ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว เอทิลีน และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพในมะละกอพันธุ์แขกดำ

EFFECT OF HARVESTING SEASON, ETHYLENE AND STORAGE TEMPERATURE ON PEEL COLOR DEVELOPMENT AND QUALITY IN 'KHAK DAM' PAPAYA

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

KANTHEE SIRIVEJABANDHU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AG-M-021-209

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว เอทิลีน และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพในมะละกอพันธุ์แขกดำ

EFFECT OF HARVESTING SEASON, ETHYLENE AND STORAGE TEMPERATURE ON PEEL COLOR DEVELOPMENT AND QUALITY IN 'KHAK DAM' PAPAYA

T148317

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

KANTHEE SIRIVEJABANDHU

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

เลขหมู่.........................
เลขทะเบียน 148317
วัน.เดือน.ปี 24 มิ.ย. 2560

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AG-M-021-209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF HARVESTING SEASON, ETHYLENE AND STORAGE TEMPERATURE ON PEEL COLOR DEVELOPMENT AND QUALITY IN 'KHAK DAM' PAPAYA

KANTHEE SIRIVEJABANDHU

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-AG-M-021-209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว เอทิลีน และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพในมะละกอพันธุ์แขกดำ

Effect of harvesting season, ethylene and storage temperature on peel color development and quality in 'Khak Dam' papaya

นักศึกษา นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

รหัสประจำตัว 56604092

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา พืชสวน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		**ลายมือชื่อ**
ดร.อรอุมา	รุ่งน้อย	
รศ.ดร.สุเม	อรัญนารถ	
รศ.ดร.สมชาย	กล้าหาญ	
ผศ.ดร.กัญจนา	แซ่เตียว	
ผศ.ดร.ลำแพน	ขวัญพูล	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 28 มกราคม 2559

สถานที่สอบ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร (ชั้น 1 ตึกบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 15 **เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว เอทิลีน และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพในมะละกอพันธุ์แขกดำ
ชื่อนักศึกษา	นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ
รหัสนักศึกษา	56604092
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2559
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล

บทคัดย่อ

ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน (เดือนเมษายน-พฤษภาคม 2558) และฤดูหนาว (เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2558) ในพื้นที่อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ผลมะละกอมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและสีเนื้อ และความแน่นเนื้อระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสัดส่วน TSS/TA ต่ำกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสระหว่างการเก็บรักษา เมื่อศึกษาบทบาทของสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยรมผลมะละกอด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี นาน 12 ชั่วโมง ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล ชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อ ชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด และมีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสระหว่างการเก็บรักษา สำหรับการจุ่มผลมะละกอในสารละลายเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล การอ่อนนุ่มของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด และค่าสัดส่วน TSS/TA มากกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ามะละกอที่จุ่มสารละลายเอทิฟอนมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร และมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารตลอดการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว

การเก็บรักษามะละกอในรูปแบบทั้งผลและตัดแต่งเป็นชิ้นที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ (ค่า a*) การสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่มของเนื้อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีผลต่อค่าสัดส่วน TSS/TA และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการเก็บในรูปแบบตัดแต่งเป็นชิ้นสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาได้ดีกว่าการเก็บแบบทั้งผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Effect of harvesting season, ethylene and storage temperature on peel color development and quality in 'Khak Dam' papaya
Student	Mr. Kanthee Sirivejabandhu
Student ID	56604092
Degree	Master of Science
Programme	Horticulture
Year	2016
Advisor name	Assist.Prof.Dr. Lampan Khurnpoon

Abstract

'Khak Dam' papaya from summer (April-May 2015) and winter season (January-February 2015) harvested from Sakaeo Province. Fruit samples were no different in peel and pulp color changes and fruit firmness during storage. At the end of storage papaya harvested from winter season gave 5-10% lower in percentage of fresh weight loss and TSS/TA ratio than fruit harvested from summer season. However, papaya from different harvesting seasons were no different in chlorophyll contents and chlorophyllase activity. 'Khak Dam' papaya treated with 500 and 1,000 ppb 1-MCP for 12 hours could delayed the change in peel color, pulp softening, percentage of fresh weight loss and higher in TSS/TA ratio than non-treated fruit, but no different between treatments in pulp color change, chlorophyll contents and chlorophyllase activity during storage. Papaya fruit treated with 500 and 1,000 ppm ethephon for 5 minutes were higher in peel color change, fruit softening, percentage of fresh weight loss and TSS/TA ratio than non-treated fruit, but no significantly different between treated and non-treated fruit during storage. The reduction of chlorophyll content and the activity of chlorophyllase were also enhanced by ethephon treatments, but the different was not affect by harvesting season.

In comparison between storage sample as whole fruit and fresh cut of 'Khak Dam' papaya were storage at 4, 12 and 25°C was also study. Fruit stored at 4 and 12°C showed significantly difference lower in a* value of the pulp color, percentage of fresh weight loss, pulp softening and carotenoid content than fruit stored at 25°C but no affect on TSS/TA ratio and percentage of free radical inhibition. Fruit stored as fresh cut sample could delayed physiological change better than stored as whole fruit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ลำแพน ขวัญพูล อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณที่ให้คำปรึกษา คำเสนอแนะ และการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ ผศ.ดร. กัญจนา แซ่เตียว ดร. อรอุมา รุ่งน้อย และ รศ.ดร. สุเม อรัญนารถ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยจากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบุคลากรทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์อุปกรณ์ต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้โอกาส กำลังใจ และการสนับสนุนในทุกๆ ด้าน สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง และทุกๆ คนที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ บิดา มารดา และผู้มีอุปการคุณทุกท่าน

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ

มกราคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตารางภาคผนวก	VII
สารบัญภาพ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะละกอ	4
2.2 มะละกอพันธุ์แขกดำ	5
2.3 การเปลี่ยนแปลงสารสี (pigment) ระหว่างการสุกของผลมะละกอ	5
2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)	11
2.5 บทบาทของเอทิลีนและสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน	12
2.6 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	17
2.7 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	21
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	21
3.2 วิธีการดำเนินงานและการวางแผนการทดลอง	22
3.3 การบันทึกข้อมูล	25
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	28
3.5 สถานที่ดำเนินงาน	28
3.6 ระยะเวลาดำเนินงาน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....29

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำ.....29

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก.....29
- การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ.....30
- การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้.....33
- ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์.....36
- กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส.....37

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและเอทิลีนต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำ.....45

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก.....45
- การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ.....45
- การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้.....49
- ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์.....51
- กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส.....52

ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำทั้งผลและตัดแต่ง.....58

- การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ.....58
- การสูญเสียน้ำหนักสด และการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ.....61
- สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้.....62
- ปริมาณแคโรทีนอยด์ และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ.....64

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....70

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม......75
ภาคผนวก......81
ประวัติผู้เขียน......116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1 สภาพภูมิอากาศในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน-พฤษภาคม ปี 2558 ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว.....82

2 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....83

3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....84

4 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....85

5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....86

6 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....87

7 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....88

8 การสูญเสียน้ำหนักสดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....89

9 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวนำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

10 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....91

11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....92

12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บีของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....93

13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....94

14 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....95

15 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000พีพีเอ็มที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....96

16 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....97

17 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

18 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....99

19 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....100

20 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....101

21 การสูญเสียน้ำหนักสดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....102

22 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....103

23 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....104

24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....105

25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บีของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน.......107

27 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร(control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน.......108

28 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......109

29 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......110

30 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......111

31 การสูญเสียน้ำหนักสดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......112

32 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......113

33 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......114

34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......115

35 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน.......116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์	6
2	กระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์	7
3	กระบวนการสลายคลอโรฟิลล์	8
4	สูตรโครงสร้างทางเคมีของ hydrogenated carotenoid derivatives	9
5	สูตรโครงสร้างทางเคมีของ oxygenated carotenoid derivatives	9
6	กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์	10
7	กลไกการทำงานของเอทิลีน	13
8	กลไกการทำงานของสาร 1-MCP	16
9	การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน	31
10	การเปลี่ยนแปลงค่า L* a* และ b*ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบีที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน	32
11	การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อและสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน	35
12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร(control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

13 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....39

14 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน....40

15 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน....41

16 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....42

17 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 วัน....43

18 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

19 การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....47

20 การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....48

21 การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อและสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....50

22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บีและแคโรทีนอยด์ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....53

23 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน....54

24 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

25 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน 56

26 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน 57

27 การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน 60

28 การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อและสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน 63

29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน 65

30 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน 66

31 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 67

32 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 และ 12 วัน 68

33 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya L.* ชื่อวงศ์ CARICACEAE และมีชื่อสามัญคือ Papaya เป็นไม้ผลล้มลุกขนาดกลาง เป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ (โกศล มารมย์. 2548) โดยมีแหล่งที่ปลูกมากที่จังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และชุมพร เป็นต้น (สุเมธ วรรณพฤกษ์. 2551) สำหรับตลาดต่างประเทศ พบว่าในปี 2553-2554 มีปริมาณการส่งออกมะละกอ 630 และ 995 ตัน คิดเป็นมูลค่า 28.035 และ 50.208 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555)

มะละกอพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ผลดิบมีเนื้อแน่นและกรอบ เมื่อสุกเนื้อมีสีแดงส้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยจึงมีผู้นิยมบริโภคสุกกันมาก (โกศล มารมย์. 2548) อย่างไรก็ตาม มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็ว โดยสามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์สารสีคลอโรฟิลล์ที่ให้สีเขียวเพื่อการสังเคราะห์แสงของพืชจากนั้นมีการสลายตัวของสารสีคลอโรฟิลล์เมื่อเกิดการเสื่อมสภาพโดยการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) และขณะเดียวกันพบว่ามีการสร้างสารสีบางชนิด เช่น แคโรทีนอยด์ ที่ทำให้ผิวผลมีสีเหลืองเมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก ดังที่มีการศึกษาในส้ม (Yamauchi *et al.* 1997) ลิ้นจี่ (Wang *et al.* 2005) มะนาว (Win *et al.* 2006) พลัม (Luo *et al.* 2009) และกล้วย (Yang *et al.* 2009) ในขณะที่ผลมะละกอเกิดการสุกพบว่าสีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ โดยการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีที่มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียร โดยแม้เก็บเกี่ยวมาแล้วแคโรทีนอยด์ก็ยังสามารถอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การสลายตัวเกิดขึ้นมากเมื่อเนื้อเยื่อมีการเสื่อมสภาพ สารแคโรทีนอยด์ใช้เป็นสีผสมอาหาร (food color) จากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (antioxidation) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอนุมูลอิสระ (free radical) เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553ข)

จากการที่ผลมะละกอมีอายุสั้นไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน (short shelf life) เนื่องจากมะละกอเป็นผลไม้ในกลุ่ม climacteric fruits สามารถผลิตและตอบสนองต่อเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วในระหว่างที่เกิดการสุก ซึ่งเอทิลีน (ethylene) เป็นฮอร์โมนพืชเพียงชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นแก๊สที่มีคุณสมบัติในการเร่งกระบวนการสุกของผลไม้ ดังนั้นการให้เอทิลีนกับผลไม้ที่แก่จัดจึงสามารถเร่งให้เกิดการสุกได้เร็วกว่าปกติ โดยที่คุณภาพของผลไม้ไม่ได้เปลี่ยนไป (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) ซึ่งประโยชน์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันหนึ่งของเอทิลีนคือใช้สำหรับการบ่มผลไม้ แต่เนื่องจากสารนี้อยู่ในสภาพที่เป็นแก๊ส ทำให้การใช้งานไม่สะดวกในหลายกรณี เพราะสารที่อยู่ในสถานะแก๊สสามารถระเหยไปในอากาศได้อย่างรวดเร็ว จึงได้มีการสังเคราะห์สารเอทิฟอน ซึ่งเป็นสารกึ่งแข็งขึ้นมา เมื่อสารนี้ดูดซึมเข้าไปในพืช จะค่อย ๆ สลายตัวและปลดปล่อยแก๊สเอทิลีนออกมา ซึ่งใช้บ่มผลไม้ให้สุกได้ ดังนั้นการชะลอการสุกจึงสามารถทำได้ด้วยการลดปริมาณเอทิลีนโดยการใช้สารดูดซับเอทิลีน หรือการใช้สารยับยั้งการผลิตและการทำงานของเอทิลีน เช่น silver thiosulphate (STS) และ aminoethoxyvinylglycine (AVG) (Blankenship. 2001) เป็นต้น ในปัจจุบันมีการใช้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยมีความสามารถในการแย่งพื้นที่จับกับตัวรับสัญญาณเอทิลีนได้ดีกว่าเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ จึงสามารถชะลอกระบวนการสุก ทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น สาร 1-MCP อยู่ในกลุ่มสาร cyclopropane เป็นสารไม่มีกลิ่นและไม่เป็นพิษ ซึ่งในปี 1999 ได้รับการยอมรับจาก Environmental Protection Agency (EPA) สำหรับใช้ในดอกไม้ ใช้ชื่อทางการค้าว่า Ethyl bloc® และยังมีการพัฒนามาใช้ในผลิตผลรับประทานสดโดยใช้ชื่อการค้าว่า Smart Fresh™ ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก จึงได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration: FDA) ให้สามารถนำสาร 1-MCP มาใช้กับผลิตผลทางการเกษตรได้ และยังได้รับการยกเว้นจาก U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) ในเรื่องของข้อกำหนดในการระบุปริมาณผลตกค้างที่จะยอมรับได้ (Exemption from the requirement of a tolerance) ในผลิตผลจำพวกผักและผลไม้สด (จริงแท้ ศิริพานิช. 2550)

โดยทั่วไปการยืดอายุผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้หลายวิธี และการเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำก็เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันเป็นการค้ามากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งหรือชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ อย่างไรก็ตามผักและผลไม้ทุกชนิดมีความทนทานต่อสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้แตกต่างกันโดยเฉพาะที่อุณหภูมิต่ำใกล้จุดเยือกแข็ง (freezing point) เพราะจะทำให้ผลิตผลแสดงอาการสะท้านหนาว (chilling injury) (สายชล เกตุษา. 2549) การเก็บรักษาผักและผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำ มีวัตถุประสงค์ทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจาก 1) การลดอุณหภูมิเป็นการลดอัตราการหายใจของพืชผักและผลไม้ เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ยังมีชีวิตอยู่ และยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา 2) ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากเอนไซม์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมี เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) 3) ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial storage) การลดอุณหภูมิ เป็นการลดการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิดที่มักพบเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผักและผลไม้ และ 4) ลดอันตรายจากอาหารเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิษ เนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และการสร้างสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เช่น พาทูลิน (patulin) (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553ค)

จะเห็นได้ว่าคุณภาพที่ดีของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว จะถูกกำหนดไว้ตั้งแต่ก่อนที่ผลิตผลจะถูกเก็บเกี่ยว ปัจจัยต่างๆ ที่พืชได้รับในระหว่างการเจริญและพัฒนาของผลผลิต จะส่งผลถึงคุณภาพของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวด้วยเช่นกัน ได้แก่ พันธุกรรม สภาพแวดล้อมและการจัดการผลิต (ดนัย บุณยเกียรติ. 2548) แม้ว่าสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษาจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวโดยตรง แต่สภาพแวดล้อมขณะที่ผลผลิตกำลังเจริญเติบโตก็มีส่วนเกี่ยวข้องมากในการทำให้ผลิตผลนั้นๆ เก็บรักษาได้ดีเพียงใด แม้ในระหว่างการเจริญเติบโต อาจจะไม่เห็นอาการผิดปกติในเวลานั้น แต่อาจส่งผลให้เกิดลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวได้ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ อุณหภูมิ แสง ลม น้ำ และความชื้นสัมพัทธ์ (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536)

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว สารยับยั้งและสารปลดปล่อยเอทิลีนต่อการพัฒนาสีผิวผลและคุณภาพของผลมะละกอพันธุ์แขกดำระหว่างการเก็บรักษา

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อปริมาณของแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว สารยับยั้งและสารปลดปล่อยเอทิลีนต่อการพัฒนาสีผิวผลและคุณภาพของผลมะละกอพันธุ์แขกดำในระหว่างการเก็บรักษา และศึกษาผลของรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อปริมาณของแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงแนวทางการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำที่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการได้ใกล้เคียงกับ ณ วันที่เก็บเกี่ยว

1.4.2 ทราบถึงแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะละกอพันธุ์แขกดำโดยใช้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (1-MCP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะละกอ

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya L.* ชื่อวงศ์ CARICACEAE และมีชื่อสามัญคือ Papaya เป็นไม้ผลล้มลุกขนาดกลาง เป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ (โกศล มารมย์. 2548) มะละกอเป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง อวบน้ำ ไม่มีแกนกลาง ใบหยักลึก ดอกสีขาว มีทั้งดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ผลยาวรีปลายค่อนข้างแหลม มะละกอดิบมีเปลือกสีเขียว เนื้อแข็งกรอบ เมื่อสุกมีเปลือกสีเหลืองหรือสีส้มเหลือง เนื้อมีสีเหลืองและสีส้ม มีลักษณะนิ่มและมีรสหวาน (นิดดา หงษ์วิวัฒน์ และทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. 2550)

มะละกอเป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปมะละกอเป็นพืชที่ไม่ค่อยมีแมลงรบกวน และปลูกได้ดีในดินทั่วไป แต่ต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ขังแฉะ และมีอินทรียวัตถุมากพอสมควร มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 130-150 วันหลังจากปลูกด้วยเมล็ด และสามารถให้ผลผลิตจนถึงอายุ 3-4 ปี ถ้าไม่มีปัญหาโรค และแมลงทำลาย สามารถเก็บเกี่ยวผลดิบได้เมื่ออายุ 3-4 เดือน และเก็บเกี่ยวผลสุกได้เมื่ออายุ 5-6 เดือนหลังดอกบาน น้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 0.7-2.50 กิโลกรัม มะละกอ 1 ต้น สามารถให้ผลผลิตประมาณ 25-30 กิโลกรัมต่อปี โดยพื้นที่ปลูก 1 ไร่ สามารถให้ผลผลิต 2,966 กิโลกรัม โดยมีแหล่งที่ปลูกมากที่จังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และชุมพร เป็นต้น (สุเมธ วรรณพฤกษ์. 2551) นอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2553-2554 มีปริมาณการส่งออกมะละกอ 630 และ 995 ตัน คิดเป็นมูลค่า 28.035 และ 50.208 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555) มะละกอเป็นไม้ผลที่คนทั่วไปนิยมรับประทาน โดยผลดิบนำมาปรุงอาหาร ส่วนผลสุกมักใช้รับประทานสด น้ำคั้นมีรสชาติหวานหอม มีวิตามินเอ และแคลเซียมสูง (โกศล มารมย์. 2548) สำหรับในประเทศไทย พันธุ์มะละกอที่นิยมปลูกส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ที่มีการพัฒนา และผสมข้ามสายพันธุ์ จนได้ลักษณะเด่นตามต้องการ อาทิ พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ปากช่อง 1 พันธุ์ท่าพระ 50 พันธุ์โกโก้ พันธุ์แขกดำ พันธุ์แขกนวล พันธุ์สายน้ำผึ้ง และพันธุ์โซโล เป็นต้น โดยมะละกอที่เป็นพันธุ์ดั้งเดิมและเป็นพันธุ์การค้าที่สำคัญของไทยมานานก็คือ มะละกอพันธุ์แขกดำ ซึ่งมะละกอพันธุ์แขกดำนั้นสามารถนำมาบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทั้งดิบและสุก และยังสามารถผลิตเพื่อส่งโรงงานแปรรูปได้อีกด้วย (ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา. 2554; กฤษณี เอี่ยมจัด และคณะ. 2556)

2.2 มะละกอพันธุ์แขกดำ

มะละกอพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ลักษณะทั่วไปของมะละกอพันธุ์แขกดำคือมีลักษณะต้นเตี้ย แข็งแรง ความสูงประมาณ 2-4 เมตร ก้านใบสีเขียวอ่อนลักษณะสั้น และแข็งแรง ก้านใบตั้งตรงยาวประมาณ 60-80 เซนติเมตร ใบหนากว่าพันธุ์อื่นๆ มีเส้นใบ 9-11 แฉก มีการออกดอกติดผลเร็ว ผลมีขนาดปานกลาง ส่วนหัว และปลายผลมีขนาดเท่ากัน ผลยาวประมาณ 25-35 เซนติเมตร ผลโตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 1.5-2.0 กิโลกรัม ส่วนหัวและปลายผลเกือบมีขนาดเท่ากันตลอด เปลือกของผลหนามีสีเขียวเข้ม เนื้อแน่นและกรอบ ผลในขณะที่ยังดิบมีเปลือกสีเขียวเข้ม เปลือกหนา เนื้อหนาประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร ผลสุกมีสีส้มอมแดง เนื้อสีแดงเข้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยมีน้ำหนักผลประมาณ 0.60-1.70 กิโลกรัม เหมาะสำหรับบริโภคสุกและดิบ (โกศล มารมย์. 2548)

2.3 การเปลี่ยนแปลงสารสี (pigments) ระหว่างการสุกของผลมะละกอ

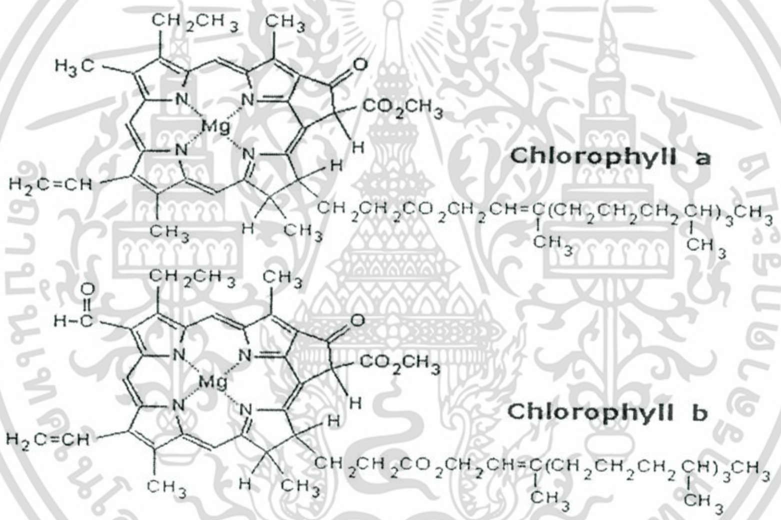
ในผลไม้มีสารสีที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มที่ละลายในน้ำ (water soluble) พบในแวคิวโอล ได้แก่ สารสีแอนโทไซยานินต่างๆ และกลุ่มที่ละลายในไขมัน (lipid soluble) พบในพลาสติด เช่น สารสีเขียวได้แก่คลอโรฟิลล์ สารสีเหลืองส้ม ได้แก่ แคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) และสารสีแดง ได้แก่ ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งสารสีแต่ละชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกันและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในระหว่างการเก็บรักษา (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว โดยสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตผล เกิดจากการสังเคราะห์และการสลายตัวของสารสีแต่ละชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ ซึ่งให้สีเขียว มีการสังเคราะห์เกิดขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงช่วงชีวิตสุดท้ายของเซลล์ที่มีการสังเคราะห์แสง แต่ขณะเดียวกันคลอโรฟิลล์ก็มีการสลายตัวอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน โดยปริมาณของคลอโรฟิลล์ขึ้นอยู่กับแสง ในที่มีแสงมากจะกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ในปริมาณมาก นอกจากนี้ปริมาณของคลอโรฟิลล์ยังขึ้นกับอายุของพืชหรือส่วนของพืชด้วย โดยพบว่าการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) เมื่อคลอโรฟิลล์สลายตัวไปทำให้เกิดการสูญเสียสีเขียวของผลิตผลในขณะที่แคโรทีนอยด์ถูกสร้างขึ้นมามากขึ้นหรือมีปริมาณเท่าเดิม ทำให้เกิดการปรากฏขึ้นของสีเหลือง สีส้มหรือสีแดง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2550) ซึ่งสารสีและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)

คลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบอยู่ในคลอโรพลาสต์ของพืช มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ บี ซี และดี เป็นต้น ซึ่งคลอโรฟิลล์แต่ละชนิดจะมีโครงสร้างและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงมีความสามารถในการดูดกลืนแสงช่วงคลื่นต่างๆ ของคลอโรฟิลล์แตกต่างกัน ในพืชชั้นสูงจะมีคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีสีของต้นและใบที่แตกต่างกันโดยอัตราส่วนของคลอโรฟิลล์เอ ต่อ คลอโรฟิลล์บี เท่ากับ 3 ต่อ 1 โดยคลอโรฟิลล์เอ เป็นสารที่ให้สีเขียวอมน้ำเงิน ส่วนคลอโรฟิลล์บีให้สีเขียวอมเหลือง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) แต่ละโมเลกุลมีหมู่ไพโรล (pyrrole) 4 หมู่ รวมเป็นวงแหวนเพอร์ไพริน (porphyrin ring) โดยมีแมกนีเซียมอยู่ตรงกลาง โดยคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีจะมีหมู่เมทธิลและหมู่ฟอร์มิลที่ตำแหน่งที่ 3 (Gross. 1987) (ภาพที่1)

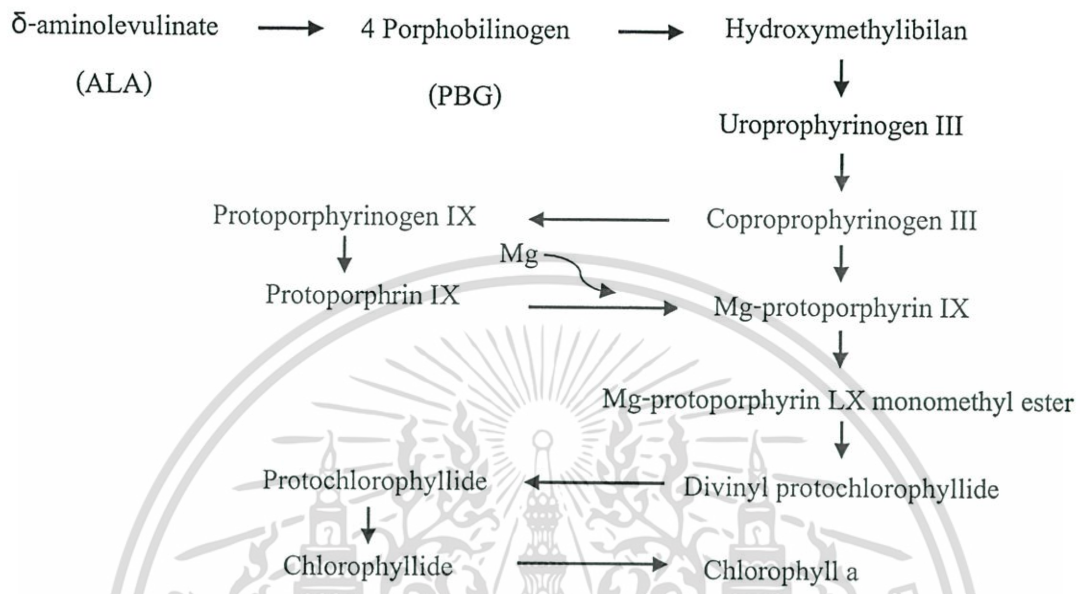


ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ (http://www.thaibiotech.info. 2009)

การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์ มีกระบวนการสังเคราะห์จากสารตั้งต้น δ-aminolevulinic (ALA) ที่ได้จากกรด glutamic จากนั้น ALA รวมตัวกัน 2 โมเลกุลเป็น porphobilinogen (PBG) โมเลกุลของ PBG รวมตัวกันในลักษณะหัวชนท้าย เกิดเป็น cyclic tetrapyrole เรียกว่า uroprophyrinogen III (urogen) หลังจากนั้นตำแหน่ง acetic side chain ของ uroprophyrinogen III เกิดปฏิกิริยา decarboxylation ไปเป็น methyl group และตำแหน่ง propionic acid จะเกิดปฏิกิริยา oxidative decarboxylationไปเป็น vinyl group เกิดเป็น protoporphyrinogen IX โดยสารนี้จะไปจับกับ magnesium เกิดเป็น Mg-protoporphyrin IX และเปลี่ยนรูปไปเป็น protochlorophyllide จากปฏิกิริยา esterification และ reduction จากนั้นเปลี่ยนไปเป็น chlorophyllide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยต่อมาที่ตำแหน่งที่ 7-propionic residue จะเกิดปฏิกิริยา esterification ได้คลอโรฟิลล์เอ สรุปได้ดังภาพที่ 2 ส่วนหาง phytol นั้นเป็น isoprenoid alcohol มีอะตอมคาร์บอน 20 ตัว ซึ่งถูกสร้างขึ้นจาก geranylgeraniol ในวิถีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์



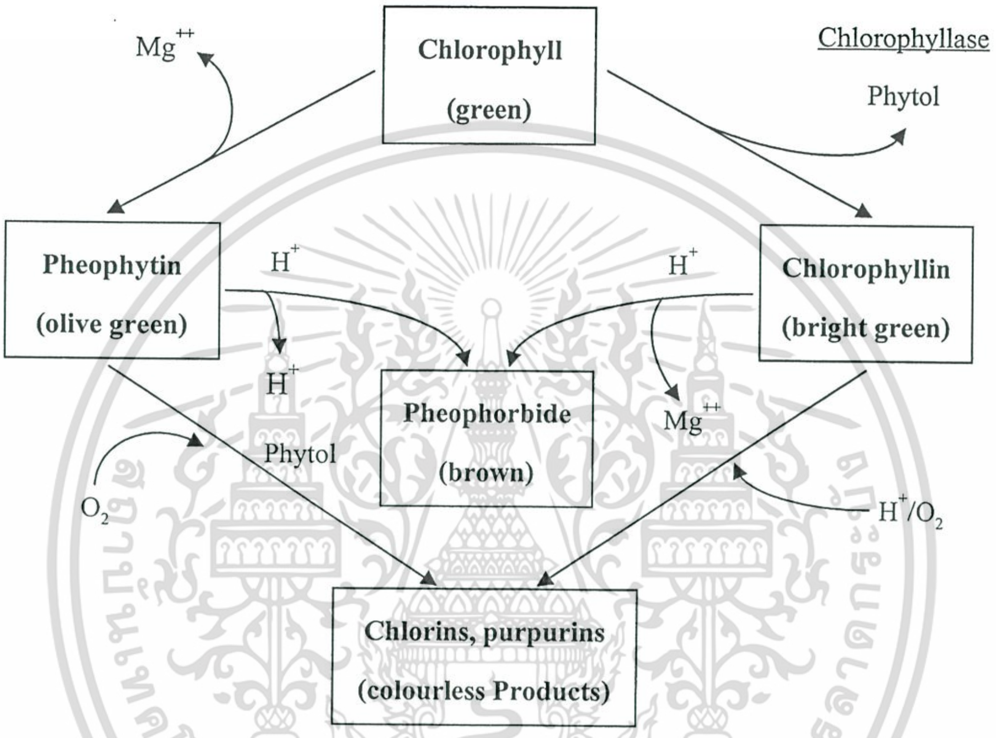
ภาพที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (Gross. 1987)

ในระหว่างการชราภาพหรือการเสื่อมสลายของพืช ซึ่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (ภาพที่ 3) อาจเกิดขึ้นเนื่องจากสภาพที่เป็นกรดทำให้อะตอมของแมกนีเซียมหลุดออกไปจากส่วนหัวของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ได้สารฟีโอไฟติน (pheophytin) ซึ่งยังมีสีเขียวอยู่ หรือเกิดจากการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสซึ่งพบมากในขณะที่ผักกำลังสุก (Gross. 1987) หรืออาจเกิดจากพันธะคู่ (double bond) ในวงแหวนเพอร์ไพรินที่ถูกทำลายลง การสลายตัวของคลอโรฟิลล์มักเกิดร่วมกับการสังเคราะห์สารสีชนิดอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานิน ซึ่งในเนื้อเยื่อทั่วไปมักมีแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินปะปนอยู่ แต่สีของแคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานินถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ เมื่อคลอโรฟิลล์สลายตัวไปสีของแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินจึงปรากฏเด่นชัดขึ้น (Kays. 1991) สำหรับเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ถูกคาดว่าเข้าไปเกี่ยวข้องกับกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยมีรายงานว่าในการสลายตัวของคลอโรฟิลล์นั้นเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ทำหน้าที่เป็นตัว catalyst ของปฏิกิริยาการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ดังสมการที่ 1 ซึ่งปฏิกิริยานี้เป็นขั้นแรกที่คลอโรฟิลล์สลายตัวระหว่างเกิดการเสื่อมสภาพ และยังมีผู้รายงานว่าเอนไซม์คลอโรฟิลเลส อยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อของพืชและจะทำงานก็เฉพาะเมื่อได้รับความกระทบกระเทือนทางสรีรวิทยา (physiological stress) ซึ่งเชื่อกันว่าเอนไซม์ชนิดนี้มีอยู่ในเนื้อเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพืชในรูปของ chlorophyll-lipoprotein complex ฉะนั้นเอนไซม์ชนิดนี้จะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในสภาพปกติ (สายชล เกตุษา. 2528)

$$\text{chlorophyll} + H_2O \xrightarrow{\text{chlorophyllase}} \text{phytol} + \text{chlorophyllide} \quad (1)$$



ภาพที่ 3 กระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Gross. 1987)

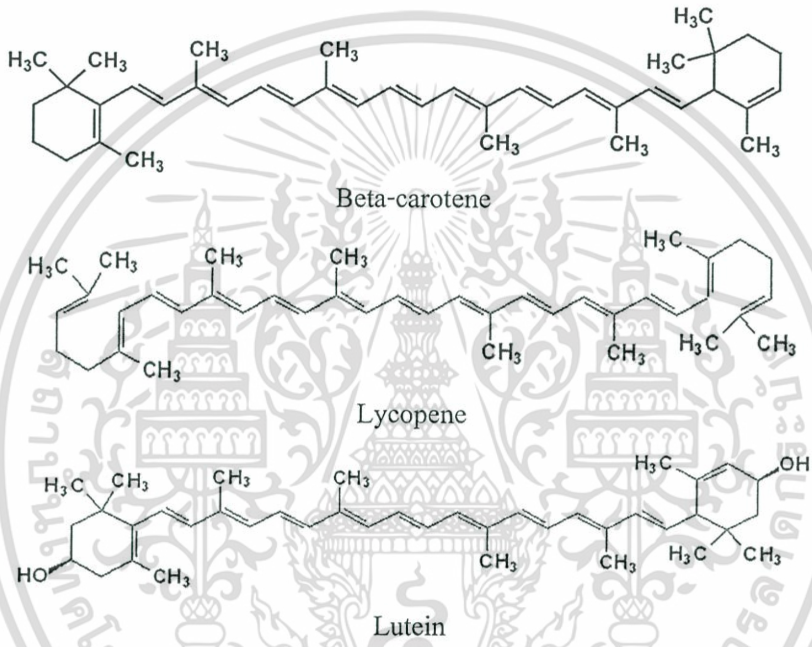
2.3.2 แคโรทีนอยด์ (carotenoid)

แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) และโครโมพลาสต์ (chromoplast) ของผลไม้ ดอกไม้ และใบของพืช และยังพบได้ในสัตว์ สาหร่ายและจุลชีพที่สังเคราะห์แสงได้ ในปัจจุบันมีการค้นพบแคโรทีนอยด์ถึง 600 ชนิด และประมาณ 50 ชนิด พบได้ในผักและผลไม้ ในพืชแคโรทีนอยด์ทำหน้าที่ในการดูดกลืนพลังงานแสง แล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังเป็นตัวจับรังสีอัลตราไวโอเลต เพื่อปกป้องพืชจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอันเนื่องจากแสง (photooxidation) และยังทำหน้าที่ป้องกันการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ (free radical) แคโรทีนอยด์สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างเคมีได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

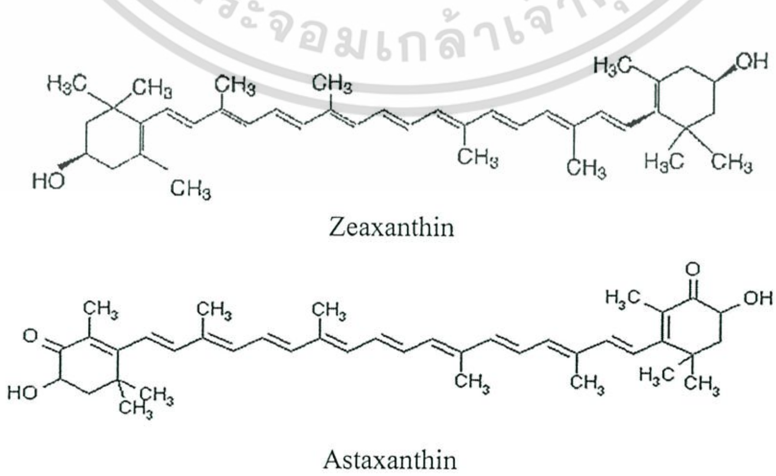
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กลุ่มไฮโดรคาร์บอนแคโรทีน (hydrocarbon carotenes) ซึ่งโครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมกับไฮโดรเจนอะตอมเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ลูทีน เบต้าแคโรทีน และไลโคพีน เป็นต้น (ภาพที่ 4)

2) กลุ่มออกซีจีเนตแซนโทฟิลล์ (oxygenated xanthophylls) เป็นกลุ่มของสารแคโรทีนอยด์ที่มีหมู่อนุพันธ์ที่ประกอบด้วยออกซิเจนอะตอมอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุลด้วย ได้แก่ ซีแซนทิน (zeaxanthin) มีอนุพันธ์ไฮดรอกซิลสไปพิลโลแซนทิน (spipilloxanthin) มีอนุพันธ์ของเมทอกซิล (methoxyl) เป็นต้น (ภาพที่ 5)



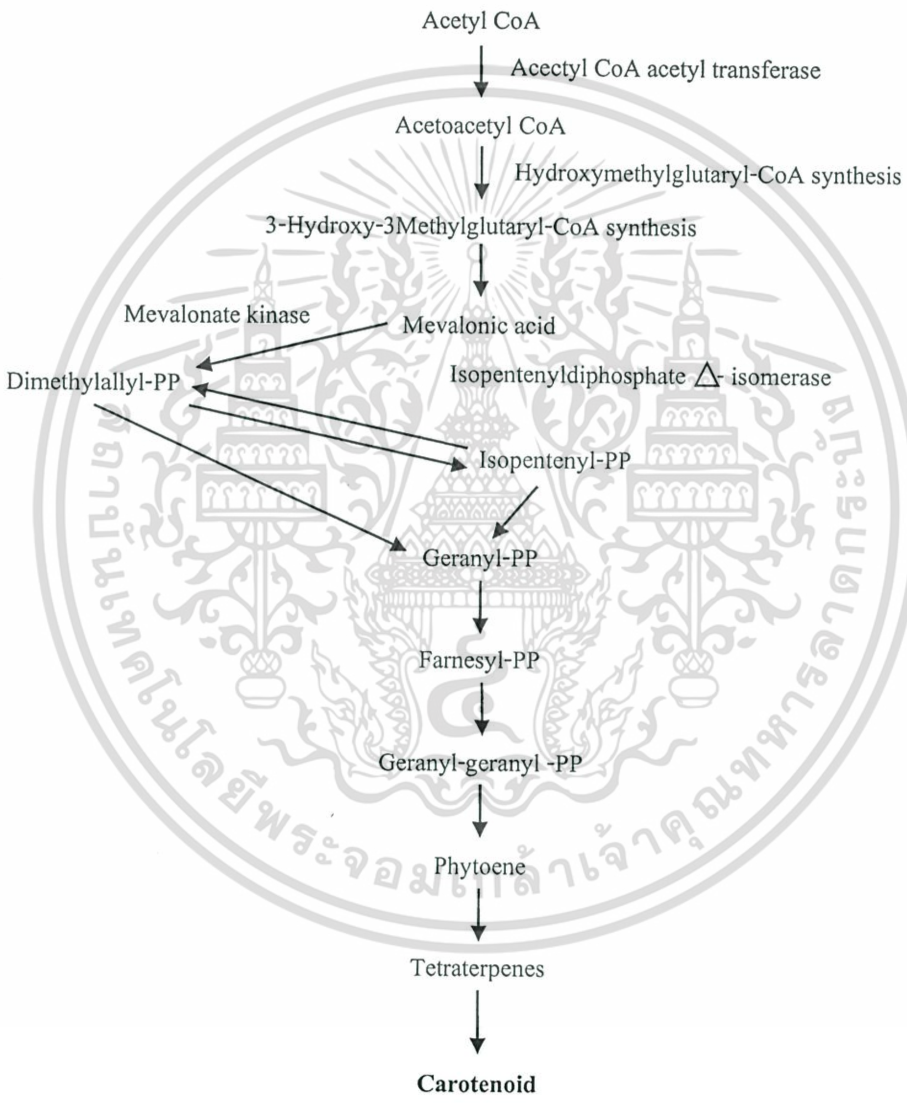
ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ hydrogenated carotenoid derivatives (Gross. 1987)



ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ oxygenated carotenoid derivatives (Gross. 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์มีขั้นตอนดังภาพที่ 6 โดยสารตั้งต้นคือ acectyl CoA จำนวน 3 โมเลกุล อยู่ในรูปของ mevalonic acid หลังจากนั้นเกิดปฏิกิริยา decarboxylate และ dehydrate ได้ isopentenyl pyrophosphate (IPP) ต่อจากนั้นเกิดการปฏิกิริยาอีกหลายขั้นตอนจนกระทั่งได้สาร geranyl geranyl pyrophosphate (GGPP, C_{20}) หลังจากนั้นเกิดการจับจองของ GGPP จำนวน 2 โมเลกุล ได้ phytoene (C_{40}) ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นไลโคปีน และแคโรทีนอยด์ชนิดอื่นๆ ต่อไป (Gross. 1987)



ภาพที่ 6 กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ (Seymour *et al.* 1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะเบต้าแคโรทีน ไลโคพีน และลูทีน อีกทั้งสามารถหารับประทานได้ง่ายและราคาไม่แพง มีรายงานว่าแคโรทีนอยด์ช่วยในการป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด เพราะนอกจากแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นแล้ว ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิต้านทานด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสำคัญต่อการสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน ลูทีน ซีแซนทิน ไลโคพีน และแอสตาแซนทิน เป็นต้น

2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ หมายถึงสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น หรือสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของออกซิเจน หรือเพอร์ออกไซด์ (peroxide) หรือความหมายในทางชีววิทยาที่คนทั่วไปเข้าใจคือ สารสังเคราะห์หรือสารจากธรรมชาติที่เติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ แล้วมีความสามารถในการยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาการเสื่อมสลายที่เกิดจากก๊าซออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ความหมายในทางเคมีและในทางการแพทย์จะหมายถึงเอนไซม์หรือสารอินทรีย์ เช่น วิตามินอี (tocopherol) เบต้าแคโรทีน ที่สามารถยับยั้งหรือย้อนกลับความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเซลล์สัตว์ (Huang *et al.* 2005)

ในสภาวะปกติร่างกายจะมีกระบวนการควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้มากเกินไป โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระทั้งที่ร่างกายสร้างขึ้นเอง เช่น 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 จะทำให้สมดุลเสียไป เรียกว่าเกิดภาวะความเครียดจากการออกซิเดชั่น (oxidative stress) เกิดการทำลายสารชีวโมเลกุล (ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และสารพันธุกรรม) เป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ มนุษย์จึงต้องได้รับสารที่จะช่วยจัดการกับอนุมูลอิสระเพิ่มเติมจากภายนอกร่างกาย เช่น อาหารจำพวกผัก ผลไม้ และสมุนไพร ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น (วาริน แสงกิตติโกมล. 2546; Halliwell and Gutteridge. 1989; Helmja *et al.* 2007) โดยสารประกอบฟีนอลจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก พบได้มากตามธรรมชาติและพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้จากพืช เช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร ธัญพืชต่างๆ ไวน์ เบียร์ ชา และกาแฟ เป็นต้น (Cowan. 1999; Helmja *et al.* 2007) สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่ให้สีสันแก่พืช ผัก ผลไม้ เช่น สารแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ให้สีส้ม เหลืองในแครอท ฟักทอง และมะละกอ สารแอนโทไซยานิน (anthocyanins) พบในผลเชอรี่ทำให้มีสีแดง ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องุ่น และดอกอัญชันมีสีม่วง สารต้านอนุมูลอิสระพวกนี้ทำให้พืชมีภูมิคุ้มกันจากการติดเชื้อต่างๆ และสามารถทนต่อปฏิกิริยา photo-oxidation ในการสร้างอาหารได้ (วาริน แสงกิตติโกมล. 2543; ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์. 2546; โอภา วัชระคุปต์ และคณะ. 2549) เมื่อรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากจะทำให้ร่างกายมีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นในกระแสเลือด (Cao *et al.* 1989) ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้

2.5 บทบาทของเอทิลีนและสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน

2.5.1 เอทิลีน (Ethylene)

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่มีสถานะเป็นแก๊ส ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย จัดเป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนมีสูตรทางเคมีคือ $CH_2 = CH_2$ เป็นสารเคมีที่พืชสามารถผลิตขึ้นได้เองมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของพืชเป็นอย่างมาก แม้มีความเข้มข้นต่ำเพียง 0.1 ส่วนในล้านส่วน ก็อาจกระตุ้นให้เกิดการสุกของผลไม้หรือการหลุดร่วงของใบได้สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย โดยทั่วไปเอทิลีนจะเร่งการเสื่อมสภาพของพืช สามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ และจากการศึกษาในผลไม้พบว่า กระบวนการสุกจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีเอทิลีนและระหว่างการสุกก็ยังจำเป็นต้องมีเอทิลีนเพื่อทำให้การสุกเกิดได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการให้เอทิลีนกับผลไม้ที่แก่จัดจึงสามารถเร่งให้เกิดการสุกได้เร็วกว่าปกติ โดยที่คุณภาพของผลไม้ไม่ได้เปลี่ยนไป (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

เอทิลีนในพืชชั้นสูง สังเคราะห์ขึ้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) เปลี่ยนไปเป็นสารตัวกลาง คือ S-adenosylmethionine (SAM) จากนั้น SAM เปลี่ยนเป็น 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) โดยเอนไซม์ ACC synthase จากนั้น ACC จะถูกออกซิไดซ์ (oxidized) ไปเป็นเอทิลีน โดยเอนไซม์ ACC oxidase ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ออกซิเจนในการเร่งปฏิกิริยา (จริงแท้ ศิริพานิช. 2550) สำหรับการทำงานของเอทิลีนแสดงดังภาพที่ 7 โดยเอทิลีนจะเข้าไปจับกับโมเลกุลของตัวรับ (ethylene receptors) จากนั้นโมเลกุลดังกล่าวจะส่งสัญญานทางเคมี (chemical signal) ไปยังส่วนต่างๆ ของพืชส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางสรีรวิทยา จากนั้นโมเลกุลของเอทิลีนจะเคลื่อนที่ออกจากตัวรับได้ (Blankenship. 2001)

จากการที่เอทิลีนนั้นอยู่ในสภาพที่เป็นแก๊ส ทำให้การใช้งานไม่สะดวกในหลายกรณี เพราะแก๊สสามารถระเหยไปในอากาศได้อย่างรวดเร็ว จึงได้มีการสังเคราะห์สารที่ชื่อว่า เอทิฟอน (ethephon) มีชื่อทางเคมีว่า 2-Chloroethylphosphonic acid ($C_2H_6ClO_3P$) มีลักณะเป็นสารกึ่งแข็งขึ้นมา เมื่อสารนี้ดูดซึมเข้าไปในพืช จะค่อยๆ สลายตัวและปลดปล่อยแก๊สเอทิลีนออกมา จึงสามารถนำมาใช้บ่มผลไม้ให้สุกได้ ในทางการเกษตรได้นำสารเอทิฟอนมาใช้ประโยชน์กับพืช ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

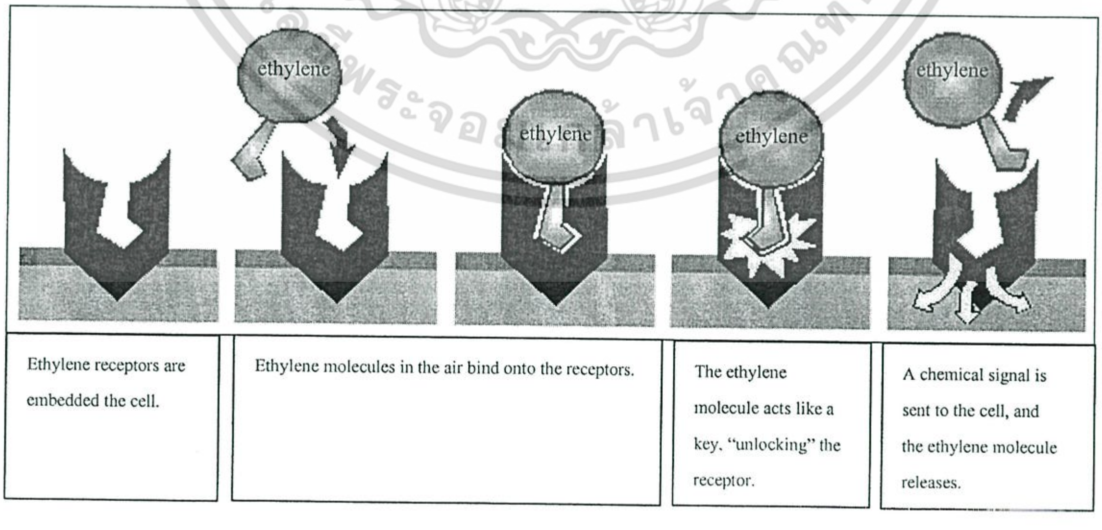
1. เร่งการแก่และการสุกของผลไม้ ผลไม้ที่แก่จัดและเข้าสู่ระยะการสุกจะสร้างเอทิลีนซึ่งเป็นตัวสำคัญที่กระตุ้นให้ผลไม้สุก ดังนั้นถ้าให้สารเอทิลีนแก่ผลไม้พวกไคลแมคทีริค (climacteric fruit) ในระยะที่ผลแก่จัด แต่ยังไม่สุก จะช่วยให้ผลสุกได้เร็วขึ้น ส่วนผลไม้พวกนอนไคลแมคทีริค (non-climacteric fruit) จะไม่มีการสุกเกิดขึ้น แต่สามารถใช้เร่งการเปลี่ยนสีของผลไม้ได้ (นิรนาม .2012)

2. ชักนำการหลุดร่วงและปลิดผล เอทิฟอนมีผลทำให้ ใบ ดอก และผลหลุดร่วงได้ การทำให้ใบร่วงเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยว โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวนอกจากนี้ยังช่วยลดความเหนียวของขั้วผลในพืชหลายชนิด เช่น ส้ม บลูเบอร์รี่ เชอร์รี่ และแอปเปิล ทำให้เก็บเกี่ยวได้ง่ายขึ้น (นิรนาม .2012)

3. บังคับการออกดอก ปัจจุบันมีการใช้เอทิฟอนบังคับการออกดอกของสับปะรดอย่างกว้างขวาง โดยใช้สารละลายเอทิฟอนหยอดที่ยอดสับปะรด หรือโดยการใช้เครื่องพ่นที่ใบ สารนี้จะบังคับให้สับปะรดออกดอกสม่ำเสมอกันทั้งแปลง (นิรนาม .2012)

4. เปลี่ยนเพศดอก เอทิฟอนส่งเสริมการเกิดดอกเพศเมียในพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา สควอช ฟักทอง แตงเทศ ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น (นิรนาม .2012)

5. ผลด้านอื่นๆ ของเอทิฟอน เช่น ช่วยเร่งการเกิดรากของพืชหลายชนิด ถ้าใช้ร่วมกับออกซินจะช่วยให้การเกิดรากดีขึ้น ทำลายการพักตัวของตาองุ่น กระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช ช่วยการเกิดหัว (bulb formation) ของหอมหัวใหญ่ เร่งการไหลของน้ำยางพารา ควบคุมความสูงของพืชหลายชนิด เช่น มันเทศ พิทูเนีย บานชื่น ไทรย้อยใบแหลม ลดการเสียหายของผิวส้ม เนื่องจากต่อมน้ำมันแตกออก (oleocellosis) และช่วยเพิ่มผลผลิตแครอทได้ (นิรนาม .2012)



ภาพที่ 7 กลไกการทำงานของเอทิลีน (Blankenship. 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 บทบาทของสาร 1-MCP

ผลไม้ที่อยู่ในกลุ่ม climacteric fruits สามารถผลิตและตอบสนองต่อเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วในระหว่างที่เกิดการสุก จึงจำเป็นต้องหาวิธีการลดปริมาณเอทิลีนเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารดูดซับเอทิลีนการใช้สารยับยั้งการผลิตและการทำงานของเอทิลีน เช่น silver thiosulphate (STS) และ aminoethoxyvinylglycine (AVG) (Blankenship. 2001) แต่สาร STS ไม่สามารถนำมาใช้กับผลไม้ได้เพราะเป็นพิษกับผู้บริโภค ในขณะที่สาร AVG ในปัจจุบันได้รับการอนุญาตให้ใช้ในแปลงแอปเปิลก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อชะลอการบริบูรณ์และเพิ่มคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา แต่ยังไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้หลังการเก็บเกี่ยวโดยตรง ในปัจจุบันสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) เป็นสารอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยมีความสามารถในการแย่งพื้นที่จับกับตัวรับเอทิลีนได้ดีกว่าเอทิลีนทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ จึงสามารถชะลอกระบวนการสุก ทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น

1-MCP อยู่ในกลุ่มสาร cyclopropane เป็นสารไม่มีกลิ่น และมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก โดยมีค่า LD_{50} น้อยกว่า 165 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการพัฒนามาใช้กับผลิตผลรับประทานสด โดยใช้ชื่อการค้าว่า Smart Fresh™ สาร 1-MCP เมื่อรวมตัวกับ γ-cyclodextrin เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้อยู่ในสภาพเสถียร และเมื่อถูกแทนที่ด้วยน้ำจะทำให้สาร 1-MCP ออกฤทธิ์ในรูปของก๊าซ โดยการแย่งจับกับตัวรับเอทิลีนได้มากกว่าเอทิลีนถึง 10 เท่า ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ (Watkins. 2006; Blankenship. 2001) เริ่มต้นจากสาร 1-MCP ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีที่สามารถจับกับตัวรับบนผลิตผลแทนที่เอทิลีน โดยจากการศึกษาพบว่าสาร 1-MCP มีความเข้ากันได้ (affinity) กับตัวรับมากกว่าเอทิลีนถึง 10 เท่า และการยึดติดของสาร 1-MCP กับตัวรับจะคงอยู่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงกลับไปมาเหมือนกับเอทิลีน จึงเป็นการป้องกันการเข้าจับกับตัวรับของเอทิลีนจนกว่าผลิตผลจะมีการสังเคราะห์ตัวรับใหม่ของผลิตผลจึงสามารถจับกับเอทิลีนได้ใหม่ (Blankenship. 2001) (ภาพที่ 8) สาร 1-MCP ได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration: FDA) ให้สามารถนำมาใช้กับผลิตผลทางการเกษตรได้ และยังได้รับการยกเว้นจากสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency: US EPA) ในเรื่องของข้อกำหนดในการระบุปริมาณผลตกค้างที่จะยอมรับได้ (Exemption from the requirement of a tolerance) ในผลิตผลจำพวกผักและผลไม้สด (จริงแท้ ศิริพานิช. 2550)

สาร 1-MCP สามารถยังยั้งการทำงานของเอทิลีนในผัก และผลไม้ จึงช่วยชะลอการเปลี่ยนสี การหลุดร่วง และการเกิดโรค จึงทำให้ผัก และผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพืชดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ยับยั้งการทำงานของเอทิลีน ซึ่งเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผลไม้สุก การใช้สารยับยั้งการสังเคราะห์และการทำงาน ตลอดจนการกำจัดเอทิลีนออกไปจากผลไม้ช่วยชะลอการเกิดกระบวนการสุก ในขณะเดียวกันการให้เอทิลีนจากภายนอกช่วยให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น สาร 1-MCP ยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้เนื่องจากสามารถจับกับตัวรับสัญญาณของเอทิลีนทำให้การทำงานเอทิลีนลดลง (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก. 2550) โดยมีการศึกษาในผลมะละกอพันธุ์ Sunrise Solo ที่เก็บเกี่ยวในสองระยะ คือระยะผลสีเขียว และระยะผลสีเหลือง นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0, 30, 90 และ 270 พีพีบี เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่าผลมะละกอระยะสีเขียวที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 270 พีพีบี สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ดีกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่ผลมะละกอทั้งสองระยะที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 90 และ 270 พีพีบี มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะละกอที่ระยะผลสีเขียว และระยะผลสีเหลืองได้ 6 และ 4 วัน ตามลำดับเพราะฉะนั้นสาร 1-MCP จึงมีประสิทธิภาพในการชะลอการสุกของผลมะละกอพันธุ์ Sunrise Solo (Jacomino *et al*. 2002)

การใช้ประโยชน์จากสาร 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวต่อผลมะละกอพันธุ์ Gold และ Rainbow โดยรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 50-1,000 พีพีบี ในช่วงระยะเวลา 4 และ 24 ชั่วโมง และให้เอทีฟอน ทั้งก่อนและหลังการรมสาร 1-MCP พบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง สามารถชะลอการอ่อนนุ่ม และการสุกได้ดีกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP ในระยะผลเริ่มเปลี่ยนสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ 7 วัน และชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว แต่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP ที่ระยะผลเริ่มเปลี่ยนสีมีการเปลี่ยนแปลงความอ่อนนุ่มน้อยกว่า และมีอาการที่เรียกว่า rubbery เกิดขึ้น ขณะที่การรมสาร 1-MCP ก่อนหรือหลังจากที่ได้รับสารเอทีฟอน พบว่าผลมะละกอมีการอ่อนนุ่มไม่แตกต่างกัน (Manenoi *et al*. 2007

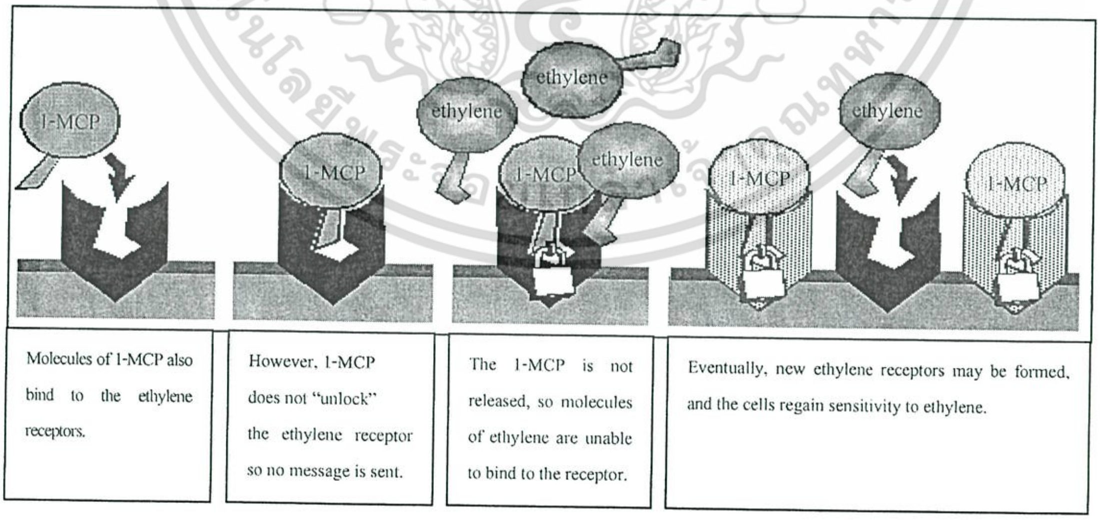
2. ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของผัก และผลไม้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการชราภาพ ส่วนใหญ่การเปลี่ยนสีจะเริ่มจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเขียวหายไป จากนั้นจะเกิด สีเหลือง ส้ม แดง น้ำเงิน และสีอื่นๆ ขึ้น การที่สาร 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนสีได้นั้นเนื่องมาจากสาร 1-MCP สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้ เอทิลีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้คลอโรฟิลล์สลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสีอย่างรวดเร็ว เมื่อสาร 1-MCP ไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีน จึงทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ลดลงทำให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้ (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุษณา ไตรนอก. 2550) โดยมีการศึกษาการรมสาร 1-MCP กับอโวคาโด 3 พันธุ์คือ Ettinger, Hass และ Pinkerton ที่ความเข้มข้น 300 พีพีบี พบว่าสามารถชะลอการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และสามารถลดการอ่อนนุ่มของอโวคาโดได้ ผลอโวคาโดพันธุ์ Ettinger และ Pinkerton ที่รมสาร 1-MCP พบว่าเปลือกของผลอโวคาโดทั้งสองพันธุ์ยังคงมีสีเขียว เนื่องจากพบกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ในระดับต่ำ และมีการสูญเสียคลอโรฟิลล์ในปริมาณน้อย และยังสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาว การเกิดโรค และกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) (Hershkovitz, *et al.* 2005)

3. ลดการหลุดร่วงของผลไม้ เอทิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะระยะการเสื่อมสภาพ เอทิลีนกระตุ้นเซลล์บริเวณ abscission layer ให้แยกตัวออกจากกันจึงทำให้เกิดการหลุดร่วงของดอก ใบ และขั้วผล อย่างรวดเร็ว เมื่อเอทิลีนถูกยับยั้งจึงทำให้ไม่สามารถไปกระตุ้นเซลล์บริเวณ abscission layer จึงทำให้ลดการหลุดร่วงของใบ ดอก และขั้วผลได้ (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก. 2550)

4. ลดการเกิดโรค การสุก และการหลุดร่วง หรือแม้กระทั่งการลุกลามของบาดแผลของผักและผลไม้ที่มีเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้น เร่งให้มีการหลุดร่วงของขั้วผลให้เร็วขึ้น จุลินทรีย์เข้าทำลายบริเวณขั้วผลได้เร็วขึ้น ทำให้เกิดโรคได้เร็วกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผักและผลไม้เกิดโรคคือ การเข้าทำลายของจุลินทรีย์ และสาร 1-MCP ไม่ได้ลดการเกิดโรคโดยตรง แต่สาร 1-MCP ช่วยชะลอการสุก ลดการหลุดร่วงของผล ทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ช้าลง จึงลดการเกิดโรคได้ (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก. 2550)



ภาพที่ 8 กลไกการทำงานของสาร 1-MCP (Blankenship. 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้จะมีการเสื่อมสภาพและมีอายุการใช้งานสั้น เพราะผักและผลไม้เป็นผลิตผลสดที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก และมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในเกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น การสุก การหายใจ การสร้างเอทิลีน การคายน้ำ การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ และอีกอย่างหนึ่งคือผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวมีเชื้อโรคทำลายและทำให้เกิดการเน่าเสีย การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้นำไปสู่การเสื่อมสภาพที่เร็ว และมีอายุการใช้งานสั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงตลอดเวลาของประเทศไทย ซึ่งจะทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นเร็ว การเสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นเร็วและทำให้ผักและผลไม้มีอายุการใช้งานสั้นลง ดังนั้น การเก็บรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งานของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำ การยืดอายุการใช้งานของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน การใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการใช้งานของผักและผลไม้เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติเป็นการค้ามากที่สุด เพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นๆ (สายชล เกตุษา. 2549) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งหรือชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ เช่น 1) ลดอัตราการหายใจของพืชผักและผลไม้ เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ยังมีชีวิตอยู่และยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา 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 พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553ค) อย่างไรก็ตามผักและผลไม้ทุกชนิดไม่สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำใกล้จุดเยือกแข็ง (freezing point) ได้ เพราะจะทำให้ผลิตผลเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (chilling injury) (สายชล เกตุษา. 2549) ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลทุกชนิดจึงควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผักและผลไม้แต่ละชนิดแตกต่างกันมาก ผักและผลไม้ในเขตร้อนมักจะมีอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงกว่าผักและผลไม้ในเขตกึ่งร้อนและเขตหนาว อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับผลผลิตได้ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง น้ำในเซลล์จะแข็งตัว ผลึกของน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และออร์แกเนลล์ (organelle) ต่างๆ ฉีกขาด ทำให้เซลล์ตายได้ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

การเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถยังยั้งหรือชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่างๆ เช่น ลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงภายใน การสุก และกระบวนการอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลิตผล การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148317

เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผักผลไม้สด อย่างไรก็ตามผลไม้เขตร้อนโดยทั่วไปมักจะมีความไวสูงต่ออุณหภูมิต่ำซึ่งสามารถทำให้เกิดความเครียดออกซิเดชันโดยการสร้างอนุมูลอิสระในเซลล์พืช มะละกอจะเกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 ± 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 25 วัน มีอัตราการหายใจอย่างลดลงรวดเร็วหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสอง แต่ผลไม้ที่เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส สูญเสียความแน่นเนื้อรวดเร็วกว่าที่ 5 องศาเซลเซียส เปลือกมะละกอมีสารต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง คือวิตามินซี กรด dehydroascorbic และกลูตาไธโอนเมื่อเทียบกับเนื้อ วิตามินซีลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่กรด dehydroascorbic เพิ่มขึ้นทั้งในเปลือกและเนื้อ และกลูตาไธโอนยังคงมีเสถียรภาพตลอดเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ รอยยุบที่เปลือกที่เกิดขึ้นหลังจาก 15 วันของการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส (Wongs-Aree *et al.* 2007)

ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะละกอ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 และ 25 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียสเกิดอาการสะท้านหนาว หลังจากเก็บรักษานาน 10 และ 15 วัน ตามลำดับ ส่วนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเกิดอาการสะท้านหนาว หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียสทำให้มะละกอไม่เกิดการสุก ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสสุกตามปกติ ผลมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง สุกในวันที่ 7 และ 5 ตามลำดับ การประเมินคุณภาพผลมะละกอที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีค่าปริมาณของแข็งละลายได้ (TSS) น้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลนอนรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลรวมและวิตามินซีมีค่าสูงสุด (Shakila and Anburani. 2010)

จากการศึกษาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันในกล้วยสองสายพันธุ์ Prata และ Nanicão โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิ 10 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่ากล้วยพันธุ์ Prata มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงซึ่งได้รับผลกระทบจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่พันธุ์ Nanicão ไม่ได้รับผลกระทบจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และยังพบว่าการสะสมของแคโรทีนอยด์ได้รับผลกระทบจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในขณะที่สีผิวผลไม่ได้รับผลกระทบจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Vasconcelos Facundo *et al.* 2015) การศึกษาผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพของมะเขือเทศ ที่อุณหภูมิ 4, 8, 12 และ 16 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดการสูญเสียไลโคปีนในมะเขือเทศและเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก จากผลการศึกษาพบว่าการจัดเก็บมะเขือเทศสุกสีแดงที่อุณหภูมิต่ำทำให้คุณภาพของมะเขือเทศลดลง (Farneti *et al.*, 2012) การศึกษาผลของอุณหภูมิการเก็บรักษา และองค์ประกอบทางโภชนาการของทับทิมพันธุ์ Arakta และ Bahgwa เก็บรักษาที่ 1, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 14 วัน พบว่าผลทับทิมมีอัตราการใช้ O_2 และมีการผลิต CO_2 เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงขึ้น ในผลทับทิมพันธุ์ Arakta มีปริมาณกรดที่ไตเตรตได้สูงสุด (TA) ที่ระดับ (0.3±0.01 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) และในทุกตัวอย่างมีระดับ β-carotene ต่ำ (1.7-3.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ไม่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบทางโภชนาการอย่างมีนัยสำคัญ และอุณหภูมิไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งละลายได้ (TSS) แต่ทำให้ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้เพิ่มขึ้น และมีสัดส่วน TSS/TA ลดลง (O'Grady *et al.* 2014)

2.7 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

คุณภาพที่ดีของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวนั้น ถูกกำหนดไว้ตั้งแต่ก่อนที่ผลผลิตจะถูกเก็บเกี่ยว ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญและพัฒนาที่พืชได้รับ จะส่งผลถึงคุณภาพของผลผลิตนั้นๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยวทั้งสิ้น โดยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อผลผลิตและศักยภาพในการเก็บรักษา ถึงแม้ว่าจะไม่ปรากฏในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว แต่อาจส่งผลให้เกิดลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (ดนัย บุณยเกียรติ. 2548) โดยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวมีดังนี้

2.7.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จะอยู่ในช่วงที่ไม่ต่ำหรือไม่สูงจนเกินไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชด้วย อุณหภูมิในระหว่างการเจริญเติบโต มีผลต่อการให้ผลผลิต อัตราการสุกแก่ และคุณภาพขณะเก็บเกี่ยวด้วย ในสภาพที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง จะพบว่าผลผลิตจะแก่หรือสุกเร็วขึ้น เนื่องจากผลผลิตมีอัตราการเกิดกิจกรรมทางเมตาโบลิซึมมาก ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป การแก่ของผลผลิตก็จะช้าลง นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการสะสมองค์ประกอบทางเคมีและสารสี โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของอุณหภูมิที่ต้องการสังเคราะห์หรือสะสมด้วย (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536)

2.7.2 แสง

อิทธิพลของที่มีต่อคุณภาพของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว เป็นผลมาจากทั้งความยาวช่วงแสงหรือระยะเวลาที่ได้รับแสง ความเข้มแสง และคุณภาพของแสง ความยาวของช่วงแสงมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพของผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตที่มีการสร้างอวัยวะบางส่วนขึ้นเมื่อได้รับความยาวช่วงแสงที่ต้องการ และหากแสงมีความเข้มมากหรือน้อยเกินไปจากระดับที่เหมาะสมแล้วผลผลิตจะมีคุณภาพแตกต่างไปจากที่ต้องการ ผลผลิตที่แก่จัดบางชนิด เมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มปานกลางผิวจะมีสีเขียวไม่เข้มจัด และอาจจะมีสีอื่น เช่น สีเหลือง สีส้ม หรือสีแดงปะปน แต่หากได้รับแสงจัดเกินไป ก็อาจจะมีสีซีดได้เช่นกัน ส่วนคุณภาพของแสง อาจมีผลต่อขบวนการสังเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีบางอย่างในผลผลิตบางชนิด เช่น แสงในแถบน้ำเงินและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ม่วง ควบคุมการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นสารสีที่พบมากในกะหล่ำปลีสีม่วง และมะเขือยักษ์สีม่วง (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536)

2.7.3 ลม

ลมมีอิทธิพลต่อพืชในกระบวนการต่าง ๆ คือ การหายใจ การดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำของพืช นอกจากลมจะมีผลต่อการเติบโตของพืชแล้ว ลมยังช่วยในการถ่ายละอองเกสรและการแพร่พันธุ์ของพืชด้วย อย่างไรก็ตาม ลมก็มีผลเสียต่อพืชด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีลมพัดแรงๆ จะทำให้ต้นพืชล้ม ผลผลิตร่วงหล่นเสียหาย กิ่งก้านเล็กและใบฉีดขาด ในกรณีที่ผลไม้ยังไม่แก่ เมื่อถูกลมพัดเสียดสีกันจนเกิดบาดแผล ทำให้คุณภาพผลผลิตนั้นด้อยลง (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536)

2.7.4 น้ำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นที่มีความสำคัญต่อพืช เพื่อช่วยละลาย และลำเลียงธาตุอาหาร การยืดตัวของเซลล์ ควบคุมปฏิกริยาของกระบวนการต่าง ๆ ของพืช ตลอดจนลดระดับอุณหภูมิของพืชด้วย การที่พืชจะเจริญดี ให้ผลผลิตสูงต้องมีน้ำเพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยไม่ให้น้ำมากหรือน้อยเกินไป พืชที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ จะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีมาก หากได้รับน้ำมากเกินไป จะทำให้น้ำหนักของผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตเหล่านั้น จะเน่าเสียและสูญเสียน้ำหนักได้ง่ายขึ้นตามไปด้วย (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536)

2.7.5 ความชื้นสัมพัทธ์

ในกรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงทำให้ผลิตผลมีการคายน้ำน้อยกว่าสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตบางชนิดมีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำหนักมากขึ้น น้ำในผลมากขึ้น ความหนาของเปลือกลดลง ผิวผลมีสีเขียวและความเต่งมากกว่าเมื่อได้รับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์

1) เครื่องวัดสี (Color Flex® spectrophotometer)
2) เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Fruit Firmness Tester)
3) เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer รุ่น T90+ UV/VIS Spectrometer)
4) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ตาชั่ง 7 กิโลกรัม
5) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath รุ่น WB 45)
6) เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge รุ่น DSC156)
7) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Hand Refractometer รุ่น B-32)
8) ตู้แช่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส
9) ถังน้ำขนาด 60 ลิตร
10) บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร
11) ไมโครปิเปตต์ขนาด 1 มิลลิลิตร
12) บีกเกอร์
13) กระดาษกรอง
14) อุปกรณ์ตัดแต่ง
15) อุปกรณ์ถ่ายภาพ

3.1.2 สารเคมี

1) สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ชื่อทางการค้าคือ ไบโอลีน (Biolene®)
2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
3) ฟีนอพทาลีน (phenopthalene) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์
4) น้ำกลั่น
5) เอทีฟอน (ethephon)
6) เมทานอล (methanol) ความเข้มข้น 96 เปอร์เซ็นต์
7) อะซีโตน (acetone) ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์
8) แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) โซเดียมฟอสเฟต (sodium phosphate) บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ pH 7.4 และความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ pH 7.0

10) โปแตสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์

11) Triton X-100 ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

12) เฮกเซน (hexane)

13) โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

14) กรดฟอสฟอริค (phosphoric acid) ความเข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์

15) Bovine Serum Albumin (BSA) (A8531)

16) Coomassie Brilliant Blue G -250

17) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์

3.2 วิธีการดำเนินงานและการวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำ

นำผลมะละกอระยะผลสีเขียวที่ผิวผลเริ่มปรากฏแต้มสีเหลืองบริเวณท้ายผล ที่เก็บเกี่ยวจากสวนเกษตรกรในพื้นที่ จังหวัดสระแก้ว มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมารมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) โดยทำการศึกษาในผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวจาก 2 ฤดูกาล คือ ฤดูหนาวและฤดูร้อน บันทึกผลทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 10 วัน วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 6 หน่วยทดลอง โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 6 ผล และมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ ฤดูกาลเก็บเกี่ยว มี 2 ฤดู คือ

A1 = ฤดูหนาว เดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย 25-28 องศาเซลเซียส

A2 = ฤดูร้อน เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ย 31-32 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของสาร 1-MCP มี 3 ระดับคือ

B1 = 0 พีพีบี (ไม่รมสาร)

B2 = 500 พีพีบี

B3 = 1,000 พีพีบี

ทำการบันทึกผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) โดยรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

3. ความแน่นเนื้อ (newtons; N)

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid; TSS)

5. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable Acidity; TA)

6. อายุการเก็บรักษา (วัน)

7. ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือก โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Dere *et al.* (1998)

8. กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ในเปลือก โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Hershkovitz *et al.* (2005)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและเอทิลีนต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำ

นำผลมะละกอระยะผลสีเขียวที่ผิวผลเริ่มปรากฏแต้มสีเหลืองบริเวณท้ายผล ที่เก็บเกี่ยวจากสวนเกษตรกรในพื้นที่ จังหวัดสระแก้ว มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมาจุ่มสารละลายเอทีฟอน (ethephon) ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 5 นาที เปรียบเทียบกับผลมะละกอที่ไม่ได้จุ่มสาร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) โดยทำการศึกษาในผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวจาก 2 ฤดูกาล คือ ฤดูหนาวและฤดูร้อน บันทึกผลทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 6 วัน วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 6 หน่วยทดลอง โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 6 ผล และมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ ฤดูกาลเก็บเกี่ยว มี 2 ฤดู คือ

A1 = ฤดูหนาว เดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย 25-28 องศาเซลเซียส

A2 = ฤดูร้อน เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ย 31-32 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของสารละลายเอทีฟอน มี 3 ระดับคือ

B1 = 0 พีพีเอ็ม (ไม่จุ่มสาร)

B2 = 500 พีพีเอ็ม

B3 = 1,000 พีพีเอ็ม

ทำการบันทึกผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำทั้งผลและตัดแต่ง

นำผลมะละกอระยะผลสีเขียวที่ผิวผลเริ่มปรากฏแต้มสีเหลืองบริเวณท้ายผล มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส ส่วนมะละกอตัดแต่ง นำมะละกอตัดแต่งเป็นชิ้น ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตรนำมาบรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก จากนั้นนำมะละกอมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส บันทึกผลทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 12 วัน วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 6 หน่วยทดลอง โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ และมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ รูปแบบการเก็บรักษา มี 2 แบบ คือ

A1 = ทั้งผล

A2 = ตัดแต่ง

ปัจจัย B คือ อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา มี 3 ระดับคือ

B1 = อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส)

B2 = อุณหภูมิ 12±2 องศาเซลเซียส

B3 = อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

ทำการบันทึกผลดังนี้

1. สีเนื้อ 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) โดยรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

3. ความแน่นเนื้อ (newtons; N)

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS)

5. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity; TA)

6. อายุการเก็บรักษา (วัน)

7. ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อ โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Dere *et al.* (1998)

8. กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Torun *et al.* (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การบันทึกข้อมูล

3.3.1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ

ทำการวัดสีเปลือก 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

3.3.2 การสูญเสียน้ำหนัก

โดยชั่งผลมะละกอด้วยตาชั่งน้ำหนัก และบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกวันตลอดอายุการเก็บรักษา จากนั้นจึงนำค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยใช้สูตรที่ 2 ดังนี้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการทดลอง - น้ำหนักหลังการทดลอง}}{\text{น้ำหนักก่อนการทดลอง}} \times 100 \quad .....(2)$$

3.3.3 การวัดคุณภาพในการรับประทาน

- ความแน่นเนื้อของผล (firmness)

ทำการบันทึกผลของค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Fruit Firmness Tester) ซึ่งมีหัวกด (plunger) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.1 มิลลิเมตร โดยใช้ตัวอย่างของมะละกอที่ผ่าแบ่งเป็น 2 ซีกตามยาว แล้วหั่นเป็นชิ้น ซีกละ 5 ชิ้น ใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อกดลงไปบริเวณเนื้อมะละกอประมาณ 1 เซนติเมตร โดยรายงานหน่วยเป็นนิวตัน (newtons; N)

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solids; TSS)

นำเนื้อมะละกอหนัก 5 กรัม มาคั้นน้ำ แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำคั้นมาทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำด้วย เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Hand Refractometer) ซึ่งผ่านการปรับให้เป็นศูนย์ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นหยดตัวอย่างน้ำคั้น 1-2 หยด ลงบนปริซึมของเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ แล้วอ่านค่าเป็นองศาบริกซ์ (° brix)

- ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity; TA)

นำน้ำคั้นของมะละกอปริมาณ 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 20 มิลลิลิตร แล้วหยดฟีนอพทาลีน (phenopthalene) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 3 หยด แล้วนำมาไตเตรตด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่เตรียมใส่บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตรไว้ ทำการไตเตรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนกระทั่งถึงจุดยุติ (end point) โดยน้ำคั้นเปลี่ยนจากไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสีเป็นสีชมพูจางๆ ไม่เปลี่ยนแปลงภายใน 30 วินาที บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างที่ใช้ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดที่ไตเตรตได้จากสูตรที่ 3 ดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (\%)} = \frac{(\text{N base} \times \text{ml base} \times \text{meq.wt.})}{\text{ml ของน้ำคั้น}} \times 100 \qquad (3)$$

N base = normality ของ NaOH (0.1 N)
ml base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต
meq.wt. ของ malic acid = 0.067
ml ของน้ำคั้น = จำนวนมิลลิลิตรของน้ำคั้นที่ใช้ในการไตเตรต

- สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA)

นำค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำและค่าปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ที่วัดได้ มาหาสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ซึ่งนิยมใช้เป็นตัวบ่งชี้ดัชนีความแก่ของผลิตผล

3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารสี ดัดแปลงตามวิธีการของ Dere *et al.* (1998)

ทำการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะละกอมา 1 กรัม สกัดด้วยเมทานอล ความเข้มข้น 96 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากนั้นนำมาบดด้วยโกร่งเป็นเวลา 5 นาที เสร็จแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 666, 653 และ 470 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ตามสูตรที่ 4, 5 และ 6 ดังนี้

คลอโรฟิลล์ เอ = $15.65\ A_{666} - 7.340\ A_{653}$ ....(4)

คลอโรฟิลล์ บี = $27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666}$ ....(5)

แคโรทีนอยด์ทั้งหมด = (1000 A_{470} – (2.860 คลอโรฟิลล์ เอ – 129.2 คลอโรฟิลล์ บี))/245..........(6)

3.3.5 การวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ดัดแปลงตามวิธีการของ Hershkovitz *et al.* (2005)

นำตัวอย่างเปลือกมะละกอมา 5 กรัม สกัดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ (50 mM sodium phosphate pH 7.4, 50 mM potassium chloride และ 0.5% Triton X-100) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดสารสกัดเอนไซม์ปริมาตร 3.4 มิลลิลิตร สารละลายบัฟเฟอร์ (100 mM sodium phosphate pH 7.0 และ 0.24% Triton X-100) ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร และสารสกัดคลอโรฟิลล์เอ ที่สกัดด้วยอะซีโตน ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ทำการให้ความร้อนโดยวางไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นดูดสารสกัดเอนไซม์ปริมาตร 6.6 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีส่วนผสมของ acetone:hexane:10 mM KOH ที่อัตราส่วน 4:6:1 ปริมาตร 3.3 มิลลิลิตร แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที หลังจากที่สารแยกชั้นแล้วจึงดูดเอาส่วนใสที่อยู่ในชั้นของอะซีโตน (ชั้นบนสุด) มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 667 nm มีหน่วยเป็น unit/mg protein

3.3.6 การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยดัดแปลงจากวิธีการของ 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 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 จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

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

3.5 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน หลักสูตรพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.6 ระยะเวลาดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงานตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 - เดือนธันวาคม 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำ

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ค่า L* ของผลมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 35.9 เป็น 51.9 และ 36.3 เป็น 52.2 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ขณะที่ผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี นาน 12 ชั่วโมง ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีค่า L* เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 36 เป็น 45 และ 36 เป็น 48 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 58 และ 57 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 9A) (ตารางภาคผนวกที่ 2)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก -7.5 เป็น 6.3 และ -8.0 เป็น 5.4 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีค่าเพิ่มขึ้นจาก -8 เป็น 0 และ -8 เป็น 1 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 8.2 และ 8.2 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 9B) (ตารางภาคผนวกที่ 3)

การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีค่า b* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา จาก 14.6 เป็น 38.6 และ 16.7 เป็น 38.2 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่าในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 15 เป็น 34 และ 17 เป็น 34 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 50 และ 51 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยวและระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 9C) (ตารางภาคผนวกที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

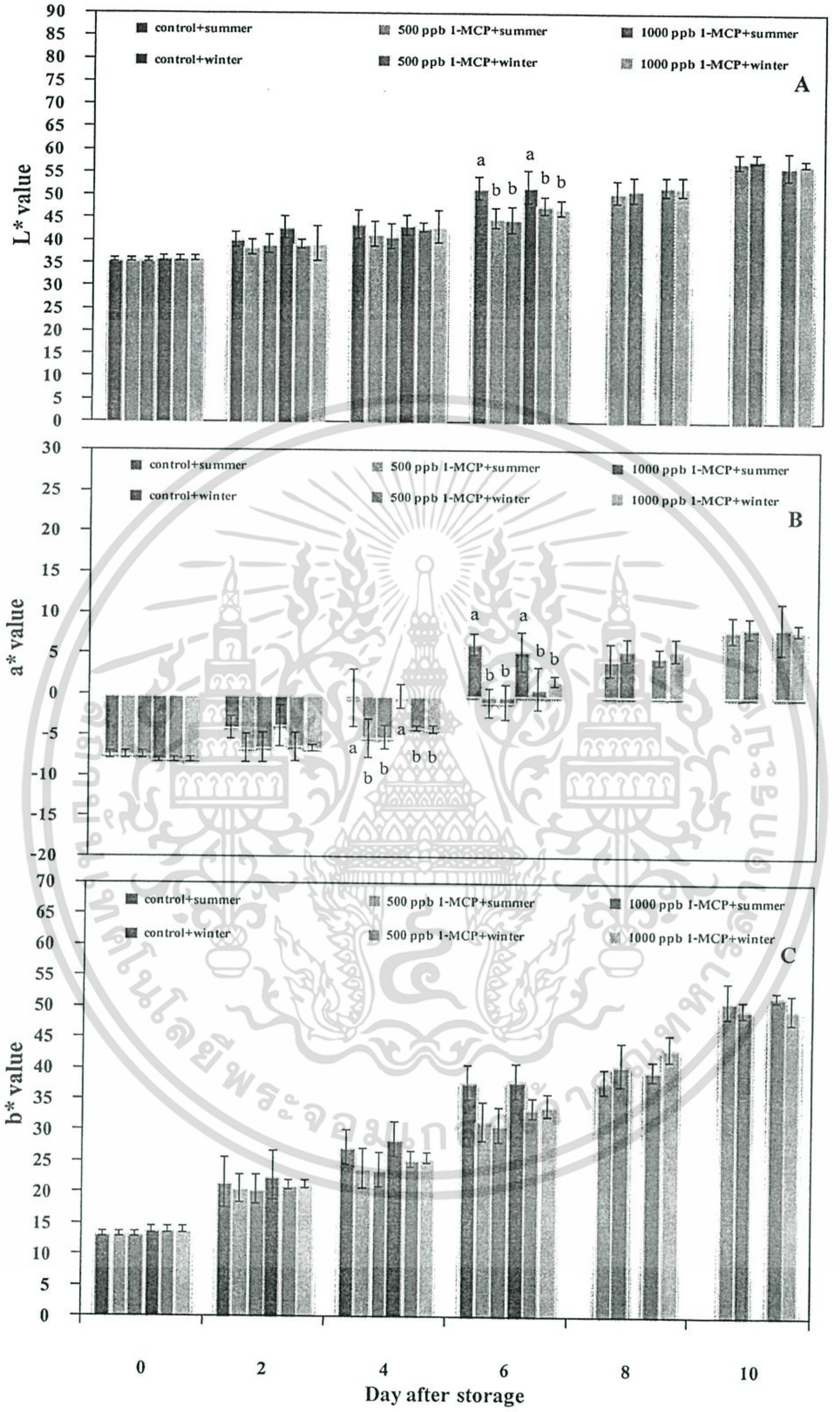
การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของผลมะละกอพันธุ์แขกดำในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 45.4 เป็น 56.0 และ 48.7 เป็น 56.6 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 45 เป็น 53 และ 48 เป็น 54 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 57 และ 58 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 10A) (ตารางภาคผนวกที่ 5)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของผลมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาและมีค่าสูงสุดในวันสุดท้าย โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 23.0 เป็น 28 และ 22.6 เป็น 28 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่า a* เพิ่มขึ้นจาก 23 เป็น 28 และ 22 เป็น 28 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 30 และ 31 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 10B) (ตารางภาคผนวกที่ 6)

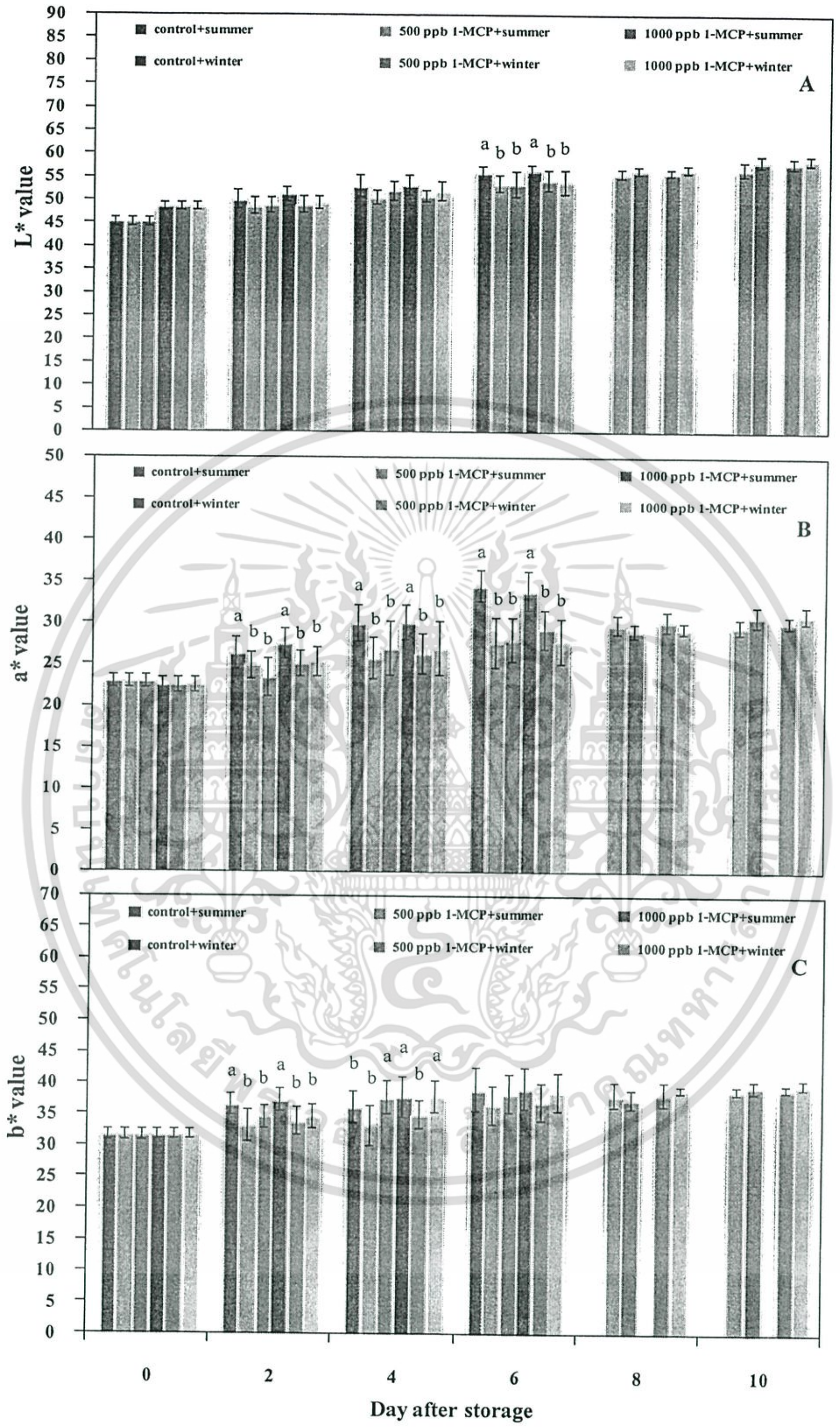
การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของผลมะละกอพันธุ์แขกดำในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 31.9 เป็น 39.2 และ 34.0 เป็น 39.4 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 32 เป็น 37 และ 34 เป็น 38 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 39 และ 40 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 10C) (ตารางภาคผนวกที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียน้ำหนักสด

การสูญเสียน้ำหนักสดของชุดควบคุม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 6 หลังการเก็บรักษา) โดยมีการสูญเสียน้ำหนักสดประมาณ 18.3 และ 13.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP จากทั้งสองฤดูกาลเก็บเกี่ยว มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน พบว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนที่รมสาร 1-MCP มีการสูญเสียน้ำหนักสดประมาณ 13.1 และ 11.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีการสูญเสียน้ำหนักสดประมาณ 15.1 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 11A) (ตารางภาคผนวกที่ 8)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา จาก 162.2 เป็น 22.7 และ 158.4 เป็น 23.0 นิวตัน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ ส่วนมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 162 เป็น 124 และ 158 เป็น 121 นิวตัน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน พบว่ามะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ที่รมสาร 1-MCP มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีความแน่นเนื้อลดลงน้อยกว่าผลที่เก็บเกี่ยวฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก 162.2 เป็น 71.4 และ 162.2 เป็น 62.9 นิวตัน และที่เก็บเกี่ยวฤดูหนาวมีค่าลดลงจาก 158.4 เป็น 37.9 และ 158.4 เป็น 37.0 นิวตัน ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 11B) (ตารางภาคผนวกที่ 9)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้

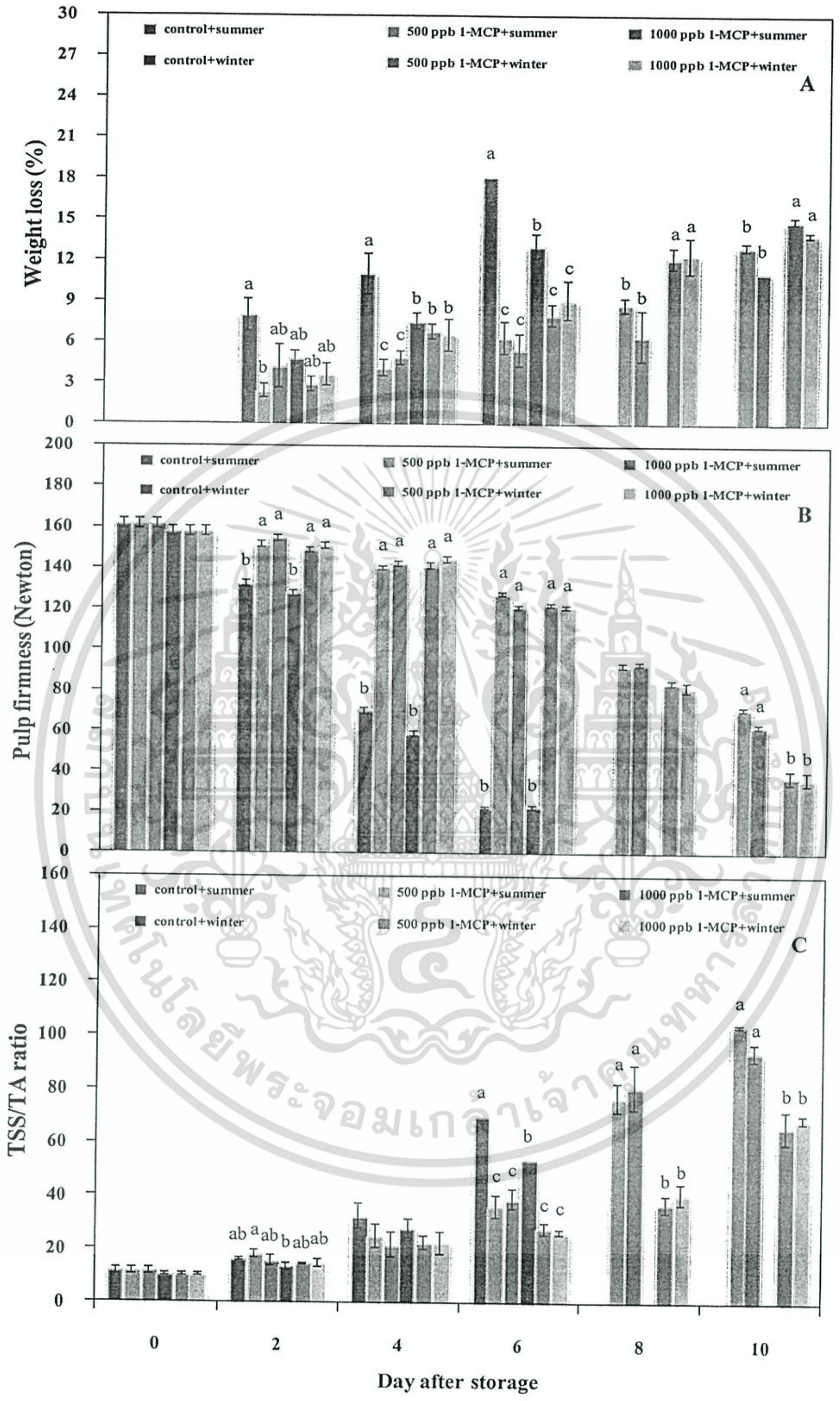
สัดส่วน TSS/TA ของมะละกอในชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว โดยผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 12.0 เป็น 70.5 ส่วนมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10.7 เป็น 54.2 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เมื่อนำผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่มารมสาร 1-MCP พบว่ามีค่า TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 12 เป็น 37 และ 10 เป็น 28 ในวันที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและผลที่รมสาร 1-MCP ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน ที่รมสาร 1-MCP พบว่ามีค่า TSS/TA สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 12.0 เป็น 104.5 และ 12.0 เป็น 94.4 ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10.7 เป็น 66.4 และ 10.7 เป็น 69.6 ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 11C) (ตารางภาคผนวกที่ 10)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ความแน่นเนื้อ (B) และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี ในวันแรกของการเก็บรักษาพบว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประมาณ 2 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นพบว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์เอลดลงอย่างรวดเร็ว โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอลดลงจาก 9.9 เป็น 0.4 และ 11.6 เป็น 0.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ตามลำดับ ส่วนผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์เอได้ โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากกว่าชุดควบคุมประมาณ 6.6 และ 6.5 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการรมสารที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี และในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอประมาณ 1.0 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดที่รมสาร 1-MCP และระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 12A) (ตารางภาคผนวกที่ 11)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ลดลงจาก 6.2 เป็น 0.5 และ 5.8 เป็น 0.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวตามลำดับ ขณะที่ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์บีได้ โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มะละกอที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมากกว่าชุดควบคุมประมาณ 6.3 และ 7.0 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณของคลอโรฟิลล์บีลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีปริมาณของคลอโรฟิลล์บีประมาณ 1.7 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดที่รมสาร 1-MCP และระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 12B) (ตารางภาคผนวกที่ 12)

ปริมาณแคโรทีนอยด์

ผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีปริมาณแคโรทีนอยด์ ในวันแรกของการเก็บรักษาพบว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประมาณ 0.3 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

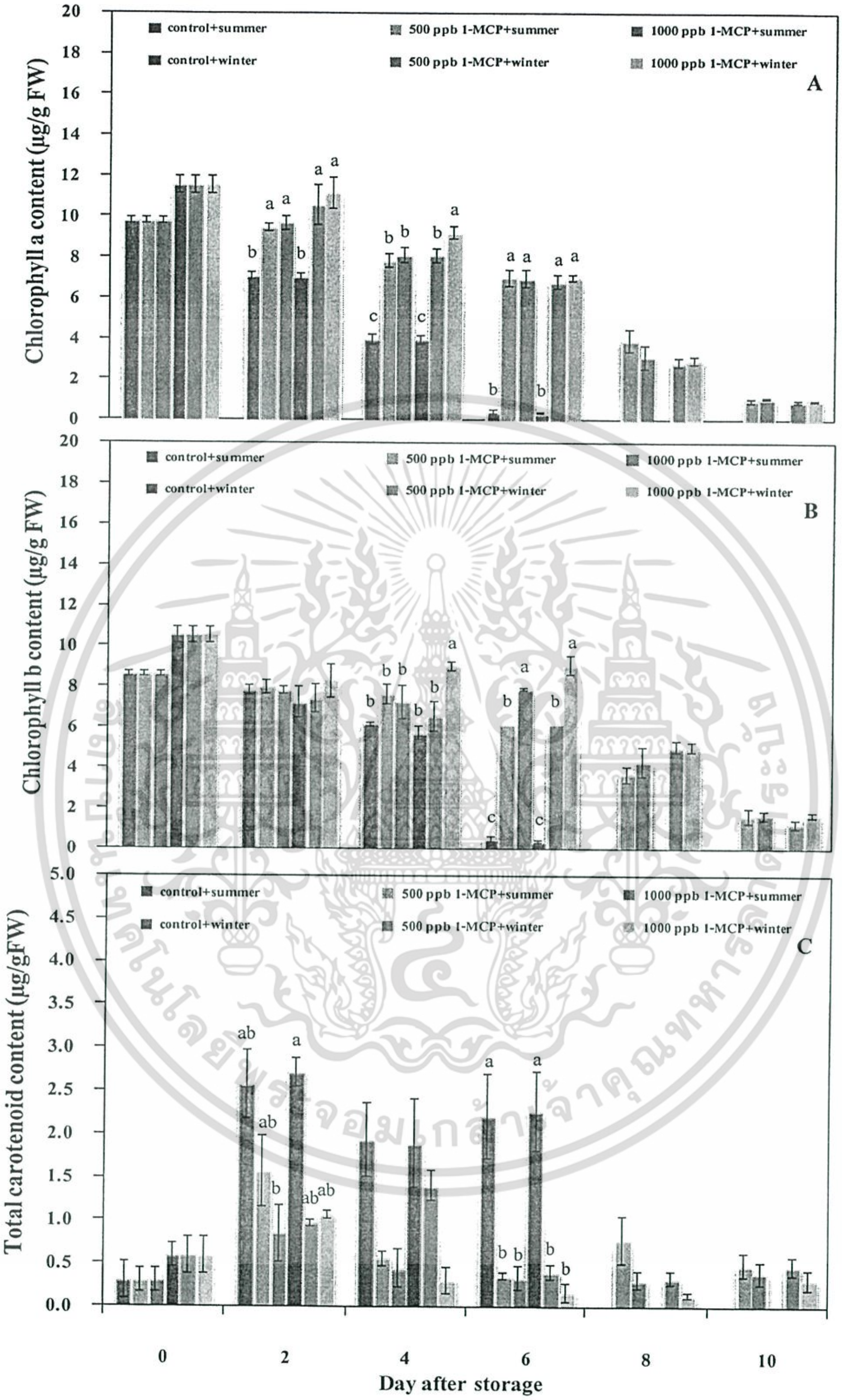
จากนั้นมีปริมาณของแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีปริมาณของแคโรทีนอยด์ เพิ่มขึ้นจาก 0.3 เป็น 2.2 และ 0.6 เป็น 2.3 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ตามลำดับ ส่วนผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณของแคโรทีนอยด์ต่ำกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามะละกอที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณแคโรทีนอยด์น้อยกว่าชุดควบคุมประมาณ 1.9 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP และในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ประมาณ 0.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดที่รมสาร 1-MCP และระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 12C) (ตารางภาคผนวกที่ 13)

กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส

เมื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส พบว่ามะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส สูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาโดยมีค่าประมาณ 6.6 และ 8.5 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ และลดลงเพียงเล็กน้อยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ที่รมสาร 1-MCP มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสต่ำกว่าชุดควบคุมประมาณ 2.5 และ 1.3 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่รมสาร 1-MCP มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาโดยมีค่าประมาณ 2.5 และ 3.9 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 13) (ตารางภาคผนวกที่ 14)

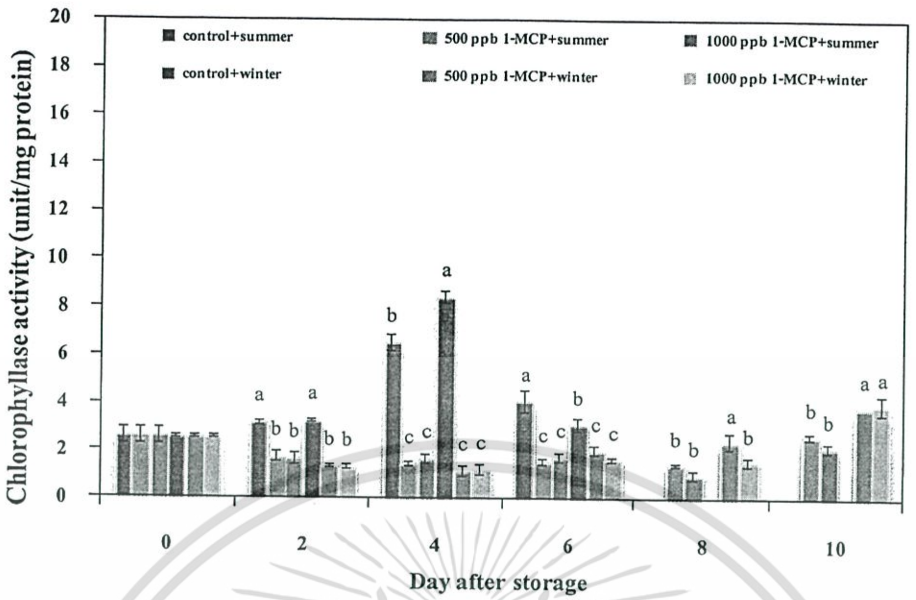
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



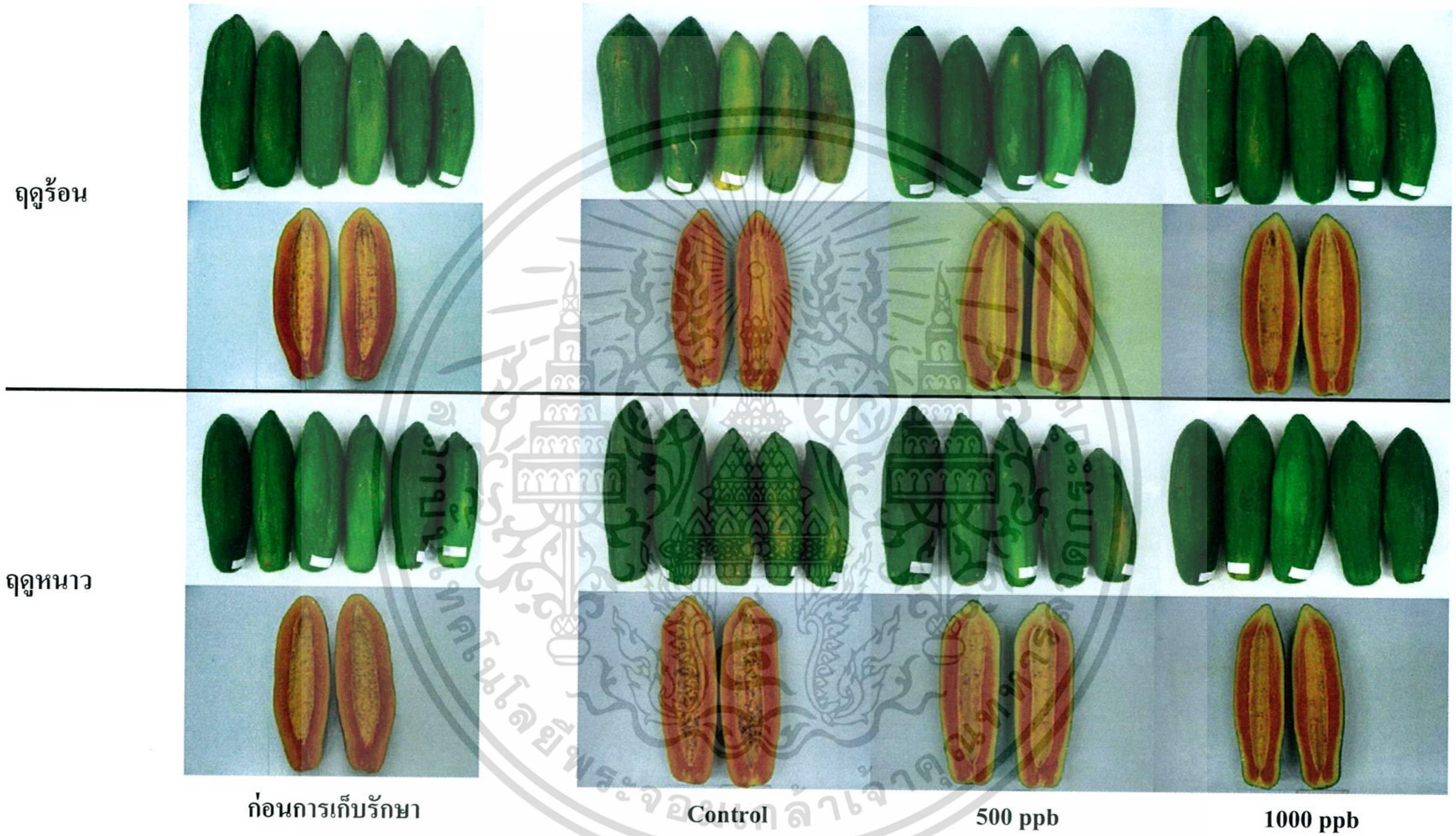
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (A) คลอโรฟิลล์บี (B) และแคโรทีนอยด์ (C) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

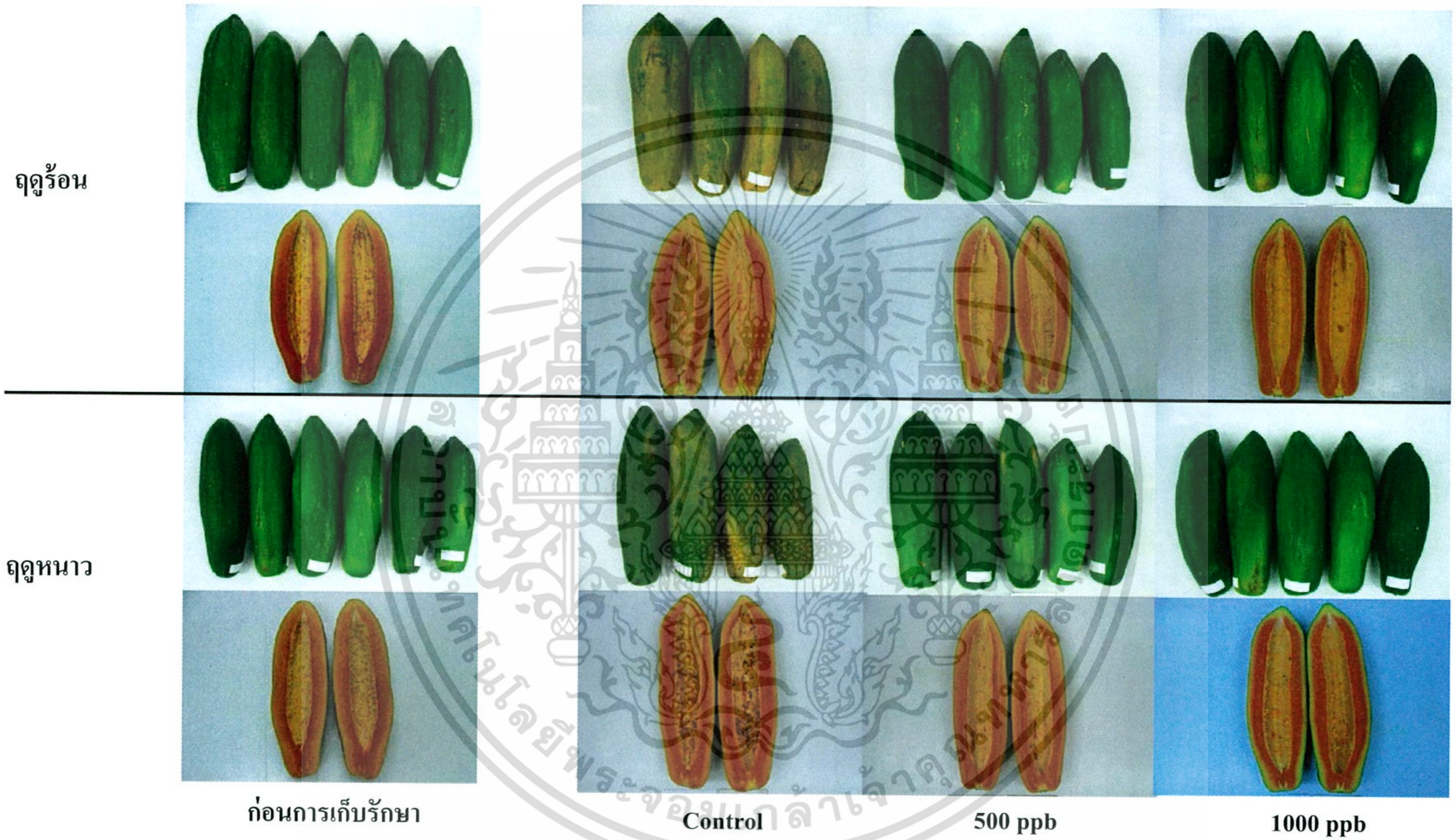


ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

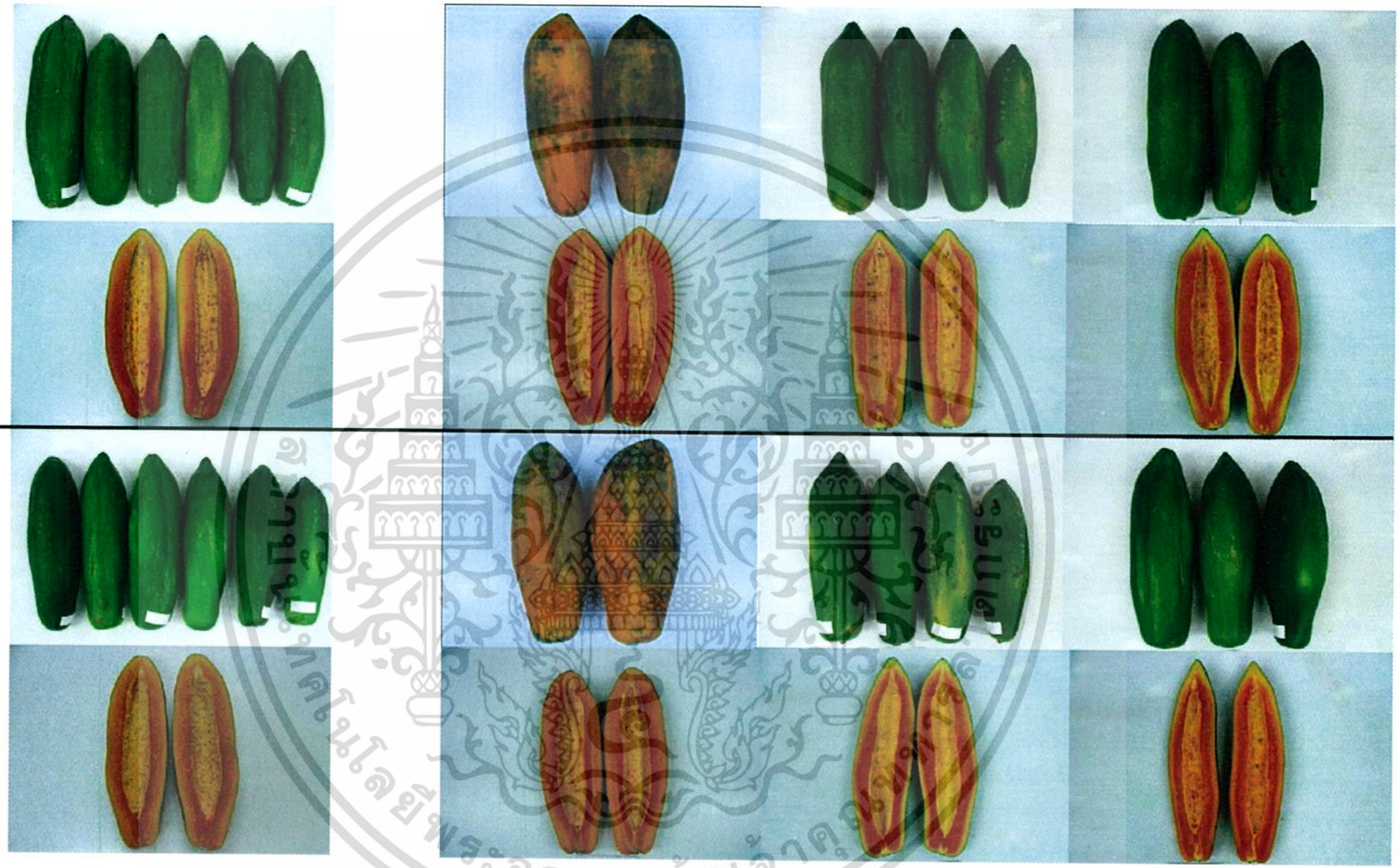
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่14 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบีที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2วัน



ภาพที่15 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบีที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา4วัน



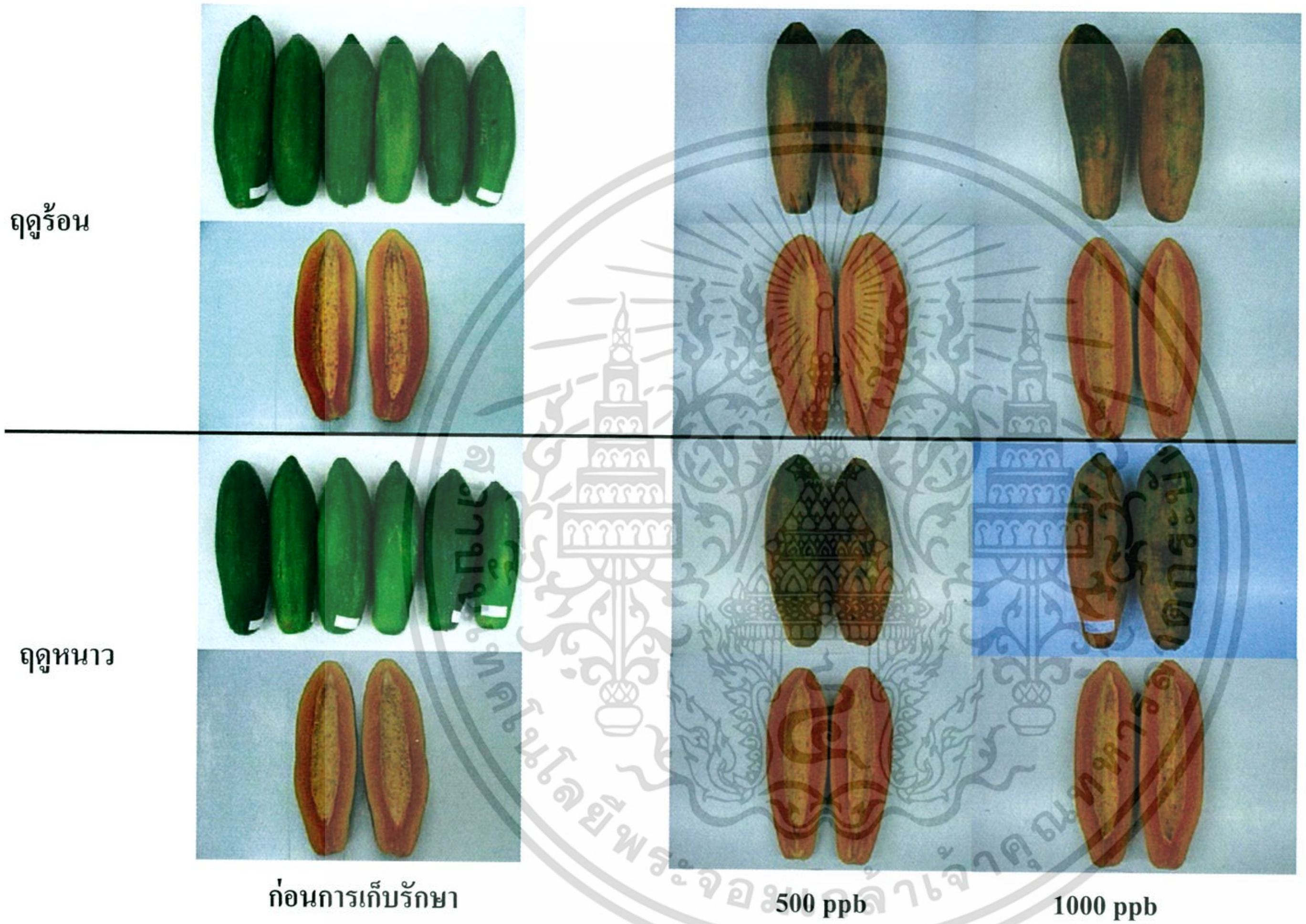
ภาพที่16ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบีที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา6 วัน

ฤดูร้อน

ฤดูหนาว

ก่อนการเก็บรักษา 500 ppb 1000 ppb

ภาพที่17 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบีที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา8วัน



ภาพที่18ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบีที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา10วัน

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและเอทิลีนต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำ

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว มีการเปลี่ยนแปลงค่า L* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 34.3 เป็น 50.1 และ 34.8 เป็น 50.3 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที พบว่ามีค่า L* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 34 เป็น 51 และไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 19A) (ตารางภาคผนวกที่ 15)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของชุดควบคุมมะละกอที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเริ่มต้นประมาณ -8.0 และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาโดยมีค่าประมาณ 7.6 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก -8 เป็น 6 และ -8 เป็น 7 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 19B) (ตารางภาคผนวกที่ 16)

มะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว มีการเปลี่ยนแปลงค่า b* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเริ่มต้นประมาณ 14 จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสิ้นอายุการเก็บรักษาโดยมีค่าประมาณ 39 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่า b* มากกว่าชุดควบคุม โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 14 เป็น 42 และไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 19C) (ตารางภาคผนวกที่ 17)

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 50 ในวันแรกของการเก็บรักษาและมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาประมาณ 58 และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีค่า L* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 58 และไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 20A) (ตารางภาคผนวกที่ 18)

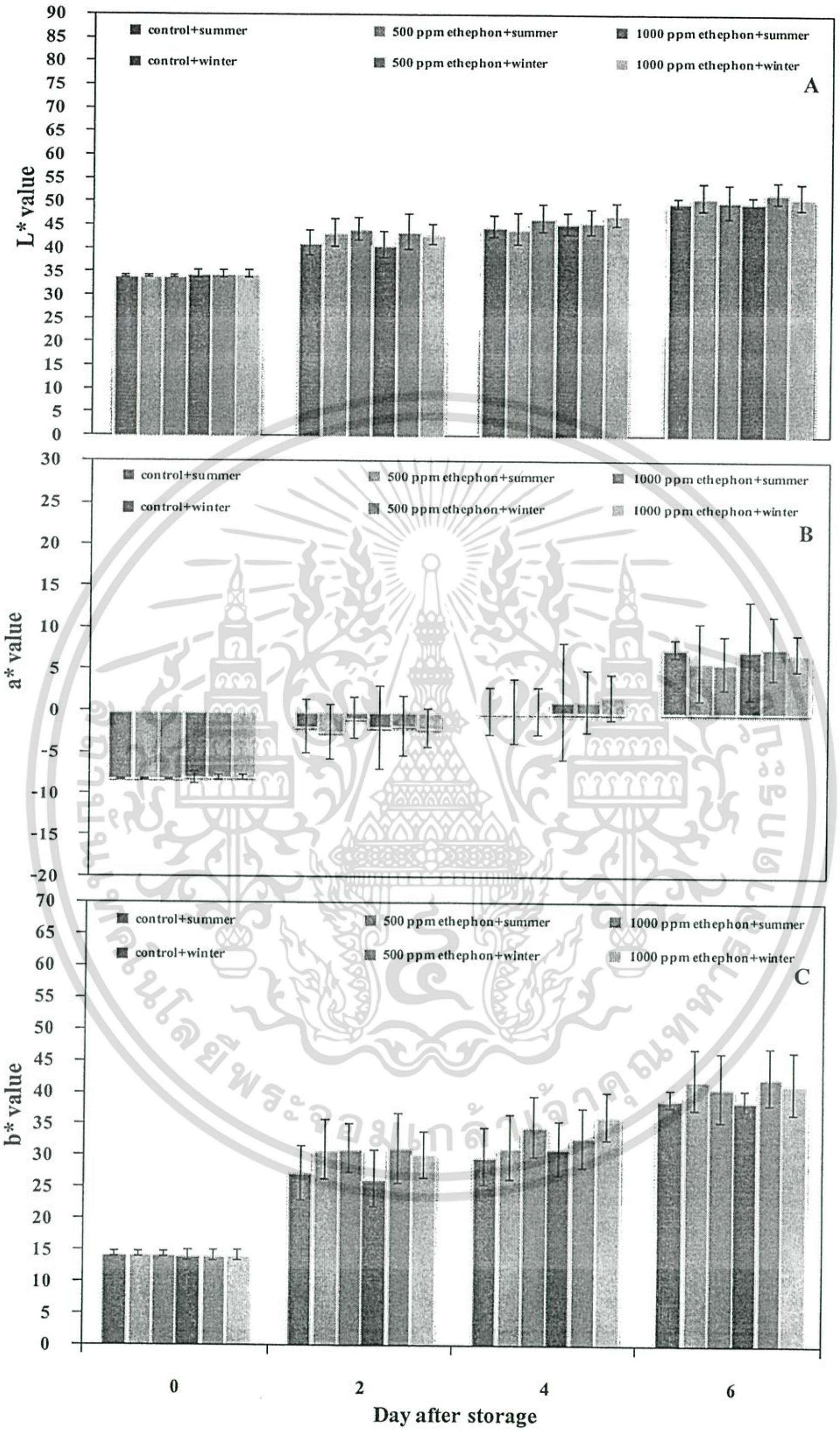
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว มีการเปลี่ยนแปลงค่า a* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเริ่มต้นประมาณ 24 เป็น 28 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 24 เป็น 28 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 20B) (ตารางภาคผนวกที่ 19)

มะละกอในชุดควบคุมจากทั้งสองฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงค่า b* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเริ่มต้นประมาณ 33 และมีค่าสูงสุดประมาณ 37 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 33 เป็น 36 และไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 20C) (ตารางภาคผนวกที่ 20)

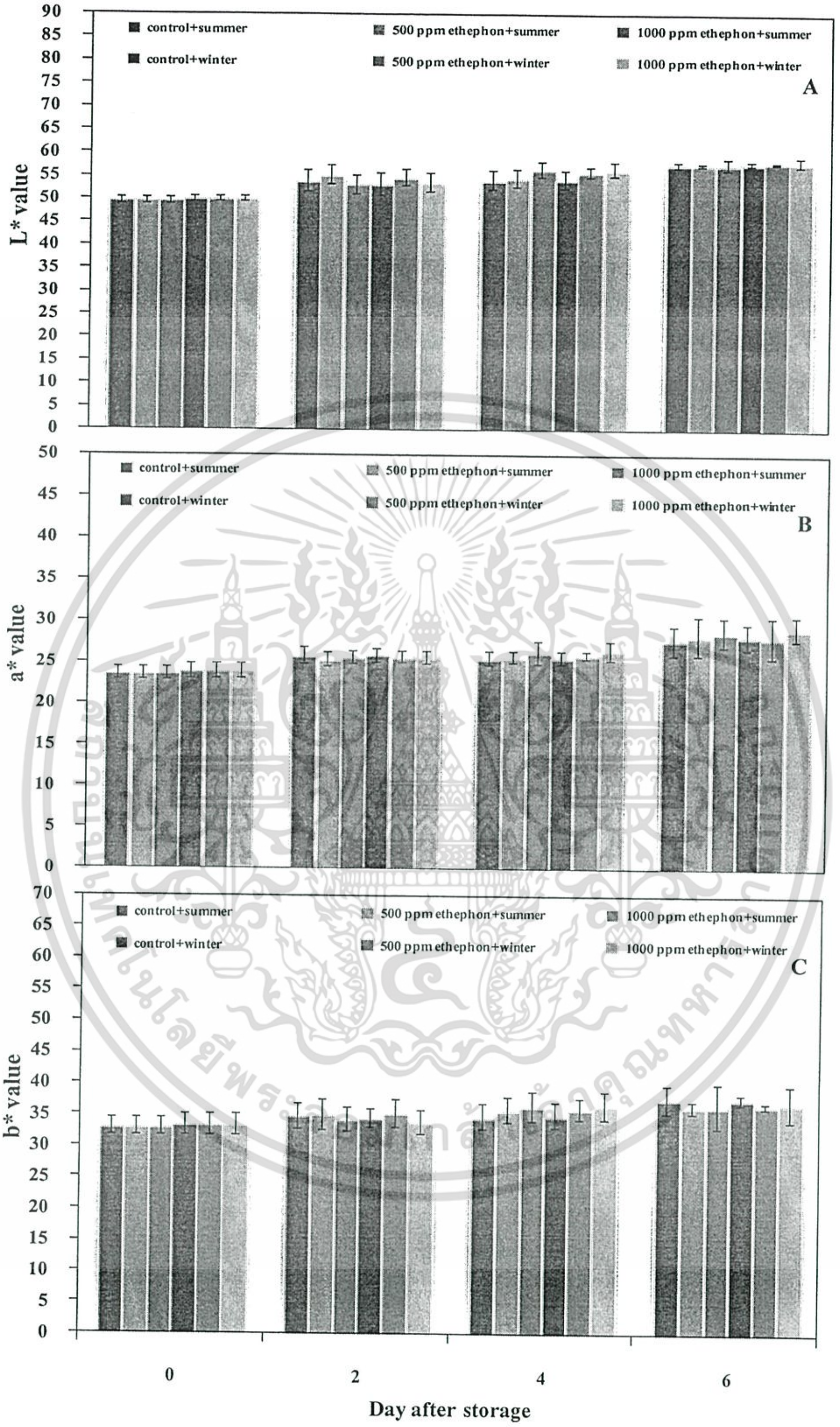
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียน้ำหนักสด

มะละกอพันธุ์แขกดำในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีการสูญเสียน้ำหนักสดประมาณ 18.8 และ 8.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลมะละกอจุ่มสารเอทิฟอน พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เมื่อนำผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมาจุ่มสารเอทิฟอน มีการสูญเสียน้ำหนักสด 12.5 และ 12.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักสด 8.7 และ 9.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 21A) (ตารางภาคผนวกที่ 21)

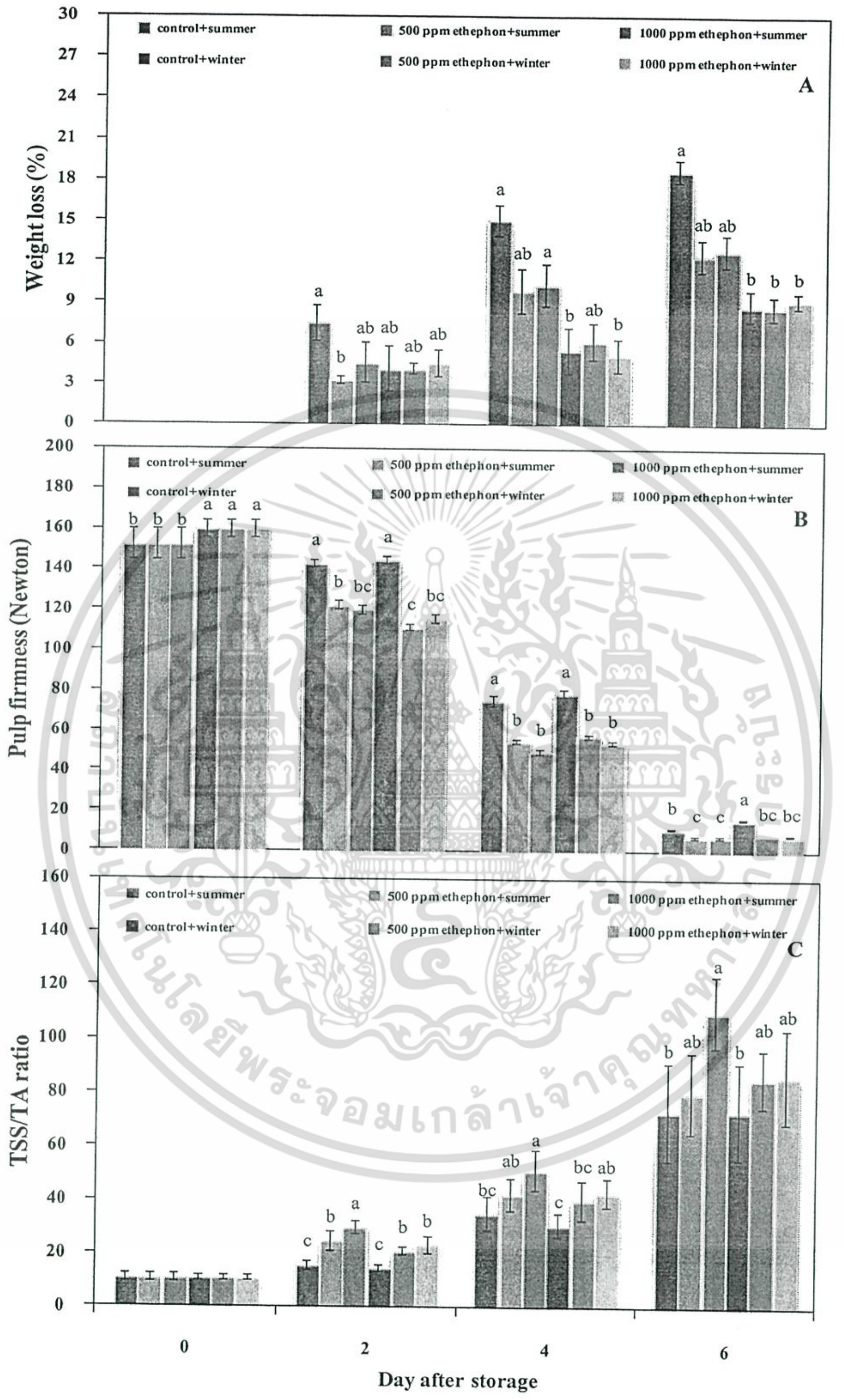
การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 152.5 และ 160.2 นิวตัน เป็น 11.7 และ 16.7 นิวตัน ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว จากประมาณ 152 เป็น 8 และลดลงจาก 160 เป็น 9 นิวตัน ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 21B) (ตารางภาคผนวกที่ 22)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้

สัดส่วน TSS/TA ของมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยเพิ่มขึ้นจาก 11 เป็น 73.5 และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน พบว่ามีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าชุดควบคุม โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 95 และ 86 และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยวแต่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 21C) (ตารางภาคผนวกที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ความแน่นเนื้อ (B) และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี ในวันแรกของการเก็บรักษาพบว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประมาณ 1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นพบว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์เอลดลงอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 10.3 เป็น 3.2 และ 11.6 เป็น 4.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และมีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ 0.6 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอลดลงเร็วกว่าชุดควบคุม โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอน้อยกว่าชุดควบคุมประมาณ 0.3 และ 0.2 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดควบคุมและผลที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 22A) (ตารางภาคผนวกที่ 24)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีปริมาณของคลอโรฟิลล์บีลดลงอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 9.7 เป็น 2.2 และ 10.4 เป็น 2.6 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีน้อยกว่าชุดควบคุมประมาณ 0.2 และ 0.3 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และพบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 22B) (ตารางภาคผนวกที่ 25)

ปริมาณแคโรทีนอยด์

ผลมะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีปริมาณแคโรทีนอยด์ ในวันแรกของการเก็บรักษาพบว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประมาณ 0.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นมีปริมาณของแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา มีปริมาณของแคโรทีนอยด์ เพิ่มขึ้นจาก 0.8 เป็น 4.3 และ 0.9 เป็น 4.7 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ตามลำดับ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณของแคโรทีนอยด์เท่ากับ 2.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีปริมาณของแคโรทีนอยด์สูงกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา มะละกอที่จุ่มสารเอทิฟอนมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าชุดควบคุมประมาณ 1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณของแคโรทีนอยด์เท่ากับ 2.2 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และไม่พบความแตกต่างทาง

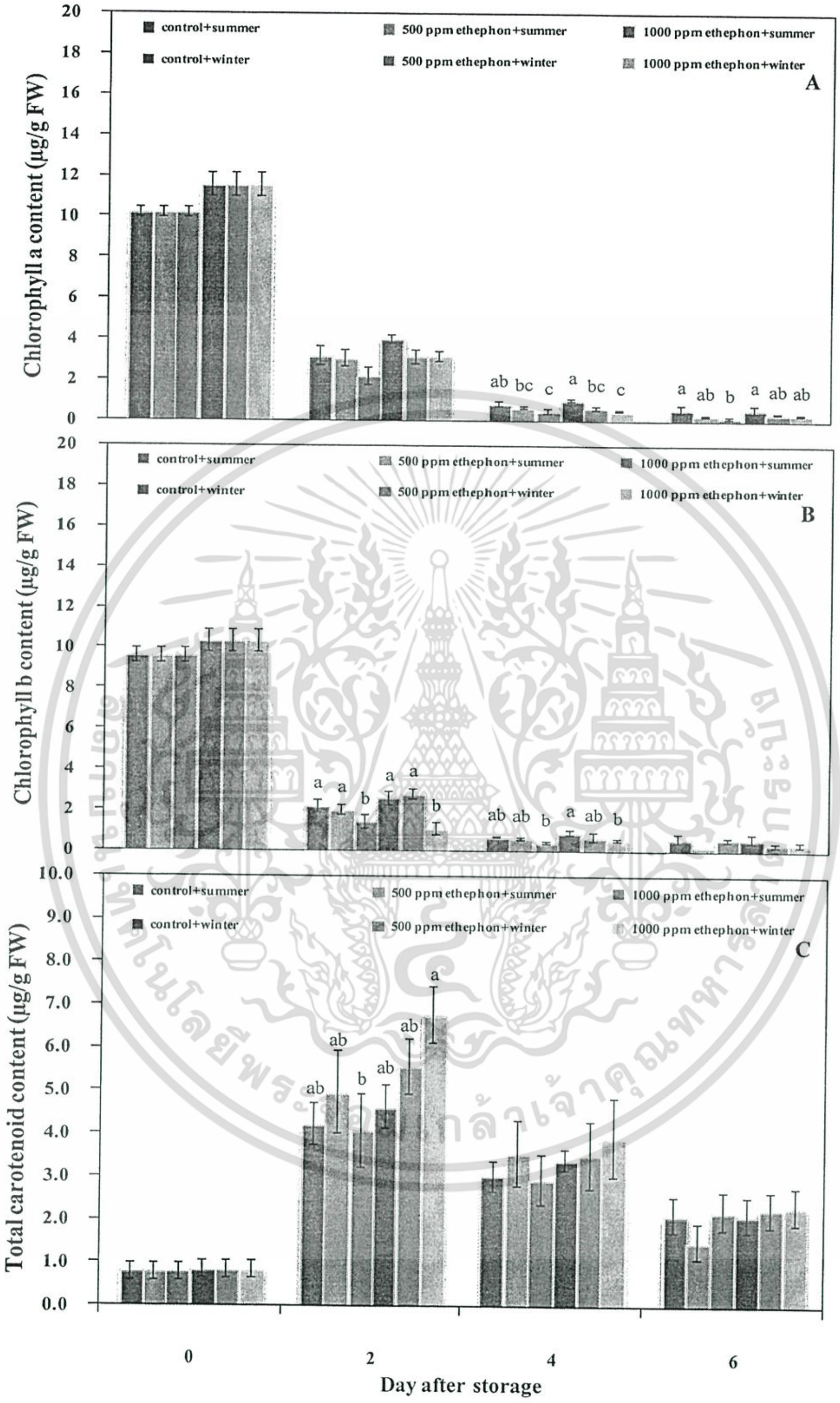
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว และระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 22C) (ตารางภาคผนวกที่ 26)

กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส

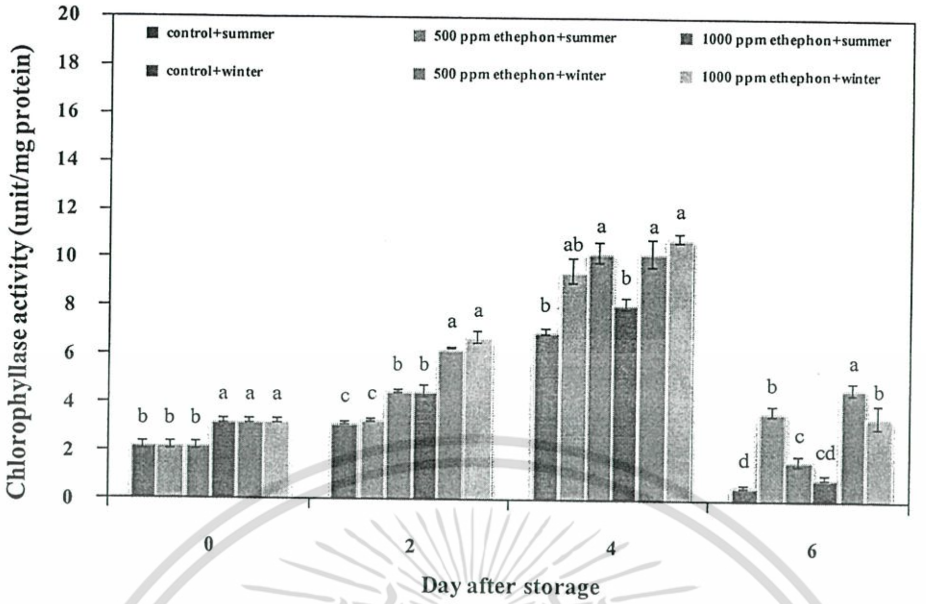
เมื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส พบว่ามะละกอในชุดควบคุมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 8.7 และ 8.2 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสเท่ากับ 0.7 และ 1.0 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ส่วนผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ที่จุ่มสารเอทิฟอน มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 10 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสประมาณ 2 และ 4 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว และระหว่างชุดควบคุมและชุดที่จุ่มสารเอทิฟอน (ภาพที่ 23) (ตารางภาคผนวกที่ 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



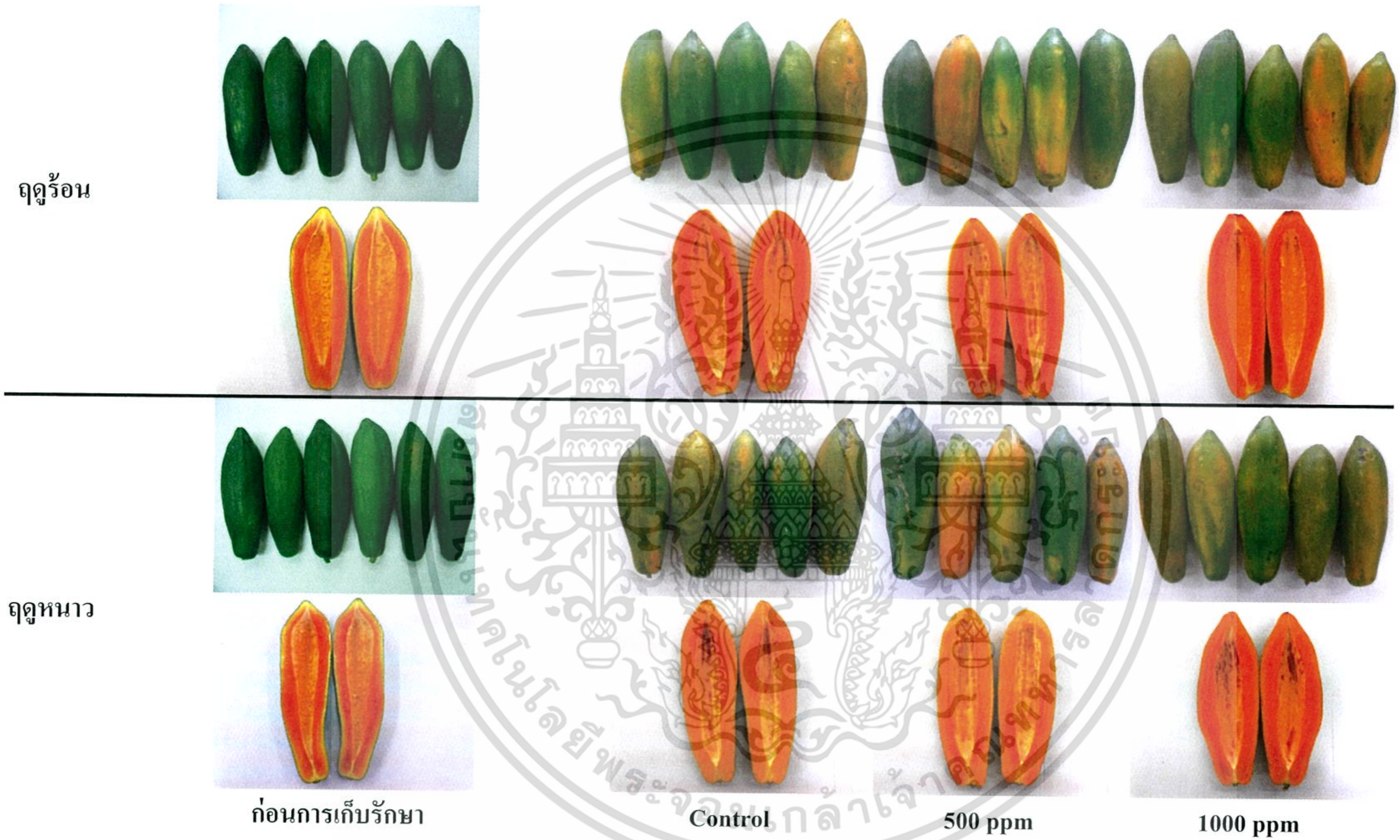
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (A) คลอโรฟิลล์บี (B) และแคโรทีนอยด์ (C) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

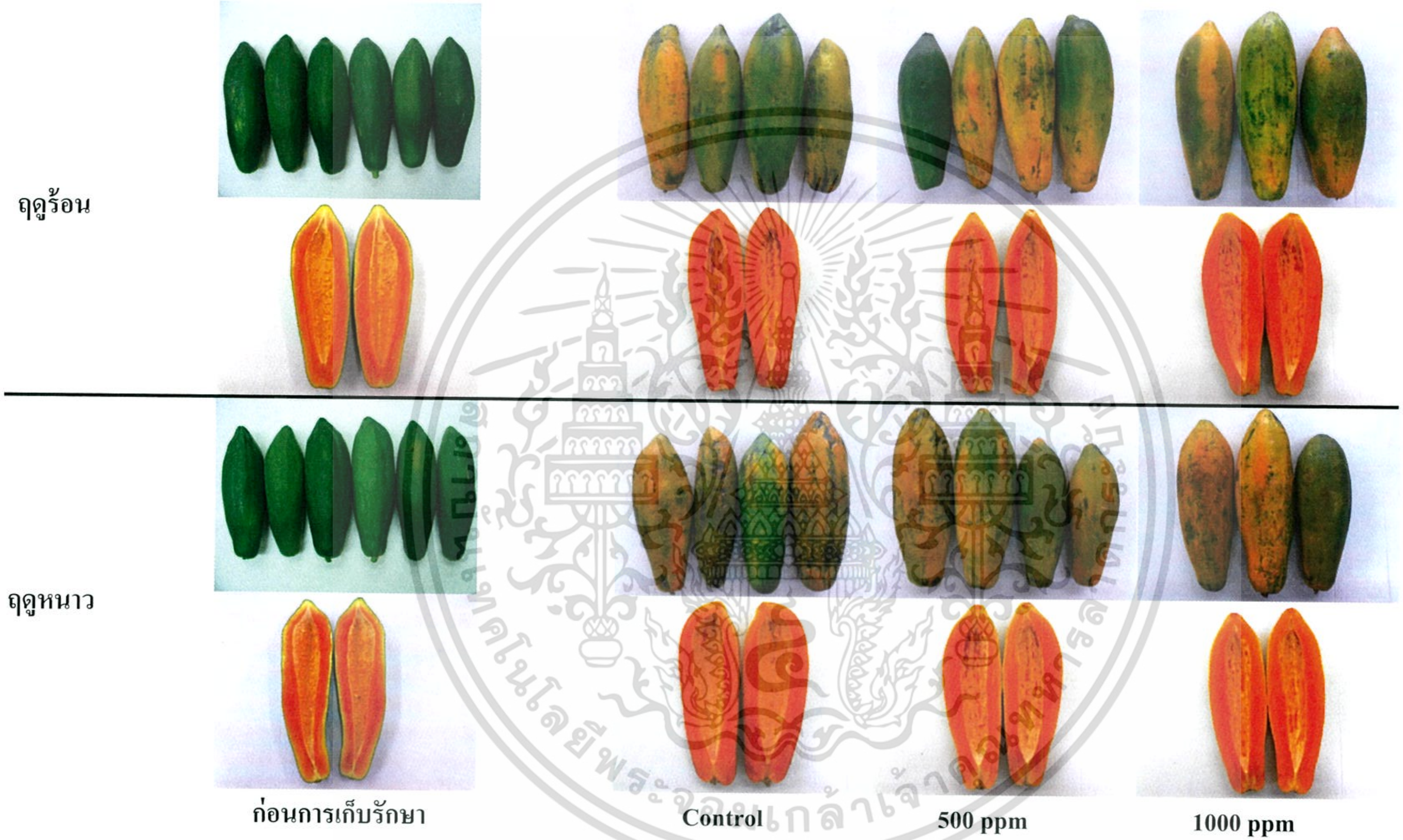


ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

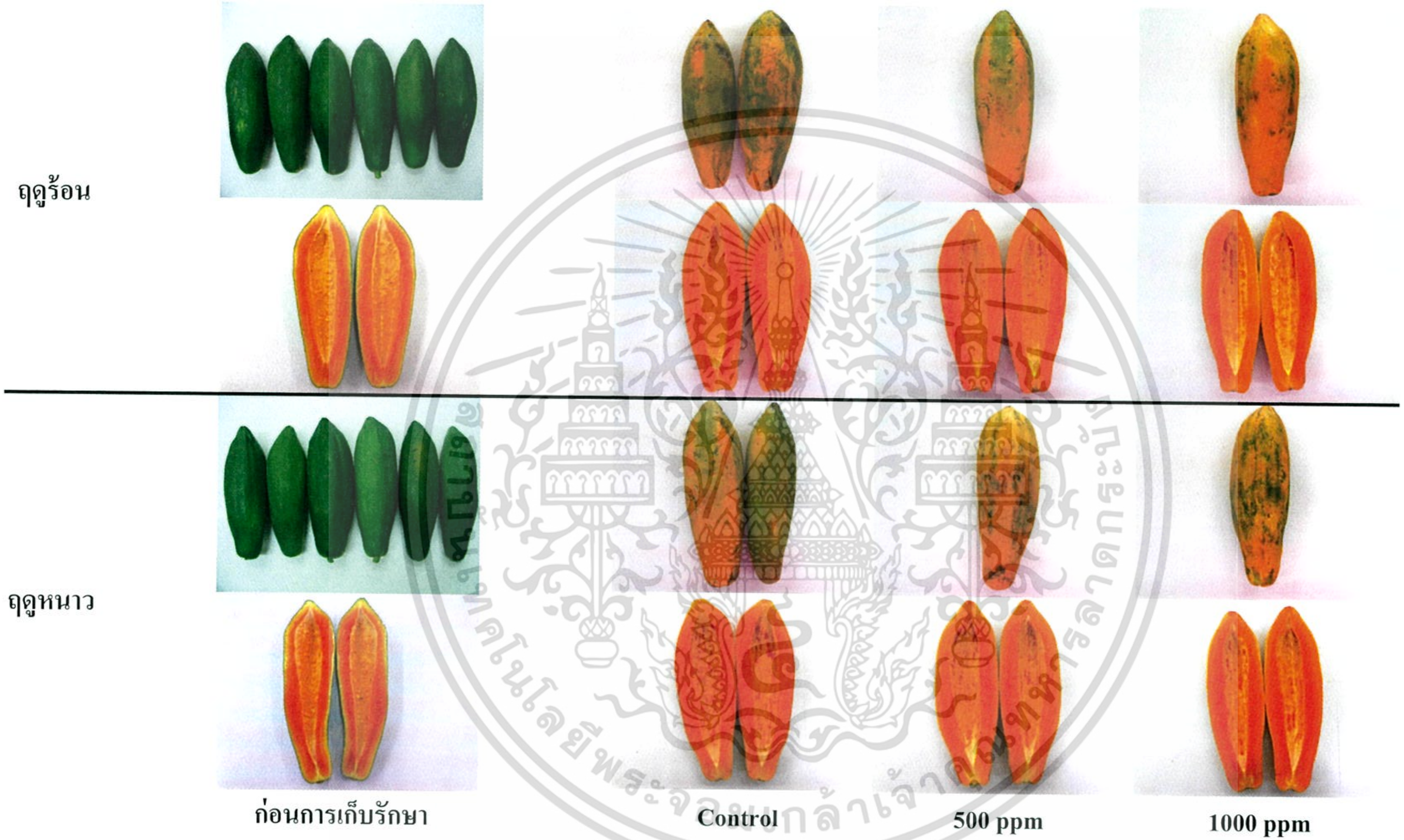
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่24ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้จุ่มและที่จุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000พีพีเอ็มนาน 5นาที ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา2วัน



ภาพที่25ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้จุ่มและที่จุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000พีพีเอ็มนาน 5นาที ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา4วัน



ภาพที่26 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ไม่ได้จุ่มและที่จุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000พีพีเอ็มนาน 5นาที ก่อนและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา6 วัน

ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในมะละกอพันธุ์แขกดำทั้งผลและตัดแต่ง

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ค่า L* ของสีเนื้อมะละกอที่เก็บรักษาในรูปแบบทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมะละกอที่เก็บรักษาในรูปแบบตัดแต่งมีการเพิ่มขึ้นของค่า L* มากกว่าการเก็บรักษาแบบทั้งผล ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา พบว่ามะละกอที่เก็บรักษาทั้งสองรูปแบบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสมีค่า L* น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส โดยมะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 55 เป็น 58 และ 64 ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา และในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ผลมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 64.3, 64.2 และ 60.1 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากมะละกอทั้งผล มีค่า L* เท่ากับ 57.9, 54.8 และ 49.0 และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 55.7 เป็น 57.6 และ 55.9 เป็น 58.3 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 64.4 และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา (ภาพที่ 27A) (ตารางภาคผนวกที่ 28)

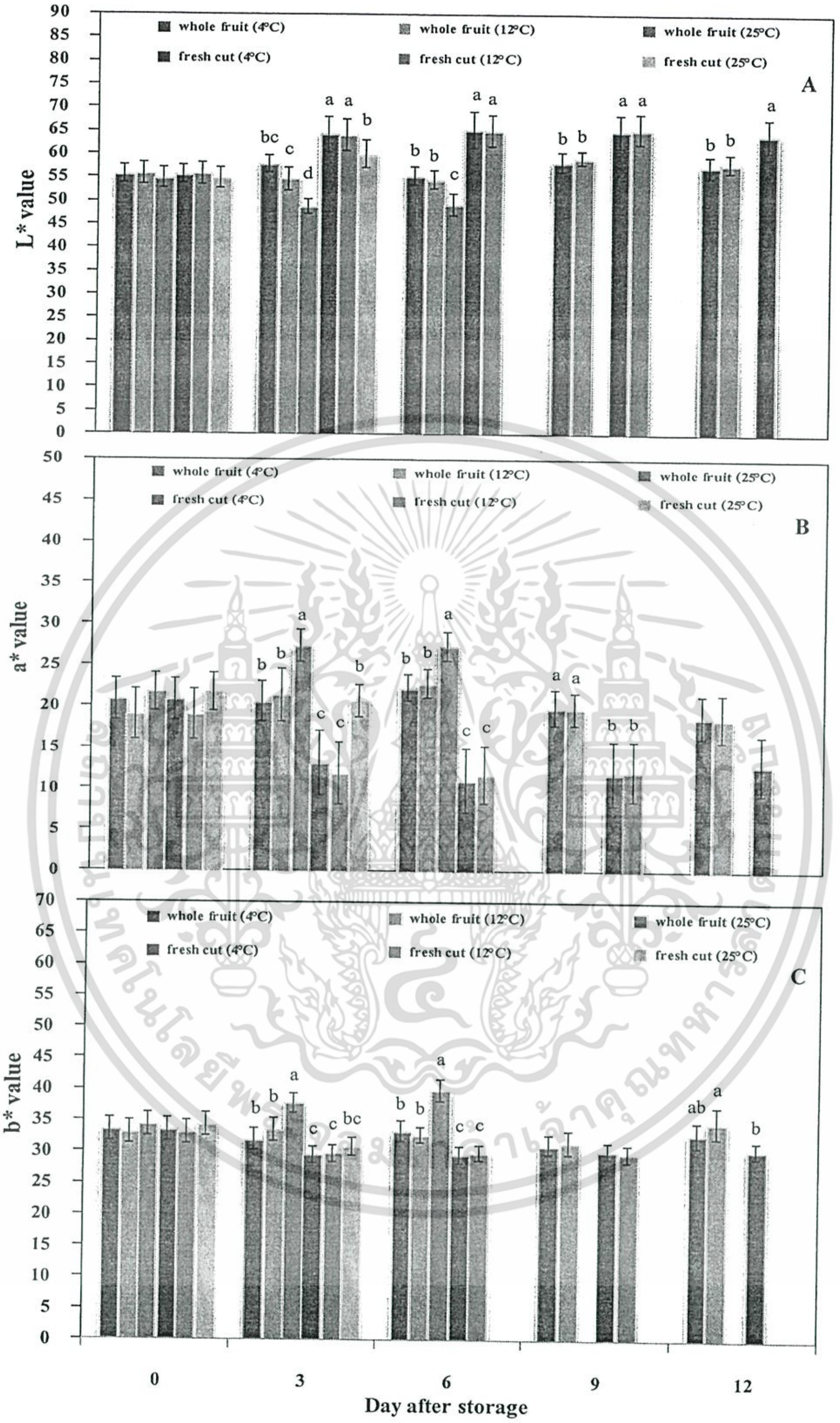
ส่วนค่า a* ของสีเนื้อมะละกอทั้งผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา โดยมะละกอทั้งผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า a* เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ จากนั้นมีค่าลดลงเป็น 18.8 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา ขณะที่มะละกอตัดแต่งมีค่า a* ลดลงจาก 20.9 เป็น 13.2 และ 19.1 เป็น 12.0 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนมะละกอตัดแต่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า a* ในช่วง 3 วันเท่ากับ 21.8-20.8 และมีความแตกต่างทางสถิติกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า a* ลดลงจาก 20 เป็น 18.9 และ 18.7 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากมะละกอตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ง พบว่าหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วันมีค่า a* เท่ากับ 13.0 และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา (ภาพที่ 27B) (ตารางภาคผนวกที่ 29)

การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของสีเนื้อมะละกอทั้งผลและตัดแต่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีค่า b* เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ยกเว้นมะละกอที่เก็บรักษาทั้งผลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่า b* เพิ่มขึ้นจาก 34.6 เป็น 40.1 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา โดยมะละกอทั้งผลมีค่า b* ค่อนข้างคงที่ระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่มะละกอตัดแต่งมีค่า b* ลดลงจาก 34 เป็น 30 หลังเก็บรักษา เป็นเวลา 3 วัน และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา มะละกอทั้งผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบมะละกอทั้งผลและตัดแต่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่า a* สูงกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และมีความแตกต่างทางสถิติรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า b* เท่ากับ 33.0 ซึ่งมีค่ามากกว่าในมะละกอตัดแต่ง โดยมีค่า a* เท่ากับ 30.5 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา (ภาพที่ 27C) (ตารางภาคผนวกที่ 30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียน้ำหนักสด

การสูญเสียน้ำหนักสดของมะละกอที่เก็บรักษาในรูปแบบทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยมะละกอเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 9.0 และ 8.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่เก็บรักษา โดยพบว่ามะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำกว่ามะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 10.0 และ 5.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่มะละกอตัดแต่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 7.8 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา และมีความแตกต่างทางสถิติกับผลที่เก็บรักษาแบบทั้งผลซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 10.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 28A) (ตารางภาคผนวกที่ 31)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

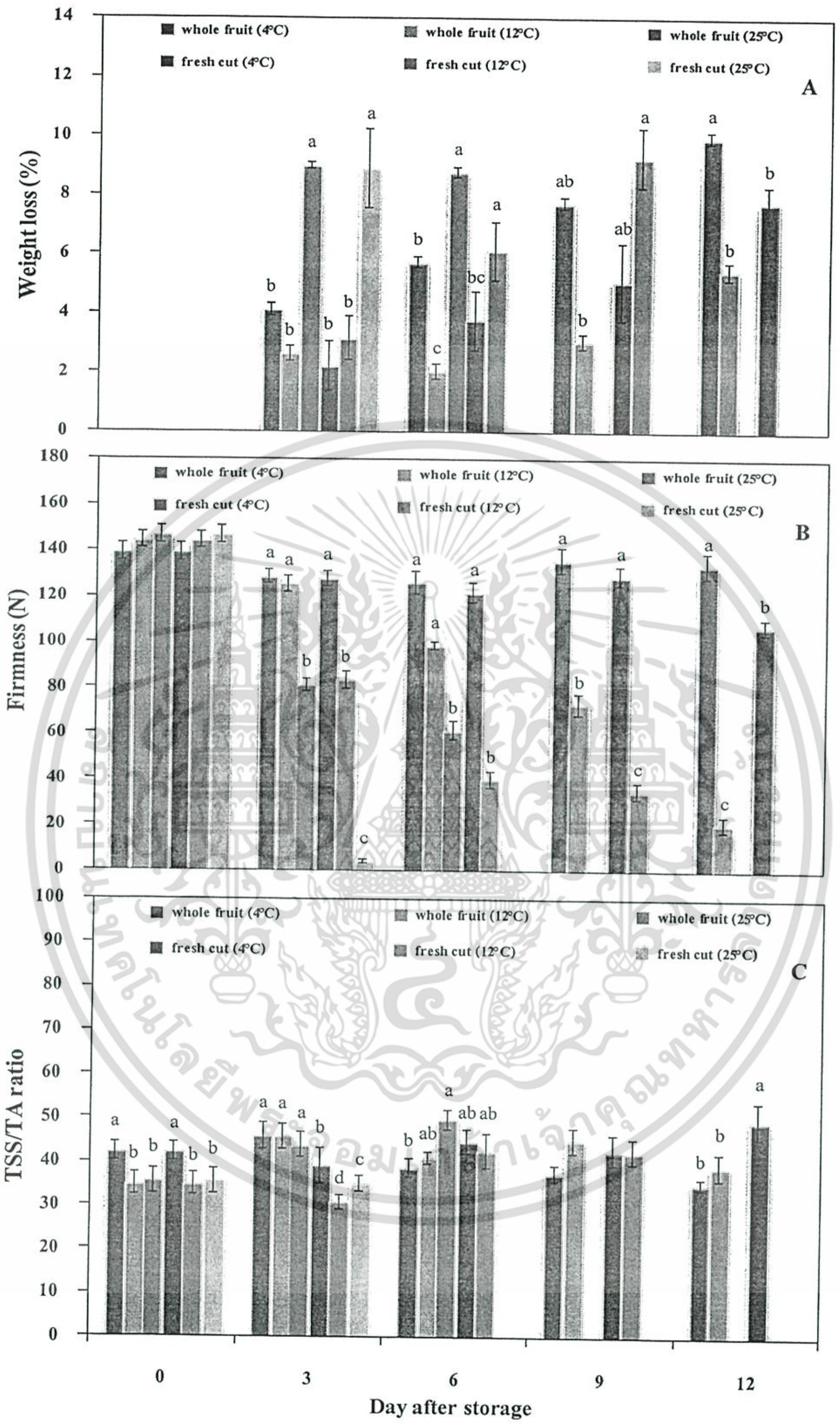
การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะละกอที่เก็บรักษาแบบทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่ามะละกอที่เก็บรักษาแบบทั้งผลมีความแน่นเนื้อสูงกว่าการเก็บรักษาในรูปแบบตัดแต่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อประมาณ 146 นิวตัน จากนั้นลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยผลมะละกอแบบตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงที่สุด โดยลดลงจาก 146.9 เป็น 4.3 นิวตัน ส่วนผลที่เก็บแบบทั้งผลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแน่นเนื้อในวันที่ 3 เท่ากับ 81.6 นิวตันและลดลงเป็น 61.6 นิวตัน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และในวันที่ 6-12 ของการเก็บรักษาแบบตัดแต่งมีความแน่นเนื้อลดลงมากกว่าการเก็บรักษาแบบทั้งผลในทุกอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงน้อยที่สุด จาก 139.5 เป็น 133.9 นิวตัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 144.5 เป็น 20.8 นิวตัน ขณะที่มะละกอตัดแต่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงจาก 139.5 เป็น 107.5 นิวตัน และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 28B) (ตารางภาคผนวกที่ 32)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้</u>

ค่าสัดส่วน TSS/TA ของมะละกอที่เก็บรักษาแบบทั้งผลและแบบตัดแต่งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอที่เก็บรักษาทั้งผลมีสัดส่วน TSS/TA มากกว่าการเก็บรักษาแบบตัดแต่ง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.3 และ 37.7 และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอแบบทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 35.2 และ 39.1 ในขณะที่การเก็บรักษามะละกอตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นเป็น 49.7 และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (ภาพที่ 28C) (ตารางภาคผนวกที่ 33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 28 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ความแน่นเนื้อ (B) และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

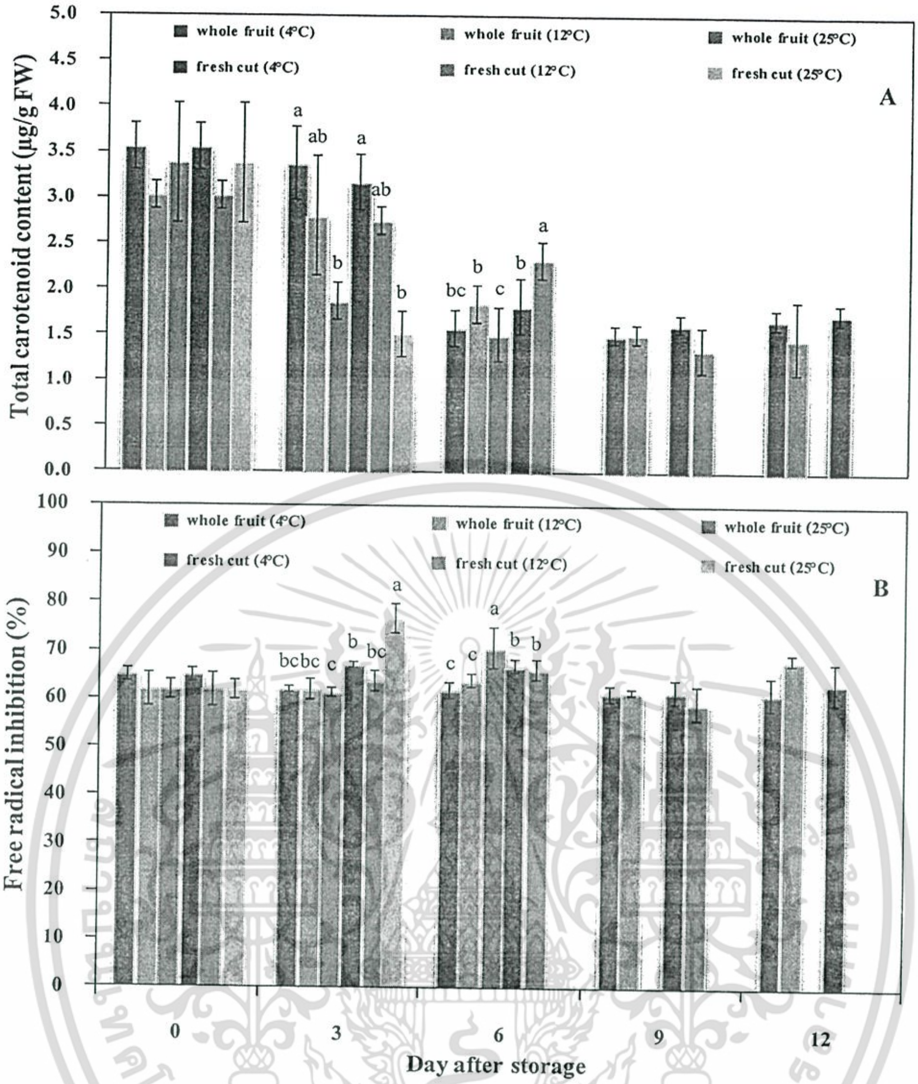
ปริมาณแคโรทีนอยด์

ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 3.6, 3.0 และ 3.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษามะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 3.4 เป็น 1.8 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และจาก 3.4 เป็น 1.5 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาแต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าลดลงจากวันแรกเฉลี่ย 0.2-0.4 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาแบบทั้งผลและแบบตัดแต่ง ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษามะละกอทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลง 1.7, 1.5 และ 1.8 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 29A) (ตารางภาคผนวกที่ 34)

กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของผลมะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 65.0, 62.1 และ 62.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่ามะละกอทั้งผลมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่มะละกอตัดแต่งมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น โดยมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นเป็น 77.0 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา ส่วนมะละกอทั้งผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 62.0 เป็น 70.8 เปอร์เซ็นต์ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามะละกอทั้งผลที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และมะละกอตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ามีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 61.5, 68.6 และ 63.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปแบบการเก็บรักษาและระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ภาพที่ 29B) (ตารางภาคผนวกที่ 35)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ (A) และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (B) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

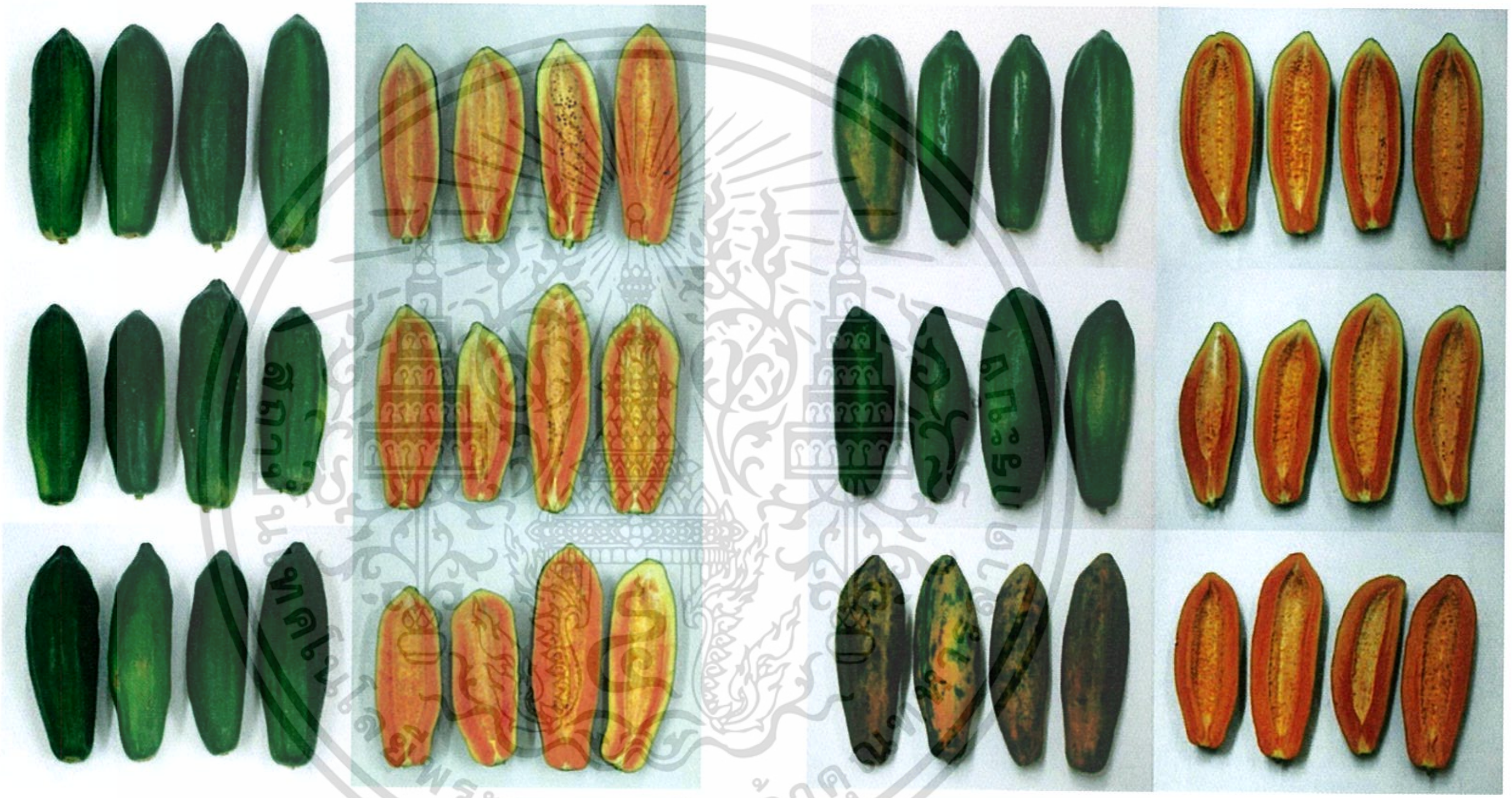
4 องศาเซลเซียส

12 องศาเซลเซียส

25 องศาเซลเซียส

ก่อนการเก็บรักษา　　　　　หลังการเก็บรักษา

ภาพที่30ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน



ภาพที่31ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 วัน

ก่อนการเก็บรักษา

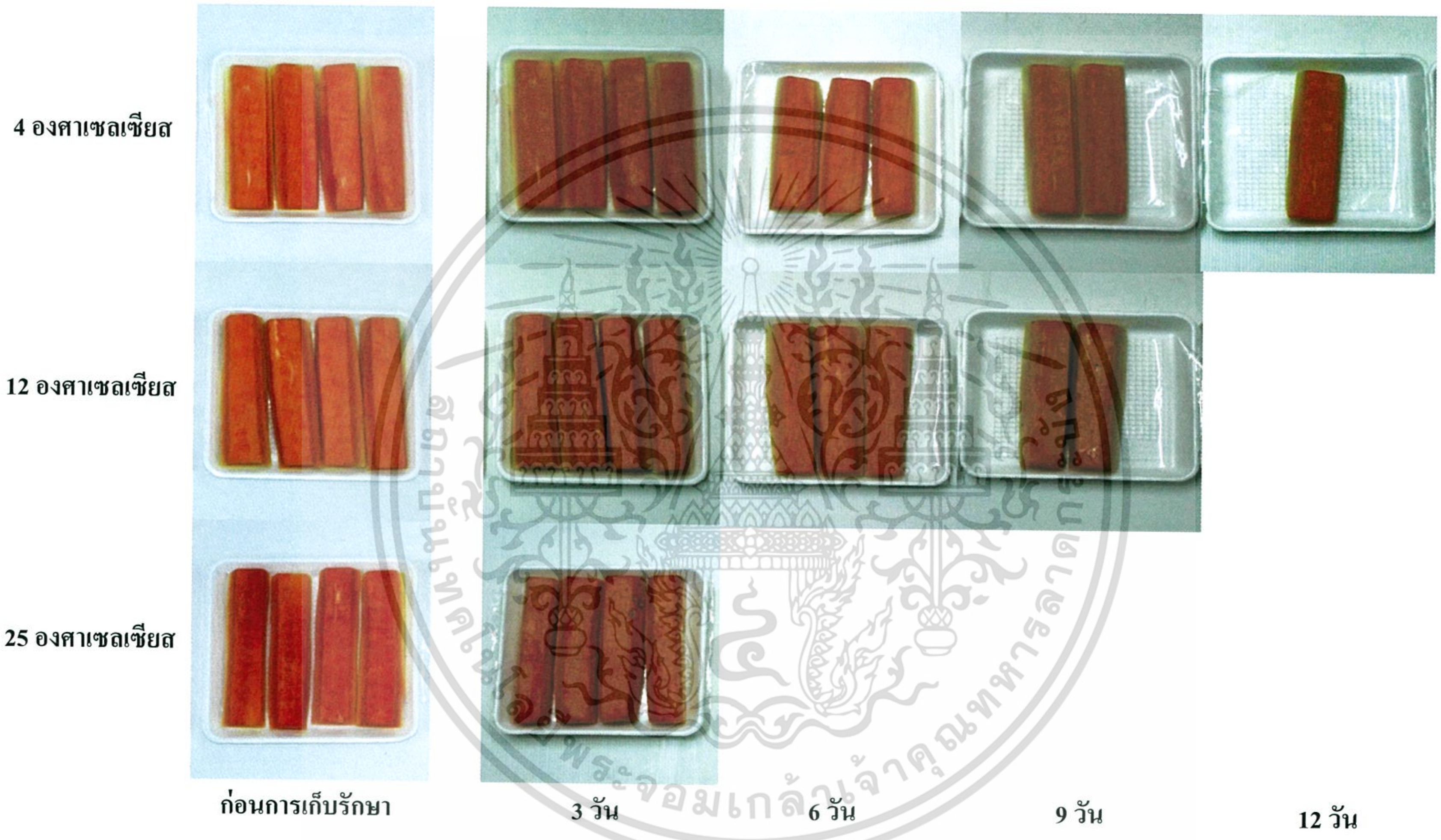
4 องศาเซลเซียส

12 องศาเซลเซียส

9 วัน

12 วัน

ภาพที่32ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9และ 12วัน



ภาพที่33ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำตัดแต่งก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 12 และ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12วัน

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลในมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและสีเนื้อ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการศึกษาในผลสตรอเบอร์รีพันธุ์ Selva พบว่าผลสตรอเบอร์รีที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลไม่แตกต่างกันแต่พบความแตกต่างในส่วนของปริมาณแอนโทไซยานิน (Ferreyra *et al.* 2007) และจากการศึกษาในผลโลควอทพันธุ์ Algerie พบว่าผลโลควอทที่เก็บเกี่ยวจากแต่ละฤดูกาลไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสีผิว แต่พบความแตกต่างในส่วนของปริมาณ TA (Pinillos *et al.* 2011) ส่วนการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ขณะที่ผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวเช่นเดียวกับการศึกษาในผลกีวีพันธุ์ Hayward ที่ไม่พบความแตกต่างในส่วนของการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ แต่พบความแตกต่างในส่วนของปริมาณ TSS และ TA (Crisosto and Crisosto. 2001) และเมื่อประเมินการสูญเสียน้ำหนักสด พบว่าผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ซึ่งในสภาพอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การหมุนเวียนของอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลไม้จะมีการสูญเสียน้ำเร็วขึ้น การสูญเสียน้ำทำให้ผลไม้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก (สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2547) เมื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ของมะละกอที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดู พบว่ามีค่าลดลงอย่างรวดเร็วตามอายุการเก็บรักษา และมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงระหว่างการเก็บรักษา สอดคล้องกับที่พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2553ก) รายงานการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผลไม้ในระยะสุก เช่นการสูญเสียคลอโรฟิลล์ (สีเขียว) การพัฒนาของแคโรทีนอยด์ (สีเหลืองและสีส้ม) ไลโคปีน (สีแดง) และแอนโทไซยานิน (สีแดงและสีน้ำเงิน) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ทำให้ผลไม้มีความหวานเพิ่มมากขึ้น การลดลงของกรดอินทรีย์ (organic acid) ทำให้ความเปรี้ยวลดลง รวมทั้งการเกิดขึ้นของสารหอมระเหยบางชนิด ทำให้มีกลิ่นหอม การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส ทำให้ผลไม้นิ่มลง การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร เกิดการสูญเสียวิตามิน โดยเฉพาะวิตามินซี เป็นต้น

เมื่อนำผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี นาน 12 ชั่วโมง จากการทดลองครั้งนี้พบว่าผลที่รมด้วยสาร 1-MCP มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลที่ไม่ได้รมสารประมาณ 4 วัน และสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้นานประมาณ 6 วัน สอดคล้องกับการศึกษาในมะละกอพันธุ์โซโล (Manenoi *et al.* 2007) และพันธุ์ Golden (Bron *et al.* 2006) และยังพบว่าผลที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดูกาลที่รมด้วยสาร 1-MCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีได้นานประมาณ 8 วัน และลดกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เนื่องจากสาร 1-MCP เข้าไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีนที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (จริงแท้ ศิริพานิช. 2550) เมื่อสาร 1-MCP ไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีน จึงทำให้กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสลดลงและช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้ (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก. 2550) ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาในผลสาลี่ (Cheng *et al.* 2012) และผลพลัมพันธุ์ Qingnai (Luo *et al.* 2009) นอกจากนี้ยังพบว่าผลมะละกอจากทั้งสองฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้นานประมาณ 8 วัน เนื่องจากสาร 1-MCP เข้าไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยเอทิลีนมีบทบาทในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ เช่น polygalacturonase (PG), pectinesterase (PE) และ cellulase เป็นต้น ทำให้สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2550) สอดคล้องกับการศึกษาในมะละกอพันธุ์ซันไรส์ โซโล (Jacomino *et al.* 2002) และผลสาลี่พันธุ์ Williams, Packham's Triumph และ Beurre D Anjou (Calvo. 2002) จากการทดลองยังพบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร แต่พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยวของผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP โดยผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว เมื่อประเมินค่าสัดส่วน TSS/TA พบว่าในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP มีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร และผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนที่รมสาร1-MCP มีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ซึ่งจากการศึกษาของ Blankenship and Dole (2003) พบว่าสาร 1-MCP ช่วยป้องกันไม่ให้เอทิลีนเข้าไปกระตุ้นการสูญเสียปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ในผักและผลไม้หลายชนิด เช่น สับปะรด แครอท มะเขือเทศ พลัม และแอปเปิล เป็นต้น แต่ในขณะเดียวกันสาร 1-MCP กลับไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยภายหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อผลิตผลสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต เช่น การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล เมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตผลมีความหวานเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดภายในผลิตผลมักจะลดต่ำลง การลดลงของกรดอินทรีย์ (organic acid) ทำให้มีความเปรี้ยวลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลและสภาพแวดล้อม (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549; พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553ก) สำหรับการศึกษาผลของการจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที พบว่าผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร และมีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เนื่องจากเอทิลีนช่วยเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือส้ม เร่งการอ่อนนุ่มของเนื้อในระหว่างการสุก และส่งเสริมกระบวนการสุกในผลไม้ประเภท climateric fruit (Saltveit. 1999) ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานของ Paull *et al.* (1997) ที่รายงานว่าผลมะละกอที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับเอทิลีน มีการสุกของผล การเปลี่ยนสีของผล การเปลี่ยนสีของเนื้อ และการอ่อนนุ่มเร็วกว่าผลที่ไม่ได้รับเอทิลีน และจากรายงานของ An and Paull (1990) พบว่าการให้เอทิลีนช่วยเร่งการสุกของผลมะละกอพันธุ์ Sunset จากการประเมินการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การสังเคราะห์ของสารสีแคโรทีนอยด์ และการอ่อนนุ่มของเนื้อที่เร็วกว่าผลที่ไม่ได้รับเอทิลีน โดยเอทิลีนช่วยกระตุ้นการสูญเสียสีเขียว การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์และการอ่อนนุ่มของเนื้อในส่วนของเนื้อเยื่อชั้นนอก และมีผลเพียงเล็กน้อยต่อเนื้อเยื่อชั้นใน สำหรับการเปลี่ยนแปลงสารสี พบว่ามะละกอที่จุ่มสารเอทิฟอนที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดูกาลมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ลดลงเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร และพบว่ามะละกอที่จุ่มสารเอทิฟอนมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร จากการศึกษาของ Costa *et al.* (2005) พบว่าบรอคโคลี่ที่จุ่มสารเอทิฟอน มีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ที่เร็วกว่าและมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบรอคโคลี่ที่ไม่ได้จุ่มสาร และจากการทดลองยังพบว่ามะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่จุ่มสารเอทิฟอนมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และมะละกอจากทั้งสองฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่จุ่มสารเอทิฟอน มีการอ่อนนุ่มของเนื้อเร็วกว่าและมีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร เช่นเดียวกับการทดลองของ Ban *et al.* (2007) พบว่าเอทิฟอนมีผลทำให้ผลบลูเบอร์รี่ และผลกีวี (Zhang *et al.* 2012) มีการอ่อนนุ่มของเนื้อ ปริมาณ TSS, TA และการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสีเพิ่มขึ้น และมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับสารเอทิฟอน และเมื่อประเมินการสูญเสียน้ำหนักสดพบว่าผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักสดสูงกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว อย่างไรก็ตามอิทธิพลของเอทิลีนต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ อายุของผลิตผล ความเข้มข้นของเอทิลีน และระยะเวลาที่ผลิตผลสัมผัสกับเอทิลีนด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

การเก็บรักษามะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียสพบว่ามีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อในส่วนของค่า L* สูงกว่า แต่มีค่า a* และ b* ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และยังพบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับรายงานของ Cinar (2004) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาส้ม มันฝรั่ง และแครอท ที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียปริมาณแคโรทีนอยด์น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในขณะที่ Rivera-Pastrana *et al.* (2010) ได้รายงานผลของอุณหภูมิต่ำต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ว่ามะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแคโรทีนอยด์ต่ำกว่ามะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการชะลอการสุกหรือการสุกที่ผิดปกติ เช่น การเกิดอาการสะท้านหนาว และอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ และจากการทดลองในครั้งนี้พบว่ามะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลมาจากการพัฒนาสีของเนื้อเป็นสีส้ม-แดง และพบว่าการเก็บรักษามะละกอที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียสมีความแน่นเนื้อสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาในมะละกอพันธุ์ Golden (Bron *et al.* 2009) และมะละกอพันธุ์มาราดอลตัดแต่ง (Rivera-Lopez *et al.* 2005) ที่รายงานว่ามีการสูญเสียความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น จากการทดลองในครั้งนี้ยังพบว่าการเก็บรักษามะละกอที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสด มีค่าสัดส่วน TSS/TA และมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับที่ Rivera-Lopez *et al.* (2005) รายงานว่ามะละกอพันธุ์มาราดอลตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส และมะละกอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาในรูปแบบตัดแต่งสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่มของเนื้อได้ดีกว่าการเก็บรักษาแบบทั้งผล จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการเก็บรักษามะละกอในทั้งสองรูปแบบไม่มีผลต่อค่าสัดส่วน TSS/TA การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ จากรายงานของ Gil *et al.* (2006) พบว่าการเก็บรักษาสับปะรด มะม่วง แคนตาลูป แตงโม สตรอเบอรี่ และกีวี ในรูปแบบทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบความแตกต่างในส่วนของความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ แต่พบความแตกต่างในส่วนของปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยการเก็บรักษาในรูปแบบตัดแต่งมีการสูญเสียแคโรทีนอยด์สูงกว่าการเก็บรักษาแบบทั้งผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว สารยับยั้งและสารปลดปล่อยเอทิลีน และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและคุณภาพในมะละกอพันธุ์แขกดำสรุปได้ว่า

1. มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อ และการอ่อนนุ่มของเนื้อ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ขณะที่ผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักสด ค่าสัดส่วน TSS/TA และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว

2. มะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การอ่อนนุ่มของเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักสดลดลง การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสได้ดีกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร และมีค่าสัดส่วน TSS/TA สูงกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว

3. ผลมะละกอที่จุ่มสารเอทิฟอนมีค่าสัดส่วน TSS/TA การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี และมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารเอทิฟอน แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนที่จุ่มสารเอทิฟอน มีการเปลี่ยนแปลงสีผิว การอ่อนนุ่มของเนื้อ และการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว

4. การเก็บรักษามะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บในรูปแบบตัดแต่งสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่มของเนื้อได้ดีกว่าการเก็บแบบทั้งผล และการเก็บรักษามะละกอทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ (ค่า a*) การสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่มของเนื้อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ และมีค่าสัดส่วน TSS/TA กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษณี เอี่ยมจัด สุพรพรรณ ศรีมาศ สิริกุล วะสี พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล และเกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. 2556. การเจริญเติบโตและคุณภาพผลของมะละกอแขกดำ 7 สายพันธุ์. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**.ปีที่ 42 ฉบับที่ 2 (พิเศษ) พฤษภาคม-สิงหาคม: 257-260.

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

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

"____________". 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.

คนัย บุณยเกียรติ. 2548. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 248 หน้า.

ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา. 2554. มะละกอสร้างชาติ "มะละกอพืชยอดนิยม ปลูก บริโภค สร้างรายได้...ทั่วถิ่นแดนไทย" (ตอน1). **เทคโนโลยีชาวบ้าน**.ปีที่ 23 ฉบับที่ 511: 74.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์ และทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. 2550. **ผลไม้ 111 ชนิด คุณค่าทางอาหารการกิน.** สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ. 324 หน้า.

นิรนาม. 2012. เอทิลีน: สารเร่งการแก่ของผลไม้. [Online]. Available: http://www.thaikasetsart.com. 10 กุมภาพันธ์ 2559.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์ . 2553ก. Fruit ripening / การสุกของผลไม้. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1839/fruit-ripening. 30 มกราคม 2556.

"________________________________". 2553ข. carotenoid / แคโรทีนอยด์. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1228/carotenoid. 9 พฤษภาคม 2557.

"________________________________". 2553ค. การแช่เย็นผักและผลไม้. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2134/การแช่เย็นผักและผลไม้. 10 พฤษภาคม 2557.

มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก. 2550. ผลของ 1-MCP ที่มีต่อผักและผลไม้. [Online]. Available:http://www.journal.msu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=116&Itemid=38. 28 กันยายน 2552.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 158 หน้า.

"_______________". 2547. **สรีรวิทยาของพืชสวน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 173 หน้า.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 364 หน้า.

"__________". 2549. ความเสียหายของผักและผลไม้เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. **วารสารราชบัณฑิตสถาน.** 31(2) : 473-485.

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

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

"_______________". 2546. การเปรียบเทียบปริมาณสาร โพลีฟีโนลิกส์และปริมาณรวมการต้านสารอนุมูลอิสระในผักและสมุนไพร. **วารสารสหเวชศาสตร์.** 3 : 91-99.

ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์. 2546. **ความก้าวหน้าทางเภสัชวิทยา.** นิวไทยมิตรการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 146 หน้า.

โอภา วัชระคุปต์ ปรีชา บุญจูง จันทนา บุณยะรัตน์ และมาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2549. **สารต้านอนุมูลอิสระ.** พี.เอส.พริ้นท์. กรุงเทพฯ. 200 หน้า.

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.

An, J. F. 1990. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal of the American Society Horticultural Science.** 115(6) : 949-953.

Ban, T., Kugishima, M., Ogata, T., Shiozaki, S., Horiuchi, S. and Ueda, H. 2007. Effect of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on the fruit ripening characters of rabbiteye blueberry. **Scientia Horticulturae.** 112 : 278-281.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blankenship, S. 2001. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Perishables Handling Quaterly**. 108 : 2-4.

Blankenship, S. and Dole, J. M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**. 28 : 1-25.

Bron, I. U., Jacomino, A. P. and Pinheiro, A. L. 2006. Influence of ripening stage on physical and chemical attributes of 'Golden' papaya fruit treated with 1- methycyclopropene. **Bragantia Campinas**. 65 : 553-558.

"____________________". 2009. Ethylene action blockade and cold storage affect ripening of 'Golden' papaya fruit. **Acta Physiologiae Plantarum**. 31 : 1165-1173.

Calvo, G. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on pear maturity and quality [Online]. Available: http://74.125.153.132/search?q=cache:SCNo_Z7CdAJ:www.inta.gov.ar/ altovalle/ actividad/investigacion/poscosecha/pdf/CALVO_1- MCP_pera_Totonto _2002.pdf+1-mcp&cd=155&hl=th&ct=clnk&gl=th. 9 พฤศจิกายน 2552.

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.

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.

Cheng, Y., Dong, Y., Yan, H., Ge, W., Shen, C., Guan, J., Liu, L. and Zhang, Y. 2012. Effects of 1-MCP on chlorophyll degradation pathway-associated genes expression and chloroplast ultrastructure during the peel yellowing of Chinese pear fruits in storage. **Food Chemistry**. 135 : 415-422.

Cinar, I. 2004. Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant samples under different storage conditions. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**. 37 : 363-367.

Costa, M. L., Civello, P. M., Chaves, A. R. and Mart´ınez, G. A. 2005. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea L.*) at 20°C. **Postharvest Biology and Technology**. 35 : 191-199.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Crisosto, C. H. and Crisosto, G. M. 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**. 22 : 205-213.

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.

Farneti, B., Schouten, R. E and Woltering, E. J. 2012. Low temperature-induced lycopene degradation in red ripe tomato evaluated by remittance spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**. 73: 22–27.

Ferreya R. M., Vina, S. N., Mugridge, A. and Chaves, A. R. 2007. Growth and ripening season effect on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**. 112 : 27-32.

Gil, M. I., Aguayo, E. and Kader, A. A. 2006. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. 54 : 4284-4296.

Gross, J. 1987. **Pigment in Fruits**. 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.

Hershkovitz, V., Saguy, S. I. and Pesis, E. 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of varios avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**. 37 : 252-264.

Holder, Z.J. 2014. Postharvest quality changes in fresh-cut and whole miniature 'Golden' apple fruits stored under refrigerated conditions. In Mohammed, M. and Francis, J.A. **III International Conference on Postharvest and Quality Management of Horticultural Products of Interest for Tropical Regions.** Port of Spain, Trinidad and Tobago.

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

Jacomino, A. P., Kluge, R. A., Brackmann, A. and de Castro, P. R. 2002, Ripening and senescence of papaya with 1- methylcyclopropene. **Scientia Agricola (Piracicaba, Brazil.)**. 59 : 303-308.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

Kays, S.J. 1991. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**. Van Nostrand Reinhold. New York. USA. 532 p.

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.

Luo, Z., Xie, J., Xu, T. and Zhang, L. 2009. Delay ripening of 'Qingnai' plum (*Prunus salicina Lindl.*) with 1-methylcyclopropene. **Plant Science**. 177 : 705-709.

Manenoi, A., Bayogan, E. R. V., Thumdee, S. and Paull, R. E. 2007. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. **Postharvest Biology and Technology**. 44 : 55-62.

O'Grady, L., Sigge, G., Caleb, O.J. and Opara, U. L. 2014. Effects of storage temperature and duration on chemical properties, proximate composition and selected bioactive components of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. **Food Science and Technology**. 57 : 508-515.

Paull R. E., Nishijima, W., Reyes, M. and Cavaletto, C. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya L.*). **Postharvest Biology and Technology**. 11 : 165-179.

Pinillos .V., Hueso, J. J., Filho, J. L. M. and Cuevas, J. 2011. Changes in fruit maturity indices along the harvest season in 'Algerie' Loquat. **Scientia Horticulturae**. 129 : 769-776.

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.

Saltveit, M. E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**. 15 : 279-292.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shakila, A. and Anburani, A. 2010. Effect of storage temperatures on the quality and shelf life of papaya. In Kumar, N., Soorianathasundaram,K. and Jeyakumar, P. **II International Symposium on Papaya**. Madurai, India.

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.

Vasconcelos Facundo, H. V. D., Gurak, P. D., Mercadante, A. Z., Lajolo, F. M. and Cordenunsi, B. R. 2015. Storage at low temperature differentially affects the colour and carotenoid composition of two cultivars of banana. **Food Chemistry**. 170: 102–109.

Yang, X. T., Zhang, Z. Q., Joyce, D., Huang, X. M., Xu, L. Y. and Pang, X.Q. 2009. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. **Food Chemistry**. 114 : 383-390.

Yamauchi, N., Akiyama, Y., Kako, S. and Hashinaga, F. 1997. Chlorophyll degradation in Wase satsuma mandarin (*Citrus unshiu Marc.*) fruit with on-tree maturation and ethylene treatment. **Scientia Horticulturae.** 71 : 35-42.

Wang, H. C., Huang, X. M., Hu, G. B., Yang, Z. Y. and Huang, H. B. 2005. A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit maturation in the pericarp of fast and slow degreening litchi pericarp. **Scientia Horticulturae**. 106 : 247-257.

Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**. 24 : 389-409.

Win, T.O., Srilaong, V., Heyes, J., Kyu, K. L. and Kanlayanarat, S. 2006. Effects of different concentrations of 1-MCP on the yellowing of West Indian lime (*Citrus aurantifolia*, Swingle) fruit. **Postharvest Biology and Technology**. 42 : 23-30.

Wongs-Aree, C., Jitareerat, P. and Ketsa, S. 2007. Characteristics of ripe papaya stored at low temperature. In Litz,R.E. and Scorza, R. **International Symposium on Biotechnology of Temperate Fruit Crops and Tropical Species**. Daytona Beach, Florida, USA.

Zhang, L., Li, S., Liu, X., Song, C. and Liu, X. 2012. Effects of ethephon on physicochemical and quality properties of kiwifruit during ripening. **Postharvest Biology and Technology**. 65 : 69-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 สภาพภูมิอากาศในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน-พฤษภาคม ปี 2558 ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

		เดือน			
		มกราคม	กุมภาพันธ์	เมษายน	พฤษภาคม
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สูงสุด	31.81	33.54	37.13	37.87
	ต่ำสุด	19.26	21.86	24.76	26.29
	เฉลี่ย	25.48	27.64	31.00	32.03
ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	สูงสุด	75.97	82.50	83.10	86.71
	ต่ำสุด	30.94	35.93	34.27	37.52
	เฉลี่ย	53.52	59.21	59.67	65.45
ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	สูงสุด	9.39	9.36	11.57	11.35
	ต่ำสุด	0	0	0	0
	เฉลี่ย	2.16	2.36	4.27	4.19

ที่มา: http://thai.wunderground.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	35.9±1.0[1/]	40.5±3.4	43.9±6.5	51.9±4.9a[2/]		
	500 ppb 12 hr	35.9±1.0	38.8±3.5	41.7±5.4	45.4±4.5b	51.1±5.0	57.9±3.2
	1,000 ppb 12 hr	35.9±1.0	39.4±4.1	41.1±5.5	45.0±5.6b	51.6±5.4	58.5±1.9
Winter	Control	36.3±1.1	43.2±5.1	43.6±4.4	52.2±7.3a		
	500 ppb 12 hr	36.3±1.1	39.5±1.8	43.3±2.0	48.2±3.8b	52.3±4.3	56.9±6.2
	1,000 ppb 12 hr	36.3±1.1	39.6±7.8	43.5±7.0	47.6±3.3b	52.3±4.0	57.5±1.4
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	ns	ns	*	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.		10.53	15.22	13.61	15.76	14.66	12.93

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	-7.5±1.0[1/]	-4.0±2.8	-0.4±7.1a[2/]	6.3±4.9a		
	500 ppb 12 hr	-7.5±1.0	-6.6±3.5	-5.3±5.4b	-0.8±4.5b	4.3±5.0	8.1±3.2
	1,000 ppb 12 hr	-7.5±1.0	-6.5±4.1	-5.2±5.5b	0.8±5.6b	5.6±2.8	8.4±2.4
Winter	Control	-8.0±0.6	-3.8±4.9	-0.1±3.0a	5.4±4.7a		
	500 ppb 12 hr	-8.0±0.6	-6.4±3.5	-4.1±0.6b	0.9±5.2b	4.8±2.0	8.3±6.4
	1,000 ppb 12 hr	-8.0±0.6	-6.6±0.9	-4.2±0.9b	1.8±1.2b	5.6±2.7	8.1±1.4
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	ns	*	*	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.		12.45	17.08	18.23	16.12	19.11	18.47

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	14.6±4.0[1/]	22.2±11.4	27.7±17.5	38.6±15.9		
	500 ppb 12 hr	14.6±4.0	21.3±10.9	25.3±12.9	33.8±18.6	39.2±16.7	51.2±5.8
	1,000 ppb 12 hr	14.6±4.0	21.4±11.1	25.7±12.3	34.9±18.5	43.0±17.9	49.9±2.6
Winter	Control	16.7±3.4	22.9±8.1	28.7±5.6	38.2±5.6		
	500 ppb 12 hr	16.7±3.4	21.4±1.6	25.6±2.7	33.8±3.1	39.8±3.2	51.9±1.6
	1,000 ppb 12 hr	16.7±3.4	21.5±1.3	25.8±1.7	34.2±3.6	43.4±4.2	50.0±4.7
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.		16.98	17.03	17.78	19.55	20.01	15.66

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	45.4±1.9 [1/]	50.2±4.1	53.3±4.4	56.0±2.8a [2/]		
	500 ppb 12 hr	45.4±1.9	48.9±3.6	50.8±2.9	53.8±3.7b	55.9±1.8	57.0±2.8
	1,000 ppb 12 hr	45.4±1.9	49.1±3.2	52.2±4.2	53.7±5.2b	56.7±1.7	58.7±2.2
Winter	Control	48.7±1.7	51.4±3.1	53.3±4.4	56.6±2.4a		
	500 ppb 12 hr	48.7±1.7	49.1±3.6	51.1±2.4	54.6±4.3b	56.2±1.4	58.4±2.1
	1,000 ppb 12 hr	48.7±1.7	49.6±2.7	52.2±4.1	54.1±5.2b	56.9±1.5	59.0±2.0
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	ns	ns	*	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.		14.33	15.11	12.07	16.42	10.53	11.94

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	23.0±1.6[1/]	26.4±3.8a[2/]	30.0±4.3a	34.5±3.8a		
	500 ppb 12 hr	23.0±1.6	24.9±3.1b	25.8±4.9b	28.6±6.0b	29.9±2.4	29.6±1.8
	1,000 ppb 12 hr	23.0±1.6	23.4±4.5b	27.0±6.5b	27.7±5.3b	29.1±1.8	30.9±2.3
Winter	Control	22.6±1.8	27.5±3.6a	30.1±4.2a	33.9±3.6a		
	500 ppb 12 hr	22.6±1.8	25.1±3.0b	26.3±4.9b	29.3±4.7b	30.0±2.5	30.2±1.4
	1,000 ppb 12 hr	22.6±1.8	25.4±3.4b	27.0±6.4b	27.9±5.4b	29.4±1.3	31.1±2.0
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	*	*	*	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.		9.17	14.80	13.49	16.66	12.07	13.14

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	31.9±1.7[1/]	36.7±3.5a[2/]	35.4±5.1b	39.2±6.8		
	500 ppb 12 hr	31.9±1.7	33.4±5.2b	33.3±6.3b	36.7±6.0	38.3±4.1	39.2±1.3
	1,000 ppb 12 hr	31.9±1.7	34.8±3.4b	37.9±5.3a	38.5±8.2	37.6±3.1	39.6±1.9
Winter	Control	34.0±4.4	37.4±3.6a	38.0±6.6a	39.4±6.6		
	500 ppb 12 hr	34.0±4.4	34.1±4.5b	35.1±4.5b	37.2±5.8	38.5±3.9	39.4±1.1
	1,000 ppb 12 hr	34.0±4.4	34.9±3.7b	38.1±5.2a	38.8±8.0	39.2±1.0	40.3±1.4
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	*	*	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.		17.08	14.96	17.65	20.01	15.22	10.17

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	0.0±0.0[1/]	8.1±2.4a[2/]	11.1±3.0a	18.3±0.0a		
	500 ppb 12 hr	0.0±0.0	2.4±0.9b	4.2±1.2c	6.4±2.4c	8.8±0.9b	13.1±0.5b
	1,000 ppb 12 hr	0.0±0.0	4.3±3.1ab	4.9±1.0c	5.5±2.3c	6.5±3.8b	11.2±2.3b
Winter	Control	0.0±0.0	4.9±1.1ab	7.6±1.2b	13.1±1.9b		
	500 ppb 12 hr	0.0±0.0	2.9±1.1ab	6.9±1.1b	8.1±1.6c	12.2±1.6a	15.1±0.5a
	1,000 ppb 12 hr	0.0±0.0	3.7±1.6ab	6.6±2.3b	9.2±2.8c	12.5±2.7a	14.0±0.4a
Factor A		ns	ns	*	ns	*	*
Factor B		ns	*	*	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	*	**	**	**	*
%C.V.		0.00	12.45	15.79	16.97	15.28	13.91

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	control	162.2±4.8[1/]	132.6±3.1b[2/]	70.3±2.4b	22.7±2.3b		
	500 ppb 12 hr	162.2±4.8	151.9±2.8a	140.7±1.9a	127.7±1.8a	92.8±1.9	71.4±2.0a
	1,000 ppb 12 hr	162.2±4.8	155.2±2.7a	142.8±2.4a	121.5±2.2a	93.6±1.7	62.9±1.5ab
Winter	Control	158.4±4.6	128.1±2.9b	59.3±2.3b	23.0±1.6b		
	500 ppb 12 hr	158.4±4.6	149.4±2.8a	141.7±2.7a	122.7±2.8a	84.5±2.4	37.9±6.3b
	1,000 ppb 12 hr	158.4±4.6	151.5±2.6a	145.0±2.9a	121.5±2.2a	82.1±4.6	37.0±6.6b
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	*
Factor B		ns	*	**	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	**	**	**	ns	**
%C.V.		3.08	4.26	7.42	7.07	10.53	19.57

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไต เตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	12.0±2.3[1/]	16.6±0.9ab[2/]	32.9±9.4	70.5±0.0a		
	500 ppb 12 hr	12.0±2.3	18.4±2.9a	25.6±8.9	36.5±8.7c	77.4±10.7a	104.5±1.1a
	1,000 ppb 12 hr	12.0±2.3	16.2±4.1ab	22.1±9.3	39.3±7.1c	81.4±16.5a	94.4±6.4a
Winter	Control	10.7±1.3	13.9±2.3b	28.4±6.5	54.2±0.0b		
	500 ppb 12 hr	10.7±1.3	15.0±0.6ab	22.9±4.7	28.3±4.5c	37.5±6.3b	66.4±12.5b
	1,000 ppb 12 hr	10.7±1.3	15.2±2.7ab	22.9±8.3	27.0±1.9c	41.1±8.0b	69.6±3.1b
Factor A		*	*	ns	**	**	**
Factor B		ns	ns	ns	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	*	ns	*	**	*
%C.V.		16.12	16.02	31.11	16.94	18.66	8.58

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	9.9±0.3[1/]	7.1±0.3b[2/]	4.0±0.5c	0.4±0.2b		
	500 ppb 12 hr	9.9±0.3	9.5±0.4a	7.9±0.7b	7.1±0.8a	3.9±1.1	1.0±0.1
	1,000 ppb 12 hr	9.9±0.3	9.8±0.7a	8.2±0.7b	7.0±0.9a	3.2±1.2	1.1±0.0
Winter	Control	11.6±0.8	7.1±0.3b	4.0±0.5c	0.4±0.0b		
	500 ppb 12 hr	11.6±0.8	10.6±1.9a	8.2±0.7b	6.8±0.7a	2.9±0.4	1.0±0.1
	1,000 ppb 12 hr	11.6±0.8	11.2±1.6a	9.3±0.6a	7.0±0.3a	3.0±0.4	1.0±0.1
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	**	**	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	**	**	**	ns	ns
%C.V.		17.58	19.16	8.53	20.41	18.71	9.38

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	8.7±0.3[1/]	7.9±0.5	6.2±0.2b[2/]	0.5±0.3c		
	500 ppb 12 hr	8.7±0.3	8.0±0.7	7.7±0.9b	6.2±0.0b	3.7±0.8	1.7±0.7
	1,000 ppb 12 hr	8.7±0.3	7.9±0.4	7.3±1.7b	7.9±0.2a	4.4±1.5	1.7±0.4
Winter	Control	10.6±0.8	7.3±1.5	5.8±0.6b	0.4±0.1c		
	500 ppb 12 hr	10.6±0.8	7.5±1.4	6.6±1.5b	6.2±0.0b	5.1±0.5	1.3±0.5
	1,000 ppb 12 hr	10.6±0.8	8.3±1.7	9.1±0.4a	9.1±1.0a	5.1±0.4	1.7±0.2
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	ns	*	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	*	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	**	**	ns	ns
%C.V.		20.36	14.69	8.58	19.42	14.33	20.74

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	0.3±0.3[1/]	2.6±0.3ab[2/]	2.0±1.0	2.2±0.9a		
	500 ppb 12 hr	0.3±0.3	1.6±0.8ab	0.6±0.2	0.4±0.1b	0.8±0.6	0.5±0.3
	1,000 ppb 12 hr	0.3±0.3	0.9±0.7b	0.5±0.4	0.3±0.3b	0.3±0.2	0.3±0.2
Winter	Control	0.6±0.4	2.7±0.8a	1.9±0.9	2.3±1.0a		
	500 ppb 12 hr	0.6±0.4	1.0±0.1ab	1.4±0.4	0.4±0.2b	0.4±0.2	0.5±0.2
	1,000 ppb 12 hr	0.6±0.4	1.1±1.1ab	0.3±0.3	0.2±0.2b	0.1±0.0	0.3±0.2
Factor A		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	*	ns	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	**	ns	ns
%C.V.		18.66	27.77	25.30	14.72	15.58	8.06

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีบี ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage					
		0	2	4	6	8	10
Summer	Control	2.7±0.7[1/]	3.2±0.2a[2/]	6.6±0.6b	4.1±1.0a		
	500 ppb 12 hr	2.7±0.7	1.8±0.4b	1.5±0.2c	1.6±0.3c	1.4±0.1b	2.7±0.3b
	1,000 ppb 12 hr	2.7±0.7	1.7±0.5b	1.7±0.3c	1.8±0.3c	1.0±0.4b	2.2±0.4b
Winter	Control	2.6±0.1	3.3±0.1a	8.5±0.5a	3.1±0.5b		
	500 ppb 12 hr	2.6±0.1	1.4±0.2b	1.2±0.4c	2.0±0.4c	2.4±0.7a	3.9±0.0a
	1,000 ppb 12 hr	2.6±0.1	1.4±0.2b	1.2±0.4c	1.7±0.2c	1.6±0.4b	4.0±0.8a
Factor A		ns	ns	ns	ns	*	**
Factor B		ns	*	**	**	*	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	**	ns	ns	ns
F-test		ns	**	**	**	*	**
%C.V.		18.45	13.89	12.63	21.52	26.82	14.23

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	34.3±0.5[1/]	41.4±5.4	45.0±4.6	50.1±2.1
	500 ppm 5 min	34.3±0.5	43.6±6.0	44.5±6.6	51.4±5.9
	1,000 ppm 5 min	34.3±0.5	44.3±4.8	46.8±6.1	50.4±7.1
Winter	Control	34.8±1.7	41.0±5.7	45.6±4.4	50.3±2.0
	500 ppm 5 min	34.8±1.7	43.9±7.3	46.0±5.4	52.2±4.6
	1,000 ppm 5 min	34.8±1.7	43.3±4.5	47.6±5.1	51.4±5.5
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	ns	ns	ns
	%C.V.	10.81	15.62	16.33	11.17

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	-8.1±0.1[1/]	-1.8±6.5	0.1±5.8	7.7±2.1
	500 ppm 5 min	-8.1±0.1	-2.4±6.5	0.1±7.7	6.1±9.3
	1,000 ppm 5 min	-8.1±0.1	-0.7±5.0	0.9±5.8	6.0±1.2
Winter	Control	-8.0±0.7	-1.9±7.0	1.3±5.6	7.5±2.4
	500 ppm 5 min	-8.0±0.7	-1.7±7.1	1.3±7.5	7.8±7.5
	1,000 ppm 5 min	-8.0±0.7	-1.9±4.7	1.9±5.5	7.2±4.3
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	ns	ns	ns
	%C.V.	9.08	16.75	18.03	19.48

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	14.6±0.9[1/]	27.4±8.6	30.1±9.0	39.2±2.8
	500 ppm 5 min	14.6±0.9	31.1±9.5	31.5±10.3	42.4±9.7
	1,000 ppm 5 min	14.6±0.9	31.4±7.8	34.8±9.8	41.1±10.8
Winter	Control	14.3±1.8	26.5±9.0	31.4±8.4	39.1±3.4
	500 ppm 5 min	14.3±1.8	31.4±11.2	33.1±9.5	42.8±9.0
	1,000 ppm 5 min	14.3±1.8	31.4±7.8	36.5±7.7	41.8±9.7
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	ns	ns	ns
	%C.V.	12.13	18.67	20.31	18.71

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control)และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	49.8±1.3[1/]	54.0±4.6	54.4±4.1	57.9±1.1
	500 ppm 5 min	49.8±1.3	55.4±4.0	54.8±3.7	57.9±1.0
	1,000 ppm 5 min	49.8±1.3	53.3±4.1	56.7±3.3	57.9±2.5
Winter	Control	50.1±1.2	53.8±4.9	54.5±4.0	58.1±0.7
	500 ppm 5 min	50.1±1.2	55.4±4.0	54.9±3.5	58.2±0.4
	1,000 ppm 5 min	50.1±1.2	53.3±4.1	56.8±3.0	58.4±1.8
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	ns	ns	ns
	%C.V.	11.01	14.39	13.07	10.88

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	23.7±1.4[1/]	25.9±1.9	25.6±1.6	27.8±3.4
	500 ppm 5 min	23.7±1.4	25.4±1.6	25.7±1.3	28.3±4.7
	1,000 ppm 5 min	23.7±1.4	25.7±1.6	26.3±2.7	28.7±3.5
Winter	Control	24.0±1.8	25.7±1.7	25.7±1.6	28.3±3.0
	500 ppm 5 min	24.0±1.8	25.4±1.6	26.0±1.0	28.7±4.8
	1,000 ppm 5 min	24.0±1.8	25.7±1.6	26.5±2.3	29.2±2.8
Factor A		ns	ns	ns	ns
Factor B		ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	ns	ns
%C.V.		13.47	12.18	14.96	17.04

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	33.2±1.4[1/]	35.0±2.0	34.9±2.0	37.7±2.2
	500 ppm 5 min	33.2±1.4	35.3±2.4	35.9±2.0	36.5±1.0
	1,000 ppm 5 min	33.2±1.4	34.3±1.9	36.5±2.4	36.6±3.5
Winter	Control	33.5±1.7	34.0±1.5	35.1±2.0	37.7±0.7
	500 ppm 5 min	33.5±1.7	35.3±2.4	36.2±1.7	36.8±0.4
	1,000 ppm 5 min	33.5±1.7	34.3±1.9	36.7±2.2	37.1±2.8
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	ns	ns	ns
	%C.V.	12.05	14.83	13.29	15.70

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	0.0±0.0 [1/]	7.5±2.6a [2/]	15.1±2.3a	18.8±1.7a
	500 ppm 5 min	0.0±0.0	3.3±0.6b	9.9±3.2ab	12.5±2.4ab
	1,000 ppm 5 min	0.0±0.0	4.6±3.0ab	10.3±3.0a	12.9±3.3ab
Winter	Control	0.0±0.0	4.2±1.7ab	5.5±0.5b	8.9±0.5b
	500 ppm 5 min	0.0±0.0	4.1±0.8ab	6.2±2.7ab	8.7±1.7b
	1,000 ppm 5 min	0.0±0.0	4.5±2.0ab	5.2±2.5b	9.3±1.0b
	Factor A	ns	*	*	*
	Factor B	ns	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	*	*	*
	%C.V.	0.00	19.43	19.76	18.10

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	152.5±3.2b[1/2/]	143.3±3.8a	75.4±5.4a	11.7±0.8b
	500 ppm 5 min	152.5±3.2b	122.7±4.5b	54.9±2.0b	8.0±1.0c
	1,000 ppm 5 min	152.5±3.2b	120.4±4.2bc	49.9±2.0b	8.0±1.3c
Winter	Control	160.2±2.4a	145.0±3.7a	79.1±3.7a	16.7±0.8a
	500 ppm 5 min	160.2±2.4a	111.7±3.1c	57.7±1.8b	9.1±0.5bc
	1,000 ppm 5 min	160.2±2.4a	116.1±4.5bc	54.4±1.4b	8.7±0.6bc
	Factor A	**	ns	ns	*
	Factor B	ns	**	**	**
	Interaction (A*B)	ns	ns	ns	ns
	F-test	**	**	**	**
	%C.V.	1.82	5.15	9.23	21.30

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของ มะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	11.0±1.6[1/]	15.8±1.8c[2/]	35.2±6.4bc	73.5±18.2b
	500 ppm 5 min	11.0±1.6	24.9±3.8b	42.3±6.3ab	80.2±15.1ab
	1,000 ppm 5 min	11.0±1.6	29.9±2.4a	51.4±7.5a	110.6±13.4a
Winter	Control	10.8±1.0	14.7±1.3c	31.0±4.3c	73.5±18.3b
	500 ppm 5 min	10.8±1.0	21.1±1.6b	40.3±7.2bc	85.7±10.6ab
	1,000 ppm 5 min	10.8±1.0	23.5±3.1b	42.8±5.3ab	86.5±17.5ab
	Factor A	ns	**	ns	ns
	Factor B	ns	**	**	*
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	**	**	*
	%C.V.	12.16	11.48	15.43	23.90

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	10.3±0.5[1/]	3.2±0.9	0.9±0.2ab[2/]	0.6±0.3a
	500 ppm 5 min	10.3±0.5	3.1±0.8	0.7±0.2bc	0.3±0.1ab
	1,000 ppm 5 min	10.3±0.5	3.2±0.7	0.5±0.2c	0.2±0.1b
Winter	Control	11.6±1.2	4.1±0.3	1.0±0.1a	0.6±0.3a
	500 ppm 5 min	11.6±1.2	3.2±0.6	0.7±0.2bc	0.4±0.1ab
	1,000 ppm 5 min	11.6±1.2	3.2±0.4	0.5±0.1c	0.4±0.1ab
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	**	*
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	ns	**	*
	%C.V.	12.62	17.89	5.03	27.68

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	9.7±0.7[1/]	2.2±0.6a[2/]	0.7±0.1ab	0.7±0.4
	500 ppm 5 min	9.7±0.7	2.0±0.5a	0.6±0.1ab	0.3±0.0
	1,000 ppm 5 min	9.7±0.7	1.4±0.4b	0.4±0.1b	0.6±0.2
Winter	Control	10.4±1.1	2.6±0.6a	1.0±0.2a	0.7±0.4
	500 ppm 5 min	10.4±1.1	2.8±0.5a	0.7±0.2ab	0.4±0.2
	1,000 ppm 5 min	10.4±1.1	1.2±0.5b	0.6±0.1b	0.4±0.2
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	*	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	*	*	ns
	%C.V.	17.44	11.05	24.85	21.32

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	0.8±0.4[1/]	4.3±0.9ab[2/]	3.0±1.7	2.1±0.8
	500 ppm 5 min	0.8±0.4	5.0±1.9ab	3.5±1.5	1.5±0.8
	1,000 ppm 5 min	0.8±0.4	4.1±1.6b	2.9±1.1	2.2±0.8
Winter	Control	0.9±0.4	4.7±1.0ab	3.4±0.5	2.1±0.8
	500 ppm 5 min	0.9±0.4	5.6±1.3ab	3.5±1.5	2.3±0.8
	1,000 ppm 5 min	0.9±0.4	6.8±2.3a	3.9±1.8	2.4±0.9
	Factor A	ns	ns	ns	ns
	Factor B	ns	ns	ns	ns
	Interaction (A*B)	ns	ns	ns	ns
	F-test	ns	*	ns	ns
	%C.V.	19.10	21.90	28.39	29.86

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว นำมาจุ่มสารเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้จุ่มสาร (control) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

Harvesting seasons	Treatments	Day after storage			
		0	2	4	6
Summer	Control	2.3±0.3b[1/2/]	3.2±0.2c	8.7±0.3b	0.7±0.1d
	500 ppm 5 min	2.3±0.3b	3.3±0.1c	9.5±1.0ab	3.8±0.5b
	1,000 ppm 5 min	2.3±0.3b	4.5±0.1b	10.3±0.9a	1.7±0.4c
Winter	Control	3.3±0.2a	4.5±0.5b	8.2±0.5b	1.0±0.2cd
	500 ppm 5 min	3.3±0.2a	6.3±0.1a	10.3±1.1a	4.6±0.5a
	1,000 ppm 5 min	3.3±0.2a	6.8±0.5a	11.0±0.3a	3.5±0.9b
	Factor A	**	**	ns	**
	Factor B	ns	**	**	**
Interaction (A*B)		ns	**	ns	ns
	F-test	**	**	**	**
%C.V.		7.88	6.16	7.92	19.86

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 28 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	55.7±4.0[1/]	57.9±1.7bc[2/]	55.4±2.2b	58.5±4.1b	57.6±3.5b
	12°C	55.9±4.7	54.8±2.9c	54.6±2.8b	59.4±2.8b	58.3±1.5b
	25°C	54.9±4.6	49.0±0.9d	49.4±2.5c		
fresh cut	4°C	55.7±4.0	64.3±1.6a	65.4±1.8a	65.6±1.8a	64.4±2.7a
	12°C	55.9±4.7	64.2±0.8a	65.2±1.6a	65.6±1.4a	
	25°C	54.9±4.6	60.1±3.9b			
Factor A		ns	**	**	**	**
Factor B		ns	**	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	**	**	**	*
%C.V.		4.51	3.90	3.60	3.34	4.52

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	20.9±5.0[1/]	20.7±3.8b[2/]	22.4±3.2b	20.0±4.3a	18.9±5.2
	12°C	19.1±6.1	21.5±3.5b	22.9±3.4b	19.8±4.0a	18.7±5.8
	25°C	21.8±4.6	27.5±2.3a	27.4±3.5a		
fresh cut	4°C	20.9±5.0	13.2±2.1c	11.1±2.9c	12.2±2.8b	13.0±7.1
	12°C	19.1±6.1	12.0±0.8c	11.8±2.0c	12.0±1.2b	
	25°C	21.8±4.6	20.8±3.0b			
Factor A		ns	**	**	**	*
Factor B		ns	**	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	**	**	**	ns
%C.V.		10.73	13.06	9.26	13.79	21.18

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 30 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*) ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	33.7±3.6[1/]	32.1±3.5b[2/]	33.5±3.3b	31.3±3.2	33.0±2.3ab
	12°C	33.3±3.8	33.7±3.8b	32.8±2.5b	31.7±3.6	34.9±3.1a
	25°C	34.6±3.7	37.9±3.1a	40.1±3.5a		
fresh cut	4°C	33.7±3.6	29.7±2.6c	29.8±2.7c	29.9±2.5	30.5±1.5b
	12°C	33.3±3.8	29.9±2.7c	29.9±2.5c	30.4±2.8	
	25°C	34.6±3.7	31.0±2.9bc			
Factor A		ns	**	**	ns	*
Factor B		ns	**	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	ns	**	ns	*
%C.V.		6.60	5.53	4.70	5.07	7.41

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	0.0±0.0[1/]	4.1±0.4b[2/]	5.7±0.4b	7.8±0.4ab	10.0±0.4a
	12°C	0.0±0.0	2.7±0.5b	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		
fresh cut	4°C	0.0±0.0	2.2±1.7b	3.8±2.0bc	5.1±2.6ab	7.8±1.1b
	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±2.7a			
Factor A		ns	ns	*	**	*
Factor B		ns	**	**	**	**
Interaction (A*B)		ns	*	*	*	ns
F-test		ns	**	**	**	*
%C.V.		0.00	9.67	10.23	11.07	8.66

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 32 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	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±6.1c
	25°C	146.9±7.8	81.6±5.5b	61.6±7.8b		
fresh cut	4°C	139.5±7.5	128.3±6.6a	122.1±8.5a	129.4±7.7a	107.5±6.6b
	12°C	144.5±6.9	83.8±7.7b	40.1±7.0b	35.1±7.2c	
	25°C	146.9±7.8	4.3±1.3c			
Factor A		ns	**	ns	*	**
Factor B		ns	**	**	**	**
Interaction (A*B)		ns	**	**	ns	ns
F-test		ns	**	**	**	ns
%C.V.		9.40	10.54	22.14	16.89	13.05

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	42.4±4.3a[1/2/]	46.0±6.1a	38.8±4.1b	37.7±3.8	35.2±2.6b
	12°C	35.0±4.9b	45.9±5.9a	41.1±2.9ab	45.0±5.7	39.1±6.2b
	25°C	35.7±5.9b	44.0±5.8a	49.9±4.6a		
fresh cut	4°C	42.4±4.3a	39.3±8.0b	44.8±5.4ab	42.8±6.9	49.7±8.0a
	12°C	35.0±4.9b	30.9±3.1d	42.7±8.0ab	42.6±6.0	
	25°C	35.7±5.9b	35.1±3.5c			
Factor A		ns	**	ns	ns	*
Factor B		**	**	ns	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	**	ns	ns	ns
F-test		*	**	*	ns	**
%C.V.		9.85	5.82	18.49	20.22	12.03

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	3.6±0.5[1/]	3.4±0.8a[2/]	1.6±0.2bc	1.5±0.2	1.7±0.2
	12°C	3.0±0.3	2.8±1.3ab	1.8±0.2b	1.5±0.2	1.5±0.8
	25°C	3.4±1.3	1.8±0.4b	1.5±0.4c		
fresh cut	4°C	3.6±0.5	3.2±0.6a	1.8±0.2b	1.6±0.2	1.8±0.2
	12°C	3.0±0.3	2.8±0.3ab	2.3±0.2a	1.4±0.5	
	25°C	3.4±1.3	1.5±0.5b			
Factor A		ns	*	**	ns	ns
Factor B		ns	**	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	ns	ns	ns	ns
F-test		ns	**	**	ns	ns
%C.V.		24.64	28.54	15.93	11.81	26.27

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บรักษาทั้งผลและตัดแต่งที่อุณหภูมิ 4, 12 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

Storage types	Storage temperatures	Day after storage				
		0	3	6	9	12
whole fruit	4°C	65.0±2.6[1/]	62.2±1.3bc[2/]	62.0±3.3c	61.4±3.4	61.5±6.4
	12°C	62.1±6.9	62.1±4.0bc	64.0±2.8bc	61.8±1.5	68.6±2.3
	25°C	62.0±4.0	61.6±1.7c	70.8±8.4a		
fresh cut	4°C	65.0±2.6	67.2±1.3b	67.1±2.8b	61.7±4.8	63.6±8.4
	12°C	62.1±6.9	63.9±4.0bc	66.2±4.2b	59.5±6.9	
	25°C	62.0±4.0	77.0±6.1a			
Factor A		ns	**	ns	ns	ns
Factor B		ns	*	**	ns	ns
Interaction (A*B)		ns	*	**	ns	ns
F-test		ns	**	**	ns	ns
%C.V.		7.83	4.94	3.96	6.30	10.16

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

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

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ
วัน เดือน ปีเกิด	9 กันยายน 2524
ที่อยู่	20/152 ซอย 9 ถนนพ่อขุนทะเล ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี84000
ประวัติการศึกษา	2546 วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์นครศรีธรรมราชสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ผลงานตีพิมพ์

2553	การชะลอการสุกของมะละกอพันธุ์แขกดำด้วยสาร1-methylcyclopropene.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.ปีที่ 41 ฉบับที่ 1 (พิเศษ) มกราคม-เมษายน: 23-26.
2555	ผลของสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวและคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.ปีที่ 43 ฉบับที่ 3 (พิเศษ) กันยายน-ธันวาคม: 436-439.
2557	ผลของสารเอทิฟอนและฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.ปีที่ 45 ฉบับที่3/1 (พิเศษ) กันยายน-ธันวาคม: 249-252.
2014	Changes in pigments and fruit quality in papaya from different harvesting seasons. Journal of Agricultural Technology. 10(4): 1039-1049.
2015	Effect of different temperature on carotenoid contentand 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