รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

Effect of different temperature on carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam' papaya

ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล

นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

b00245504

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

แหล่งเงิน เงินงบประมาณรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ 2558 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 100,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี **ตั้งแต่** 1 ตุลาคม 2557 **ถึง** 30 กันยายน 2558

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลำแพน ขวัญพูล

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน (4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส) ต่อปริมาณของแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในผลมะละกอพันธุ์แขกดำทั้งผลและตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L*, a* และ b* ของสีเปลือกค่อนข้างคงที่ โดยมีค่าประมาณ 35, -8 และ 22 ตามลำดับ ส่วนผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L*, a* และ b* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 45, 3.3 และ 30 ตามลำดับ ผลมะละกอเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลมะละกอเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25องศาเซลเซียส ประมาณ 65 และ 37 นิวตัน ตามลำดับ แต่มีเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักและสัดส่วนของ TSS/TA ต่ำกว่า การเก็บรักษาผลมะละกอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า มีปริมาณของแคโรทีนอยด์สูงสุด โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.4 µg/g FW ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระประมาณ 62, 64 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการศึกษามะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภค หลังจากที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่า L* และ a* ของสีเนื้อ แต่ไม่พบความแตกต่างกันของค่า b* เมื่อเปรียบเทียบกับมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเนื้อและความแน่นเนื้อได้ดีกว่ามะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาทำให้ผลมะละกอมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าสัดส่วน TSS/TA ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ แต่มีผลทำให้ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำกว่าการเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: มะละกอ การสูญเสียน้ำหนัก อนุมูลอิสระ แคโรทีนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Effect of different temperature on carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam'papaya.

Researcher: Lampan Khurnpoon and Kanthee Sirivejabandhu

Department of Plant Production Technology Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institutes of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

The effect of different temperature (4, 12 and 25°C) on carotenoid content and antioxidant activity in whole fruits and fresh cut of 'Khak Dam' papaya were studied. After 6 days in storage of whole fruits at 4 and 12°C could be stable in L*, a* and b* values in peel color approximately 35, -8 and 22, respectively but fruits stored at 25°C had L*, a* and b* values increased during storage and then were about 45, 3.3 and 30, respectively. Fruits stored at 4 and 12°C had higher in fruit firmness than fruit stored at 25°C about 65 and 37 N, respectively but low in percentage of weight loss and TSS/TA ratio. Highest carotenoid content was found when fruit stored at 4°C about 3.4 μg/g FW. The percentage of free radical inhibition in fruit stored at 4, 12 and 25°C were about 62, 64 and 70%, respectively. In fresh cut sample after stored at 4 and 12°C showed significantly difference in L* and a* values of the pulp but no difference in the yellowness (b* value) when compared to sample stored at 25°C. Fruits stored at 4 and 12°C could delay the change in a* value of the pulp and preserved the fruit firmness better than fruit stored at 25°C. Significantly different between temperature storage was found in percentage of weight loss but not in TSS/TA ratio. Low temperature storage could maintain the change in carotenoid content but lower in the percentage of free radical inhibition than sample stored at 25°C.

Keywords: papaya, weight loss, free radical, carotenoid, antioxidant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลำแพน ขวัญพูล
กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....11

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....15

บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย.....54

บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากการวิจัย.....58

เอกสารอ้างอิง.....59

ภาคผนวก.....62

ประวัตินักวิจัย.....71

ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล.....71

นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	26
2	ค่าสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	27
3	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	27
4	ความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	28
5	สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	28
6	ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	29
7	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	29
8	ค่าสีเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	45
9	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	46
10	ความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	46
11	สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	47
12	ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	47
13	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างทางเคมีของ hydrogenated carotenoid derivatives	6
2	สูตรโครงสร้างทางเคมีของ oxygenated carotenoid derivatives	6
3	กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์	7
4	การเปลี่ยนแปลง ค่า L* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	17
5	การเปลี่ยนแปลง ค่า a* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	17
6	การเปลี่ยนแปลง ค่า b* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	18
7	การเปลี่ยนแปลง ค่า L* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	18
8	การเปลี่ยนแปลง ค่า a* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	19
9	การเปลี่ยนแปลง ค่า b* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	19
10	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	22
11	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	22
12	การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	23
13	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	23
14	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	25
15	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 0 วัน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 3 วัน	31
17	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน	32
18	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 9 วัน	33
19	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	34
20	การเปลี่ยนแปลง ค่า L* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	37
21	การเปลี่ยนแปลง ค่า a* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	37
22	การเปลี่ยนแปลง ค่า b* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	38
23	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	41
24	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	41
25	การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด ที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	42
26	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	42
27	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	44
28	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 0 วัน	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 3 วัน	50
30	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน	51
31	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 9 วัน	52
32	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะละกอมีชื่อสามัญคือ Papaya มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* Linn. อยู่ในวงศ์ CARICACEAE เป็นไม้ผลล้มลุกขนาดกลาง เป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ (โกศล, 2548) โดยในประเทศไทยมีแหล่งที่ปลูกมากที่จังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และชุมพร เป็นต้น (สุเมธ, 2551) นอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2554 มีปริมาณการส่งออกมะละกอ 995 ตัน คิดเป็นมูลค่า 50.208 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยมะละกอพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน มีเนื้อแน่นและกรอบ เมื่อสุกเนื้อมีสีแดงส้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยจึงมีผู้นิยมบริโภคสุกกันมาก (โกศล, 2548) มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว มีอายุการเก็บรักษาสั้น การเก็บรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งานจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำก็เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันเป็นการค้ามากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งหรือชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆได้ เช่น ลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน การสุก (สายชล, 2549) สำหรับการสุกของมะละกอสามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง สีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารสีแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีที่ให้สีเหลือง-แดง มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียรโดยหลังเก็บเกี่ยวสามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (จริงแท้, 2550)

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นสารสี (pigment) สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง พบทั่วไปในพืช และสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นสารสีที่มีสีเขียว ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อการสังเคราะห์แสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันอันตรายจากแสง (photoprotective agents) ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เป็นสีผสมอาหาร (food color) จากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2553ก) โดยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (antioxidation) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอนุมูลอิสระ เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) โดยสามารถแบ่งตามกลไกการยับยั้งได้เป็น 3 ชนิด คือ 1) ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (preventive antioxidant) 2) ทำลายหรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น (scavenging antioxidant) และ 3) ทำให้ลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง (chain breaking antioxidant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสารต้านออกซิเดชันที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ได้แก่ 1) สารต้านออกซิเดชันธรรมชาติซึ่งเป็นสารเคมีจากพืชเช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร ชา สารประกอบฟีนอลิค วิตามินซี (vitamin C) วิตามินอี (vitamin E) สารสีในพืช (แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์) ซีลีเนียม (selenium) และ 2) สารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์ เช่น butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), tertiary butyl hydro quinone (TBHQ) และ EDTA (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2553ข)

อย่างไรก็ตามในการยืดอายุการเก็บรักษาโดยทั่วไป การเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน การสุก และกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวของกับการสุกของผลิตผล เป็นวิธีที่นิยมแต่สภาพดังกล่าวอาจมีผลต่อการคงตัวของสารสีบางชนิดรวมทั้งสารสีแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพในการรับประทานของมะละกอพันธุ์แขกดำ
2. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพในการรับประทานของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน
2. ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพในการรับประทานของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน
2. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะละกอเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วและเป็นสินค้าที่มีความสำคัญ ทั้งในรูปของผลไม้สดและผลิตภัณฑ์แปรรูป มะละกอเป็นผลไม้ที่ดีต่อสุขภาพมากและเป็นที่นิยมเพราะมีลักษณะของสีเนื้อ รสชาติ ความฉ่ำ และมีกลิ่นเฉพาะตัว (Rivera-Lopez *et al.*, 2005) มะละกอมีชื่อสามัญคือ Papaya มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* Linn. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ CARICACEAE เป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง อวบน้ำ ไม่มีแกนกลาง ใบหยักลึก ดอกสีขาว มีทั้งดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ผลยาวรีปลายค่อนข้างแหลม มะละกอดิบมีเปลือกสีเขียว เนื้อแข็งกรอบ เมื่อสุกมีเปลือกสีเหลือง หรือสีส้มเหลือง เนื้อนิ่ม สีเหลืองและสีส้ม รสหวาน (นิดดา และทวีทอง, 2550) มะละกอเป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ ใช้ผลบริโภคทั้งผลดิบ และผลสุก โดยทั่วไปมะละกอเป็นพืชที่ไม่ค่อยมีแมลงรบกวน และปลูกได้ดีในดินทั่วไป แต่ต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ขังแฉะ และมีอินทรียวัตถุมากพอสมควร มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 130-150 วันหลังจากปลูกด้วยเมล็ด และสามารถให้ผลผลิต 3-4 ปี ถ้าไม่มีปัญหาโรค และแมลงทำลาย สามารถเก็บเกี่ยวผลดิบได้เมื่ออายุ 3-4 เดือน และเก็บเกี่ยวผลสุกได้เมื่ออายุ 5-6 เดือนหลังดอกบาน มะละกอ 1 ต้น สามารถให้ผลผลิตประมาณ 25-30 กก./ปี หรือ 2,966 กก./ไร่ น้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 0.7-2.50 กก. มะละกอเป็นไม้ผลที่คนทั่วไปนิยมรับประทาน โดยผลดิบนำมาปรุงอาหาร ส่วนผลสุกมักใช้รับประทานสด น้ำคั้นมีรสชาติหวานหอม มีวิตามินเอและแคลเซียมสูง (โกศล, 2548) โดยในประเทศไทยมีแหล่งที่ปลูกมากที่จังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และชุมพร เป็นต้น (สุเมธ, 2551) นอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2554 มีปริมาณการส่งออกมะละกอ 995 ตัน คิดเป็นมูลค่า 50.208 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

<u>มะละกอพันธุ์แขกดำ</u>

มะละกอพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ลักษณะทั่วไปของมะละกอพันธุ์แขกดำคือมีลักษณะต้นเตี้ย แข็งแรง ความสูงประมาณ 2-4 เมตร ก้านใบสีเขียวอ่อน ลักษณะสั้น และแข็งแรง ก้านใบตั้งตรงยาวประมาณ 60-80 เซนติเมตร ใบหนากว่าพันธุ์อื่นๆ มีเส้นใบ 9-11 แฉก ออกดอกติดผลเร็ว ผลมีขนาดปานกลาง ส่วนหัว และปลายผลมีขนาดเท่ากัน ผลยาวประมาณ 25-35 เซนติเมตร ผลโตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 1.5-2 กิโลกรัม ส่วนหัวและปลายผลเกือบมีขนาดเท่ากันตลอด เปลือกของผลหนามีสีเขียวเข้ม เนื้อแน่นและกรอบ ผลในขณะที่ยังดิบมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกสีเขียวเข้ม เปลือกหนา เนื้อหนาประมาณ 2.5-3 เซนติเมตร ผลสุกมีสีส้มอมแดง เนื้อสีแดงเข้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยมีน้ำหนักผลประมาณ 0.60-1.70 กิโลกรัม เหมาะสำหรับบริโภคสุกและดิบ (โกศล, 2548)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีระหว่างการสุกของผลมะละกอ

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่นการเปลี่ยนสีของเปลือก การอ่อนนุ่มของเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในผล เช่น การสร้างเอทิลีน การหายใจ การคายน้ำ การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การสุกของมะละกอสามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลิตผล เกิดจากการสังเคราะห์และการสลายตัวของสารสีบางชนิด เช่นคลอโรฟิลล์ ในขณะที่เกิดการสุกพบว่าสีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีให้สีเหลือง-แดง มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียรโดยแม้เก็บเกี่ยวมาแล้วแคโรทีนอยด์ก็สามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การสลายตัวก็มีมากเช่นกันในกรณีที่เนื้อเยื่อมีการเสื่อมสลาย (จริงแท้, 2550) ในผลไม้มีสารสีที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มที่ละลายในน้ำ (water soluble) พบในแวคิวโอล ได้แก่ สารสีแอนโทไซยานินต่างๆ และกลุ่มที่ละลายในไขมัน (lipid soluble) พบในพลาสติด เช่น สารสีเขียวได้แก่คลอโรฟิลล์ สารสีเหลืองส้มได้แก่ แคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) และสารสีแดงได้แก่ ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งสารสีแต่ละชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกันและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในระหว่างการเก็บรักษา (จริงแท้, 2549)

มะละกอเป็นผลไม้ที่เจริญเติบโตในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนและมีจำหน่ายไปทั่วโลก ผลไม้เมืองร้อนหลายชนิดอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น โพลีฟีนอล วิตามิน และแคโรทีนอยด์ (Rivera-Pastrana *et al.*, 2010) มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่นการเปลี่ยนสีของเปลือก การอ่อนนุ่มของเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในผล เช่น การสร้างเอทิลีน การหายใจ การคายน้ำ การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การสุกของมะละกอสามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลิตผล เกิดจากการสังเคราะห์และการสลายตัวของสารสีบางชนิด เช่นคลอโรฟิลล์ ในขณะที่เกิดการสุกพบว่าสีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีให้สีเหลือง-แดง มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียรโดยแม้เก็บเกี่ยวมาแล้วแคโรทีนอยด์ก็สามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การสลายตัวก็มีมากเช่นกันในกรณีที่เนื้อเยื่อมีการเสื่อมสลาย (จริงแท้, 2550) มะละกอเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีในธรรมชาติของผลไม้ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพหรือกิจกรรมในร่างกายมนุษย์ เช่น กิจกรรมของโปรวิตามินเอ แคโรทีนอยด์ซึ่งมีอยู่ในเนื้อของมะละกอจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพมากและมีการเชื่อมโยงถึงการลดลงของความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง (Ahmed *et al.*, 2012) อนุมูลอิสระและสิ่งกระตุ้นจากภายนอกที่ทำอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ เช่น การสูบบุหรี่ แสงอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มลภาวะ ความเครียด และการสัมผัสกับสารเคมีอันตรายต่างๆ มีการวิจัยพบว่าปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในร่างกายอันเนื่องมาจากออกซิเจนและอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วของการเกิดความแก่ (aging process) และโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง โดยในการพยายามชะลอความแก่และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ซึ่งแคโรทีนอยด์น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง เพราะแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะเบต้าแคโรทีน ไลโคพีน และลูทีน อีกทั้งสามารถหารับประทานได้ง่ายและราคาไม่แพง มีรายงานว่าแคโรทีนอยด์ช่วยในการป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด เพราะนอกจากแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นแล้ว ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิต้านทานด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสำคัญต่อการสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน ลูทีน ซีแซนทิน ไลโคพีน และแอสตาแซนทิน เป็นต้นแคโรทีนอยด์หลายชนิด เช่น แคโรทีนไลโคปีน ลูทีน และ ซีแซนทิน เป็นที่รู้จักกันในด้านการมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ แต่ เบต้าแคโรทีนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึงมากที่สุด ซึ่งสารในกลุ่มของวิตามิน ซี อี และเบต้าแคโรทีน จึงถูกเรียกว่า วิตามินต้านอนุมูลอิสระ (Kaur and Kapoor, 2001)

<u>แคโรทีนอยด์ (carotenoid)</u>

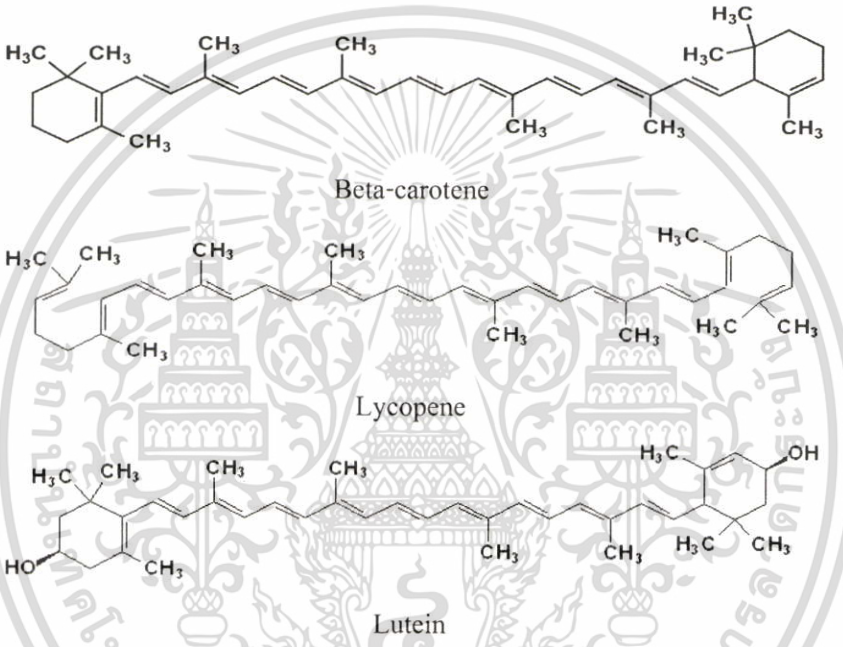
แคโรทีนอยด์เป็นสารสีที่พบในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) และโครโมพลาสต์ (chromoplast) ของผลไม้ดอกไม้ และใบของพืช และยังพบได้ในสัตว์ จุลชีพที่สังเคราะห์แสงได้ และสาหร่าย มีแคโรทีนอยด์กว่า 700 โมเลกุลที่ตรวจสอบโครงสร้างได้ และพบทั่วไปในธรรมชาติแคโรทีนอยด์ในพืชจะดูดกลืนพลังงานแสง เพื่อส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นตัวจับรังสีอัลตราไวโอเลต จึงปกป้องพืชจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอันเนื่องจากแสง (photooxidation) และยังป้องกันการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ (free radical) แคโรทีนอยด์ปกป้องพืชในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เกิดบาดแผล หรือกระทบกับแสงแดดอย่างรุนแรงเพื่อป้องกันการติดเชื้อและการทำลายจากแสงแดด

สารกลุ่มแคโรทีนอยด์สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างเคมีได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ดังนี้

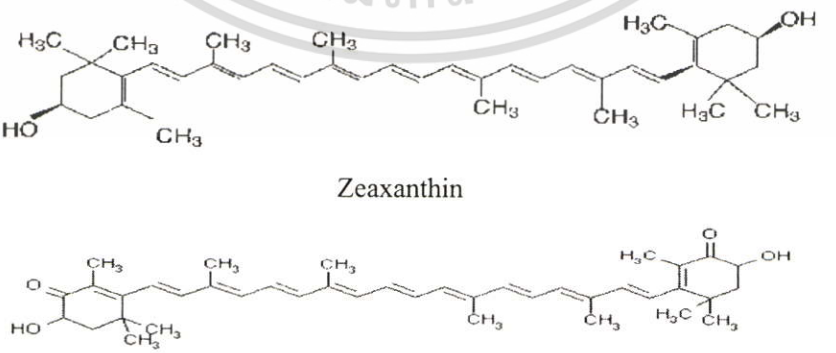
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กลุ่มไฮโดรคาร์บอนแคโรทีน (hydrocarbon carotenes) เป็นกลุ่มโครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมกับไฮโดรเจนอะตอมเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ลูทีน (acyclic) เบต้าแคโรทีน (cyclic) และไลโคพีน เป็นต้น (ภาพที่ 1)

2) กลุ่มออกซีจีเนเตดแซนโทฟิลล์ (oxygenated xanthophylls) เป็นกลุ่มของสารแคโรทีนอยด์ที่มีหมู่อนุพันธุ์ที่ประกอบด้วยยออกซิเจนอะตอมอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุลด้วย ได้แก่สารพวกแซนโทฟิลล์ เช่น ซีแซนทิน (zeaxanthin) มีอนุพันธุ์ไฮดรอกซิลสไปพิลโลแซนทิน (spipilloxanthin) มีอนุพันธุ์ของเมทอกซิล เป็นต้น (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ hydrogenated carotenoid derivatives

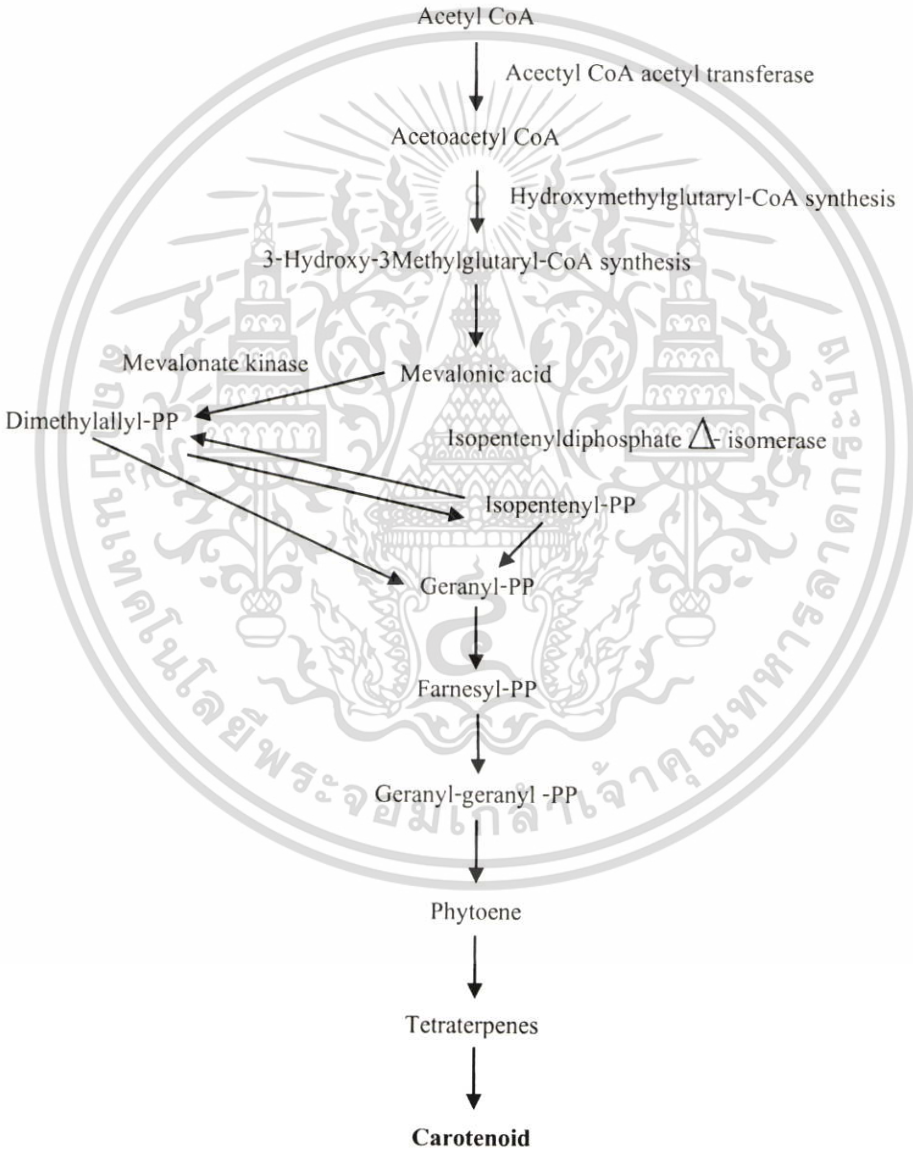


ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ oxygenated carotenoid derivatives

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์

การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์มีขั้นตอนดังภาพที่ 3 สารตั้งต้นคือ acectyl CoA จำนวน 3 โมเลกุล อยู่ในรูปของ mevalonic acid หลังจากนั้นเกิดปฏิกิริยา decarboxylate และ dehydrate ได้ ssopentenyl pyrophosphate (IPP) ต่อจากนั้นเกิดการปฏิกิริยาอีกหลายขั้นตอนจนกระทั่งได้สาร geranyl geranyl pyrophosphate (GGPP, C_{20}) หลังจากนั้นเกิดการจับจองของ GGPP จำนวน 2 โมเลกุล ได้ phytoene (C_{40}) ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นไลโคปีน และแคโรทีนอยด์ชนิดอื่นๆ ต่อไป (Gross. 1987)



ภาพที่ 3 กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์

ที่มา : Seymour *et al.* (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของแคโรทีนอยด์ต่อสุขภาพ

อนุมูลอิสระและสิ่งกระตุ้นจากภายนอกที่ทำอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ เช่น การสูบบุหรี่ แสงอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มลภาวะ ความเครียด และการสัมผัสกับสารเคมีอันตรายต่างๆ มีการวิจัยพบว่าปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในร่างกายอันเนื่องมาจากออกซิเจนและอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วของการเกิดความแก่ (aging process) และโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง โดยในการพยายามชะลอความแก่และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ซึ่ง แคโรทีนอยด์น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง เพราะแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะ เบต้าแคโรทีน ไลโคพีน และลูทีน อีกทั้งสามารถหารับประทานได้ง่ายและราคาไม่แพง มีรายงานว่าแคโรทีนอยด์ช่วยในการป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด เพราะนอกจากแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นแล้ว ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิต้านทานด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสำคัญต่อการสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน ลูทีน ซีแซนทิน ไลโคพีน และแอสตาแซนทิน เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ หมายถึงสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น หรือสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของออกซิเจน หรือเพอร์ออกไซด์ (peroxide) หรือความหมายในทางชีววิทยาที่คนทั่วไปเข้าใจคือ สารสังเคราะห์หรือสารจากธรรมชาติที่ใส่เติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ แล้วมีความสามารถในการยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาการเสื่อมสลายที่เกิดจากก๊าซออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ความหมายในทางเคมีและในทางการแพทย์จะหมายถึงเอนไซม์หรือสารอินทรีย์ เช่นวิตามินอี (tocopherol) เบต้าแคโรทีน ที่สามารถยับยั้ง ยกเลิก หรือย้อนกลับความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเซลล์สัตว์ (Huang *et al.*, 2005)

ในสภาวะปกติร่างกายจะมีกระบวนการควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้มากเกินไป โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระทั้งที่ร่างกายสร้างขึ้นเองเช่น กลุ่มของเอนไซม์ได้แก่ superoxide dismutase, glutathione peroxidase และ catalase เป็นต้น และกลุ่ม metal-binding protein ได้แก่ ferritin, ceruloplasmin, transferrin และ uric acid (Halliwell and Gutteridge, 1989; Ames *et al.*, 1993) หากกระบวนการเหล่านี้ต่ำลงหรือมีภาวะที่ทำให้อนุมูลอิสระสูงขึ้นมากในร่างกาย จะทำให้สมดุลเสียไปเรียกว่าเกิดภาวะความเครียดจากการออกซิเดชั่น (oxidative stress) เกิดการทำลายสารชีวโมเลกุล (ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และสารพันธุกรรม) เป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ มนุษย์จึงต้องได้รับสารที่จะช่วยจัดการกับอนุมูลอิสระเพิ่มเติมจากภายนอกร่างกายเช่น อาหารจำพวกผัก ผลไม้ และสมุนไพร ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดเช่น สารประกอบฟีนอลิค วิตามินซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น (วาริน, 2546ข; Halliwell and Gutteridge, 1989; Helmja *et al.*, 2007) โดยสารประกอบฟีนอลจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก พบได้มากตามธรรมชาติและพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้จากพืชเช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร ธัญพืชต่าง ๆ ไวน์ เบียร์ ชา กาแฟ เป็นต้น สารประกอบฟีนอลมีมากกว่า 8,000 ชนิด ซึ่งสารที่อยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลได้แก่ flavonoids, flavones, gallic acid, ellagic acid, ligin, tannin, anthocyanins, carotenoids และอนุพันธ์ของ cinnamic acid (Cowan, 1999; Helmja *et al.*, 2007) สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่ให้สีสันแก่พืช ผัก ผลไม้เช่น สาร carotenoids ให้สีส้ม เหลืองในแครอท ฟักทอง มะละกอ สาร anthocyanins พบในผลเชอรี่ทำให้มีสีแดง ผลองุ่น ดอกอัญชันมีสีม่วง ซึ่งมีประโยชน์ใช้ล่อแมลง นก หรือผึ้งเข้ามาผสมเกสร สารต้านอนุมูลอิสระพวกนี้ทำให้พืชมีภูมิคุ้มกันจากการติดเชื้อต่างๆ และสามารถทนต่อปฏิกิริยา photo oxidation ในการสร้างอาหารได้ แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิคในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชต่างชนิดกัน หรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกัน ซึ่งมาจากสถานที่ผลิตที่แตกต่างกัน แต่พบว่าโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน (วาริน, 2543ก; ศรีจันทร์, 2546; โอภา และคณะ , 2549) สารประกอบฟีนอลนอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น ช่วยขยายหลอดเลือด ลดการอักเสบ กระตุ้นให้สร้างภูมิคุ้มกัน ต้านมะเร็ง ต้านโรคภูมิแพ้ ทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส (โอภา และคณะ, 2549; Shahidi *et al.*, 1992; Kinsella *et al.*, 1993; Chen and Chan, 1996) เมื่อรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากจะทำให้ร่างกายมีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นในกระแสเลือด (Cao *et al.*, 1989) ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ และการตรวจวิเคราะห์ความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระสามารถตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP และ TEAC โดยวิธี FRAP เป็นการวัดความสามารถรวมในการรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก Fe^{3+}-TPTZ (ferric tripyridyl triazine) ส่วนวิธี TEAC เป็นการวัดความสามารถในการขจัดอนุมูล $ABTS^{\bullet+}$ ที่มีสีเขียวปนน้ำเงิน (โอภา และคณะ, 2549) จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าผักใบเขียว ผลไม้และสมุนไพรมีสารประกอบฟีนอลเป็นองค์ประกอบและมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ถ้ารับประทานอาหารประเภทผักใบเขียว ผลไม้และสมุนไพรเป็นประจำทำให้ร่างกายสามารถป้องกันโรคที่มีสาเหตุจากการทำลายของอนุมูลอิสระเช่น โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ เบาหวาน โรคมะเร็ง โรคไต รวมทั้งความแก่ชราได้

<u>การเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำ</u>

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว มีอายุการเก็บรักษาสั้นการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งานจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำการยืดอายุการใช้งานหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายวิธี การใช้อุณหภูมิต่ำก็เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันเป็นการค้ามากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งหรือชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆได้ เช่น ลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน การสุก (สายชล, 2549) ผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวจะเสื่อมคุณภาพง่ายและมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้น การเก็บรักษาผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งจำเป็น การเก็บรักษาผักและผลไม้สามารถทำได้หลายวิธี แต่การเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และปฏิบัติเป็นการค้าในปัจจุบัน การเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการหายใจ การคายน้ำ การเปลี่ยนแปลงภายใน และการเน่าเสีย แต่ไม่สามารถเก็บรักษาผักและผลไม้ทุกชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่ำใกล้จุดเยือกแข็ง (freezing point) ได้ เพราะจะทำให้ผลิตผลเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (chilling injury) (สายชล, 2549) การเก็บรักษาผักและผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำ มีวัตถุประสงค์ทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจาก 1) การลดอุณหภูมิเป็นการลดอัตราการหายใจของพืชผักและผลไม้ เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ยังมีชีวิตอยู่ และยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา 2) ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากเอนไซม์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมี เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) 3) ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial storage) การลดอุณหภูมิ เป็นการลดการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิดที่มักพบเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผักและผลไม้ และ 4) ลดอันตรายจากอาหารเป็นพิษ เนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และการสร้างสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เช่น พาทูลิน (patulin) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2553ค) มะละกอมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกับผลไม้ในเขตร้อนชนิดอื่น ๆ ถึงแม้ว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เมืองร้อน แต่ก็ยังทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว การเกิดอาการสีน้ำตาลของผิว การอ่อนนุ่มของเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น และมีรสชาติที่ผิดเพี้ยนไปจากเดิม (Mitra, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำทั้งผล (whole fruit)

โดยนำผลมะละกอระยะผลสีเขียวมีแต้มเหลืองที่ผิวผลเริ่มปรากฏแต้มสีเหลืองบริเวณท้ายผล มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ บันทึกผลทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 12 วัน โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วยทดลอง คือ

1. เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส)
2. เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (12±2 องศาเซลเซียส)
3. เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (4±2 องศาเซลเซียส)

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 6 ผล ทำการบันทึกผลดังนี้

1. สีผิวผล และสีเนื้อ ในระบบ CIE L a b color space โดยค่า L* คือค่าความสว่าง มีค่าเท่ากับ 0 คือสีดำ และ เท่ากับ 100 คือสีขาว ค่า a* โดยถ้าค่า a* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b* โดยถ้าค่า b* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน
2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (กรัม)
3. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS)
5. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity; TA)
6. อายุการเก็บรักษา (วัน)
7. ปริมาณของแคโรทีนอยด์
8. กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งพร้อมบริโภค (fresh-cut)

โดยนำผลมะละกอระยะผลสีเขียวมีแต้มเหลืองที่ผิวผลเริ่มปรากฏแต้มสีเหลืองบริเวณท้ายผล มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอตัดแต่งเป็นชิ้นพร้อมบริโภค นำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุในถาดโฟมห่อด้วยฟิล์มพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ บันทึกผลทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 12 วัน โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วยทดลอง คือ

1. เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส)

2. เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (12±2 องศาเซลเซียส)

3. เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (4±2 องศาเซลเซียส)

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 6 ผล ทำการบันทึกผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การศึกษาข้อมูล

1. การวัดสีเปลือก และสีเนื้อ ในระบบ CIE L a b color space โดยค่า L* คือค่าความสว่าง มีค่าเข้าใกล้ 0 คือสีดำ และเข้าใกล้ 100 คือสีขาว ค่า a* โดยถ้าค่า a* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b* โดยถ้าค่า b* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน โดยใช้เครื่องวัดสี Color Flex โดยวัดค่าสีเปลือกทุกวัน และวัดค่าสีเนื้อทุก 3 วัน

2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก โดยชั่งผลมะละกอด้วยตาชั่งน้ำหนัก และบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกวัน ตลอดอายุการเก็บรักษา จากนั้นจึงนำค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักก่อนการทดลอง-น้ำหนักหลังการทดลอง)}}{\text{น้ำหนักก่อนการทดลอง}} \times 100$$

3. ความแน่นเนื้อ ทำการบันทึกผลของค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ penetrometer ใช้หัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร โดยใช้ตัวอย่างของมะละกอที่ผ่าแบ่งเป็น 2 ซีกตามยาว แล้วหั่นเป็นชิ้น ซีกละ 5 ชิ้น ใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อกดลงไปบริเวณเนื้อมะละกอประมาณ 1 เซนติเมตร บันทึกผล โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยการนำตัวอย่างของมะละกอประมาณ 50 กรัม มาคั้นน้ำ จากนั้นนำน้ำคั้นของมะละกอหยดลงบน Hand refractrometer จำนวน 1 หยด อ่านค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์บริกซ์

5. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ โดยการนำน้ำคั้นของมะละกอปริมาณ 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 20 มิลลิลิตร แล้วหยด ฟีนอพทาลีน (phenopthalene) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 3 หยด แล้วนำมาไตเตรตด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่เตรียมใส่บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตรไว้ หยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ลงในน้ำคั้น สังเกตดูสีของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คั้นที่เปลี่ยนไปเป็นสีชมพูอ่อนๆ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที จนสีของน้ำคั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (\%)} = \frac{(\text{N base} \times \text{ml base} \times \text{meq.wt.})}{\text{ml ของน้ำคั้น}} \times 100$$

N base = normality ของ NaOH (0.1 นอร์มอล)

ml base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต

meq.wt. ของ malic acid = 0.067

ml ของน้ำคั้น = จำนวนมิลลิลิตรของน้ำคั้นที่ใช้ในการไตเตรต

6. ปริมาณแคโรทีนอยด์ ดัดแปลงจากวิธีการของ Dere *et al.* (1998) ทำการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะละกอมา 1 กรัม สกัดด้วย methanol ความเข้มข้น 96 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากนั้นนำมาบดด้วยโกร่งเป็นเวลา 5 นาที เสร็จแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 666, 653 และ 470 nm จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยใช้สูตรดังนี้

คลอโรฟิลล์ เอ $= 15.65\ A_{666} - 7.340\ A_{653}$

คลอโรฟิลล์ บี $= 27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666}$

แคโรทีนอยด์ทั้งหมด $= (1000\ A_{470} - (2.860 \text{ คลอโรฟิลล์ เอ} - 129.2 \text{ คลอโรฟิลล์ บี}))/245$

7. การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีการของ Torun *et al.* (2013) ดังนี้

- เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ในตัวอย่างมะละกอดังนี้

เตรียมสารสกัดจากตัวอย่างมะละกอมา 3 กรัม ตวงใส่บีกเกอร์ เติมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร บดละเอียด จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman # 1 จากนั้นปรับปริมาตรด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ปริมาตร 30 มิลลิลิตร

เตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลาย DPPH จากความเข้มข้นเริ่มต้น 0.8 มิลลิโมลาร์ โดยให้มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.08 มิลลิโมลาร์ ด้วยการเติมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรในแต่ละหลอดให้เป็น 6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลาย DPPH (มิลลิโมลาร์)

ปิเปตสารสกัดตัวอย่างของมะละกอ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 5.4 มิลลิลิตร ด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และเตรียมปฏิกิริยาควบคุม (control) โดยใช้แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แทนตัวอย่างสารสกัด นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH = $[1-(A-Ab)/A_0] \times 100$

โดยที่ $A = A_{517}$ ของตัวอย่างสารสกัดและสารละลาย DPPH

$Ab = A_{517}$ ของสารละลาย DPPH

$A_0 = A_{517}$ ของตัวอย่างสารสกัด

- กิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant activity)

จากการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การทำลายสารอนุมูลอิสระ DPPH ทำการบันทึกค่าความเข้มข้นของปริมาณตัวอย่างที่ทำให้ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระมีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ (ค่า EC_{50}) มาคำนวณค่า $1/EC_{50}$ โดยใช้สมการเส้นตรง จากการเขียนกราฟระหว่างปริมาตรตัวอย่างสารสกัด (แกน x) และเปอร์เซ็นต์การทำลายสารอนุมูลอิสระ DPPH (แกน y) ซึ่งค่า $1/EC_{50}$ จะใช้ในการประเมินศักยภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กล่าวคือหากตัวอย่างหรือทรีตเมนต์ใดที่มีค่า $1/EC_{50}$ สูง แสดงว่ามีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีกว่าทรีตเมนต์ที่มีค่า $1/EC_{50}$ ต่ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Varience (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำทั้งผล (whole fruit)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 34.9, 34.6 และ 34.8 ตามลำดับ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* ลดลงจาก 34.9 เป็น 28.3 และ 34.6 เป็น 33.8 ตามลำดับ โดยมีค่าแตกต่างจากมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน) พบว่ามีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 34.8 เป็น 44.1 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และหลังจากเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* ลดลง โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มีค่า L* ลดลงจาก 34.9 เป็น 28.0 และ 34.6 เป็น 33.1 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 4)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า a* เท่ากับ -8.2, -8.5 และ -8.8 ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงจาก -8.2 เป็น -10.1 และ -8.5 เป็น -8.6 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่า a* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จาก -8.8 เป็น 3.3 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา โดยมีค่า a* ลดลงจาก -8.2 เป็น -9.5 ส่วนการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก -8.5 เป็น -7.7 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 5)

สำหรับค่า b* พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน ค่า b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า b* เท่ากับ 16.8, 16.8 และ 17.7 ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มขึ้นจาก 16.8 เป็น 25.5, 16.8 เป็น 21.2 และ 17.7 เป็น 31.0 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มขึ้นจาก 16.8 เป็น 22.1 และ 16.8 เป็น 23.3 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 6)

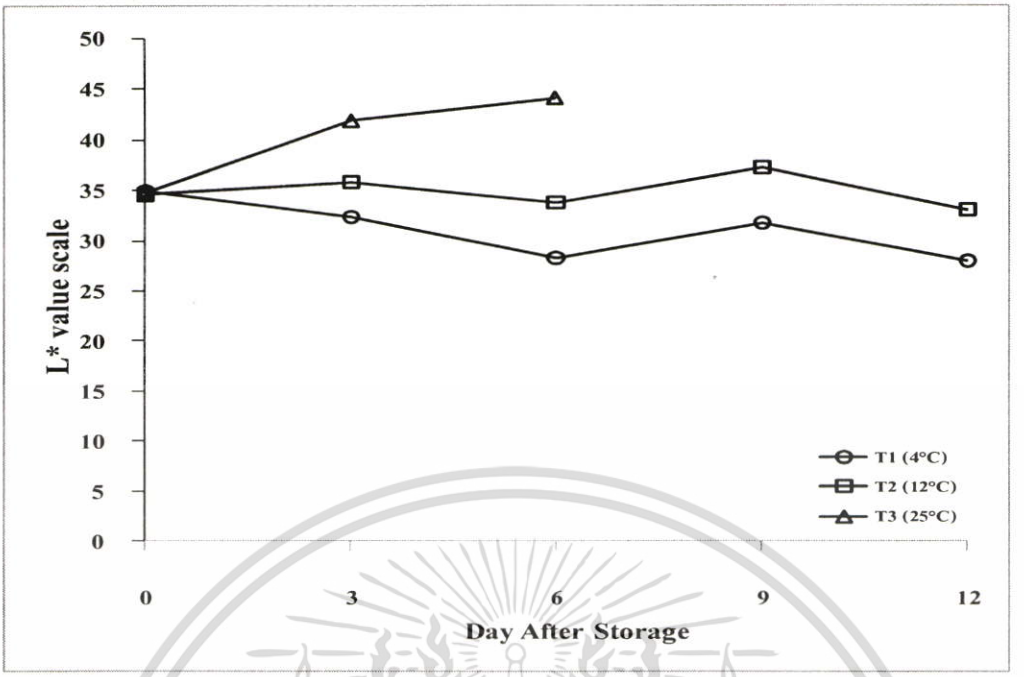
การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ค่า L* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 55.7, 55.9 และ 54.9 ตามลำดับ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 55.4 และ 54.6 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* ลดลงจาก 54.9 เป็น 49.4 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 55.7 เป็น 57.6 และ 55.9 เป็น 58.3 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 7)

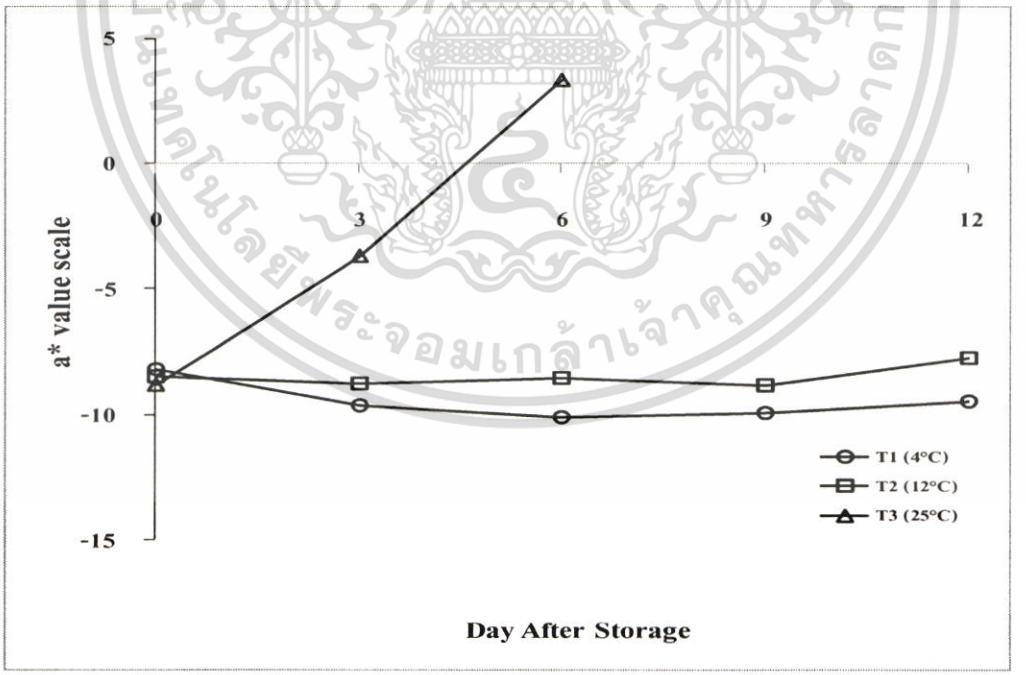
ส่วนค่า a* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีค่า a* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา มีค่า a* เท่ากับ 20.9, 19.1 และ 21.8 ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน มีค่า a* เพิ่มขึ้นจาก 20.9 เป็น 22.4, 19.1 เป็น 22.9 และ 21.8 เป็น 27.4 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงจาก 20.9 เป็น 18.9 และ 19.1 เป็น 18.7 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 8)

การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มีค่า b* เท่ากับ 33.7, 33.3 และ 34.6 และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ12 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงจาก 33.7 เป็น 33.5 และ 33.3 เป็น 32.8 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่า b* เพิ่มขึ้นจาก 34.6 เป็น 40.1 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา การเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงเพียงเล็กน้อยจาก 33.7 เป็น 33.0 ส่วนการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มขึ้นจาก 33.3 เป็น 34.9 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

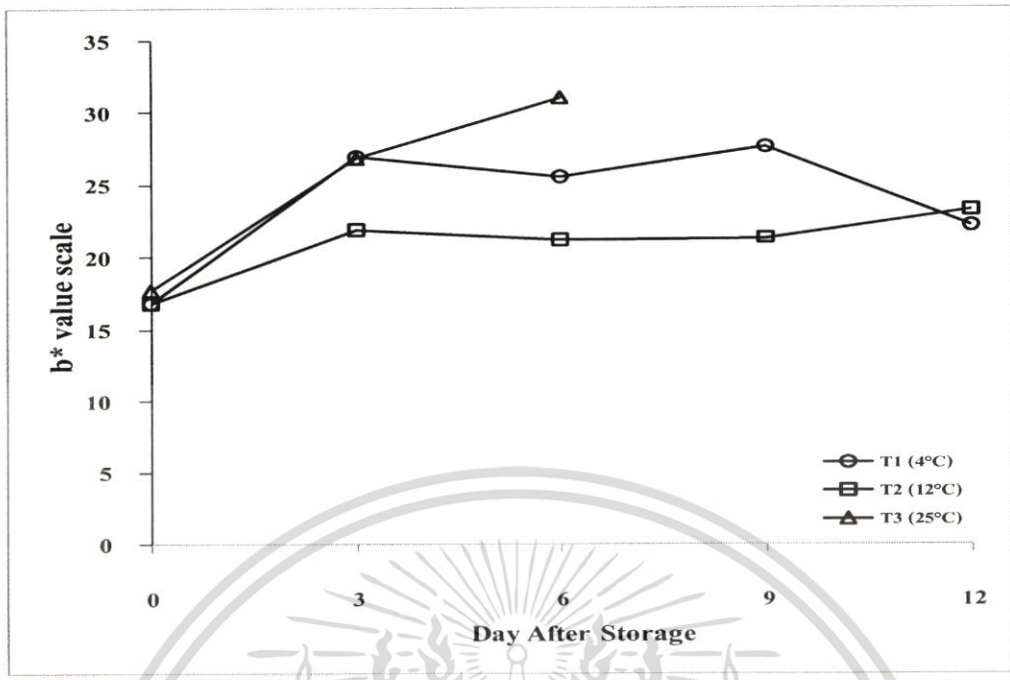


ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

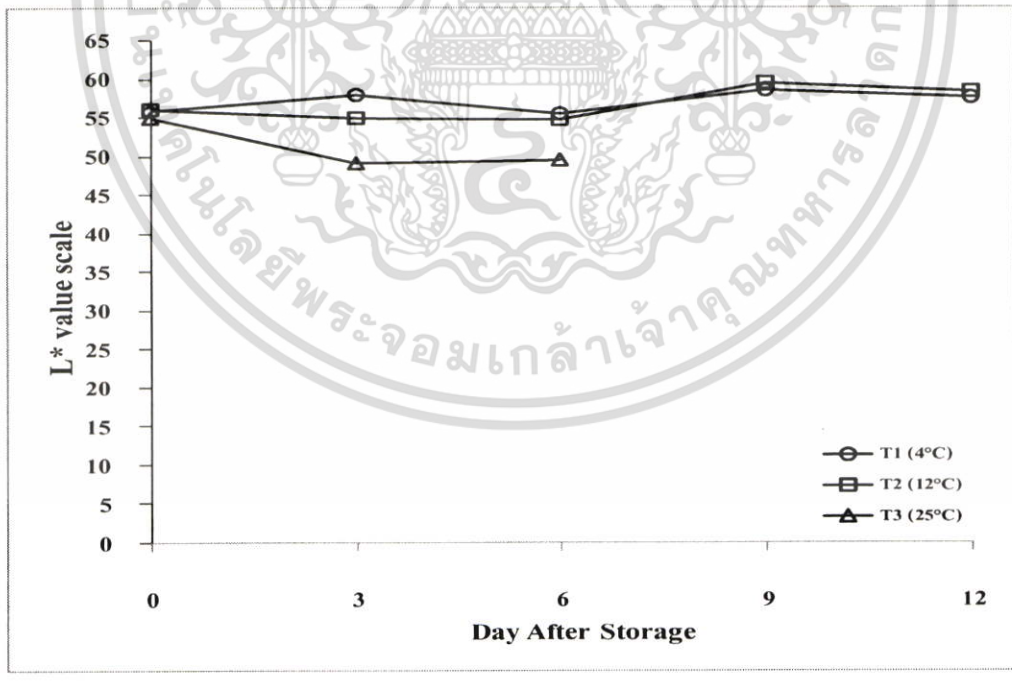


ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

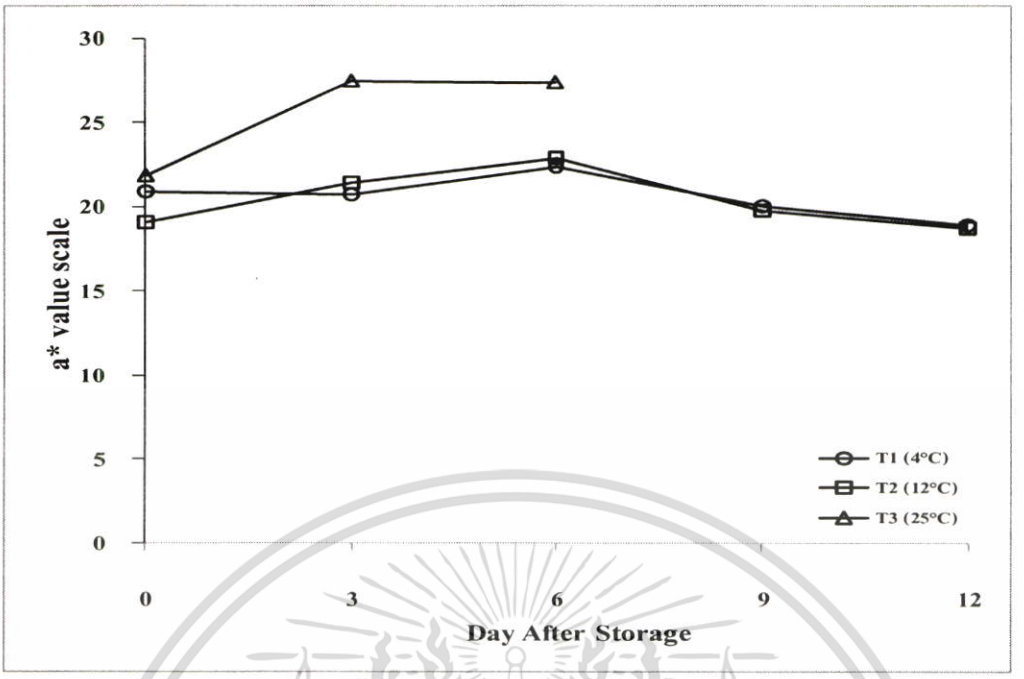


ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลง ค่า b* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

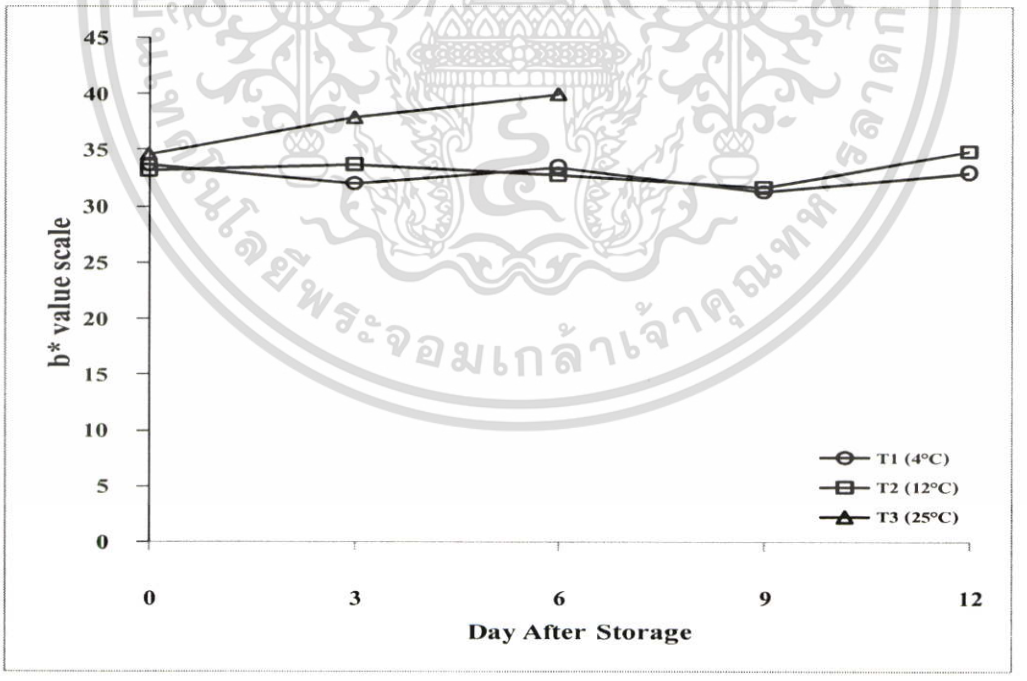


ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลง ค่า L* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลง ค่า a* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลง ค่า b* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 4.1 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติกับมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นมากกว่าอุณหภูมิอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.0 เปอร์เซ็นต์ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา การเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 10.0 และ 5.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 10)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 139.5, 144.5 และ 146.9 นิวตัน ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 139.5 เป็น 126.4 และ 144.5 เป็น 98.9 นิวตัน ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่นๆ โดยลดลงจาก 146.9 เป็น 61.6 นิวตัน และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงน้อยที่สุด จาก 139.5 เป็น 133.9 นิวตัน ส่วนการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 144.5 เป็น 20.8 นิวตัน และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 11)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้

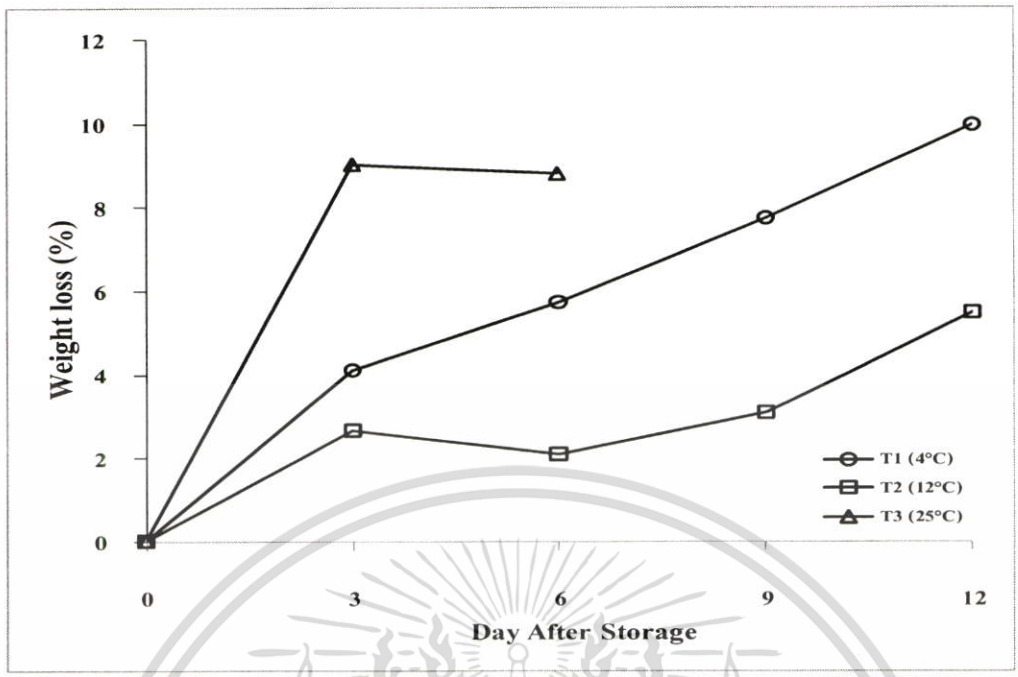
ค่าสัดส่วน TSS/TA ของผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 42.4, 35.0 และ 35.7 ตามลำดับ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA ลดลงจาก 42.4 เป็น 38.8 ในขณะที่ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 35.0 เป็น 41.1 และผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

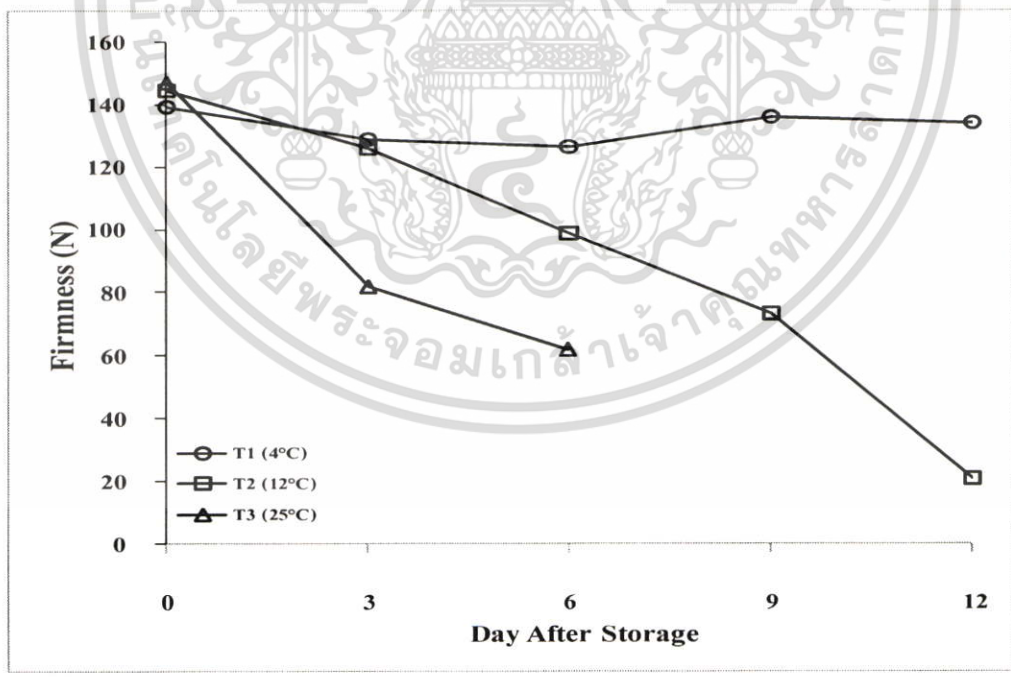
สิ้นอายุการเก็บรักษาในวันที่ 6 มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 35.7 เป็น 49.9 และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA ลดลงอย่างต่อเนื่องหลังวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 42.4 เป็น 35.2 ในขณะที่การเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 35.0 เป็น 39.1 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 12)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

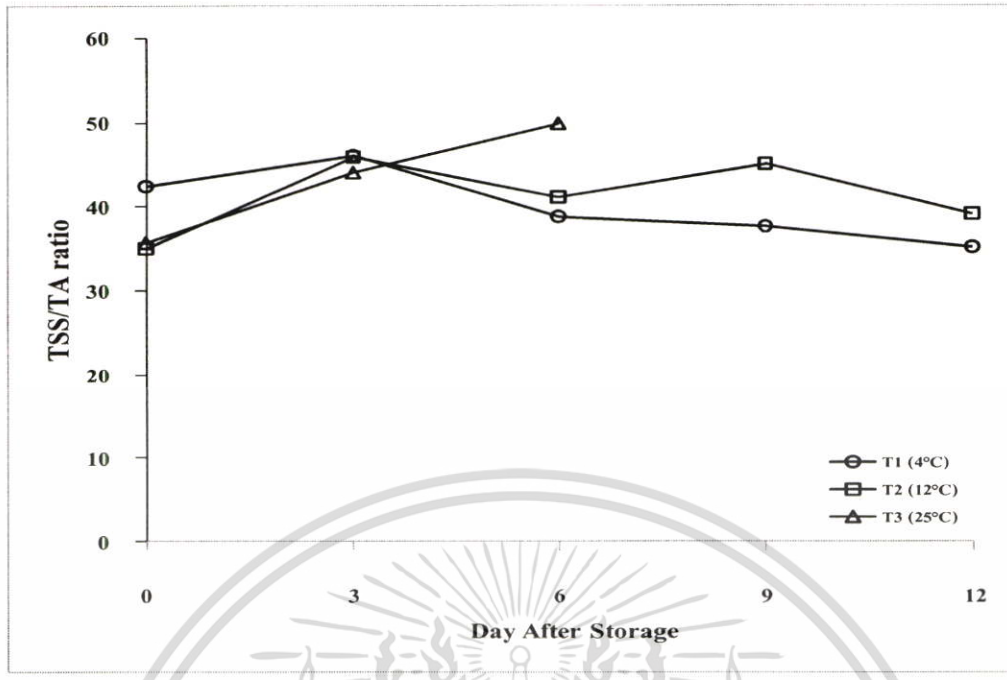


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

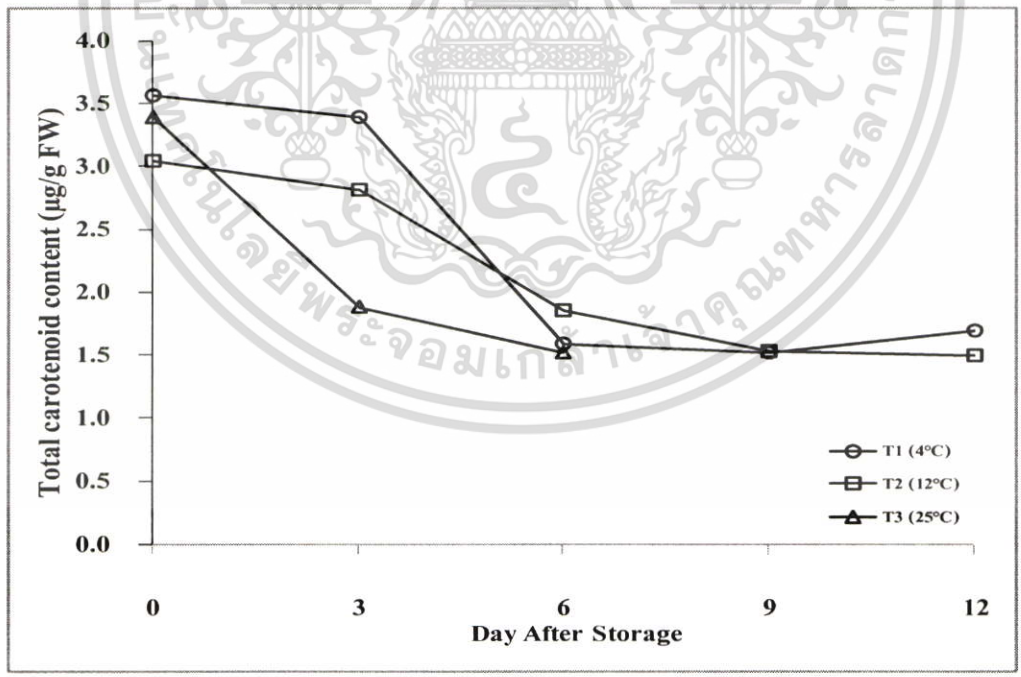


ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

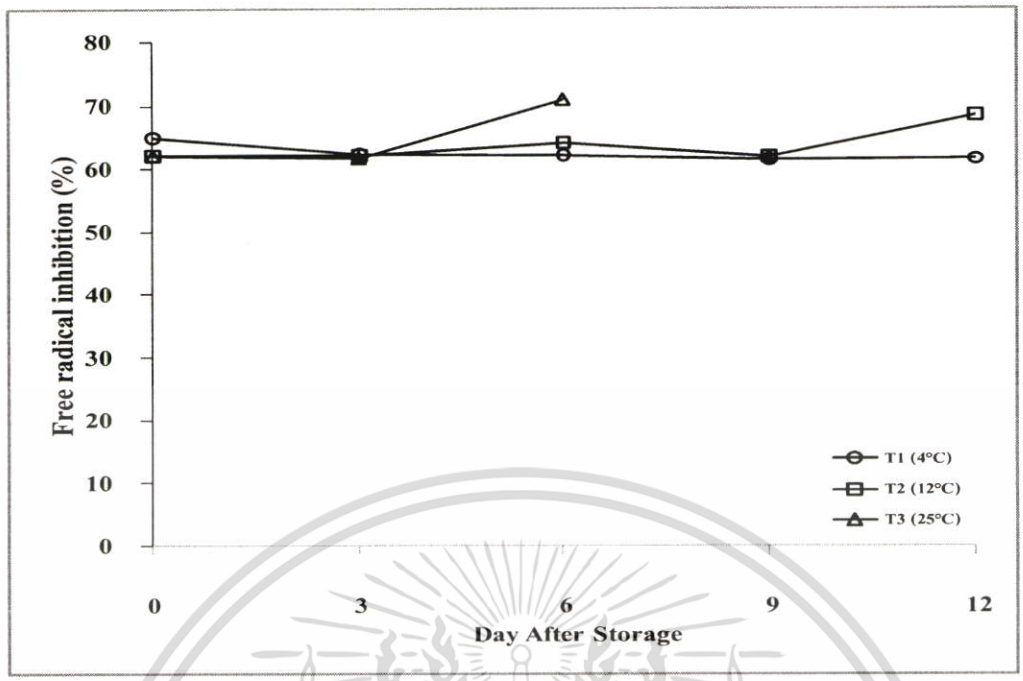
ปริมาณแคโรทีนอยด์

ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 3.6, 3.0 และ 3.4 µg/g FW ตามลำดับ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงจาก 3.6 เป็น 1.6 และ 3.0 เป็น 1.8 µg/g FW ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 การเก็บรักษาโดยลดลงจาก 3.4 เป็น 1.8 µg/g FW และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 1.5 µg/g FW แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงจาก 3.6 เป็น 1.7 และ 3.0 เป็น 1.5 µg/g FW ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 13)

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 65.0, 62.1 และ 62.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระลดลงจาก 65.0 เป็น 62.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจาก 62.1 เป็น 64.0 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจาก 62.0 เป็น 70.8 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระลดลงในระหว่างการเก็บรักษา และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าลดลงจาก 65.0 เป็น 61.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา จาก 62.1 เป็น 68.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)						
ค่าสีเปลือก	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
		0	3	6	9	12
L*	4°C	34.9±5.9[1/]	32.3±8.0c[2/]	28.3±7.2c	37.3±6.9b	28.0±4.1b
	12°C	34.6±6.0	35.8±6.4b	33.8±6.8b	31.8±7.7a	33.1±8.4a
	25°C	34.8±5.3	41.9±6.1a	44.1±7.1a		
	F-test	ns	**	**	**	*
a*	4°C	-8.2±1.3[1/]	-9.7±3.1b	-10.1±2.2c	-8.8±1.3b	-9.5±1.6
	12°C	-8.5±1.6	-8.8±1.8b	-8.6±1.5b	-9.9±1.8a	-7.7±2.1
	25°C	-8.8±1.2	-3.7±4.0a	3.3±4.1a		
	F-test	ns	**	**	*	ns
b*	4°C	16.8±7.5	26.9±6.2a	25.5±9.7b	21.3±9.4a	22.1±7.6
	12°C	16.8±7.5	21.8±8.6b	21.2±6.3b	27.6±10.4b	23.3±9.5
	25°C	17.7±6.4	26.8±8.8a	31.0±10.3a		
	F-test	ns	**	**	*	ns

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)						
ค่าสีเนื้อ	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
		0	3	6	9	12
L*	4°C	55.7±4.0[1/]	57.9±3.7a[2/]	55.4±3.9a	58.5±4.1	57.6±4.5
	12°C	55.9±4.7	54.8±4.9a	54.6±3.8a	59.4±2.8	58.3±4.0
	25°C	54.9±4.6	49.0±3.2b	49.4±4.5b		
	F-test	ns	**	*	ns	ns
a*	4°C	20.9±5.0	20.7±4.8b	22.4±3.2b	20.0±4.3	18.9±5.2
	12°C	19.1±6.1	21.5±6.5b	22.9±3.4b	19.8±4.0	18.7±5.8
	25°C	21.8±4.6	27.5±3.9a	27.4±3.5a		
	F-test	ns	*	**	ns	ns
b*	4°C	33.7±3.6	32.1±3.5b	33.5±3.3b	31.3±3.2	33.0±3.9
	12°C	33.3±3.8	33.7±3.8b	32.8±2.5b	31.7±3.6	34.9±4.8
	25°C	34.6±3.7	37.9±3.1a	40.1±3.5a		
	F-test	ns	*	**	ns	ns

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนัก (%) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)						
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา					
	0	3	6	9	12	
4°C	0.0±0.0[1/]	4.1±0.4b[2/]	5.7±0.4b	7.8±0.4a	10.0±0.4a	
12°C	0.0±0.0	2.7±0.5c	2.1±0.5c	3.1±0.5b	5.5±0.6b	
25°C	0.0±0.0	9.0±0.2a	8.8±0.3a			
F-test	ns	**	**	**	**	

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิวตัน) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	139.5±7.5[1/]	128.8±5.8a[2/]	126.4±9.8a	136.2±11.2a	133.9±10.6a
12°C	144.5±6.9	125.7±6.9a	98.9±2.9a	73.2±9.2b	20.8±6.1b
25°C	146.9±7.8	81.6±5.5b	61.6±7.8b		
F-test	ns	**	*	**	**

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลง TSS/TA (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	42.4±4.3a[1/]	46.0±6.1[2/]	38.8±4.1b	37.7±3.8	35.2±2.6
12°C	35.0±4.9b	45.9±5.9	41.1±2.9b	45.0±5.7	39.1±6.2
25°C	35.7±5.9b	44.0±5.8	49.9±4.6a		
F-test	*	ns	*	ns	ns

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (µg/g FW) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	3.6±0.5[1/]	3.4±0.8[2/]	1.6±0.4	1.5±0.2	1.7±0.2
12°C	3.0±0.3	2.8±1.3	1.8±0.4	1.5±0.2	1.5±0.8
25°C	3.4±1.3	1.8±0.4	1.5±0.6		
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

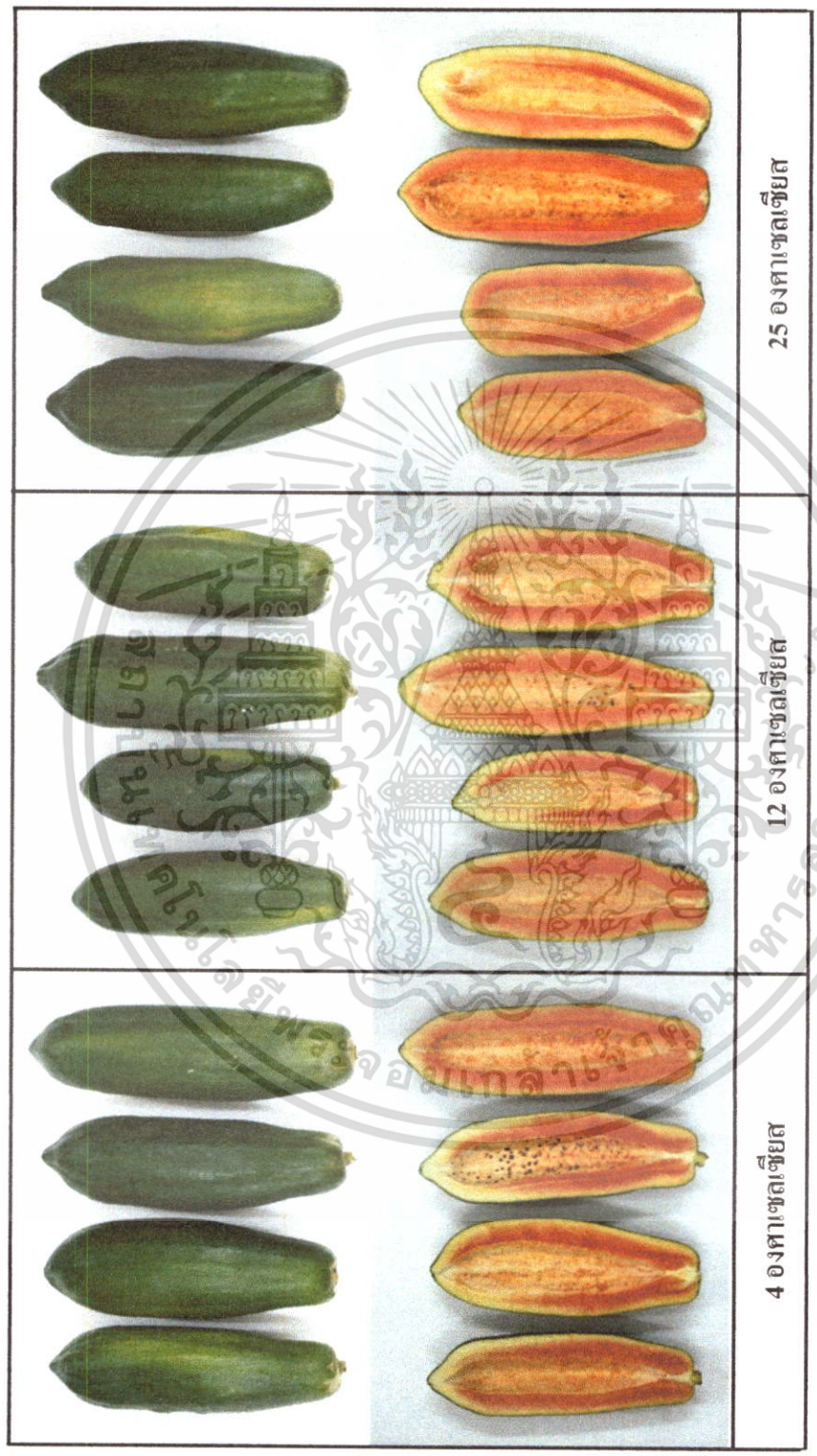
ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงการยับยั้งอนุมูลอิสระ (%) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	65.0±2.6[1/]	62.2±1.3	62.0±3.3b[2/]	61.4±3.4	61.5±6.4
12°C	62.1±6.9	62.1±4.0	64.0±2.8b	61.8±1.5	68.6±2.3
25°C	62.0±4.0	61.6±1.7	70.8±8.4a		
F-test	ns	ns	**	ns	ns

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

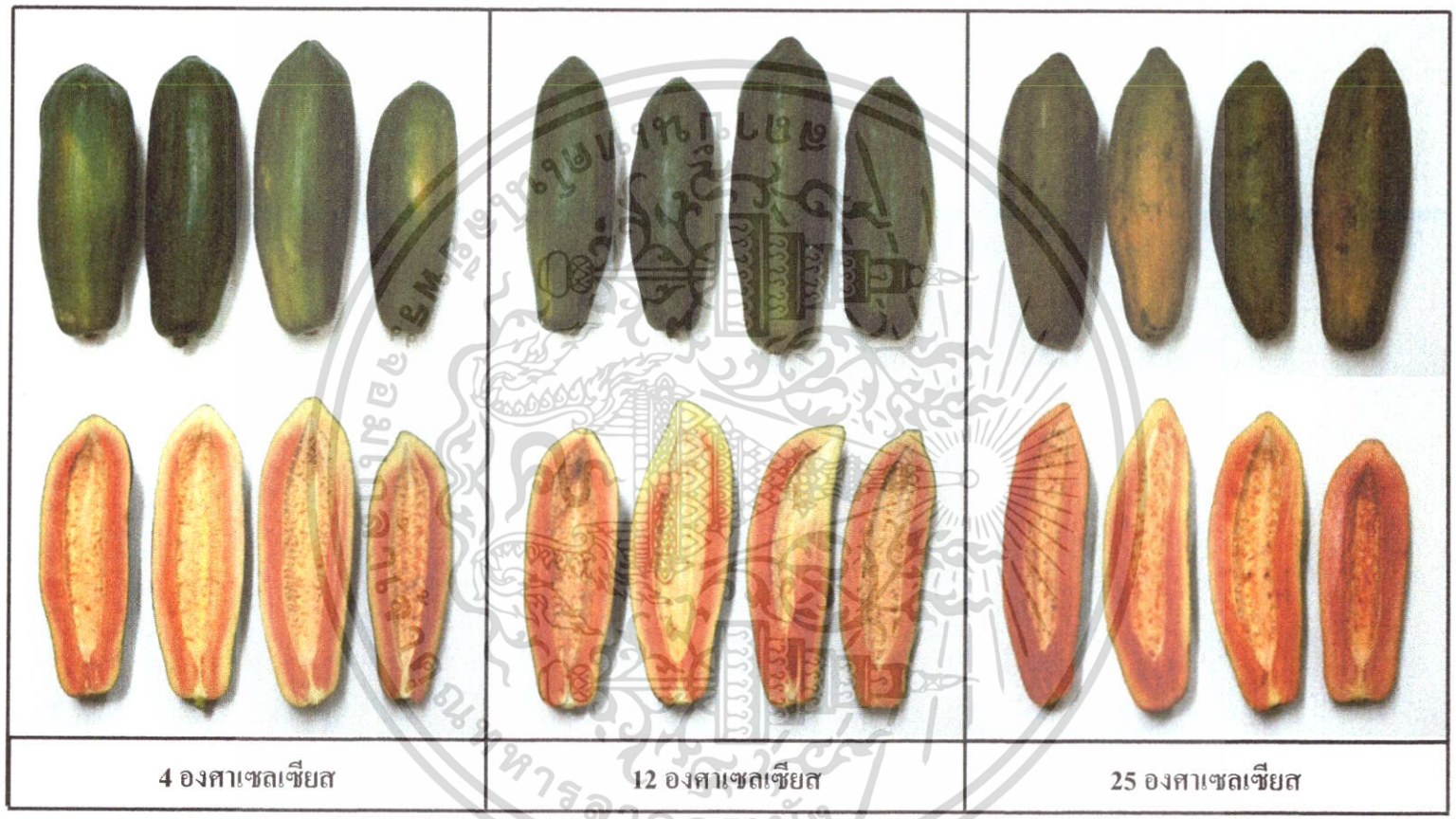
[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

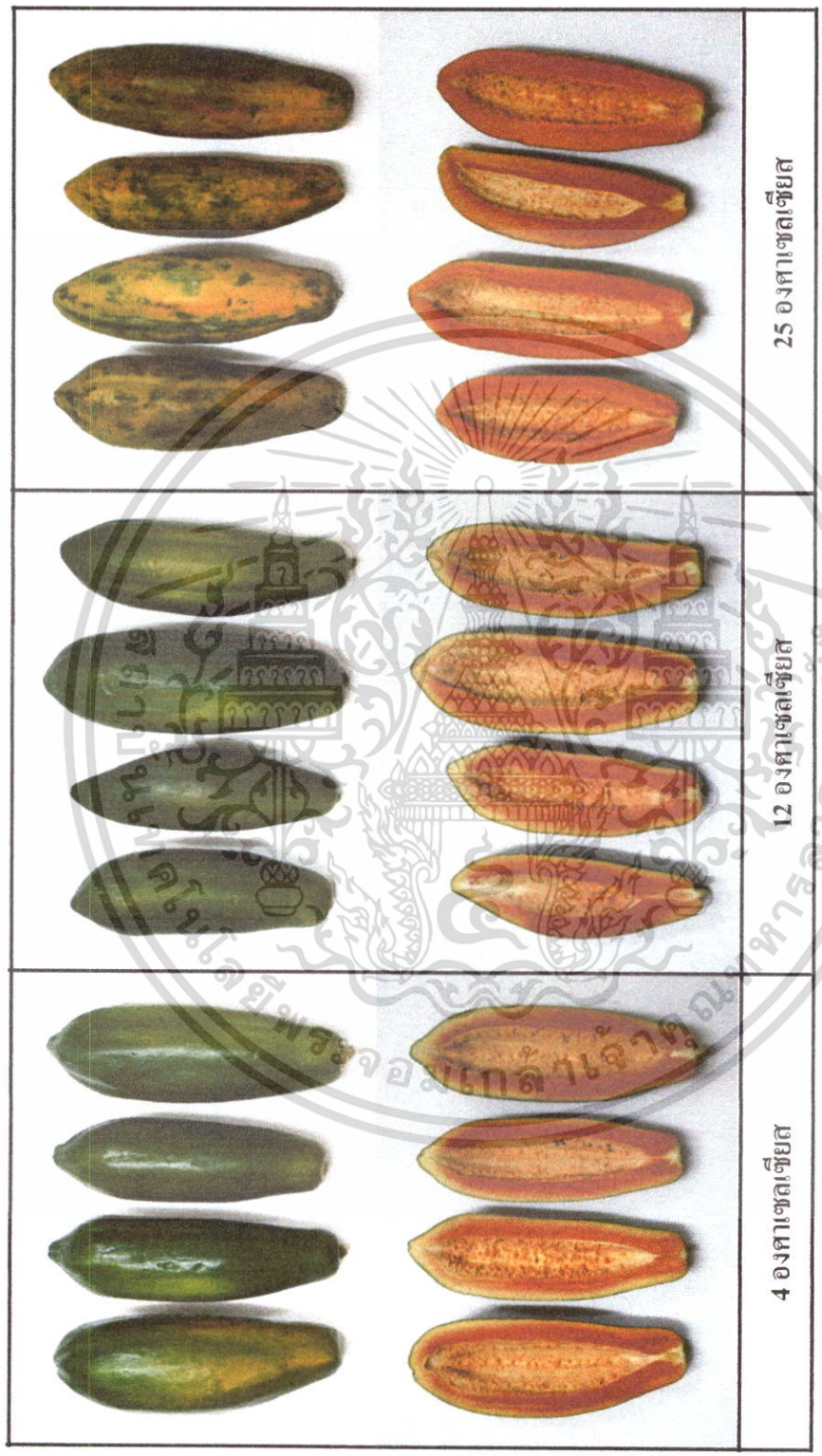


ภาพที่ 15 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

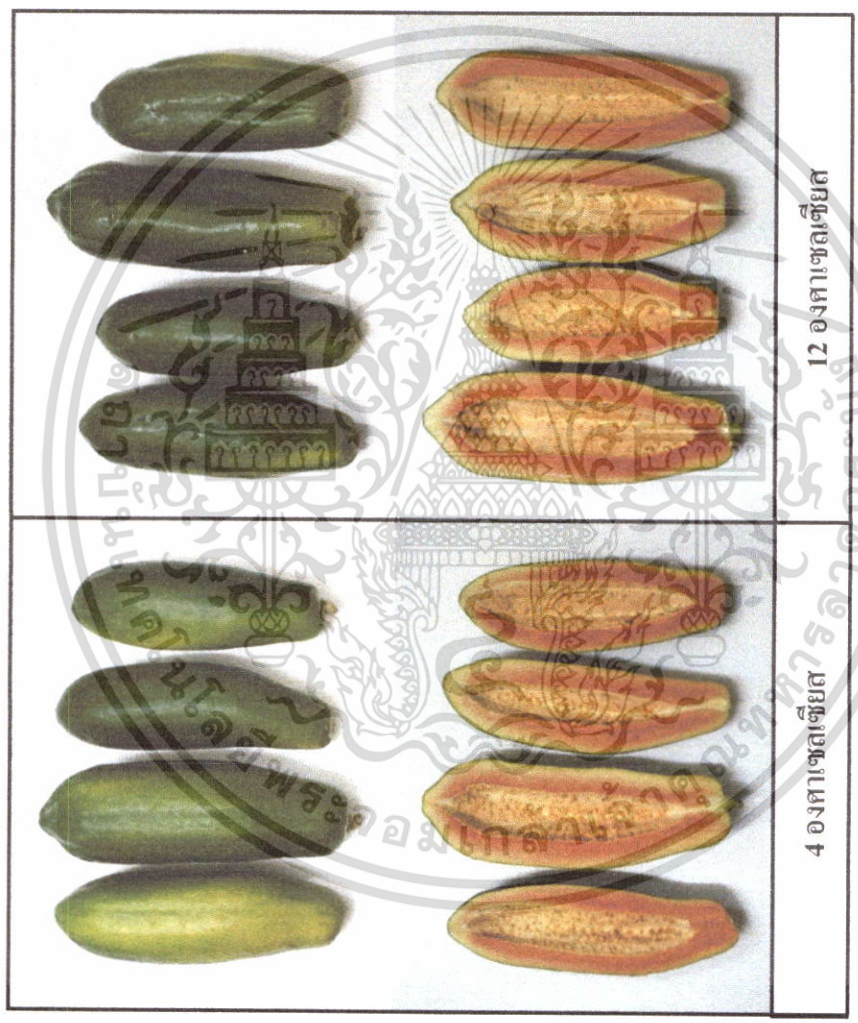


ภาพที่ 16 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 3 วัน



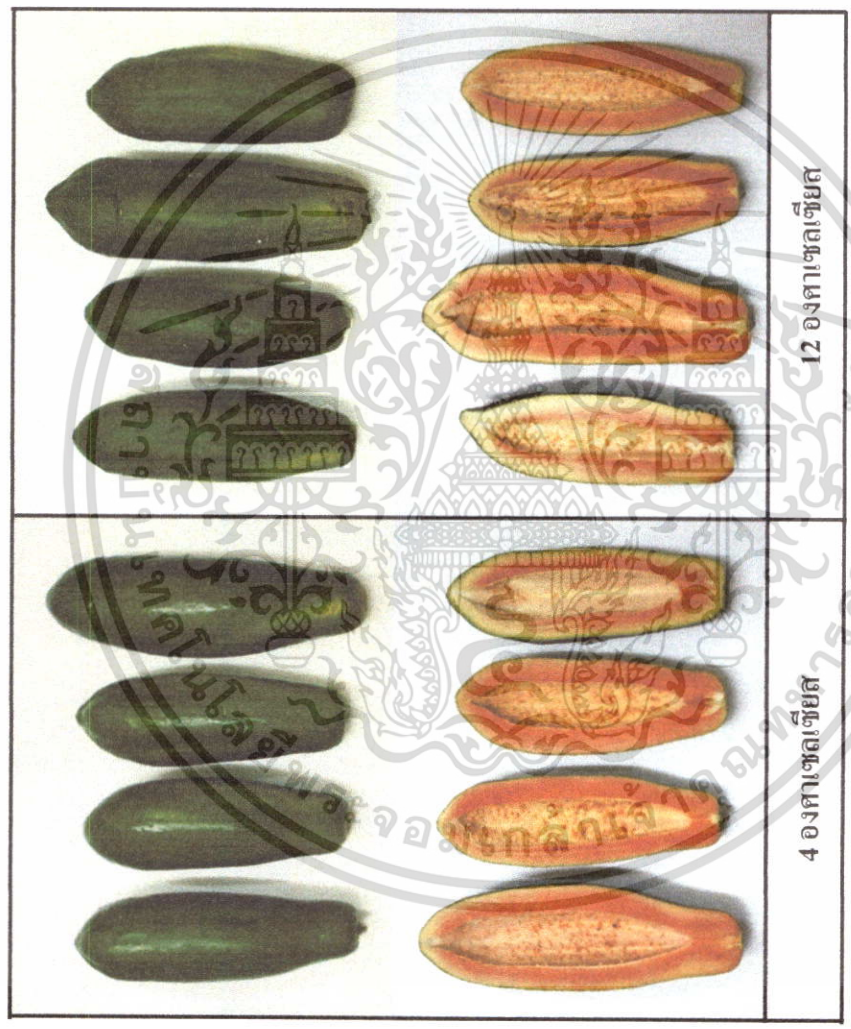
ภาพที่ 17 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและต้นกล้าที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 ลักษณะทางกายภาพของขนุนที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งพร้อมบริโภค (fresh cut)

มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานาน 9 และ 3 วัน ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อมะละกอตัดแต่ง

ค่า L* ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 55.7, 55.9 และ 54.9 ตามลำดับ และในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 55.7 เป็น 64.3, 55.9 เป็น 64.2 และ 54.9 เป็น 60.1 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา มะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 55.7 เป็น 65.6 และ 55.9 เป็น 65.1 ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิทั้งสองระดับ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา การเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 55.7 เป็น 64.4 (ภาพที่ 20)

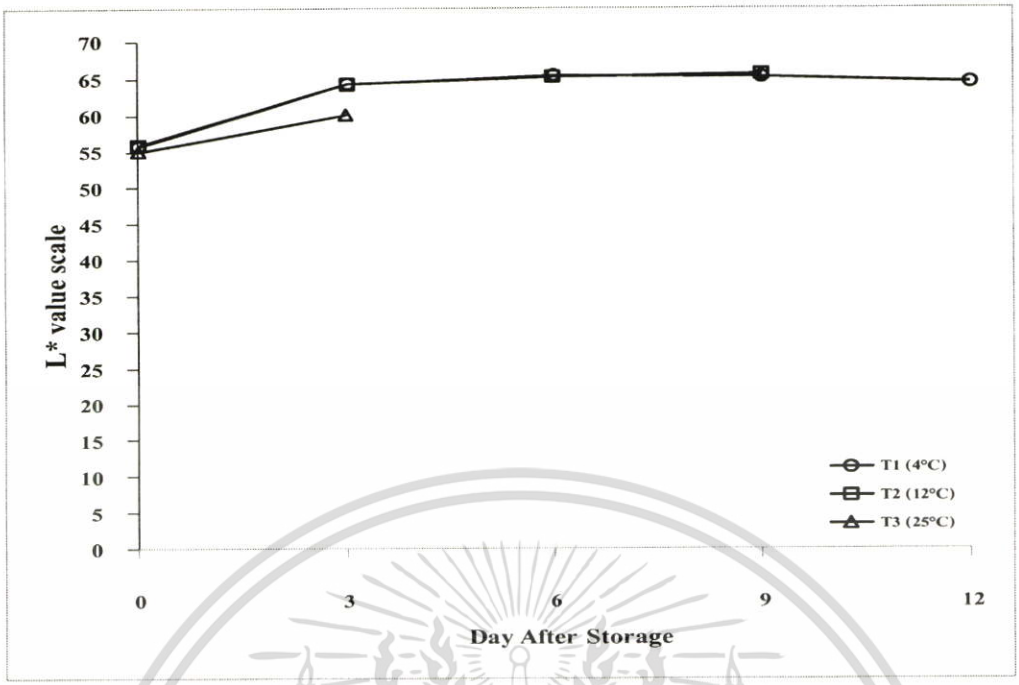
ส่วนค่า a* ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา ในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า a* เท่ากับ 20.9, 19.1 และ 21.8 ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ12 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงจาก 20.9 เป็น 13.2 และ 19.1 เป็น 12.0 ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงเพียงเล็กน้อย จาก 21.8 เป็น 20.8 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา มะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงจาก 20.9 เป็น 12.2 และ 19.1 เป็น 12.0 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิทั้งสองระดับ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 20.9 เป็น 13.0 (ภาพที่ 21)

การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า b* เท่ากับ 33.7, 33.3 และ

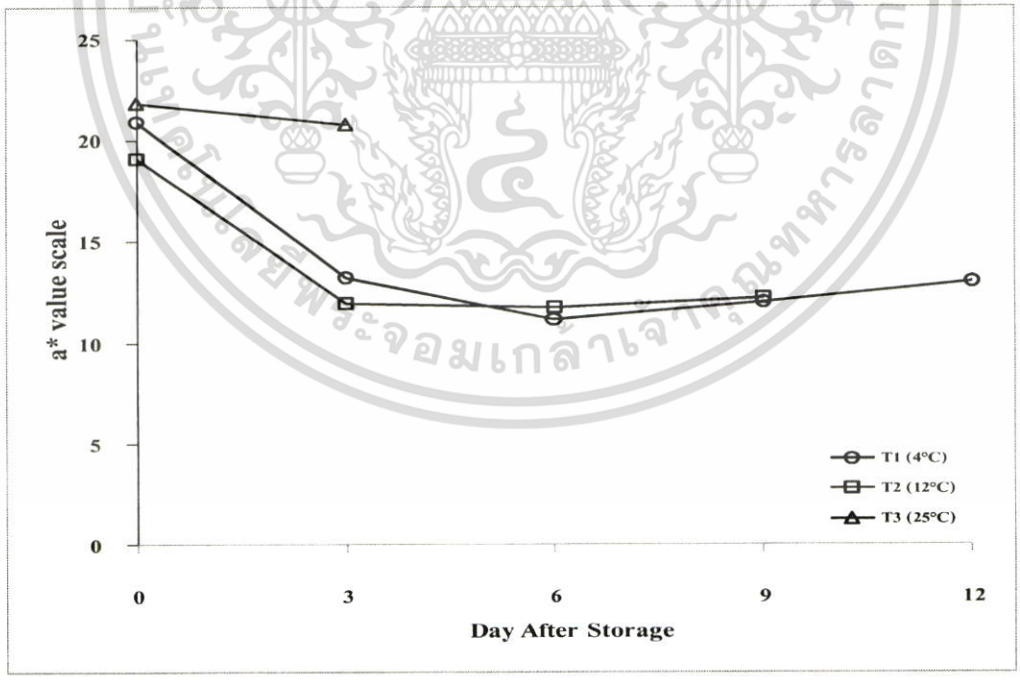
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34.6 ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงจาก 33.7 เป็น 29.7, 33.3 เป็น 29.9 และ 34.6 เป็น 31.0 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงจาก 33.7 เป็น 29.9 และ 33.3 เป็น 30.4 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงจาก 33.7 เป็น 30.5 (ภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

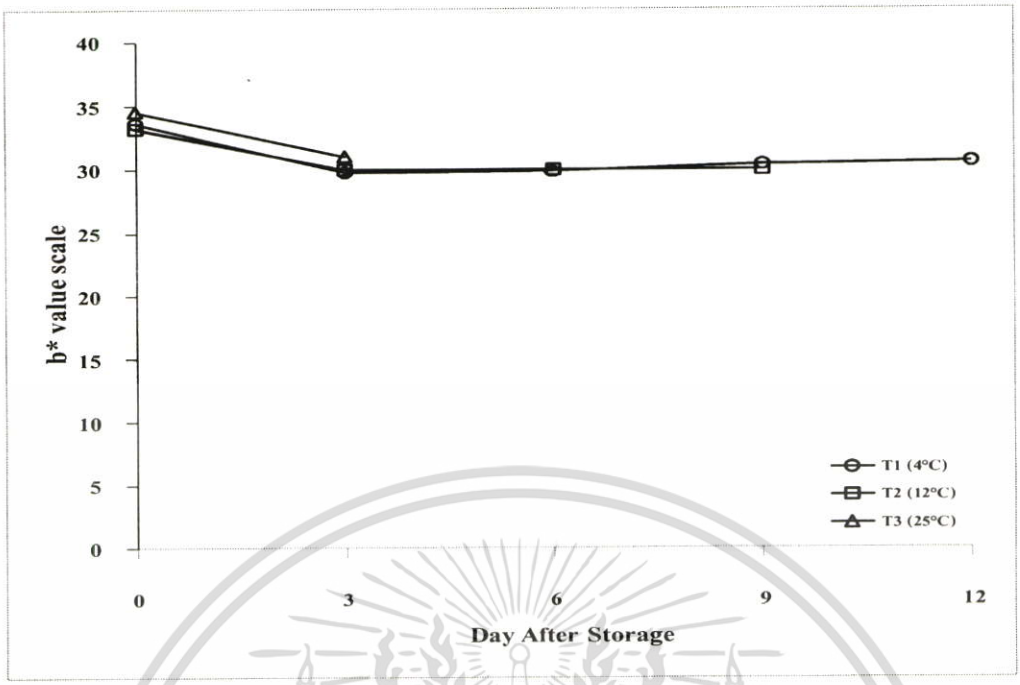


ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลง ค่า L* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลง ค่า a* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลง ค่า b* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ที่ 2.2 และ 3.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 8.9 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเป็น 5.1 และ 9.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิทั้งสองระดับ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเป็น 7.8 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 23)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 139.5, 144.5 และ 146.9 นิวตัน ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 139.5 เป็น 128.3 และ 144.5 เป็น 83.8 นิวตัน ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงมากที่สุดจาก 146.9 เป็น 4.3 นิวตัน และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 139.5 เป็น 129.4 และ 144.5 เป็น 35.1 นิวตัน ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 139.5 เป็น 107.5 นิวตัน (ภาพที่ 24)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้

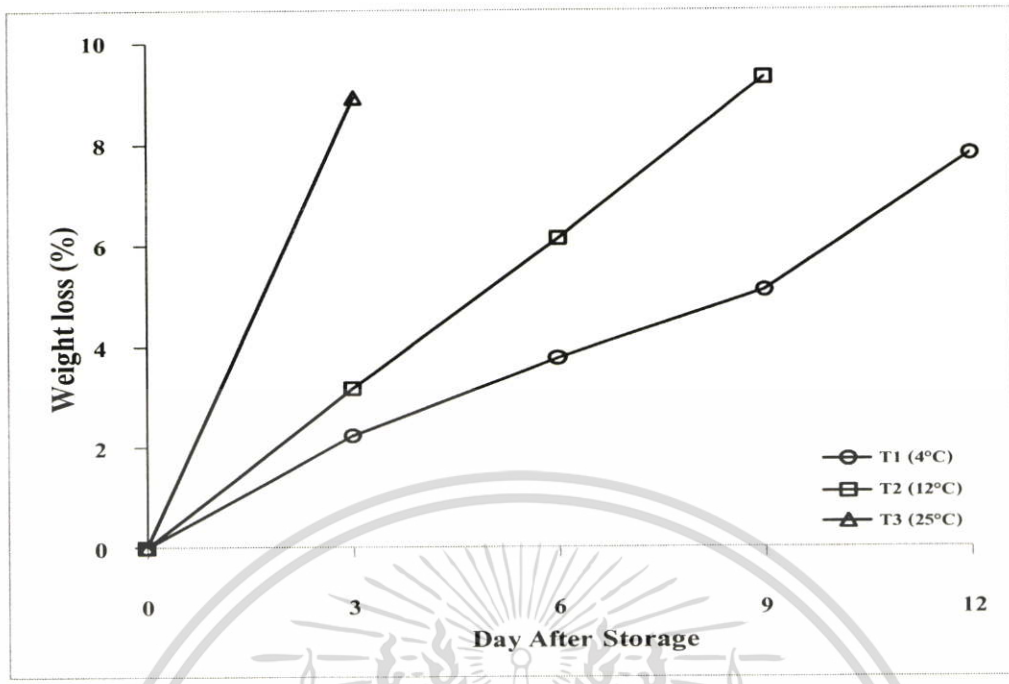
ค่าสัดส่วน TSS/TA ของผลมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 42.4, 35.0 และ 35.7 ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ12 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

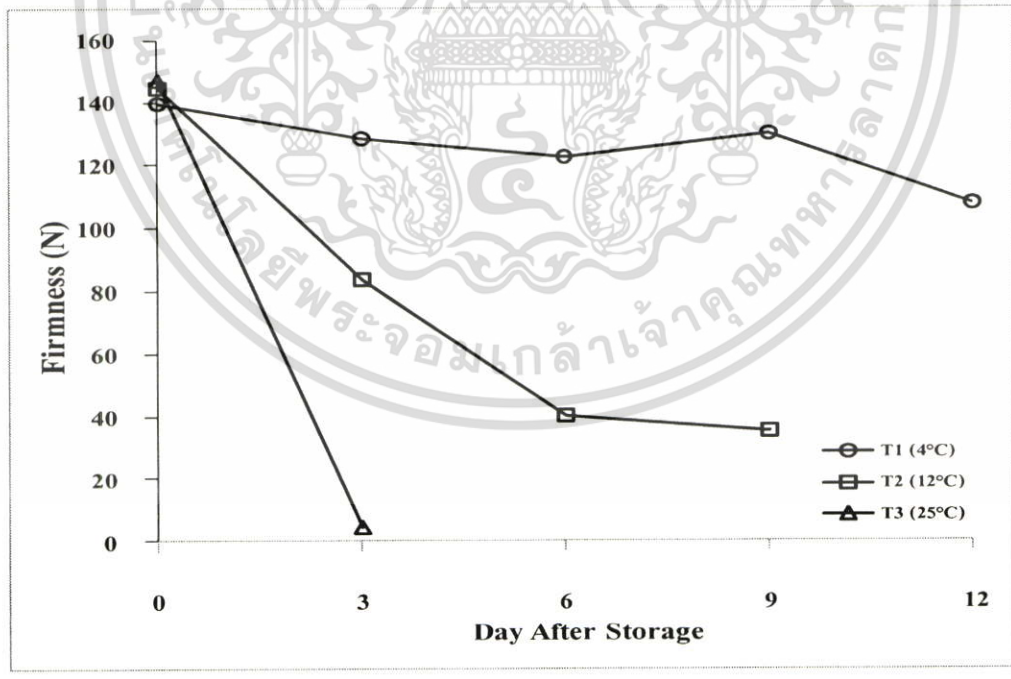
TSS/TA ลดลง โดยมีค่าลดลงจาก 42.4 เป็น 39.3 และ 35.0 เป็น 30.9 ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA ลดลงเพียงเล็กน้อยจาก 35.7 เป็น 35.1 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 42.4 เป็น 42.8 และ 35.0 เป็น 42.6 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิทั้งสองระดับ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 42.4 เป็น 49.7 (ภาพที่ 25)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

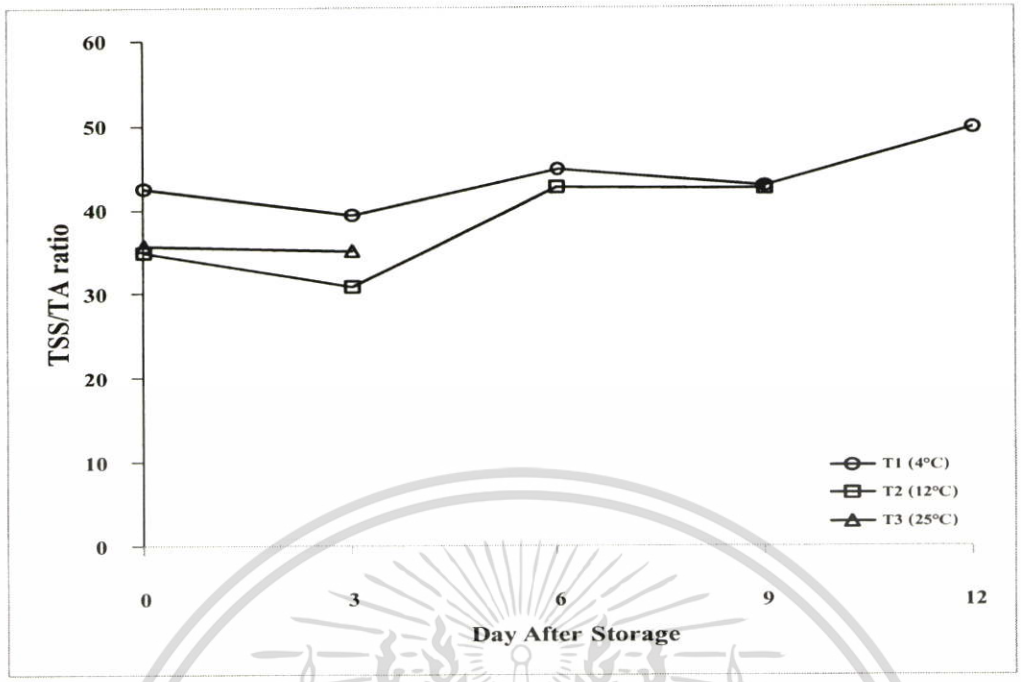


ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

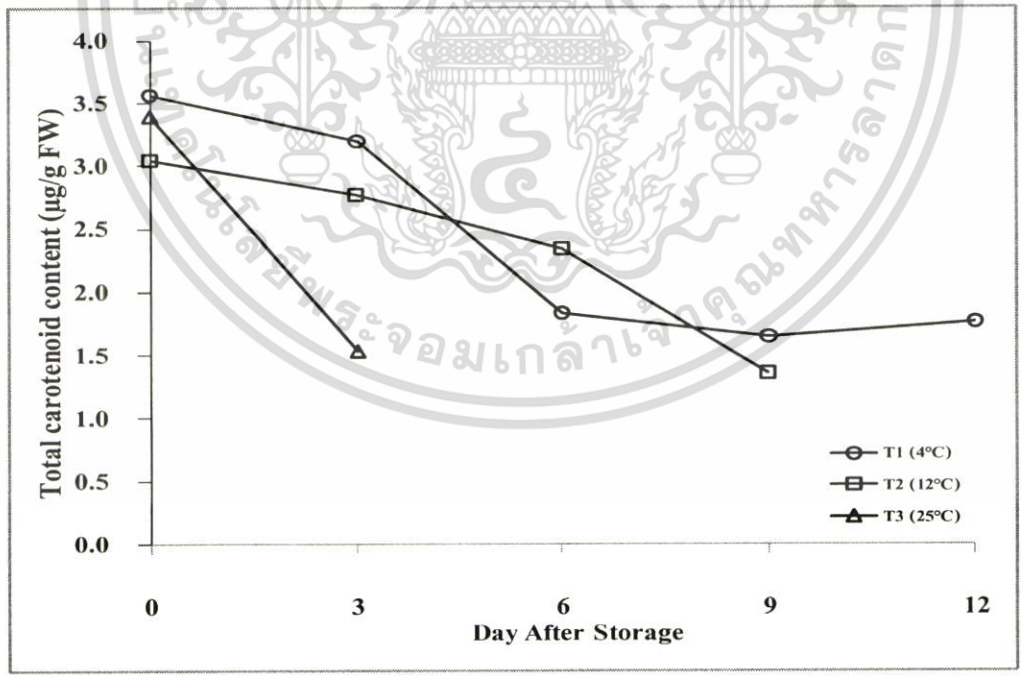


ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็น เวลา 12 วัน



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

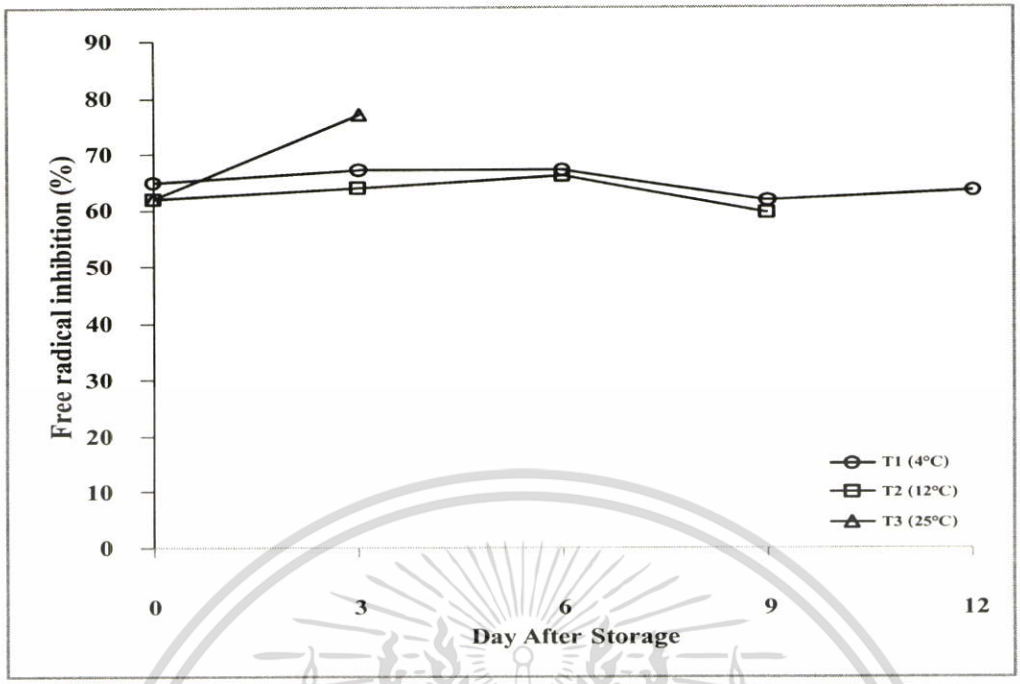
ปริมาณแคโรทีนอยด์

ผลมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 3.6, 3.0 และ 3.4 µg/g FW ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงเพียงเล็กน้อย จาก 3.6 เป็น 3.2 และ 3.0 เป็น 2.8 µg/g FW ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 3.4 เป็น 1.5 µg/g FW และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงจาก 3.6 เป็น 1.6 และ 3.0 เป็น 1.5 µg/g FW แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิทั้งสองระดับ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงจาก 3.6 เป็น 1.8 µg/g FW (ภาพที่ 26)

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของผลมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 65.0, 62.1 และ 62.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจาก 65.0 เป็น 67.2 และ 62.1 เป็น 63.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่มะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจาก 62.0 เป็น 77.0 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา ส่วนในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระลดลงจาก 65.0 เป็น 61.7 และ 62.1 เป็น 59.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 65.0 เป็น 63.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าสีเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)						
ค่าสีเนื้อ	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
		0	3	6	9	12
L*	4°C	55.7±4.0[1/]	64.3±7.6a[2/]	65.4±7.8	65.6±7.0	64.4±7.0
	12°C	55.9±4.7	64.2±6.8a	65.2±6.6	65.6±6.4	
	25°C	54.9±4.6	60.1±5.9b			
	F-test	ns	*	ns	ns	-
a*	4°C	20.9±5.0[1/]	13.2±7.8b	11.1±7.9	12.2±7.8	13.0±7.1
	12°C	19.1±6.1	12.0±7.6b	11.8±7.0	12.0±7.2	
	25°C	21.8±4.6	20.8±4.0a			
	F-test	ns	**	ns	ns	-
b*	4°C	33.7±3.6	29.7±2.6	29.8±2.7	29.9±2.5	30.5±2.5
	12°C	33.3±3.8	29.9±2.7	29.9±2.5	30.4±2.8	
	25°C	34.6±3.7	31.0±2.9			
	F-test	ns	ns	ns	ns	-

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนัก (%) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	0.0±0.0[1/]	2.2±1.7b[2/]	3.8±2.0b	5.1±2.6b	7.8±1.1
12°C	0.0±0.0	3.2±1.5b	6.1±2.0a	9.3±2.0a	
25°C	0.0±0.0	8.9±2.6a			
F-test	ns	**	*	*	-

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 ความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิวตัน) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	139.5±7.5[1/]	128.3±6.6a[2/]	122.1±8.5a	129.4±7.7a	107.5±6.6
12°C	144.5±6.9	83.8±7.7b	40.1±7.0b	35.1±7.2b	
25°C	146.9±7.8	4.3±1.3c			
F-test	ns	**	**	**	-

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลง TSS/TA (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	42.4±4.3a[1/]	39.3±8.0a[2/]	44.8±5.4	42.8±6.9	49.7±8.0
12°C	35.0±4.9b	30.9±3.1b	42.7±8.0	42.6±6.0	
25°C	35.7±5.9b	35.1±3.5ab			
F-test	*	**	ns	ns	-

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (µg/g FW) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	3.6±0.5[1/]	3.2±0.6a[2/]	1.8±0.6b	1.6±0.2	1.8±0.2
12°C	3.0±0.3	2.8±0.3a	2.3±0.4a	1.4±0.5	
25°C	3.4±1.3	1.5±0.5b			
F-test	ns	**	*	ns	-

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงการยับยั้งอนุมูลอิสระ (%) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	วันหลังการเก็บรักษา				
	0	3	6	9	12
4°C	65.0±2.6[1/]	67.2±1.3b[2/]	67.1±2.8	61.7±4.8	63.6±8.4
12°C	62.1±6.9	63.9±4.0b	66.2±4.2	59.5±6.9	
25°C	62.0±4.0	77.0±6.1a			
F-test	ns	**	ns	ns	-

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมาย± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 28 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 0 วัน

ภาพที่ 29 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 3 วัน

ภาพที่ 30 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน

ภาพที่ 31 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 9 วัน

ภาพที่ 32 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 12 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้องสมุดกลาง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ต้องขออนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อนเท่านั้น

บทที่ 5
วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ในวันที่ 6 หลังการเก็บรักษา ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L*, a* และ b* ของสีเปลือกและสีเนื้อแตกต่างทางสถิติกับมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L*, a* และ b* ของสีเปลือกต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับที่ Caron *et al.* (2013) ได้รายงานว่า อุณหภูมิสูงชักนำให้เกิดการสุกโดยสีเปลือกของมะละกอมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีค่า L* สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่มีค่า a* และ b* ต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อสูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 65 และ 37 นิวตัน ตามลำดับ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 133.9 และ 20.8 นิวตัน ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีสัดส่วน TSS/TA ต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีสัดส่วน TSS/TA ประมาณ 35.2, 39.1 และ 49.9 ในมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยลดลงจาก 3.4 เป็น 1.8 μg/g FW และมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 1.5 μg/g FW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 1.7 และ 1.5 μg/g FW ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแคโรทีนอยด์สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่ Rivera-Pastrana *et al.*, 2010 ได้รายงานผลของอุณหภูมิต่ำต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ว่า มะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแคโรทีนอยด์ต่ำกว่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการชะลอการสุกหรือการสุกที่ผิดปกติ เช่น การเกิดอาการสะท้านหนาว โดยผลที่เก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาสีของเนื้อเป็นสีส้ม-แดง ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 61.5 และ 68.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างในการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* เมื่อเปรียบเทียบกับมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบความแตกต่างในส่วนของค่า b* โดยในวันที่ 3 หลังการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเท่ากับ 64.3, 64.2 และ 60.1 ตามลำดับ มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีการชะลอการเปลี่ยนของค่า a* ของสีเนื้อ แต่ไม่พบความแตกต่างของค่า b* ระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงในระหว่างการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในวันที่ 3 หลังการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อสูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 124 และ 80 นิวตัน ตามลำดับ และมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 107.5 และ 35.1 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับ Rivera-Lopez *et al.* (2005) ได้รายงานว่ามะละกอพันธุ์มาราดอลตัดแต่งมีการสูญเสียความแน่นเนื้อเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 7 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีสัดส่วน TSS/TA สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเท่ากับ 49.7, 42.6 และ 35.1 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยลดลงจาก 3.4 เป็น 1.5 μg/g FW ในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 1.8 และ 1.4 μg/g FW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแคโรทีนอยด์สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ Falah *et al.*, 2015 รายงานว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากตัวอย่างของมะละกอตัดแต่งกำลังเข้าสู่กระบวนการสุก ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 64, 60 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ Rivera-Lopez *et al.* (2005) รายงานว่า อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อค่า ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) ในมะละกอตัดแต่ง โดยมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัย

มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L*, a* และ b* ของสีเปลือกและสีเนื้อที่ต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อ ลดการสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) สัดส่วน TSS/TA และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแคโรทีนอยด์สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

มะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* และ a* ของสีเนื้อที่ต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบความแตกต่างกันในส่วนของค่า b* และมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีการอ่อนนุ่มของเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบความแตกต่างของสัดส่วน TSS/TA ในระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา และมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแคโรทีนอยด์สูงกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากการวิจัย

ผลงาน	ระบุรายละเอียดให้ชัดเจน	จำนวน	ปีที่คาดว่าจะสำเร็จ
1. การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ(Publications)			
■ การประชุม / สัมมนา ระดับนานาชาติ (International Conference)	2nd International Symposium on Agricultural Technology	1	2558
■ วารสาร ระดับนานาชาติ (International Journal)	ไม่มี		
■ การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)	ไม่มี		
■ วารสาร ระดับชาติ (National Journal)	ไม่มี		
2. การผลิตบัณฑิต			
■ ป.ตรี/โท/เอก	ป.โท	1	2558
3. ต้นแบบ กรุณาระบุระดับของต้นแบบ ดังนี้			
■ พร้อมใช้ (ผลิตภัณฑ์) (Product)	ไม่มี		
■ ระดับภาคสนาม (Field Prototype)	ไม่มี		
■ ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Prototype)	การหาปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ	1	2558
4. ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property)			
■ สิทธิบัตร (Patent)	ไม่มี		
■ อนุสิทธิบัตร (Petty Patent)	ไม่มี		
■ ลิขสิทธิ์ เช่น ซอฟต์แวร์ เป็นต้น (Copyright, e.g. Software etc.)	ไม่มี		
■ **เครื่องหมายทางการค้า** (Trademark)	ไม่มี		
5. ผลงานสร้างสรรค์ศิลปะ	ไม่มี		
6. การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่างๆ (ระบุประเภท และจำนวนครั้ง / จำนวนคนที่คาดว่าจะเข้าร่วม เช่น ฝึกอบรมเรื่อง .... จำนวน จัดสัมมนา อบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น)	ไม่มี		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

โกศล มารมย์. 2548. การปลูกไม้ผล 9 ชนิด. สำนักพิมพ์ภูมิปัญญา. กรุงเทพฯ. 168 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์ และ ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. 2550. ผลไม้ 111 ชนิด คุณค่าทางอาหารการกิน. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ. 324 หน้า.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์ . 2553ก. carotenoid / แคโรทีนอยด์. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1228/carotenoid- 9 พฤษภาคม 2557.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์ . 2553ข. antioxidant / สารต้านออกซิเดชัน. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0188/antioxidant- 12 พฤษภาคม 2557.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์ . 2553ค. การแช่เย็นผักและผลไม้. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2134/การแช่เย็นผักและผลไม้ 10 พฤษภาคม 2557.

สุเมธ วรรณพฤกษ์. 2551. วิกฤติส้มตำอีสาน เมื่อมะละกอกำลังขาดแคลน. [Online]. Available: http://www.askmedia.co.th/book/webboard_reply.php?id=4782. 17 พฤศจิกายน 2552.

สายชล เกตุษา. 2549. ความเสียหายของผักและผลไม้เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารราชบัณฑิตสถาน ปีที่ 31 ฉบับที่ 2: 473-485.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี ๒๕๕๔. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.

วาริน แสงกิตติโกมล. 2543. ปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระในผัก ผลไม้และสมุนไพร. วารสารสหเวชศาสตร์ 1: 11-18.

วาริน แสงกิตติโกมล. 2546. การเปรียบเทียบปริมาณสารโพลีฟีโนลิกส์และปริมาณรวมการต้านสารอนุมูลอิสระในผักและสมุนไพร. วารสารสหเวชศาสตร์ 3: 91-99.

ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์. 2546. ความก้าวหน้าทางเภสัชวิทยา. นิวไทยการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.

โอภา วัชระคุปต์ ปรีชา บุญจูง จันทนา บุณยะรัตน์ และมาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ. พี.เอส.พริ้นท์. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ahmed J., Lobo, M. G. and Ozadali, F. 2012. Tropical and Subtropical Fruits : Postharvest Physiology, Processing and Packaging. John Wiley & Sons, Iowa. 648p.

Ames, B.M., Shinena, M.K. and Hagen, T.M. 1993. Oxidants, antioxidants and the degenerative disease of aging. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America. 90: 7915-7922

Cao, G., Booth, S.L., Sadowski, J.A. and Prior, R.L. 1989. Increase in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables. The American Journal of Clinical Nutrition 68: 1081-7.

Caron V. C., Chitolina, G. M. and Jacomino, A. P. 2013. Influence of Low Temperature Storage on the Postharvest Quality of Papaya Fruit (*Carica papaya* Linn.). Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 126: 200–202.

Chen, Z.Y. and Chan, P.T. 1996. Antioxidation activity of green tea catechins in canola oil. Chemistry and Physics of Lipids. 79: 157-63.

Cowan M.M. 1999. Plants products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews. 12: 564-582.

Dere, S., Gunes, T. and Sivaci, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll–A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany. 22: 13-17.

Falah M. A. F., Nadine, M. D. and Suryandono, A. 2015. Effect of Storage Conditions on Quality and Shelf-life of Fresh-cut Melon (*Cucumis melo* L.) and Papaya (*Carica papaya* Linn.). Procedia Food Science. 3: 313-322.

Gross, J. 1987. Pigment in fruit. Academic press. London. UK. 303 p.

Halliwel, B. and Gutteridge, J.M.C. 1989. Free radicals in biology and medicine. Oxford Clarendon Press 2nd edition. p: 416-494.

Helmja, K., Vaher, M., Gorbatsova, J., and Kaljurand, M. 2007. Characterization of bioactive compounds contained in vegetables of the solanaceae family by capillary electrophoresis. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Chemistry. 56: 172-186.

Huang, D., Ou, B. and Prior, R. L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural Food Chemistry. 53:1841-1856.

Kaur C. and Kapoor, H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health (Review). International Journal of Food Science & Technology . 36: 703–725.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kinsella, J.E., Frankel, E., German, B. and Kanner, J. 1993. Possible mechanism for the protection role of antioxidants in wine and plant food. Food Technology. 4: 85-89.

Mitra, S.K., 1997. Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. CABI Publishing, New York. 441p.

Rivera-Lopez J., Vazquez-Ortiz, F. A., Ayala-Zavala, J. F., Sotelo-Mundo, R. R. AND Gonzalez-Aguilar, G. A. 2005. Cutting Shape and Storage Temperature Affect Overall Quality of Fresh-cut Papaya cv. 'Maradol'. Journal of Food Science. 70 (7): 482-489.

Rivera-Pastrana D. M., Yahiab, E. M. and Gonzalez-Aguilar, G. A. 2010. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and their contents under low temperature storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 90 (14): 2358- 2365.

Seymour. G.B., Tayler, J.E. and Tucker, G.A. 1993. Biochemistry of fruit ripening. Chapman and Hall. p: 445.

Shahidi, F. and Wanasundara, P.K.J. 1992. Phenolic antioxidant. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 32: 67-103.

Steinmetz, K.A. and Pottor, J.D. 1996. Vegetable, fruit and cancer prevention. Journal of the American Dietetic Association. 96: 27-39.

Torun, H., Ayaz, F. A., Colak, N., Grúz, J. and Strnad, M.. 2013. Phenolic Acid Content and Free Radical-Scavenging Activity of Two Differently Processed Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.) Pod. Food and Nutrition Sciences. 4: 547-553.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sirivejabandhu, K. and L. Khurnpoon. 2015. Effect of different temperature on carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam'papaya. p. 253-256. *In*: 2nd International Symposium on Agricultural Technology. July 1-3, 2015, A-One The Royal Cruise Hotel Pattaya, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2nd International Symposium on Agricultural Technology (ISAT2015)
Poster Full Papers
P-19

Effect of Different Temperature on Carotenoid Content and Antioxidant Activity in 'Khak Dam' Papaya

Kanthee SIRIVEJABANDHU[1] and Lampan KHURNPOON[1*]

[1]**Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institutes of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand**
*Corresponding email: kplampan@gmail.com

ABSTRACT

The effect of different temperatures (4, 12 and 25°C) on carotenoid content and antioxidant activity in whole fruits and fresh cut 'Khak Dam' papaya fruits were studied. At 6 days in storage of whole fruits at 4 and 12°C showed significant difference in L*, a* and b* values in peel and pulp color from fruits stored at 25°C. Fruits stored at 4 and 12°C had lower in a* value of the peel about -10.1 and -8.6, respectively, while it was about 3.3 when stored at 25°C. Low temperature storage could delay the reduction in fruit firmness, about 126.4, 98.9 and 66.1 N after being stored at 4, 12 and 25°C, respectively, but lower in percentage of weight loss and TSS/TA ratio. The percentage of free radical inhibition in fruit stored at 4, 12 and 25°C were about 52, 64 and 70%, respectively. Highest carotenoids content was found when fruit stored at 4°C about 3.4 µg/g FW. In fresh cut sample after being stored at 4 and 12°C showed significant difference in L* and a* values of the pulp but no difference in b* value when compared to sample stored at 25°C. Fruits stored at 4 and 12°C could delay the change in a* value of the pulp and preserved the fruit firmness better than fruit stored at 25°C. Significant difference between storage temperatures was found in percentage of weight loss but not in TSS/TA ratio. Low temperature storage could maintain the change in carotenoid content but lower in the percentage of free radical inhibition than stored at 25°C.

Keywords: Papaya, Weight loss, Free radical, Carotenoid, Antioxidant

Introduction

Papaya (*Carica papaya* L.) fruit is rapidly becoming and important commodity worldwide, both as a fresh fruit and as processed products. Papaya is a very healthy fruit, and it is appreciated because of its attractive pulp color, flavor, succulence, and characteristic aroma (Rivera-Lopez *et al.*, 2005). Papaya fruit grow in tropical and sub-tropical regions and are marketed around the world. Several tropical fruits are rich in antioxidants such as polyphenols, vitamins and carotenoids (Rivera-Pastrana *et al.*, 2010). Like other climacteric fruits, papaya undergoes a series of biochemical changes after harvest. Although low temperature may extend storage life of tropical fruit, it also causes chilling injury, characterized by browning of the skin, greater firmness and off-flavours in the fruit (Mitra, 1997). Papaya is a good source of carotenoids; natural pigments responsible for the color of the fruit and related to biological functions or action in human such as provitamin A activity, carotenoids present in red-fleshed papayas are more efficient antioxidants and have been linked reduction of the risk of cancer (Ahmed *et al.*, 2012). Several carotenoids such a ß-carotene, lycopene, lutein, and zeaxanthine are known to exhibit antioxidant activity, but ß-carotene has been the most thoroughly studied. As a group, vitamin C, E, and ß-carotene comprise the so-called antioxidant vitamins (Kaur and Kapoor, 2001). The objective of this study was to determine the effect of temperature on the amount of carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam' papaya.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Material and Methods

'Khak Dam' papaya fruits were cleaned with water and air-dried. Samples were separated into two groups; whole fruit and fresh cut samples. Fruits were peeled then cut into the size of 2*3 cm^2, packed on foam tray and wrapped with PVC film. Both groups of samples were stored at 4, 12 and 25°C until senescence. Peel and pulp color change was measured by Color Flex spectrophotometer and reported as L*, a* and b* values. The L* value represented the lightness, a* value represented the redness (+a) or greenness (-a) and b* value represented the yellowness (+b) or blueness (-b). Pulp firmness was measured by using fruit firmness tester and reported as newton (N). Total soluble solids (TSS) content was measured from the fruit juice by using hand refractometer and report as %brix. Titratable acidity (TA) content was measured from the fruit juice titrated with a standard alkaline solution (0.1*N* NaOH) and report as %titratable acidity. The percentage of weight loss was obtained from the different between the initial weight and one at the end of storage. Extraction and analysis of carotenoid content were done by modified the method of Dere *et al.* (1998) and the percentage of free radical inhibition by modified the method of Torun *et al.* (2013).

Result and Discussion

After 6 days in storage, whole fruits stored at 4 and 12°C showed significantly difference in L*, a* and b* values in peel and pulp color from fruits stored at 25°C. Fruits stored at 4 and 12°C had lower in lightness (L* value), redness (a* value) and yellowness (b* value) of the peel when compared with fruits stored at 25°C. This result confirmed by the report from Caron *et al.* (2013) that high temperature increase ripeness by increasing external color papayas. In the pulp color change, fruits stored at low temperature had higher in L* value than fruits stored at 25°C but lower in a* and b* value than fruits stored at 25°C.

Fruits stored at 4 and 12°C had higher in fruit firmness than fruit stored at 25°C about 65 and 37N, respectively, on 6 days and preserved at 133.9 and 20.8N at the end of storage. Fruits stored at low temperature had lower in the percentage of weight loss than fruits stored at 25°C approximately 3 and 7%, respectively. Fruits stored at 4 and 12°C had the TSS/TA ratio lower than fruits stored at 25°C. The TSS/TA ratio was about 35.2, 39.1 and 49.9 at the end of storage when stored at 4, 12 and 25°C (Table 1).

Carotenoid content in fruits stored at 4, 12 and 25°C decreased during storage. Fruits stored at 25°C had rapidly decreased in carotenoid content from 3.4 to 1.8µg/g FW on days 3 then to about 1.5µg/g FW at the end of storage. Fruits stored at 4 and 12°C had lower carotenoid content at the beginning than those stored at 25°C. It was about 1.7 and 1.5µg/g FW on days 12 (Table 1). Rivera-Pastrana *et al.*, 2010, reported the effect of low temperature on carotenoid content was observed lower carotenoid levels in papaya fruit stored at 1°C could be a result of a delayed ripening or abnormal maturation as a symptom of chilling injury. Maximum levels of carotenoids were observed in fruit stored at 25°C, which correspond to the development of orange-red mature flesh color.

At 12 days after storage fruits stored at 4 and 12°C had the percentage of free radical inhibition about 61.5 and 68.6%, respectively (Table 1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table1 Changes in weight loss (%), firmness (N), TSS/TA ratio, carotenoid content (µg/g FW) and Free radical inhibition (%) in whole fruit 'Khak Dam' papaya stored at different temperature for 12 days.

	Quality parameters				
Storage temperatures	Percentage of weight loss	Pulp firmness	TSS/TA ratio	Carotenoid content	Percentage of free radical inhibition
4°C	10.0±0.4[1]	133.9±10.6	35.2±2.6	1.7±0.2	61.5±6.4
12°C	5.5±0.6	20.8±6.1	39.1±6.2	1.5±0.8	68.6±2.3
25°C	8.8±0.3	61.6±7.8	49.9±4.6	1.5±0.6	70.8±8.4

[1] Data shown are mean ± standard deviation.

In fresh cut sample after stored at 4 and 12°C showed significantly difference in L* and a* values of the pulp but no difference in b* value when compared to sample stored at 25°C. At 3 days after storage, fruits stored at 4 and 12°C had higher in L* value than fruits stored at 25°C were about 64.3, 64.2 and 60.1, respectively. Fruits stored at 4 and 12°C could delay the change in a* value of the pulp color but not difference in b* value of the pulp among treatment (Table 2).

Fruits stored at 4, 12 and 25°C had significantly different in fruit firmness and then decrease during storage. During 3 days in storage, fruits stored at 25°C had decreased rapidly in fruit firmness. Fruits stored at 4 and 12°C had higher in fruit firmness than fruit stored at 25°C about 124 and 80N, respectively, on days 6 and preserved at 107.5 and 35.1N at the end of storage. Fruits stored at 4 and 12°C had lower percentage of weight loss than fruits stored at 25°C approximately 7 and 6%, respectively (Table 2). The firmness loss of fresh cut papaya 'Maradol' was observed as a result of higher storage temperature (Rivera-Lopez *et al.*, 2005). Fruits stored at 4 and 12°C had the TSS/TA ratio higher than fruits stored at 25°C. The TSS/TA ratio was about 49.7, 42.6 and 35.1 at the end of storage when stored at 4, 12 and 25°C (Table 2).

Carotenoid content in fruits stored at 4, 12 and 25°C decreased during storage. Fruits stored at 25°C had rapidly decreased in carotenoid content from 3.4 to 1.5µg/g FW on days 3 in storage. Fruits stored at 4 and 12°C had lower carotenoid content at the beginning than those stored at 25°C. It was about 1.8 and 1.4µg/g FW at the end of storage (Table 2). Falah *et al.*, 2015 reported carotenoid content of fresh-cut papaya was still increase during stored under different storage conditions, this indicate that the sample of the fresh-cut papaya still to be maturity and ripening processes.

At the end of storage fruit stored at 4, 12 and 25°C had percentage of free radical inhibition were about 64, 60 and 77%, respectively (Table 2). The storage temperature significantly affected the ORAC value of fresh-cut papaya fruit. Fresh-cut papaya changed slightly during storage at 5°C. However, significant reduction of ORAC values were found in fresh-cut papaya at 10°C and 20°C (Rivera-Lopez *et al.*, 2005).

Table 2 Changes in pulp color, weight loss (%), firmness (N), TSS/TA ratio, carotenoid content (µg/g FW) and free radical inhibition (%) in fresh cut 'Khak Dam' papaya stored at different temperature for 12 days.

	Quality parameters							
Storage temperatures	Pulp color			Percentage of weight loss	Pulp firmness	TSS/TA ratio	Carotenoid content	Percentage of free radical inhibition
	L*	a*	b*					
4°C	64.4±7.0[1]	13.0±7.1	30.5±2.5	7.8±2.9	107.5±6.6	49.7±8.0	1.8±0.2	63.6±8.4
12°C	65.1±6.4	12.0±7.2	30.4±2.8	9.3±8.5	35.1±7.2	42.6±6.0	1.4±0.5	59.5±6.9
25°C	60.1±5.9	20.8±4.0	31.0±2.9	8.9±4.6	4.3±1.3	35.1±3.5	1.5±0.5	77.0±6.1

[1] Data shown are mean ± standard deviation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conclusion

'Khak Dam' papaya fruits stored at 4 and 12°C showed lower significantly difference in L*, a* and b* values in peel and pulp color change than fruits stored at 25°C. Fruits stored at 4 and 12°C could maintained pulp firmness, reduced percentage of weight loss, TSS/TA ratio and percentage of free radical inhibition but higher in carotenoid content than fruits stored at 25°C. In fresh cut sample after stored at 4 and 12°C showed significantly difference in L* and a* values in pulp color change but no difference in b* value when compared to stored at 25°C. Fruits stored at 4 and 12°C had significantly lower pulp softening, percentage of weight loss and percentage of free radical inhibition than fruits stored at 25°C, but no difference in TSS/TA ratio among treatments. Fruits stored at 4, 12°C had carotenoid content higher than fruits stored at 25°C.

Acknowledgements

We thank the Faculty of Agricultural Technology, KMITL for financial support.

References

Ahmed, J., M. G. Lobo and F. Ozadali. 2012. Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging. John Wiley & Sons, Iowa. 648p.

Caron, V. C., G. M. Chitolina, and A. P. Jacomino. 2013. Influence of Low Temperature Storage on the Postharvest Quality of Papaya Fruit (*Carica papaya* L.). Proceedings of the Florida State Horticultural Society 126: 200–202.

Dere, S., T. Gunes and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll–A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany 22: 13-17.

Falah M. A. F., M. D. Nadine and A. Suryandono. 2015. Effect of Storage Conditions on Quality and Shelf-life of Fresh-cut Melon (*Cucumis melo* L.) and Papaya (*Carica papaya* L.). Procedia Food Science 3: 313-322.

Kaur, C. and H.C. Kapoor. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health (Review). International Journal of Food Science & Technology 36: 703–725.

Mitra, S.K., 1997. Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. CABI Publishing, New York. 441p.

Rivera-Lopez, J., F. A. Vazquez-Ortiz, J. F. Ayala-Zavala, R. R. Sotelo-Mundo and G. A. Gonzalez-Aguilar. 2005. Cutting Shape and Storage Temperature Affect Overall Quality of Fresh-cut Papaya cv. 'Maradol'. Journal of Food Science 70 (7): 482-489.

Rivera-Pastrana, D. M., E. M. Yahiab and G. A. Gonzalez-Aguilar. 2010. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and their contents under low temperature storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 90 (14): 2358- 2365.

Torun, H., F. A. Ayaz, N. Colak, J. Grúz and M. Strnad. 2013. Phenolic Acid Content and Free Radical-Scavenging Activity of Two Differently Processed Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.) Pod. Food and Nutrition Sciences 4: 547-553.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา .....

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2558

☐ แหล่งงบประมาณแผนดิน (แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

1. **ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)** ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

(ภาษาอังกฤษ) Effect of different temperature on carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam' papaya.

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 ..... บาท ..... % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) .....

งวดที่ 2 ..... บาท ..... % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) .....

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่าย**ที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)**

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน
งบบุคลากร: ค่าจ้างชั่วคราว	60,000	60,000	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	11,000	11,000	-
ค่าวัสดุ	29,000	29,000	-
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	100,000	100,000	-

.....

(.....)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

...../...../.....

.....

(.....)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/จ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

...../...../.....

หมายเหตุ : นักวิจัยหรือเจ้าหน้าการเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงิน หรือข้อความอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสาวลำแพน ขวัญพูล

(ภาษาอังกฤษ) Miss Lampan Khurnpoon

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5 3604 90016 77 2

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้ พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 023298515 โทรสาร 023298515

E-mail: kplampan@gmail.com

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	ปีที่สำเร็จ	ชื่อสถาบัน
วท.บ. (เกษตรศาตร์)	พืชสวน	2541	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วท.ด. (พืชสวน)	พืชสวน	2550	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ผู้อำนวยการงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

-โครงการ การทดสอบระบบการผลิตมะละกออย่างยั่งยืนในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

-โครงการ การเปลี่ยนแปลงสารสีและกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์

-โครงการ กิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเปลือกและเนื้อของมะม่วงพันธุ์มหาชนก

-โครงการ ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการวิจัยร่วม

-โครงการ ผลของการรมและการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูผักและไม้ดอก

-โครงการ บทบาทของเอทิลีนต่อการสุกและการแตกของฝักวานิลลา

ผลงานวิจัย

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติ

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2553. การชะลอการสุกของมะละกอพันธุ์แขกดำด้วยสาร 1-methylcyclopropene. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(1) พิเศษ: 23-26.

ทิพวรรณ จันทร์มณี **ลำแพน ขวัญพูล** และวชิรญา อิ่มสบาย. 2553. ผลของ 1-methylcyclopropene ร่วมกับการใช้สารละลายต่ออายุการปักแจกันของ ดอกกุหลาบพันธุ์ไวท์คริสมาสต์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(1) พิเศษ: 71-74.

ลำแพน ขวัญพูล นิภาพร ยลสวัสดิ์ และอภิสิทธิ์ แก้วฉา. 2553. คุณภาพของมะละกอผลดิบและผลสุกทานสดที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(1) พิเศษ: 59-62.

จรงศักดิ์ พุ่มนวล อรอุมา รุ่งน้อย และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2554. การทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของด้วงงวงมันเทศ (*Cylasformicarius F.*) บนมันเทศพันธุ์ต่างๆ. วารสารแก่นเกษตร. 39(2): 59-66.

นวลอนงค์ ปุเรนเต และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2555. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในมะม่วงพันธุ์มหาชนก. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30(2): 68-77.

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2555. ผลของสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) พิเศษ: 436-439.

จุฑามาศ แสงสว่าง และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2555. ผลของ 1-methylcyclopropene ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและการกระจายขนาดโมเลกุลของเพคตินในผลมะละกอที่เกิดการช้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) พิเศษ: 532-535.

จุฑามาศ แสงสว่าง และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2555. ผลของระยะความบริบูรณ์ต่อความรุนแรงของการช้ำในผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลาย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) พิเศษ: 556-559.

พรพรรณ นุชโพธิพันธุ์ **ลำแพน ขวัญพูล** และธิติมา วงษ์ชีรี. 2555. การเปลี่ยนแปลงปริมาณและการกระจายตัวโมเลกุลของเพกทินของฝักวานิลลา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) พิเศษ: 490-493.

วัชรชัย พรมทับ และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2555. การลดการช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอกโดยใช้กรดแอสคอร์บิก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) พิเศษ: 335-338.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ และ**ลำแพน ขวัญพูล**. 2557. ผลของสารเอทิฟอนและฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 45(3/1) พิเศษ: 249-252.

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับนานาชาติ

L. Khurnpoon and J. Siriphanich. 2012. Changes in cell wall polysaccharides in bruised papaya. ActaHorticulturae. 945: 381-389.

L. Khurnpoon and O. Rungnoi. 2012. The correlation between total phenol and antioxidant in sweet potato (*Ipomeabatatas*) with varying flesh color. ActaHorticulturae. 945: 413-419.

L. Khurnpoon, K. Sirivejabandhu and P. Sangwanangkul. 2014. Changes in pigments and fruit quality in papaya from different harvesting seasons. Journal of Agricultural Technology. 10(4): 1039-1049.

Sirivejabandhu, K. and **L. Khurnpoon**. 2015. Effect of different temperature on carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam' papaya. p. 253-256. *In*: 2nd International Symposium on Agricultural Technology. July 1-3, 2015, A-One The Royal Cruise Hotel Pattaya, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Kanthee Sirivejabandhu

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 8401 00370 74 5

ตำแหน่งปัจจุบัน -

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้ พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 081-4161541 โทรสาร 023298515
E-mail: nonsawat@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	ปีที่สำเร็จ	ชื่อสถาบัน
วท.บ. พืชศาสตร์	พืชสวน	2545	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ -

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ -

ผู้อำนวยการงานวิจัย -

หัวหน้าโครงการวิจัย -

โครงการวิจัยร่วม

-โครงการ ผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

ผลงานวิจัย

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติ

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ และลำแพน ขวัญพูล. 2553. การชะลอการสุกของมะละกอพันธุ์แขกดำด้วยสาร 1-methylcyclopropene. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(1) พิเศษ: 23-26.

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ และลำแพน ขวัญพูล. 2555. ผลของสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) พิเศษ: 436-439.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ และลำแพน ขวัญพูล. 2557. ผลของสารเอทิฟอนและฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 45(3/1) พิเศษ: 249-252.

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับนานาชาติ

L. Khurnpoon, **K. Sirivejabandhu** and P. Sangwanangkul. 2014. Changes in pigments and fruit quality in papaya from different harvesting seasons. Journal of Agricultural Technology. 10(4): 1039-1049.

Sirivejabandhu, K. and L. Khurnpoon. 2015. Effect of different temperature on carotenoid content and antioxidant activity in 'Khak Dam'papaya. p. 253-256. *In*: 2nd International Symposium on Agricultural Technology. July 1-3, 2015, A-One The Royal Cruise Hotel Pattaya, Thailand.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้