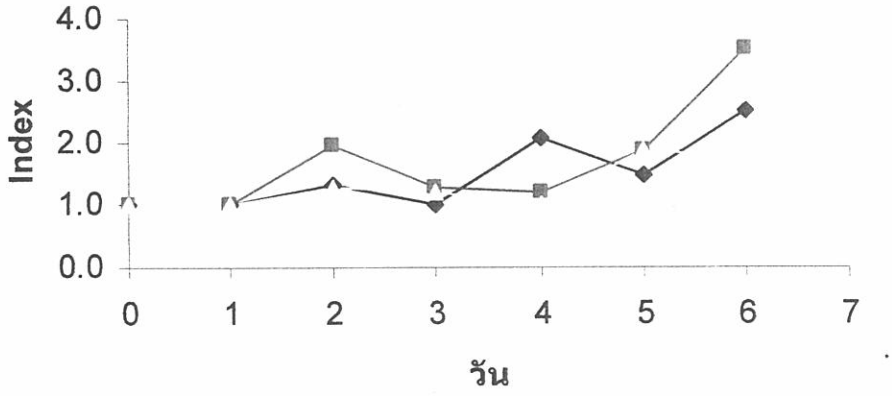
เมื่อมะม่วงสุกจะทำให้มีรสหวานเกิดขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total soluble solids; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ในเก็บรักษาของแต่ละปัจจัยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งมะม่วงสุกเต็มที่ มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ14.70, 12.74, 10.11 ตามลำดับ สุดท้ายปริมาณน้ำตาลจะสูงเท่ากับ 17.34, 25.03, 25.44 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดเมื่อศึกษาการสุกและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันคือเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีความแตกต่างซึ่งจากการทดลองมะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยมีปริมาณกรดเริ่มต้นเท่ากับ1.73, 1.40, 1.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมะม่วงที่ใช้ศึกษาการสุกที่อุณหภูมิห้องมีอัตราลดลง เหลือ 1.04, 0.29, 0.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ค่าความเป็นกรด -- ด่างในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกันคือเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องตลอดมีความเป็นกรด – ด่าง เริ่มต้นทั้ง 3 ปัจจัยเท่ากับ 3.96, 3.40, 3.80 ตามลำดับ จากนั้นความเป็นกรด – ด่างจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บและสุดท้ายความเป็นกรด – ด่างจะเท่ากับ 4.21, 4.59, 4.53 ตามลำดับ

4.3.4 การประเมินการเสื่อมเสียของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

มะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากข้อมูลข้างต้นมะม่วงจะเริ่มสุกในวันที่4-5 ของทุกการทดลอง จากรูปที่ 4.27 ตั้งแต่วันที่ 5 เป็นต้นไป มะม่วงจะเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพซึ่งมีค่าการประเมินดัชนีเสื่อมสภาพอยู่ในช่วง 2-3 พื้นที่ผิวที่มีการเสื่อมสภาพอยู่ในช่วง 5-10 เปอร์เซ็นต์

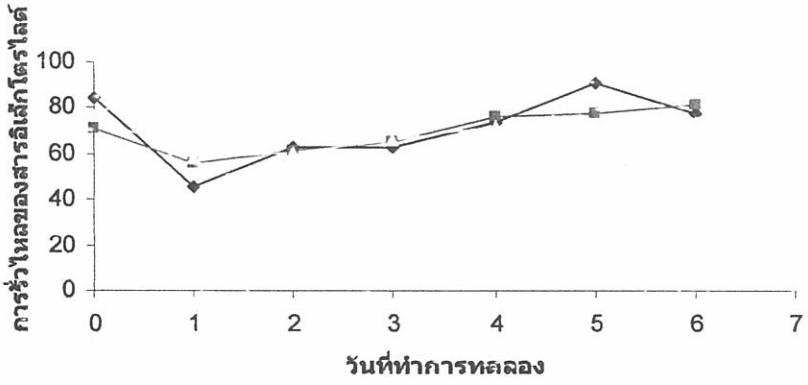


รูปที่ 4.27 กราฟค่า Index ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

4.3.5 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เมื่อนำมาบ่มให้สุกในอุณหภูมิห้องของสัปดาห์เริ่มต้นของการทดลอง

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่ผ่านการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที และที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที



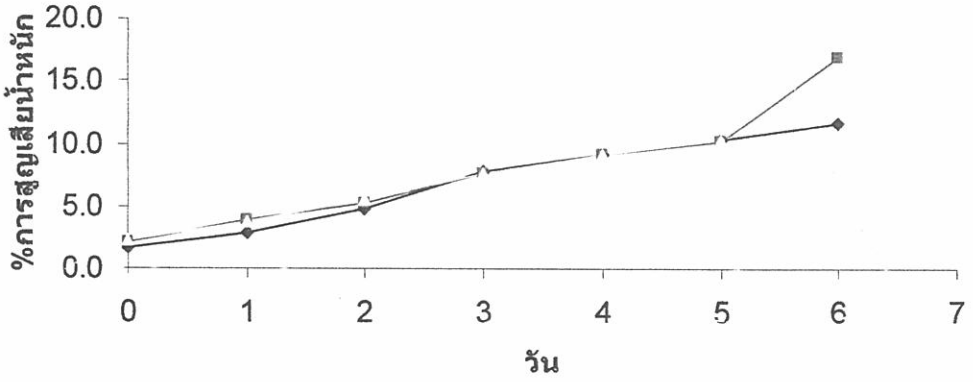
รูปที่ 4.28 กราฟแสดงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิห้อง

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

4.4 ศึกษาการสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อนำมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้องหลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

4.4.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

มะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 มะม่วงทั้ง 3 ปัจจัยจะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ เท่าๆกัน เมื่อผ่านไปจนถึงวันที่ 6 ของการทดลองพบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักเกิดขึ้นโดยมะม่วงปัจจัยที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 11 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงปัจจัยที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงปัจจัยที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักเกิดจากสภาพของอุณหภูมิหลังจากแช่เย็นแล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดการคายน้ำของมะม่วงจึงเกิดการสูญเสียน้ำหนักขึ้น ดังรูปที่ 4.29



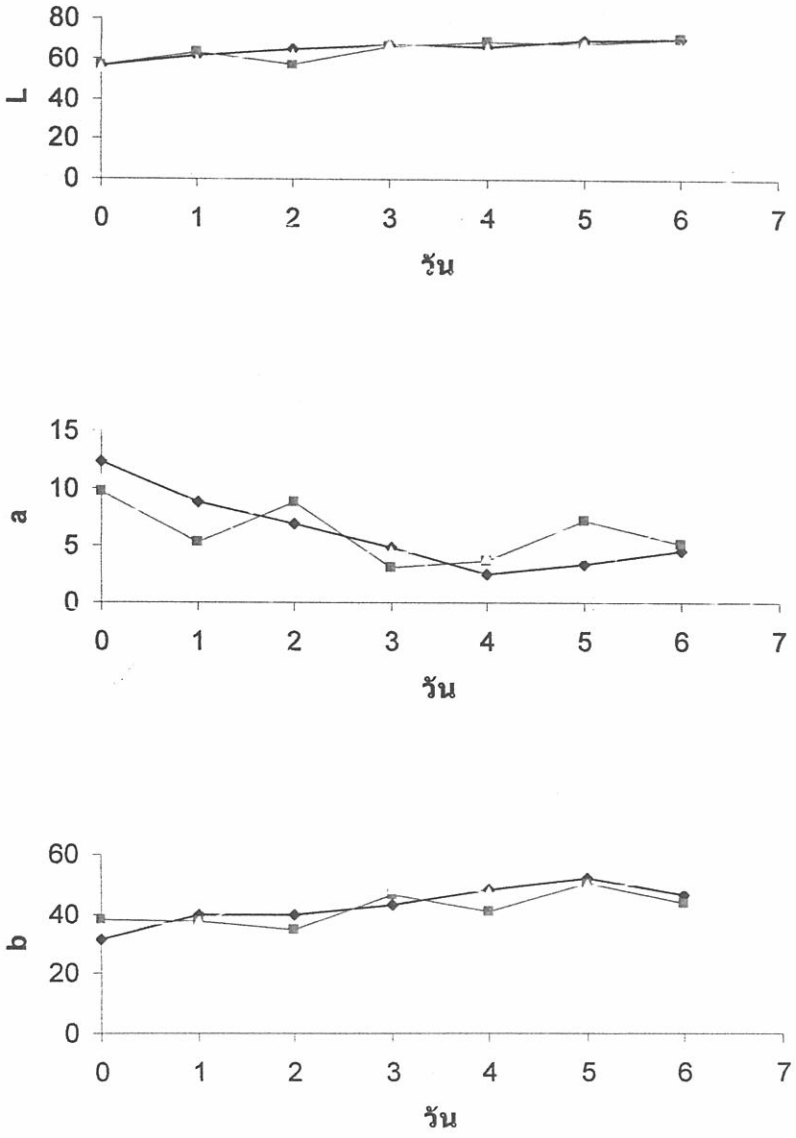
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเนื้อของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 14 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วงทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 58 เป็น 59 ค่าa มีค่าลดลงจาก13 เป็น 8 และค่า bมีค่าเพิ่มจาก 35 เป็น 45

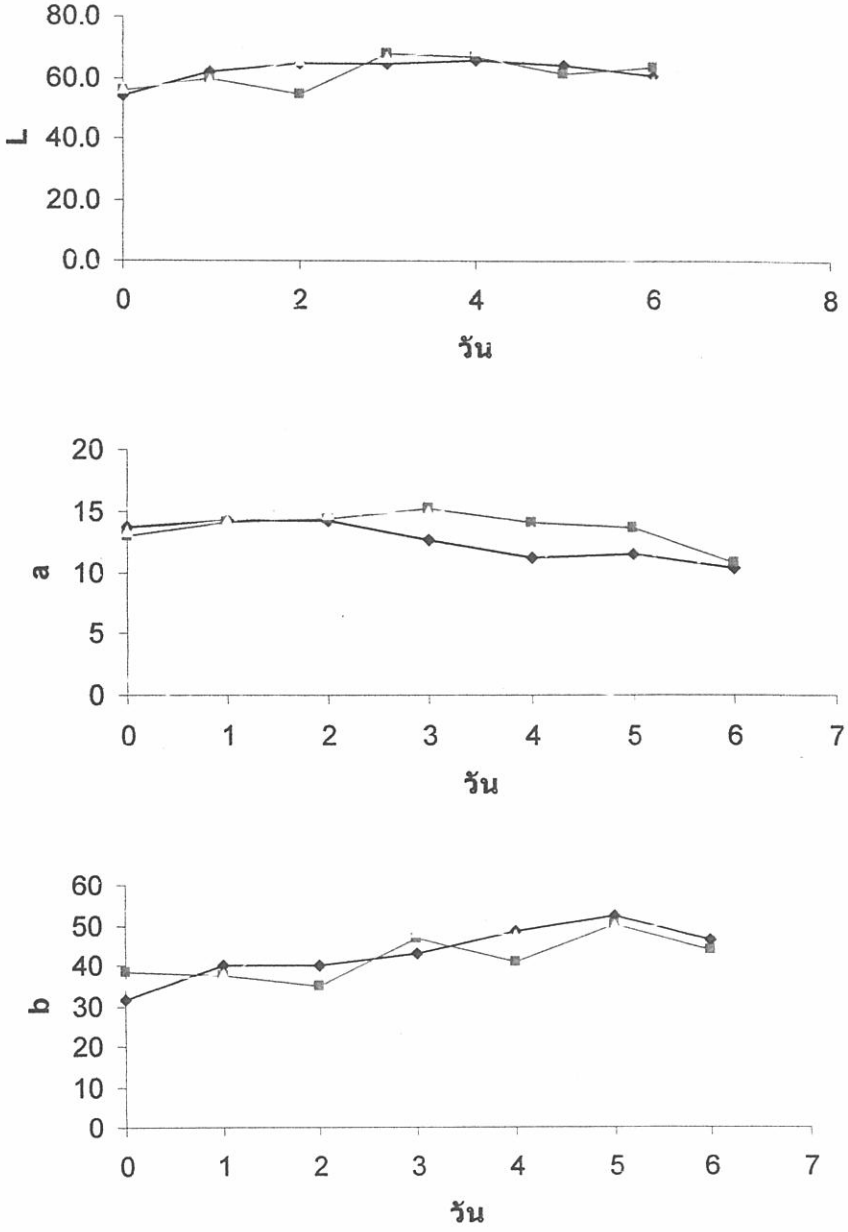
การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกตลอดทั้ง 7 วันพบว่าค่า L,a,b , มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดทั้ง 7วันและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยโดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 59 เป็น 62 ค่า a มีค่าลดลงจาก12 เป็น 7 และค่า b มีค่าเพิ่มจาก 38 เป็น 43 และยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติที่สีเปลือก



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงค่า L,a,bของเปลือกมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกตลอดทั้ง 7 วันพบว่าค่า L,a,b , มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดทั้ง 7วันและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยโดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 59 เป็น 62 ค่า a มีค่าลดลงจาก12 เป็น 7 และค่า b มีค่าเพิ่มจาก 38 เป็น 43 และยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติที่สีเปลือก



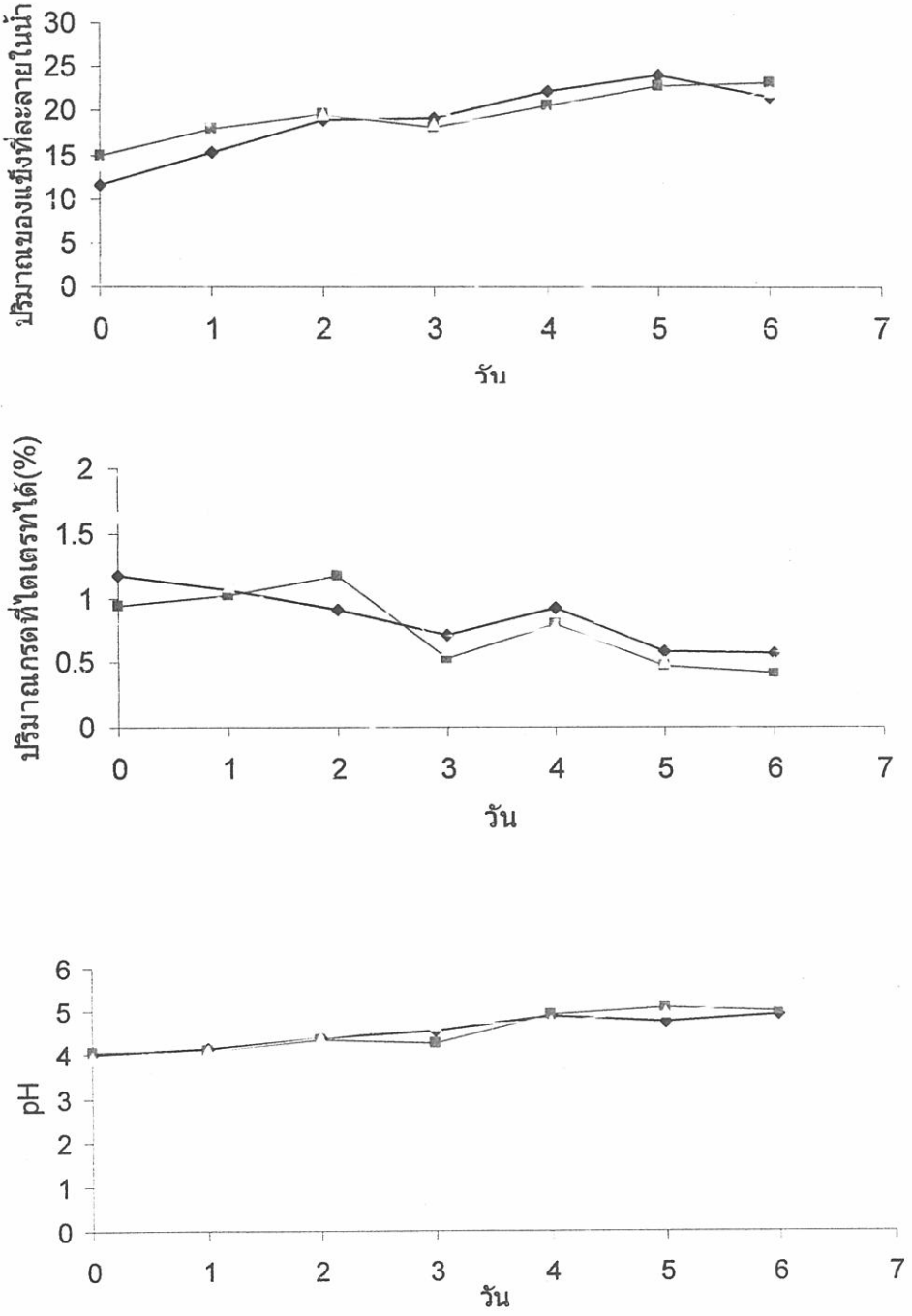
รูปที่ 4.31 กราฟแสดงค่า L,a,b ของเนื้อมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

จากการทดลองพบว่าค่า L , a , b ที่วัดได้จากสีเนื้อของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาครบ 14 วัน ค่าที่ได้จากผลมะม่วง

ทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยค่า L มีค่าเพิ่มจาก 58 เป็น 59 ค่า a มีค่าลดลงจาก13 เป็น 8 และค่า b มีค่าเพิ่มจาก 35 เป็น 45

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน



รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและความเป็นกรด – ด่าง ในกระบวนการสุกของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ■ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)

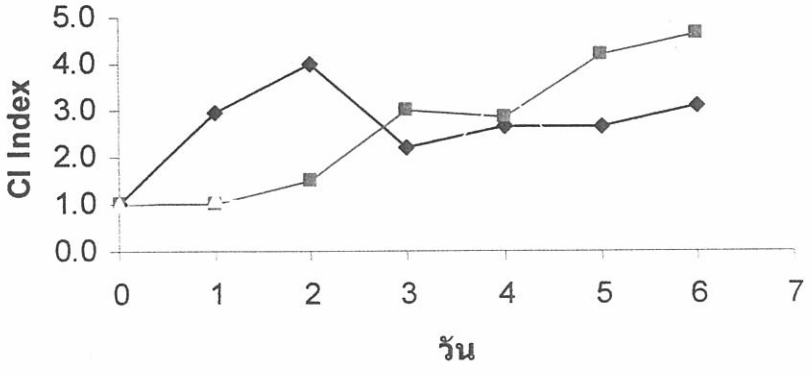
การสุกของมะม่วงจะทำให้มีรสหวานขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total soluble solids; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ในเก็บรักษาของแต่ละปัจจัยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งมะม่วงสุกเต็มที่ มะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมาศึกษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 11.59, 14.98, 13.87 ตามลำดับ สุดท้ายปริมาณน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นเป็น 21.63, 23.30, 22.32 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดเมื่อศึกษาการสุกและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกัน มะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 ปัจจัยซึ่งมะม่วงที่ผ่านการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ปริมาณกรดทั้ง 3 ปัจจัยลดลงจาก 1.17, 0.93, 1.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมะม่วงมีอัตราลดลง เหลือ 0.58, 0.42, 0.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ค่าความเป็นกรด – ด่างในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกันคือเมื่อเก็บมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมาศึกษาการสุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามะม่วงมีความเป็นกรด – ด่างเริ่มต้นทั้ง 3 ปัจจัยเท่ากับ 4.00, 4.04, 3.92 ตามลำดับ จากนั้นความเป็นกรด – ด่างจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บสุดท้ายความเป็นกรด – ด่างจะเท่ากับ 4.91, 5.01, 5.21 ตามลำดับ

4.4.4 การประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling Injury)ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

จากข้อมูลในหัวข้อ 4.3.4 ดัชนีการเสื่อมสภาพของมะม่วงมีค่าเท่ากับ 2 ดังนั้นจึงพิจารณาการเสื่อมสภาพควบคู่ไปกับอาการสะท้านหนาว เนื่องจากการเกิดจุดสีดำขึ้นเป็นอาการของการเกิดอาการสะท้านหนาว



รูปที่ 4.33 กราฟค่าCI Index ของมะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง

—◆— ปัจจัยที่ 1 (มะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน) ■ ปัจจัยที่ 2 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปัจจัยที่ 3 (มะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที)