สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก

THE STUDY OF BRUISING AND BROWNING OF SAPODILLA FRUIT (*ACHRAS SAPOTA* LINN. CV. MAKOK)

T128556

วัชรชัย พรมทับ

WATCHARACHAI PROMTAB

วพ.
วิ3521
2556
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 128556
วัน,เดือน,ปี 5 ม.ค. 2556

b.12508342
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

KMITL-2013-AG-M-021-135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY OF BRUISING AND BROWNING OF SAPODILLA FRUIT (*ACHRAS SAPOTA* LINN. CV. MAKOK)

WATCHARACHAI PROMTAB

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

KMITL-2013-AG-M-021-135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2013

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก

The study of bruising and browning of sapodilla fruit

(*Achras sapota* Linn.cv. Makok)

นักศึกษา นายวัชรชัย พรมทับ

รหัสประจำตัว 53640302

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา พืชสวน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ลำแพน ขวัญพูล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.กัญจนา	แซ่เตียว	
ผศ.ดร.เฉลิมชัย	วงษ์อารี	
ดร.ลำแพน	ขวัญพูล	
รศ.ดร.สมชาย	กล้าหาญ	
รศ.ดร.สุเม	อรัญนารถ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 25 เมษายน 2556 เวลา 10.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมหลักสูตรพืชไร่ (ชั้น 3 ตึกบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 23 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก
นักศึกษา	นายวัชรชัย พรมทับ
รหัสประจำตัว	53640302
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ลำแพน ขวัญพูล

บทคัดย่อ

ศึกษาการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก โดยนำตัวอย่างผลละมุดระยะบริบูรณ์ (ผิวผลมีสีเขียวปนน้ำตาล) มาแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (ชุดควบคุม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้นร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวและเนื้อ ค่าความสดของสี พื้นที่การเกิดรอยช้ำ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ กิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุกทรีตเมนต์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่การแช่ชิ้นละมุดที่ตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) การเกิดสีน้ำตาล ค่าความสดของสี พื้นที่การเกิดรอยช้ำ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม และพบว่าความรุนแรงของการเกิดรอยช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดทั้งผลและที่ตัดแต่งพร้อมบริโภคมีความสัมพันธ์กันสูงกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	The study of bruising and browning of sapodilla fruit (*Achras sapota* Linn. cv. Makok)
Student	Mr. Watcharachai Promtab
Student ID.	53640302
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2013
Thesis Advisor	Dr. Lampan Khurnpoon

ABSTRACT

The generation of bruising and browning symptoms was studied in sapodilla fruit (*Achras sapota* Linn. cv. Makok). Fruits at the maturity stage (with brownish-green skin color) were dipped in 2, 4 and 6 % ascorbic acid solution, compared to untreated fruits as the control. Treated fruit were then stored at 25±2 and 15±2°C for 6 days. The results showed that, fruits dipped in all concentrations of ascorbic acid and stored at 15±2°C could effectively delay changes in colors (L*, a* and b*), skin and flesh browning, chroma value, bruised area, weight loss, fresh firmness, total soluble solids (TSS) content, activities of polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD). Significant differences between ascorbic acid treatments stored at 15±2 °C and 25±2 °C were found. In fresh cut experiment, samples were dipped in ascorbic acid solution with the same concentrations of intact fruit treatments and stored at 15±2 °C for 6 days. The results showed that, ascorbic acid treatment in fresh cut sample could effectively delay the changes in fresh colors (L*, a* and b*), browning, chroma value, bruised area, weight loss, fresh firmness, activities of PPO and POD with significant differences from the control. This study also found that the degree of bruising and browning was highly positive correlation with the changes in L* and a* value, PPO and POD activities.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ลำแพน ขวัญพูล ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ แก้ไขปัญหา ตลอดจนให้วิชาความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ทุนวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้แก่ข้าพเจ้า และทุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ นางสาวกาญจวัลย์ จันทาสี ที่เป็นเสมือนเพื่อนคู่คิด รวมถึงกำลังใจที่ดีเสมอมา และนางสาวนวลอนงค์ ปุเรนเต ที่ให้ความช่วยเหลือจนการทดลองครั้งนี้เสร็จสิ้นไปด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา นายมนต์ชัย พรมทับ และ มารดา นางจงลักษณ์ พรมทับ ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทประสาทและถ่ายทอดวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

วัชรชัย พรมทับ

พฤษภาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญภาพ V
สารบัญตาราง IX
สารบัญภาคผนวก X
บทที่ 1 บทนำ 1
วัตถุประสงค์ 2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 3
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 13
บทที่ 4 ผลการทดลอง 20
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 71
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 75
เอกสารอ้างอิง 76
ภาคผนวก 79
ประวัติผู้เขียน 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่าองศาของสีแสดงช่วงสีของวัตถุ	15
2	การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a*, และ b* ของสีเปลือกในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	23
3	การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีและความสดของสีเปลือกในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	24
4	การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a*, และ b* ของสีเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	28
5	การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีและความสดของสีเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	29
6	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	31
7	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	31
8	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	33
9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	33
10	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	36
12	ความสัมพันธ์ระหว่างการชั่ำกับค่า L*, a* และ b* ในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	39
13	ความสัมพันธ์ระหว่างการชั่ำกับค่าองศาของสี ความสดของสี และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	40
14	ความสัมพันธ์ระหว่างการชั่ำกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	41
15	ความสัมพันธ์ระหว่างการชั่ำกับความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	42
16	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับค่า L*, a* และค่าความแน่นเนื้อ ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	43
17	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	44
18	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับค่าความสดของสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ใน สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a*, และ b* ของสีเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	48
20	การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสี และค่าความสดของสีเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	49
21	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	51
22	การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	51
23	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	53
24	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	53
25	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	55
26	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	55
27	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และค่าความสดของสีในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	59
29	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	60
30	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงค่า b*, ค่าความสดของสี และค่าความแน่นเนื้อ ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	61
31	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	62
32	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	63
33	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับการเปลี่ยนแปลงค่า b*, ค่าความสดของสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 38

2 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 57

3 การเปรียบเทียบค่าสี (L*, a* และ b*) ค่าองศาของสี และค่าความสดของสี ในผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลาย กรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส.....67

4 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ในผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 80

ตารางภาคผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 81

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 82

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 83

ตารางภาคผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสีในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 84

ตารางภาคผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

หน้า

ตารางภาคผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 86

ตารางภาคผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 87

ตารางภาคผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 88

ตารางภาคผนวกที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสีในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 89

ตารางภาคผนวกที่ 11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 90

ตารางภาคผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 91

ตารางภาคผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอก ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

หน้า

ตารางภาคผนวกที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ
ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2
และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 93
ตารางภาคผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO
ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2
และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 94
ตารางภาคผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD
ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2
และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 95
ตารางภาคผนวกที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก
ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 6 วัน 96
ตารางภาคผนวกที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก
ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 6 วัน 97
ตารางภาคผนวกที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก
ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 6 วัน 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

หน้า

ตารางภาคผนวกที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 99

ตารางภาคผนวกที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสีในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 100

ตารางภาคผนวกที่ 22 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 101

ตารางภาคผนวกที่ 23 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 102

ตารางภาคผนวกที่ 24 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอก ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 103

ตารางภาคผนวกที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ใน สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

หน้า

ตารางภาคผนวกที่ 26 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO
ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ใน
สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 105
ตารางภาคผนวกที่ 27 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD
ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ใน
สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 106

ภาคผนวก ข การเตรียมสารละลาย phosphate buffer
และสารละลาย coomassie blue G-250 107

ภาคผนวก ค ภาพผนวก
ภาพผนวกที่ 1 กราฟสารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (ไมโครกรัม/ลิตร)
ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน 108
ภาพผนวกที่ 2 กราฟสารละลายมาตรฐาน catechol (ไมโครโมล)
ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO 109
ภาพผนวกที่ 3 กราฟสารละลายมาตรฐาน guaicol (ไมโครโมล)
ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO 109
ภาพผนวกที่ 4 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 0 วัน 110
ภาพผนวกที่ 5 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 2 วัน 111
ภาพผนวกที่ 6 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก
ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 4 วัน 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

หน้า

ภาพผนวกที่ 7 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 113
ภาพผนวกที่ 8 สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน 114
ภาพผนวกที่ 9 สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน 115
ภาพผนวกที่ 10 สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน 116
ภาพผนวกที่ 11 สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 117
ภาพผนวกที่ 12 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน 118
ภาพผนวกที่ 13 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน 118
ภาพผนวกที่ 14 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน 119
ภาพผนวกที่ 15 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ละมุดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Achras sapota* Linn. อยู่ในอันดับ Ebenales วงศ์ Sapotaceae มีชื่อสามัญว่า Sapodilla จัดเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว มีทรงพุ่มหรือทรงต้นขนาดปานกลางมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 5-20 เมตร เป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีใบเขียวชอุ่มตลอดปี และที่สำคัญคือให้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยหลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 3-4 ปี จะเริ่มออกดอกติดผล และหลังจากออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 7 เดือน ทั้งนี้ต้นละมุดที่มีอายุประมาณ 30 ปี จะสามารถให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,500-3,000 ผลต่อปี (วรรยา สุธรรมชัย และ จริงแท้ ศิริพานิช. 2545)

ปัญหาที่พบเกี่ยวกับคุณภาพของผลละมุด คือ ผลละมุดเมื่อแก่เต็มที่แล้วจะมีเปลือกบางมาก เมื่อผลสุกมักเกิดการช้ำได้ง่าย โดยจะเห็นผลมีรอยช้ำเป็นสีน้ำตาลทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านในภายหลังจากปอกเปลือกแล้วมักพบรอยช้ำเป็นสีน้ำตาลมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการเก็บเกี่ยวไม่ประณีตหรือการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวยังไม่เหมาะสม (เจริญ ขุนพรม และคณะ. 2542) ซึ่งลักษณะการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากการช้ำในผลไม้ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้น และทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง (Song, Y. *et al.* 2007) ดังนั้นควรจัดการกับผลละมุดที่สุกด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากผลละมุดเกิดความเสียหาย หรือเกิดการช้ำง่ายจากการกระแทก โดยการช้ำที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดอาการสีน้ำตาลตามมา (Broughton and Wong. 1979) ซึ่งกลไกการเกิดอาการสีน้ำตาลในผักและผลไม้เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญ ได้แก่ polyphenol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) ที่ผ่านมาได้มีการยับยั้งหรือลดการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลไม้ โดยใช้วิธีการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง และการแช่แข็งเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ PPO และพบว่ากรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซีสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) โดยสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ในผลิตภัณฑ์กล้วย (สิริรัฐ สุดประเสริฐ. 2546) และในผลแอปเปิ้ล (Pizzocaro, F. *et al.* 2007)

ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาการช้ำกับการเกิดอาการสีน้ำตาลโดยใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิก (food grade : อนุญาติให้ใช้กับภาคอุตสาหกรรมอาหาร) ร่วมกับอุณหภูมิการเก็บรักษาในการควบคุมการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการใช้วิธีการยับยั้งหรือชะลอการเกิดอาการสีน้ำตาลในผักและผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก
2. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอกทั้งผล และชิ้นละมุดที่ตัดแต่งพร้อมบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของละมุด (Morton, J. *et al.*, 1996)

ลำต้น ที่อายุยังน้อยจะมีเปลือกเรียบและมีสีน้ำตาลอ่อน ต่อมาเปลือกจะแยกออกจากกันเมื่อต้นเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งแก่ ส่วนทรงพุ่มของต้นจะมีกิ่งก้านสาขาแผ่ออกรอบทิศทาง กิ่งก้านเหนียวแข็งแรงไม่เปราะหักง่าย ในเนื้อลำต้นละมุดจะมียางสีขาวอยู่ทุกส่วน โดยน้ำยางสีขาวจะไหลออกมาทันทีที่เกิดบาดแผล

ใบ เกิดขึ้นบริเวณปลายกิ่งเป็นกระจุกแน่น ใบค่อนข้างแข็งแรง เป็นรูปรี ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร กว้างประมาณ 3-7 เซนติเมตร มีสีเขียวเข้มเป็นมัน โดยด้านบนของใบจะเป็นมันและมีสีเขียวเข้มกว่าด้านใต้ใบ ปลายใบมีลักษณะค่อนข้างแหลม

ดอก เป็นดอกเดี่ยวเกิดที่ซอกใบใกล้กับปลายกิ่ง จัดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ คือ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียรวมอยู่ในดอกเดียวกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 2 ชั้นๆ ละ 3 กลีบ รวมเป็น 6 กลีบ ส่วนกลีบดอกมีจำนวน 12 กลีบ เกสรตัวผู้มีจำนวน 6 อัน และมีก้านเกสรสั้นกว่าก้านเกสรตัวเมีย สำหรับเกสรตัวเมียรังไข่จะอยู่เหนือกลีบดอก

ผล และเมล็ด โดยทั่วไปละมุดจะมีผลยาวรี หรือกลมรูปไข่ ขนาดของผลจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เปลือกผลมีสีน้ำตาลปนแดงเมื่อสุก รสชาติหวานหอม สำหรับลักษณะของเมล็ดเมื่อแก่จะมีเปลือกหุ้มแข็งเป็นมันสีดำ มีรูปร่างยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร มีเมล็ดประมาณ 2-6 เมล็ดต่อผล และบางครั้งอาจมีเมล็ดมากถึง 12 เมล็ดต่อผล

พันธุ์ละมุดที่นิยมปลูกในประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน ดังนี้ (สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2543)

1. ละมุดไทยหรือละมุดสีดา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Manidara kauki* Dup. จัดเป็นละมุดพันธุ์พื้นเมืองที่มีการปลูกในประเทศไทยมาช้านาน แต่ในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมปลูก จึงไม่ค่อยมีวางขายในท้องตลาด ลักษณะทั่วไปของพันธุ์มีทรงพุ่มโปร่ง ใบมีโคนเรียว ปลายใบมน ด้านใบมีสีเขียวมัน ท้องใบมีสีขาวอมเหลือง ผลมีขนาดเล็ก และผิวมีสีน้ำตาลปนแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ละมุดฝรั่ง ปัจจุบันมีอยู่หลายพันธุ์ ดังนี้

2.1 ละมุดพันธุ์มะกอก เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรไทยนิยมปลูกกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากผลสุกเป็นที่ต้องการของตลาด และเป็นพันธุ์ที่ให้ผลดกมาก ซึ่งมีลักษณะทั่วๆ ไป คือ ใบยาวรี ค่อนข้างแคบ และมีสีเขียวเป็นมัน ผลเมื่อยังเล็กจะมีลักษณะกลม ต่อมาเมื่อผลแก่จะยาวรีคล้ายกับมะกอก ผลที่แก่จัดผิวจะมีสีน้ำตาลอมเหลือง และมีเม็ดตุ่มสีน้ำตาลขึ้นกระจายทั่วไปอยู่บนผิวมองเห็นได้ชัด แต่ตุ่มดังกล่าวจะค่อยๆ หายไปเองเมื่อผลใกล้สุก ผลสุกผิวมีสีน้ำตาลออกขาวเล็กน้อย และเนื้อเป็นสีน้ำตาลอมแดง รสชาติหวานกรอบ นอกจากนั้นพันธุ์มะกอกยังแบ่งย่อยออกเป็น 3 ลักษณะ โดยอาศัยขนาดของผลเป็นเกณฑ์ คือ ชนิดผลขนาดใหญ่ ผลขนาดกลาง และผลขนาดเล็ก ผลขนาดใหญ่ เป็นขนาดที่ตลาดไม่ค่อยนิยม เพราะลักษณะของผลโดยทั่วไปจะมีเนื้อนิ่มช้ำง่าย มีการติดผลน้อย ไม่ค่อยดก ขณะที่ผลขนาดกลาง เป็นขนาดที่ตลาดนิยมมากที่สุด เพราะมีการติดผลตลอดทั้งปี และออกลูกดก ลักษณะภายในผลมีเนื้อสีแดง แข็ง ไม่ช้ำง่าย ให้เนื้อหวานและกรอบ ขนาดของผลประมาณ 6-7 ลูกต่อกิโลกรัม และชนิดผลขนาดเล็ก ตลาดไม่ค่อยนิยม เพราะเนื้อในค่อนข้างแข็ง ไม่กรอบ และมีความหวานน้อย

2.2 ละมุดพันธุ์ไข่ห่าน จัดเป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่เกษตรกรไทยนิยมปลูก แต่ยังน้อยกว่าพันธุ์มะกอก เนื่องจากออกผลไม่ค่อยดก และเนื้อไม่แข็งกรอบ ลักษณะทั่วไปของพันธุ์มีใบรูปร่างยาวรี มีสีเขียวอ่อน ปลายใบแหลม ผลกลมยาวเล็กน้อย มีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับไข่ห่าน ไหล่ผลกว้าง ก้นผลมน ขั้วผลบุ๋มเล็กน้อย ผลสุกเนื้อในค่อนข้างหยาบ และมีสีน้ำตาลอ่อน รสชาติหวานเย็น

2.3 ละมุดพันธุ์กระสวย เป็นพันธุ์ที่ไม่ค่อยนิยมปลูกเป็นการค้า ผลจะมีรูปร่างยาวรีเมื่อผลยังเล็ก แต่เมื่อผลโตจะยาวเรียว ก้นผลใหญ่แหลม ผลสุกเนื้อในมีสีแดงและมีรสชาติหวานเมื่อต้นแก่จะให้ผลดก

2.4 ละมุดพันธุ์ฝาชี ไม่ค่อยนิยมปลูกเป็นการค้า นอกจากจะปลูกไว้ตามบ้านเรือนเท่านั้น เนื่องจากผลมีรสชาติไม่ค่อยหวาน ลักษณะโดยทั่วไป คือ ผลเมื่อยังเล็กจะรูปร่างกลม และเมื่อผลโตขึ้นจะมีรูปร่างของผลคล้ายกับฝาชี เป็นพันธุ์ที่ผิวของผลมีขุยหรือขี้ไคลมาก และเมื่อเวลาสุกเนื้อในจะมีสีเขียวและหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการของละมุดใน 100 กรัม จากส่วนที่รับประทานได้จะมีส่วนประกอบของแร่ธาตุ และวิตามินต่างๆ ดังนี้ (สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2543)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณใน 100 กรัม
โปรตีน	0.5 กรัม
แคลเซียม	11 มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	12.5 กรัม
เหล็ก	0.7 กรัม
ไขมัน	0.5 กรัม
วิตามินซี	14 กรัม
วิตามินเอ	230 หน่วย
ไธอามีน	0.02 มิลลิกรัม
โรโบฟลาวิน	0.04 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0.4 มิลลิกรัม
พลังงาน	51 แคลลอรี่

การออกดอกและการติดผลของผลละมุด (สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2543)

ละมุดที่ปลูกด้วยกิ่งตอนจะเริ่มออกดอกติดผลเร็วกว่าต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่นๆ คือ จะเริ่มติดผลเมื่ออายุได้ 3 ปี ส่วนละมุดที่ปลูกด้วยการเพาะเมล็ดจะเริ่มออกดอกติดผลหลังจากปลูกได้ประมาณ 6 ปี แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของต้นด้วยเช่นกัน

ละมุดจะค่อยๆ ออกดอกเป็นรุ่นๆ ตลอดทั้งปี โดยดอกรุ่นแรกจะออกประมาณเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคมและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในราวเดือนธันวาคมถึงมกราคม โดยในช่วงนี้ละมุดจะมีการออกดอกและติดผลมากกว่าในช่วงอื่นๆ ซึ่งการออกดอกของละมุดจะออกตรงบริเวณปลายกิ่ง โดยตายอดของกิ่งแต่ละกิ่งนั้นอาจจะออกดอกเลย หรืออาจจะมีการเจริญเติบโตเป็นยอดอ่อนหรือใบอ่อนแล้วจึงค่อยออกดอกก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของต้น ยอดและสภาพแวดล้อมอื่นๆ เป็นต้น แต่ส่วนมากแล้วการออกดอกติดผลในช่วงที่ฝนตกมาก มักมีการออกดอกและติดผลดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่กล่าวมาแล้วว่า การออกดอกของละมุดจะค่อยๆ ออกดอกเป็นรุ่นๆ ตลอดทั้งปี ดังนั้น การออกดอกของละมุดในรอบ 1 ปี จะแบ่งการออกดอกได้เป็น 4 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 เริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม

ช่วงที่ 2 เริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน

ช่วงที่ 3 เริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์

ช่วงที่ 4 เริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนเมษายนถึงพฤษภาคม

โดยที่ในแต่ละช่วงของการออกดอกนั้น จะกินระยะเวลาระหว่าง 4-5 สัปดาห์ และจากช่วงเวลาการออกดอกของละมุดจากช่วงหนึ่งจะใช้เวลาอีกประมาณ 4-5 สัปดาห์ โดยในช่วงที่มีการออกดอกติดผลมากจะทำให้ช่วงออกดอกถัดไปใช้เวลานานขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณดอกในแต่ละช่วงด้วยว่ามีมากน้อยเพียงใด สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของดอกละมุด จากช่วงดอกตูมถึงดอกบานจะใช้เวลาประมาณ 20-24 วัน และจะใช้เวลาอีกประมาณ 7-8 เดือน นับแต่การเจริญเติบโตของผลจนกระทั่งผลแก่เก็บเกี่ยวได้

ในการให้ผลผลิตของละมุดนั้น ในระยะแรกอาจจะให้ผลผลิตน้อยแต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมีอายุมากขึ้น โดยอาจให้ผลผลิตถึงประมาณ 2,000-3,000 ผลต่อต้น แต่เฉลี่ยแล้วจะให้ผลผลิตดังนี้

ต้นละมุดอายุ 3 ปี จะให้ผลปีละประมาณ 100-200 ผลต่อต้น

ต้นละมุดอายุ 4-6 ปี จะให้ผลปีละประมาณ 300-500 ผลต่อต้น

ต้นละมุดอายุ 7-10 ปี จะให้ผลปีละประมาณ 600-900 ผลต่อต้น

โดยปกติหากมีการดูแลรักษาที่ดี ต้นละมุดก็สามารถให้ผลผลิตไปได้เรื่อยๆ จนถึงอายุ 70-80 ปี แต่ทั้งนี้ปริมาณผลผลิตที่ให้ในแต่ละปีต่อต้นจะมากน้อยเพียงใด ยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ละมุดที่ใช้ปลูกและการดูแลรักษาของผู้ปลูกเองด้วยเช่นกัน

<u>การเก็บเกี่ยวผลละมุด</u>

ระยะการเก็บเกี่ยวผลละมุดมี 3 ระยะ คือ ระยะผลสีเขียวปนน้ำตาล ระยะผลสีกระดังงา และระยะผลสีน้ำตาล (จริงแท้ ศิริพานิช และ วรรยา สุธรรมชัย. 2551) การเก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถเก็บได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากมีการออกดอกตลอดทั้งปี โดยเลือกเก็บเฉพาะผลที่แก่จัดเท่านั้น ซึ่งดูจากลักษณะผลที่เต่ง ผิวใส และมีสีเหลืองจัด ผิวผลมีขุยหรือขี้ไคลน้อยหรือไม่มีเลย และจุกแหลมที่ยอดเกสรตัวเมียที่อยู่บริเวณก้นผลจะหลุดหายไปเอง สำหรับผลที่ยังไม่แก่จัดมักมีจุกแหลมๆ ติดอยู่ที่ก้นผล ผิวผลไม่ใส และจะมีขุยหรือขี้ไคลมาก หากเอามือถูที่ขุยจะพบว่าขุยหลุดได้ยาก หากเก็บนำมาบ่มจะได้รสชาติหวานเฝื่อน หรือมีรสฝาดเจือปนอยู่บ้าง นอกจากนั้นสีของเนื้อในก็ดูไม่น่ารับประทาน หากพบผลที่มีลักษณะดังกล่าวควรเว้นไว้เก็บในรุ่นถัดไป เพราะแม้ว่าจะมีขนาดผลใหญ่ใกล้เคียงกับผลที่แก่จัดก็ตาม แต่ก็ถือว่าผลยังไม่แก่เต็มที่ ระยะห่างในการเก็บเกี่ยวผลผลิตแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละครั้ง ควรเว้นไว้ให้ห่างกันประมาณ 2 อาทิตย์ แต่ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับจำนวนต้นที่ทำการเก็บผลได้ว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด หากมีจำนวนมากก็สามารถเก็บหมุนเวียนได้ทุกวัน วิธีการเก็บผลผลิตในระยะต้นละมุดยังเตี้ยอาจใช้มือเก็บได้ แต่เมื่อต้นละมุดมีอายุมากขึ้น ทรงพุ่มก็สูงตามอายุไปด้วย การเก็บเกี่ยวด้วยมืออาจทำได้เฉพาะผลที่อยู่ส่วนล่างของต้นเท่านั้น ส่วนผลที่อยู่สูงอาจใช้ตะกร้อสอยผลที่แก่จัดลงมา ซึ่งมีข้อดีคือ ทำให้ผลละมุดไม่ช้ำ ไม่แตก หรือไม่มีรอยตำหนิ เพราะผลละมุดที่ถูกสอยจะไม่หล่นลงสู่พื้นดิน แต่จะหลุดออกจากขั้วหล่นลงในตะกร้อแทน เมื่อผู้ปลูกเก็บผลได้มากพอ ก็นำไปใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ แล้วจึงนำผลไปล้างต่อไป (สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2543)

<u>การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลละมุด</u> (สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2543)

ละมุดที่เก็บออกจากสวนหรือจากต้น จะมีผิวที่สกปรก เพราะยางที่ก้านผลหรือขั้วผลจึงจำเป็นต้องล้างทำความสะอาด การล้างผลโดยทั่วๆ ไปหรือล้างในปริมาณน้อยอาจทำได้โดยเทละมุดลงไปในสวิงตาห่างๆ จนเต็ม แล้วรวบปากสวิงให้อยู่ในระดับผิวน้ำแล้วเขย่าไปมา ผลละมุดที่อยู่ภายในจะเสียดสีกันเอง ทำให้ยางหรือขุยที่ติดอยู่บริเวณผิวผลหลุดออกไป สำหรับการล้างผลละมุดปริมาณมากๆ มักใช้ถังโลหะทรงกลมยาว ปิดหัวและท้ายมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 เซนติเมตร รอบนอกบุด้วยแผ่นเหล็กหรือสังกะสีที่มีความหนาพอสมควร ด้านในติดสายยางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ตามความยาวของถังไว้ 2-3 อัน เพื่อช่วยให้ผลสะอาดเร็วขึ้น ตรงกลางถังมีช่องเปิดปิดสำหรับใส่ละมุด และหัวท้ายเป็นแกนยื่นออกมาเพื่อที่จะใช้แขวนกับคานที่ทำเป็นขาสูงขึ้น และสามารถเลื่อนถังขึ้นลงได้ ส่วนของแกนจากถังด้านหนึ่งต่อเชื่อมกับเพลาไปยังมอเตอร์เพื่อใช้หมุนถัง ทั้งนี้ขนาดของถังดังกล่าวจะสามารถล้างผลละมุดได้ประมาณ 100-150 กิโลกรัมต่อถัง วิธีการล้างโดยจุ่มถังลงในน้ำให้ได้ระดับเท่ากับปริมาณของละมุดที่ใส่ลงในถัง จากนั้นปิดฝาถังแล้วเปิดสวิตซ์มอเตอร์ ถังจะหมุนในลักษณะเป็นแนวนอน ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที เมื่อผลสะอาดจึงนำขึ้นมาคัดแยกขนาดออกเป็น 3 ขนาด คือ ใหญ่ กลาง และเล็ก พร้อมคัดผลที่ช้ำหรือตำหนิออกไปด้วย เสร็จแล้วนำไปวางผึ่งไว้บนแคร่ในที่ร่ม เพราะแคร่ไม้ไผ่จะช่วยในการถ่ายเทอากาศได้ดี หรืออาจใช้พัดลมเป่าเพื่อให้แห้งเร็วขึ้น เพื่อพร้อมที่จะนำไปย้อมสีต่อไป ทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น การย้อมสีทำได้ 2 วิธี คือ การย้อมด้วยปูนแดง ทำได้โดยคะเนให้น้ำปูนแดงพอจับกับผิว ส่วนอีกวิธี คือ การย้อมสีใส่ขนม ทำได้โดยใช้สีเหลืองอ่อนปนกับสีเหลืองแก่ ผสมลงไปในน้ำพอให้สีจับติดมือ เสร็จแล้วนำผลละมุดจุ่มน้ำทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จากนั้นนำผลละมุดมาวางบนตะแกรงเพื่อช่วยให้สะเด็ดน้ำเร็วยิ่งขึ้น โดยก่อนที่จะนำไปบ่มให้ใช้พัดลมเป่าหรือนำไปผึ่งลมจนแห้งเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรยา สุธรรมชัย และ จริงแท้ ศิริพานิช (2545) สำรวจการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลละมุดของเกษตรกร และคุณภาพของผลละมุดที่ผู้ค้าและผู้บริโภคต้องการ พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกละมุดในอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ปลูกละมุดพันธุ์มะกอกมากที่สุด โดยเมื่อเก็บเกี่ยวผลที่บริบูรณ์แล้วจะทำการล้างยางและไคล ย้อมสีเปลือก คัดขนาด และบรรจุผลเพื่อรอผู้รวบรวมมารับซื้อที่สวนแล้วขนไปวางขายที่ตลาดขายส่งต่างๆ เมื่อผู้ค้าสั่งซื้อผลละมุดจากเกษตรกรแล้ว จะทำการคัดขนาดผลอีกครั้ง และทำการบ่มผลละมุด ทางด้านผู้บริโภคทุกช่วงอายุชอบรับประทานผลละมุดในระดับปานกลาง และเลือกซื้อผลที่มีสีเขียวปนน้ำตาล โดยผู้บริโภคเลือกซื้อผลละมุดที่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง และการช้ำไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิว เมื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการย้อมสีเปลือก พบว่าเกษตรกรและผู้ค้าส่งมีความคิดเห็นว่าควรย้อมสีเปลือกของผลละมุด แต่เมื่อสอบถามผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังไม่ทราบว่าผลละมุดมีการย้อมสี และถ้าทราบจะไม่ซื้อผลละมุดที่ย้อมสีเพราะเกรงว่าอาจเป็นอันตราย

จริงแท้ ศิริพานิช และ วรรยา สุธรรมชัย (2551) ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของผลละมุดพันธุ์มะกอก โดยศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวของผลละมุด 3 ระยะ คือ ระยะผลสีเขียวปนน้ำตาล ระยะผลสีกระดังงา และระยะผลสีน้ำตาล พบว่าผลสีน้ำตาลที่ผ่านขั้นตอนต่างๆ มีปริมาณผลช้ำ และเกิดการช้ำภายนอกและภายในมากกว่าผลสีกระดังงาและสีเขียวปนน้ำตาล ตามลำดับ ผลที่ย้อมสีมีความแน่นเนื้อและมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันจากผลที่ไม่ย้อมสีอีกทั้งยังเกิดการช้ำมากกว่าด้วย การเคลือบผิวละมุดด้วย Sta-Fresh 7055, Sta-Fresh 360 อัตราส่วนสารเคลือบผิวต่อน้ำ 1:6, 1:7 และ 1:8 และไคโตซาน 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลที่ผ่านการเคลือบผิวเกิดการช้ำใกล้เคียงกับผลที่ย้อมสี แต่ผลที่ย้อมสีเป็นที่พอใจของผู้ประเมินมากกว่าผลที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิว

<u>ชีวเคมีการเกิดสีน้ำตาลในผัก และผลไม้</u>

การเกิดสีน้ำตาลพบว่าเกิดจากเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) กระตุ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล (phenol) ให้เปลี่ยนเป็นสารควิโนน จากนั้นสารควิโนนจะเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกรวมๆ ว่า เมลานิน (melanin) โดยปกติเอนไซม์ PPO ในพืชจะอยู่ในคลอโรพลาสต์หรือในพลาสทิดอื่นๆ แยกห่างจากสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นสารตั้งต้นสะสมอยู่ภายในแวคิวโอ เมื่อเซลล์พืชถูกทำลายลง เอนไซม์และสารตั้งต้นจึงมีโอกาสสัมผัสกันและเกิดปฏิกิริยา (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) นอกจากนั้นการเกิดสีน้ำตาลอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเข้าทำลายของสัตว์หรือการเกิดบาดแผลเนื่องจากปัจจัยตามธรรมชาติ การเกิดสีน้ำตาลอาจเกิดขึ้นภายในพืช เช่น เมื่อเกิดการช้ำภายในเนื้อเยื่อของผลไม้เนื่องจากการตกกระทบ นอกจากนั้นการเกิดสีน้ำตาลยังสามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป การเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำเกินไป หรือคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไปก็อาจก่อให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นภายในได้เช่นกัน ทั้งนี้เพราะในสภาพดังกล่าวไม่เอื้ออำนวยต่อการมีชีวิตของเซลล์ทำให้เซลล์ภายในพืชตายลง ส่งผลให้เยื่อหุ้มต่างๆ เสื่อมคุณภาพ เอนไซม์ PPO จึงมีโอกาสสัมผัสกับสารประกอบฟีนอลและเกิดปฏิกิริยาก่อให้เกิดสารสีน้ำตาลได้ในทำนองเดียวกัน สำหรับพืชที่อยู่ในระยะการวายหรือในผลไม้ที่กำลังสุกก็สามารถพบกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ในไซโทพลาสซึม เพราะเยื่อหุ้มต่างๆ เสื่อมสภาพลงแล้ว สารสีน้ำตาลที่ได้จากปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO นี้จะทำหน้าที่เป็นปราการต่อต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อรา นอกจากเอนไซม์ PPO แล้ว ยังมีรายงานว่าระหว่างการเกิดสีน้ำตาลในพืชมักพบกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase (POD) สูงด้วย เช่นที่พบในผลลิ้นจี่ (Jiang, Y. *et al.* 2004) โดยเอนไซม์ POD สามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันสารประกอบฟีนอลในสภาพที่มีไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และเมื่อผลไม้สุก กิจกรรมของเอนไซม์ POD จะเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถเป็นการชี้วัดการสุก และการเสื่อมสภาพของผลไม้ (Selvaraj, G. *et al.* 1995)

จากการศึกษาของ Song, Y. *et al.* (2007) พบว่าการเกิดสีน้ำตาลในผลแอปเปิ้ลเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอล กับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ซึ่งสารประกอบฟีนอลได้แก่ proanthocyanidins, chlorogenic acid, catechin และ epicatechin ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีความเข้มข้นของโพลีฟีนอลสูง ขณะที่การศึกษาการเกิดสีน้ำตาลในผลลองกอง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน พบว่าระดับการเกิดสีน้ำตาลสัมพันธ์กับการมีกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL), PPO และ POD สูงในส่วนเปลือกของผลลองกอง (Lichanporn, I. 2009)

<u>การควบคุมการเกิดสีน้ำตาล</u>

1. การควบคุมสารตั้งต้น

สารประกอบฟีนอลมีเอนไซม์ PAL เป็นเอนไซม์ที่ควบคุมปริมาณการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล โดยพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PAL มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดสีน้ำตาลของพืช การควบคุมสารตั้งต้นโดยการยับยั้งการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล เช่น ในผักกาดหอมห่อภายหลังการหั่นเป็นชิ้นพร้อมบริโภค หากนำไปเก็บไว้ในที่อุณหภูมิสูงชั่วคราว สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ PAL ขึ้นมาใหม่ ทำให้การเกิดสีน้ำตาลลดต่ำลง อีกวิธีในการควบคุมสารตั้งต้นของการเกิดสีน้ำตาลโดยการกำจัดเอาออกซิเจนออกไป เมื่อเอนไซม์ PPO ขาดออกซิเจน ปฏิกิริยาออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจึงเกิดขึ้นไม่ได้ ทำให้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งการกำจัดออกซิเจนอาจทำได้ด้วยการใช้ภาชนะบรรจุที่ป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซ เช่น พลาสติกชนิดต่างๆ อย่างไรก็ตามในสภาพที่ขาดออกซิเจนนี้อาจก่อให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนซึ่งก่อให้เกิดการสร้างแอลกอฮอล์ และส่งผลให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติในผักและผลไม้ ปัญหานี้อาจลดลงได้โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) ซึ่งการเก็บรักษาผักและผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ การสุกแก่ของผลิตผล อัตราการหายใจ และกิจกรรมของเอนไซม์ (ดนัย บุณยเกียรติ. 2549)

2. การควบคุมผลิตภัณฑ์ (Sapers, G.M. *et al.* 1989)

ปฏิกิริยาออกซิเดชันสารประกอบฟีนอลโดยการกระตุ้นของเอนไซม์ PPO ได้ผลิตภัณฑ์เป็นควิโนน ตัวควิโนนเองเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี แต่จะรวมตัวกันเองได้เป็นสารสีน้ำตาล ดังนั้นจึงอาจควบคุมไม่ให้เกิดสีน้ำตาลโดยการกำจัดเอาควิโนนออกไป หรือเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นที่ไม่ก่อให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น ทั้งนี้โดยการใช้ตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ทำหน้าที่รีดิวซ์ควิโนนกลับไปเป็น diphenol ซึ่งไม่มีสี หรือทำปฏิกิริยากับควิโนนเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นซึ่งไม่มีสีและค่อนข้างเสถียร เช่น กรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติป่านกลางในการรีดิวซ์สารอื่น ใช้ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ ส่วนใหญ่ใช้ความเข้มข้นในช่วง 0.5-4 เปอร์เซ็นต์ โดยที่กรดแอสคอร์บิกจะรีดิวซ์ควิโนนกลับไปเป็น diphenol และตัวกรดแอสคอร์บิกเองจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็น dehydroascorbic acid (DHA) และไม่สามารถเปลี่ยนกลับคืนไปเป็นกรดแอสคอร์บิกได้ ดังนั้นเมื่อกรดแอสคอร์บิกทำปฏิกิริยาจนหมดไป สีน้ำตาลก็จะปรากฏขึ้น

3. การควบคุมเอนไซม์ PPO โดยตรง

3.1 วิธีทางกายภาพ ใช้ได้ดีในอาหารที่ได้รับการแปรรูปจากของสดแล้ว เช่น การใช้ความร้อนสูงหรือการแช่แข็ง อุณหภูมิที่สูงกว่า 70 องศาเซลเซียส ทำให้เอนไซม์ PPO เสียสภาพ และไม่สามารถกระตุ้นปฏิกิริยาการออกซิไดส์สารประกอบฟีนอล แต่เอนไซม์ PPO ในพืชแต่ละชนิดสามารถทนอุณหภูมิสูงได้แตกต่างกัน และวิธีการนี้ไม่สามารถใช้ได้กับผลิตผลสด อย่างไรก็ตาม มีรายงานการทดลองพบว่า หากใช้อุณหภูมิสูงเพียง 43 องศาเซลเซียส ประกอบกับการปรับบรรยากาศให้มีความดันสูง 58 บรรยากาศด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ผลดี ส่วนการแช่แข็งสามารถหยุดการทำงานของเอนไซม์ PPO ได้ แต่ทำให้ผลิตผลเสียหาย และเมื่ออุ่นให้ผลิตผลมีอุณหภูมิสูงขึ้นเหนือจุดเยือกแข็ง จะทำให้เอนไซม์ PPO กลับมาทำงานและก่อให้เกิดสีน้ำตาล ซึ่งอาจมีสีน้ำตาลมากกว่าเดิมเพราะเซลล์เสียหายจากการแช่แข็ง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

3.2 การใช้สารเคมีเพื่อยับยั้งหรือลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO โดยการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง เนื่องจากเอนไซม์ PPO ทำงานได้ดีเมื่อค่า pH อยู่ในช่วง 6.0-6.5 แต่หากมีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลง นอกจากนั้นยังมีรายงานว่าหาก pH ต่ำกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอนไซม์ PPO จะเสียสภาพอย่างถาวร อย่างไรก็ตามผลของ pH ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO นี้ ยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น ในผลแอปเปิ้ลมีค่า pH ต่ำกว่า 3 พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

การใช้สารคีเลต (chelating agent) ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลในอาหารได้ดี เช่น ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA) ทั้งในรูป calcium disodium EDTA เป็นสารคีเลตที่รู้จักกันดี และได้รับอนุญาติให้ใช้ได้กับอาหาร โดยทั่วไปใช้ร่วมกับสารเคมีอื่นๆ เช่น กรดแอสคอร์บิก และกรดซิตริก (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) ขณะที่การใช้สารเคมีอื่นๆ เช่นการศึกษาของ Antonio, G.S. *et al.* (2005) ศึกษาการลดลงของอาการสีน้ำตาลในผลสับปะรด โดยการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 4-20 กรัมต่อต้น ในสัปดาห์ที่ 8, 24 และ 40 ซึ่งเป็นระยะก่อนการเก็บเกี่ยว เมื่อครบ 76 สัปดาห์เก็บเกี่ยวผลสับปะรดในระยะบริบูรณ์ และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 วัน พบว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 16 กรัมต่อต้น สามารถลดอาการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยสารประกอบฟีนอลลดลง 39 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ PAL ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลสับปะรด

Xialin and Shiping (2006) ศึกษาผลของกรดออกซาลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2 และ 4 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ fungicide 0.05 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลหลังการเก็บเกี่ยวในผลลิ้นจี่ จากนั้นบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 วัน การใช้กรดออกซาลิกความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ มีระดับการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างกับความเข้มข้น 4 มิลลิโมลาร์ และชุดควบคุม และในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ POD ในทุกความเข้มข้นมีกิจกรรมของเอนไซม์สูง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่าชุดควบคุมมีกิจกรรมของเอนไซม์ POD สูงที่สุด ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิโมลาร์ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ POD ลดลงอย่างรวดเร็วอีกทั้งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกความเข้มข้น ขณะที่ Wittaya, A. (2010) ศึกษาผลของการจุ่มผลลำไยในกรดไฮโดรคลอริกต่อการชะลอการเกิดสีน้ำตาลทดแทนการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยจุ่มลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1.5 N มีค่า pH เท่ากับ 0.21 นาน 0, 10, 15 และ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการจุ่มผลในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยได้ดีการจุ่มผลลำไยในซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือชุดควบคุม และ Xinhua, L. *et al.* (2011) พบว่าการให้สารละลายกรดซาลิกไซลิกก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดสีน้ำตาลในแกนของผลสับปะรด (internal browning; IB) ในช่วงฤดูหนาว โดยฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ่นสารละลายกรดซาลิกไซลิกในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 2 มิลลิโมลาร์ เก็บเกี่ยวผลสับปะรดที่ระยะบริบูรณ์ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่าสารละลายกรดซาลิกไซลิกความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลภายในได้ดีที่สุด และพบว่าสารละลายกรดซาลิกไซลิกสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ PAL และช่วยลดการสลายตัวของวิตามินซี แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณกรด และปริมาณสารประกอบฟีนอล

4. การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลโดยใช้กรดแอสคอร์บิก (Saper, G.M. *et al.* 1989)

กรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี เป็นสารที่มีคุณสมบัติปานกลางในการรีดิวซ์ ใช้ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ ส่วนใหญ่ใช้ความเข้มข้นในช่วง 0.5-4 เปอร์เซ็นต์ โดยกรดแอสคอร์บิกจะรีดิวซ์ควิโนนกลับไปเป็น diphenol และตัวกรดแอสคอร์บิกเองจะถูกออกซิไดส์ไปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (dehydroascorbic acid) และไม่สามารถเปลี่ยนกลับคืนไปเป็นกรดแอสคอร์บิก ดังนั้นเมื่อกรดแอสคอร์บิกทำปฏิกิริยาจนหมด การเกิดสีน้ำตาลก็จะปรากฏขึ้น ดังเช่น การศึกษาของ สิริรัฐ สุดประเสริฐ (2546) ศึกษาการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยน้ำว้าอบแห้ง โดยใช้กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ1.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำสับปะรด 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำผึ้ง 5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากนั้นนำไปทดลองการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยตาก โดยใช้อัตราส่วนระหว่างกล้วยต่อสารละลาย 1:2 (w/v) โดยนำกล้วยแช่ในสารละลาย 15 นาที ก่อนการอบแห้ง พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ อินทิรา ลิจันทร์พร (2545) ศึกษาผลของกรดแอสคอร์บิก และกรดซิตริคต่อการเกิดสีน้ำตาล โดยจุ่มผลลองกองในกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริคความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลลองกองที่จุ่มด้วยกรดแอสคอร์บิก และกรดซิตริคทุกความเข้มข้นมีการเกิดสีน้ำตาล อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าผลลองกองที่จุ่มน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้กรดแอสคอร์บิคและกรดซิตริคความเข้มข้นสูงทำให้ผิวเปลือกเป็นรอยสีน้ำตาล ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น และสูญเสียคุณภาพเร็วกว่าผลลองกองที่จุ่มในน้ำกลั่น และ Pizzocaro, F. *et al.* (2007) ได้ศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในผลแอปเปิ้ลโดยใช้กรดแอสคอร์บิก พบว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในผลแอปเปิ้ลได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. ผลละมุดพันธุ์มะกอกระยะสีเขียวปนน้ำตาลจากตลาดไท จำนวน 300 ผล
2. สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์
3. เครื่องวัดสี color flex
4. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
5. อุปกรณ์วัดความแน่นเนื้อ (penetrometer) รุ่น TA.XT 2
6. อุปกรณ์วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (hand refractrometer)
7. อุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูล ได้แก่ เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ปากกา สมุดบันทึก กล้องถ่ายรูป
8. อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ บีกเกอร์ ปิเปต น้ำกลั่น มีด เขียง กระดาษทิชชู เครื่องปั่นผลไม้
9. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้แก่ coomassie blue G-250, phosphate buffer ค่า pH เท่ากับ 7.0 และ 7.3, catechol, guaicol และ hydrogen peroxide
10. เครื่องมืออื่นๆ ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้แก่ เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) เครื่องวัดค่าดูดกลืนคลื่นแสง (spectrophotometer)
11. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20±2 องศาเซลเซียส

<u>วิธีการทดลอง</u>

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของอุณหภูมิและสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก

คัดเลือกตัวอย่างผลละมุดระยะสีเขียวปนน้ำตาลขนาดสม่ำเสมอกัน และมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 91.83±4.53 กรัมต่อผล จำนวน 200 ผล โดยแบ่งตัวอย่างออกเป็นสองชุดๆ ละ 100 ผล โดยแบ่งออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ผลละมุดที่ไม่ได้แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิก (ชุดควบคุม)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ผลละมุดที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 3 ผลละมุดที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 4 ผลละมุดที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตัวอย่างในแต่ละทรีตเมนต์ใช้ตัวอย่างทั้งหมด 2 ซ้ำๆ ละ 6 ผล จากนั้นแช่ตัวอย่างผลละมุดทั้งสองชุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที และนำไปวางบนถาด ผึ่งลมให้แห้ง และนำตัวอย่างชุดแรกไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างชุดที่สองไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการบันทึกสีผิวผลในระบบ CIE รายงานค่าเป็น L*, a* และ b* color space เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ จากนั้นเก็บตัวอย่างผลละมุดทุกทรีตเมนต์ๆ ละ 10 กรัม ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20±2 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ต่อไป

<u>การบันทึกผลการทดลอง</u>

1. การวัดสี

วัดสีเปลือกและเนื้อของผลละมุด 2 จุด ต่อผล โดยวัดสีผิวผลละมุดทั้งสองด้านของแก้มผลในระบบ CIE รายงานค่าเป็น L*, a* และ b* color space โดยใช้เครื่อง color flex วัดค่าสีเปลือกและเนื้อทุก 2 วัน รายงานเป็นค่าความสว่างของสี (L*) เมื่อค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงผลละมุดมีสีคล้ำ ถ้าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าผลละมุดมีความสว่าง ค่าสีเขียว (a*) มีค่าอยู่ระหว่าง -60 ถึง +60 เมื่อมีค่าเป็นลบ (-) แสดงว่าผลละมุดมีสีเขียว ถ้าเป็นบวก (+) แสดงว่าผลละมุดมีสีแดง ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าอยู่ระหว่าง -60 ถึง +60 เมื่อมีค่าลบ (-) แสดงว่าผลละมุดมีสีน้ำเงิน ถ้าเป็นบวก (+) แสดงว่าผลละมุดมีสีเหลือง

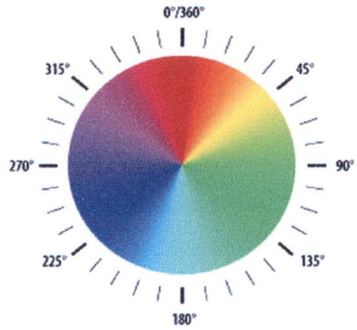
ค่าองศาของสี (hue angle) เป็นตัวเลขที่ระบุตำแหน่งของสีมีหน่วยเป็นองศา เรียงตามลำดับ คือ แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง และค่าความสดของสี (chroma) เป็นตัวเลขบ่งบอกถึงความสดของสีโดยคำนวณค่าองศาของสีและความสดของสีจากสมการ ดังนี้

ค่าองศาของสี (hue angle) = arctangent (b/a) เมื่อ a>0 และ b>0
= arctangent (b/a) + 180 องศา เมื่อ a<0
= arctangent (b/a) + 360 องศา เมื่อ a>0 และ b<0

ค่าองศาของสีจะแสดงช่วงสีของวัตถุมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา คือ

0-45 แสดงสีน้ำตาลแดงถึงสีเหลือง
45-135 แสดงสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว
135-180 แสดงสีเขียวถึงสีฟ้า
180-225 แสดงสีฟ้าถึงสีน้ำเงิน
225-270 แสดงสีน้ำเงินถึงสีม่วงน้ำเงิน
270-315 แสดงสีม่วงน้ำเงินถึงสีม่วง
315-360 แสดงสีม่วงถึงสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ค่าองศาของสีแสดงช่วงสีของวัตถุ

ค่าความสดของสี (chroma) = $(a^2+b^2)^{1/2}$ เมื่อค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีซีดจาง (เทา)
เมื่อค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม

2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

นำผลละมุดทุกทรีตเมนต์มาชั่งน้ำหนักเริ่มต้น (วันที่ 0) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน นำมาชั่งน้ำหนักทุก 2 วัน คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ดังนี้

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

3. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

วัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง penetrometer รุ่น TA.XT 2 ทุก 2 วัน เป็นเวลา 6 วัน โดยกดหัวเจาะปลายแหลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ลงในเนื้อผลบริเวณกลางของแก้มผลละมุดทั้งสองด้าน รายงานค่าความแน่นเนื้อเป็นนิวตัน (newton)

4. พื้นที่การเกิดรอยช้ำ

วัดพื้นที่การเกิดรอยช้ำด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ทุก 2 วัน เป็นเวลา 6 วัน โดยวัดด้านกว้างและด้านยาวบริเวณรอยช้ำที่ปรากฏบนผิวเนื้อของตัวอย่าง โดยรอยช้ำจะมีลักษณะเป็นรูปวงกลมหรือวงรีสีออกคล้ำจนถึงดำ และบันทึกค่าพื้นที่การเกิดรอยช้ำเป็นหน่วยตารางเซนติเมตร (cm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solids; TSS)

คั้นน้ำจากตัวอย่างหนัก 5 กรัม ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง hand refractrometer บันทึกผลทุก 2 วัน เป็นเวลา 6 วัน อ่านค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์บริกซ์ (% brix)

6. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Bradford, M.M. (1976)

ทำการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลาย bovine serum albumin (BSA) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ100 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย comassie blue G-250 ความเข้มข้น 0.0125 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร จะได้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน คือ $y = ax+b$

ชั่งตัวอย่างหนัก 2.5 กรัม เติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH=7.3) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นผลไม้แล้วนำเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 × g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เก็บส่วนใสที่ได้จากการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยปิเปตส่วนใสปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย coomassie blue G-250 ความเข้มข้น 0.0125 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร และนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้แทนค่า y ในสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานรายงานค่าเป็น ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม/ลิตร)

7. วิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ PPO โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Benjamin, N.D. and Montgomery, M.W. (1973)

ทำการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลาย catechol ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครโมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมจากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH=7.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร จะได้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน คือ $y = ax+b$

ปิเปตส่วนใสที่ได้จากการสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH=7.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย catechol ความเข้มข้น 0.1 โมล ปริมาตร 0.7 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ทันทีจนครบ 3 นาที และนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้แทนค่า y ในสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน และคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ PPO โดยเทียบกับปริมาณโปรตีน รายงานค่าเป็น units/mg protein จากสมการที่ 1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$\text{units/mg protein} = \frac{[(A_{420\ nm.} - b) / a] \times 1/3\ \text{min}}{\text{protein } (\mu g/l) \times 10^{-3}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$A_{420\ nm}$ คือ ค่าดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เมื่อเวลาครบ 3 นาที

a และ b คือ ค่าสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน $y = ax+b$

1/3 min คือ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ เป็นเวลา 1 นาที

protein $(\mu g/l) \times 10^{-3}$ คือ ปริมาณมิลลิกรัมโปรตีน

8. วิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ POD โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Morita, T. *et al.*, (1988)

ทำการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลาย guaicol ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครโมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH=7.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 0.9 มิลลิลิตร และ hydrogen peroxide ความเข้มข้น 24 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร จะได้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน คือ $y = ax+b$

ปิเปตส่วนใสที่ได้จากการสกัดสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH=7.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 0.9 มิลลิลิตร เติมสารละลาย guaicol ความเข้มข้น 0.8 โมล ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และ hydrogen peroxide ความเข้มข้น 24 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร ทันทีจนครบ 3 นาที และนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้แทนค่า y ในสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน และคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ POD โดยเทียบกับปริมาณโปรตีน รายงานค่าเป็น units/mg protein จากสมการที่ 2 ดังนี้

$$\text{units/mg protein} = \frac{[(A_{470\ nm.} - b) / a] \times 1/3\ \text{min.}}{\text{protein } (\mu g/l) \times 10^{-3}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$A_{470\ nm}$ คือ ค่าดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เมื่อเวลาครบ 3 นาที

a และ b คือ ค่าสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน $y = ax+b$

1/3 min คือ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ เป็นเวลา 1 นาที

protein $(\mu g/l) \times 10^{-3}$ คือ ปริมาณมิลลิกรัมโปรตีน

128556
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี analysis of varience ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาลในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค

คัดเลือกตัวอย่างผลละมุดระยะสีเขียวปนน้ำตาลขนาดสม่ำเสมอกัน และมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 38.30±5.56 กรัมต่อชิ้น จำนวน 100 ผล โดย แบ่งออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิก (ชุดควบคุม)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ชิ้นละมุดที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 3 ชิ้นละมุดที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 4 ชิ้นละมุดที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์

สำหรับตัวอย่างในแต่ละทรีตเมนต์ใช้ตัวอย่างทั้งหมด 2 ซ้ำๆ ละ 6 ผล จากนั้นปอกเปลือกผลละมุด และใช้ปลายมีดเจาะสลับเป็นรูปฟันปลารอบผลละมุด ผลละมุดหนึ่งลูกจะถูกแบ่งออกเป็นสองชิ้น และแช่ตัวอย่างชิ้นละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที นำไปวางบนถาด ผึ่งลมให้แห้ง นำชิ้นละมุดไปบรรจุลงในกล่องพลาสติกใสที่ใช้ในการบรรจุผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค ขนาด 10×16 เซนติเมตร จำนวน 6 ชิ้นต่อกล่อง และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน โดยทำการบันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการบันทึกสีผิวผลในระบบ CIE รายงานเป็นค่า L*, a* และ b* color space เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และเก็บตัวอย่างชิ้นละมุดทุกทรีตเมนต์ๆ ละ 10 กรัม ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20±2 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ต่อไป

การบันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1 และทำการวัดเฉพาะสีเนื้อของชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี analysis of varience ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาดำเนินงาน

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึง เดือนมิถุนายน 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u> ศึกษาผลของอุณหภูมิและสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการช้ำ และการเกิดอาการสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก

1. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

1.1 ค่า L*

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า L* ประมาณ 59.81 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า L* ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า L* มากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า L* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 57.96 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 57.25 และ 57.85 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2A, ตารางภาคผนวกที่ 1)

1.2 ค่า a*

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า a* ประมาณ 3.16 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า a* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีค่า a* มากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีค่า a* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.79 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.19, 8.03 และ 8.13 ตามลำดับ และไม่แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า a* ได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6. 29 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.63 และ 6.52 ตามลำดับ (ภาพที่ 2B, ตารางภาคผนวกที่ 2)

1.3 ค่า b*

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า b* ประมาณ 26.05 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า b* เพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 2-4 ของการเก็บรักษา จากนั้นมีค่าลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า b* มากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า b* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.74 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.92 และ 29.10 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2C, ตารางภาคผนวกที่ 3)

1.4 ค่าองศาของสี (hue angle)

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าองศาของสีประมาณ 83.48 องศา (สีเขียวอมเหลือง) และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าองศาของสีลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าองศาของสีมากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าองศาของสีมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 78.43 องศา ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก

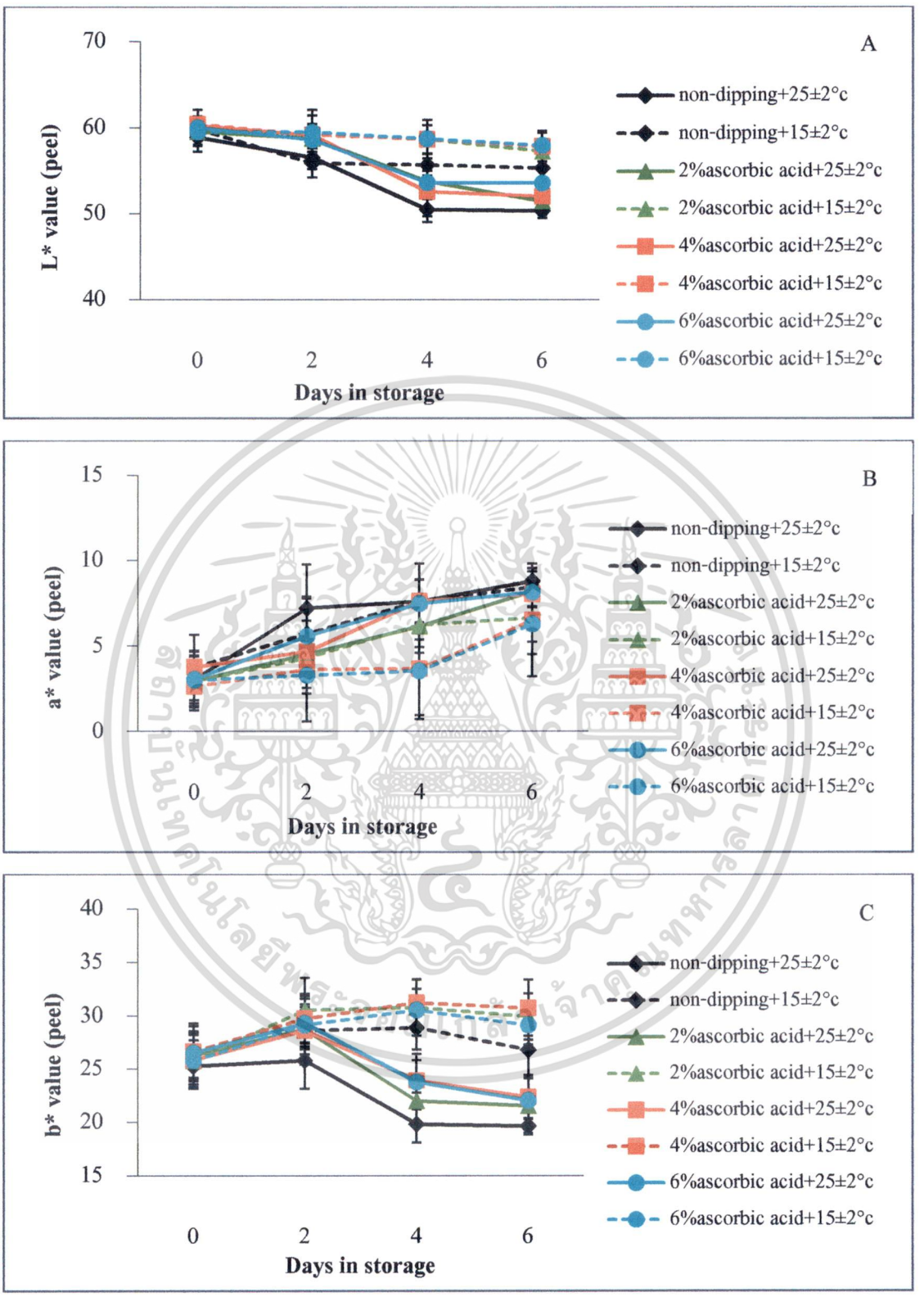
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 78.10 และ 77.99 องศา ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 3A, ตารางภาคผนวกที่ 4)

1.5 ค่าความสดของสี (chroma)

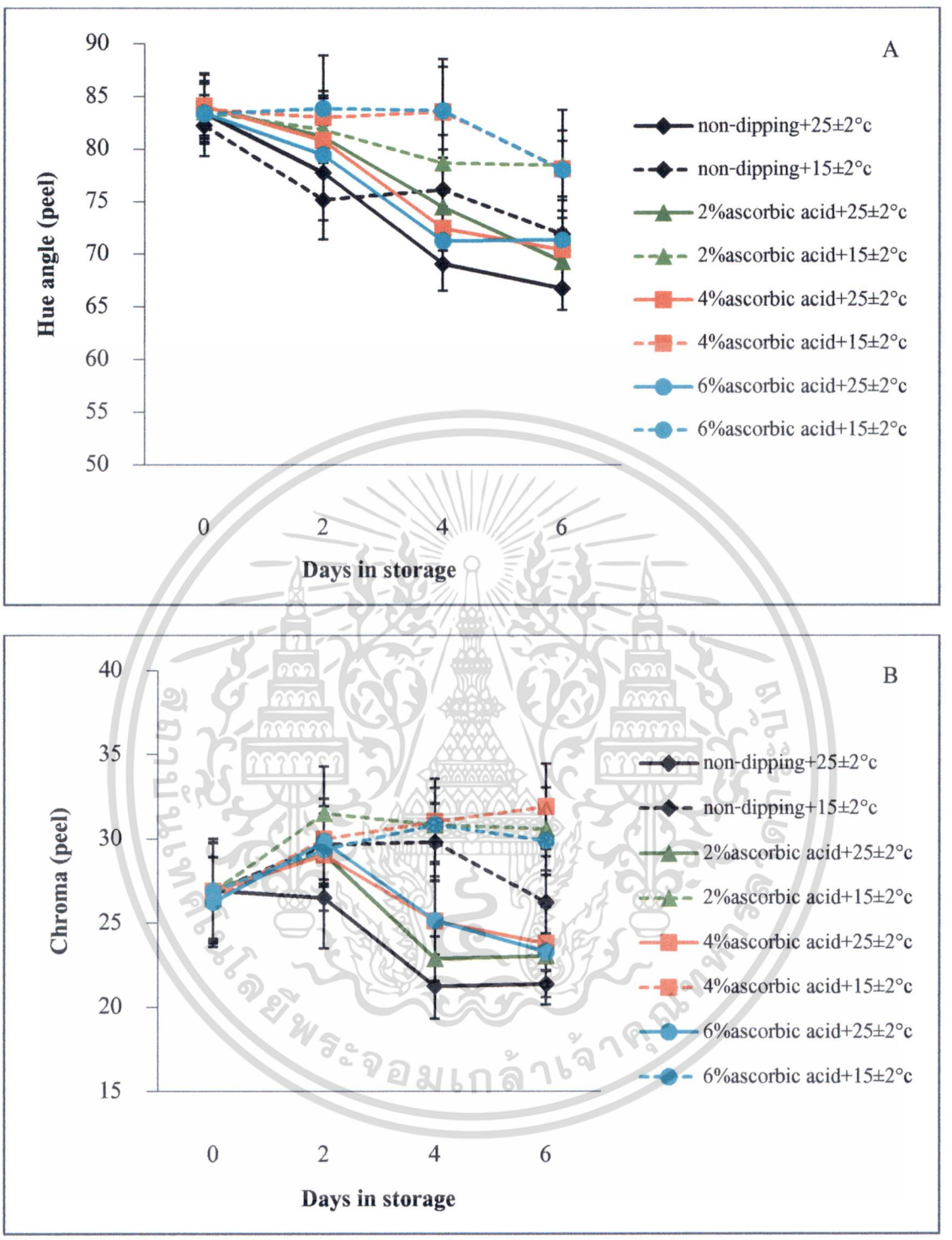
วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความสดของสีประมาณ 26.78 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความสดของสีเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 29.39 จากนั้นมีค่าลดลงและมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าความสดของสีมากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าความสดของสีมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.92 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.60 และ 29.90 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 3B, ตารางภาคผนวกที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเปลือกในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสี (A) และความสดของสี (B) ของสีเปลือกในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

2.1 ค่า L*

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า L* ประมาณ 65.22 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดมีค่า L* ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าลดลงต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า L* มากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า L* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 60.54 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 60.00 และ 58.14 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4A, ตารางภาคผนวกที่ 6)

2.2 ค่า a*

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า a* ประมาณ 0.28 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า a* เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีค่า a* มากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีค่า a* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.64 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติผลละมุดที่ไม่ได้แช่ และที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.64, 11.31 และ 11.48 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า a* ได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.80 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.95 และ 4.56 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4B, ตารางภาคผนวกที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ค่า b*

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า b* ประมาณ 32.91 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 34.15 จากนั้นมีค่าลดลงต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 28.32 ส่วนทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า b* มากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และพบว่าผลละมุดที่ไม่ได้แช่ และที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่า b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.77, 33.80, 34.55 และ 34.02 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4C, ตารางภาคผนวกที่ 8)

2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสี (hue angle)

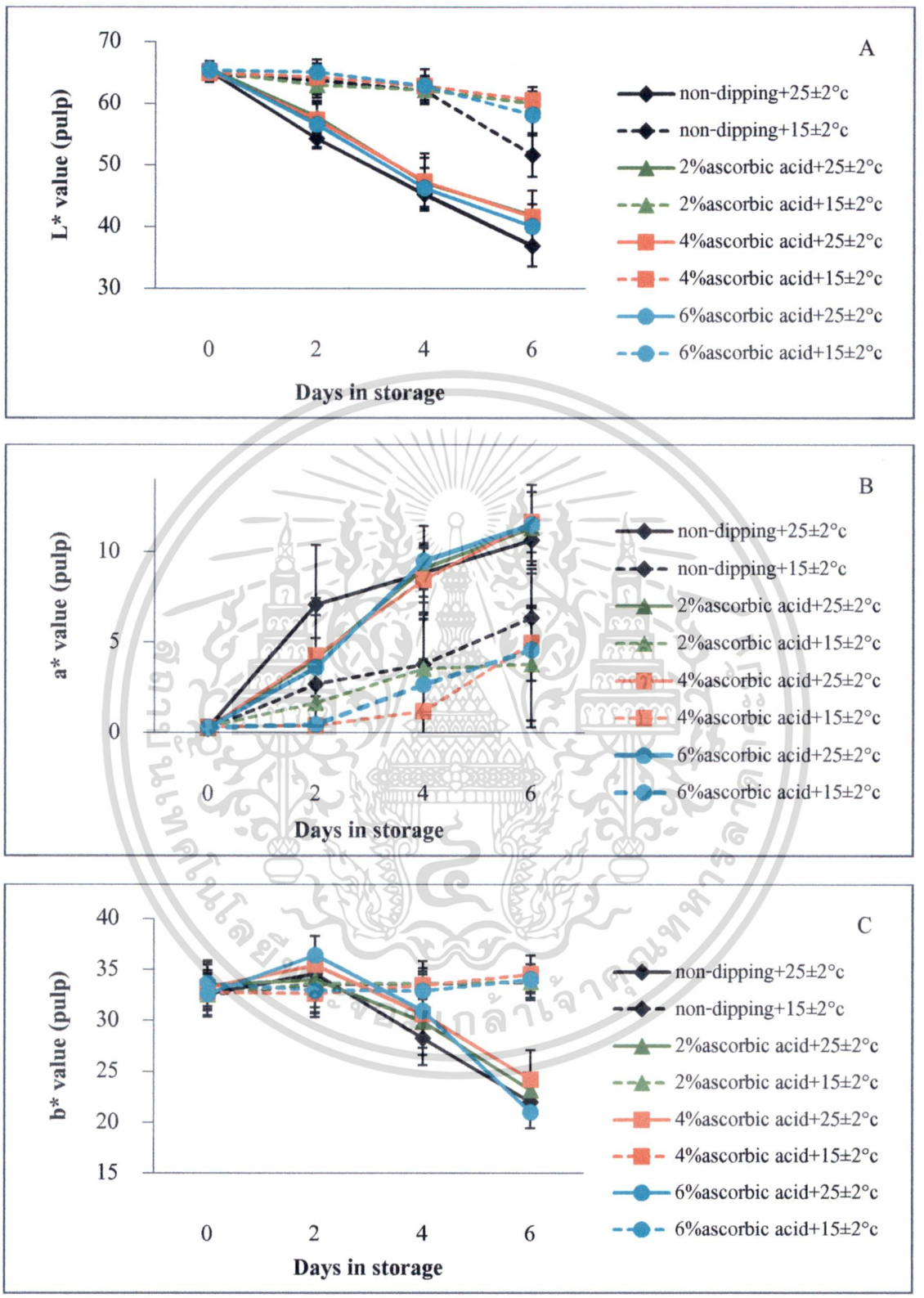
วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าองศาของสีประมาณ 90.33 องศา (สีเขียวอมเหลือง) และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าองศาของสีลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าองศาของสีมากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าองศาของสีมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 83.66 องศา ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 81.52 และ 82.33 องศา ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5A, ตารางภาคผนวกที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสี (chroma)

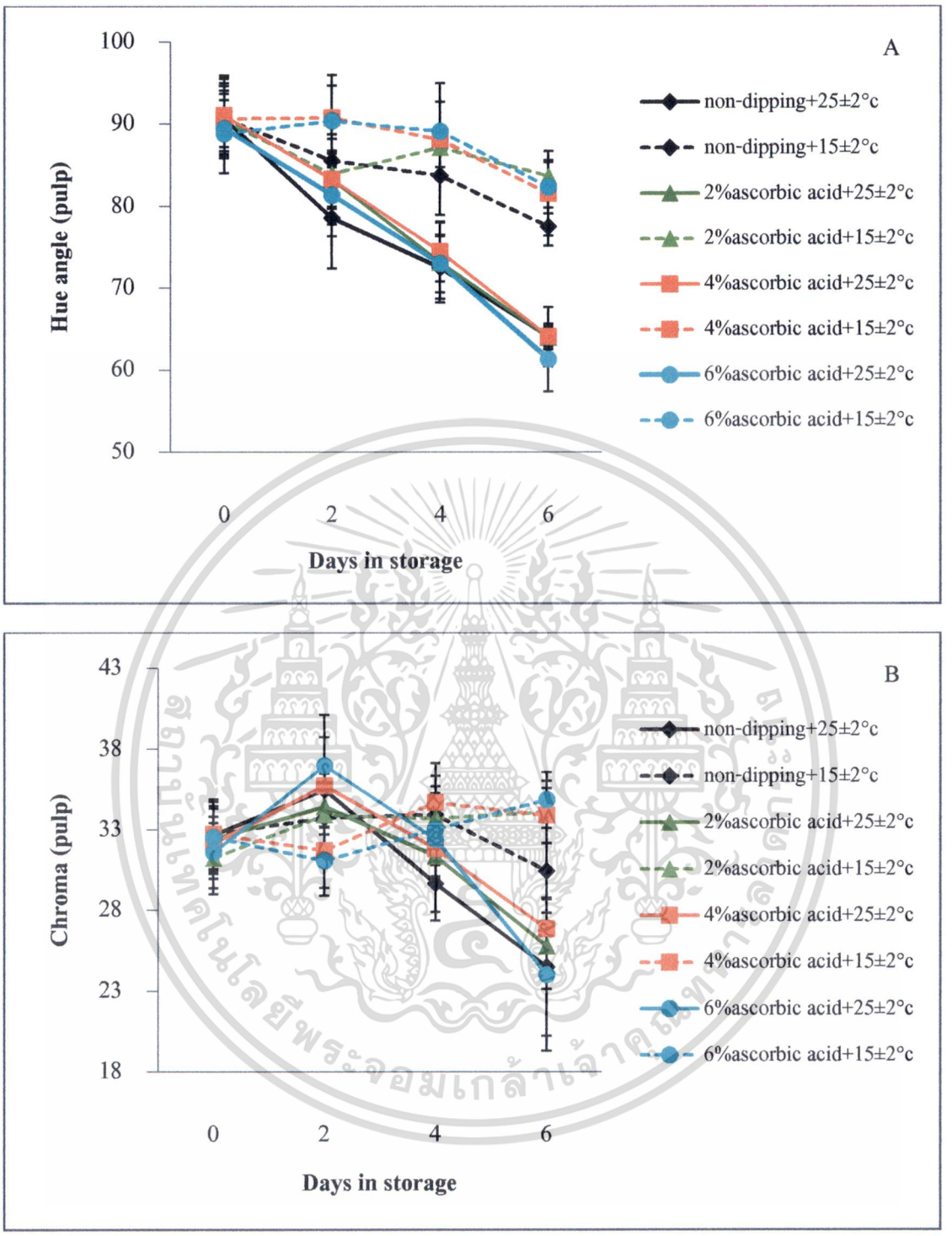
วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความสดของสีประมาณ 32.24 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีค่าความสดของสีสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 35.65 และมีค่าลดลงต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่ทรีตเมนต์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าความสดของสีลดลงต่ำสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 32.60 จากนั้นเพิ่มขึ้นจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าความสดของสีมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 34.86 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 34.09 และ 33.90 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5B, ตารางภาคผนวกที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 4</u> การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสี (A) และความสดของสี (B) ของสีเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

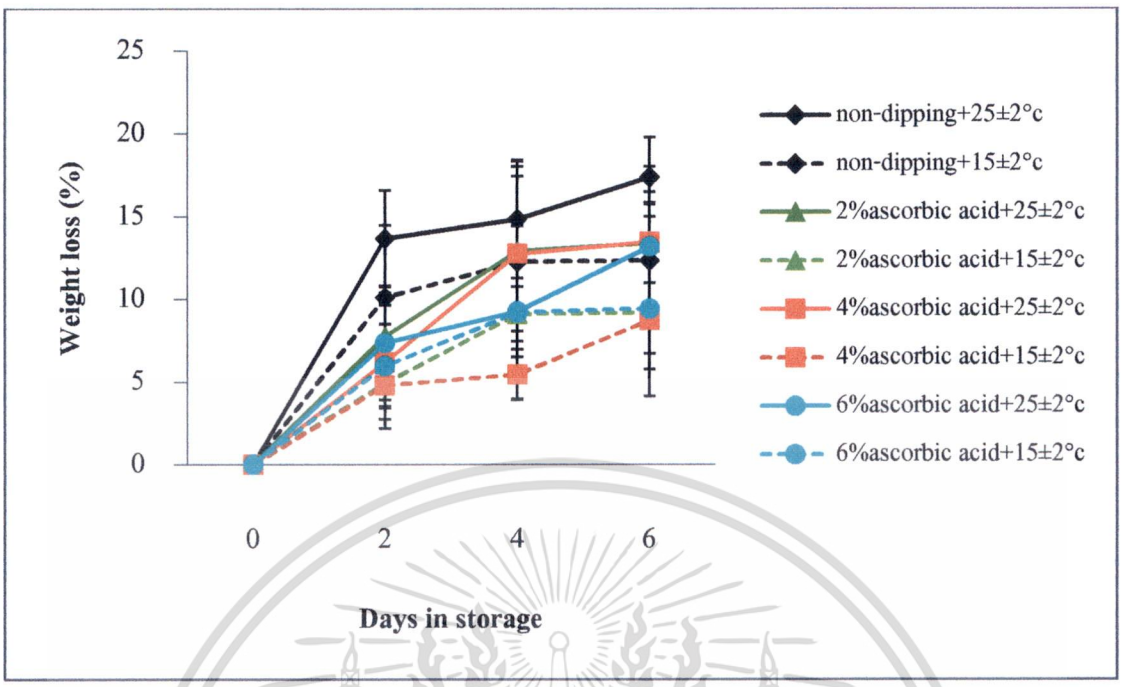
3. การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

วันที่ 2 ของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ในช่วง 4.81-13.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 17.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด เท่ากับ 13.39, 13.46 และ 13.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด เท่ากับ 8.76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด เท่ากับ 9.19 และ 9.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 6, ตารางภาคผนวกที่ 11)

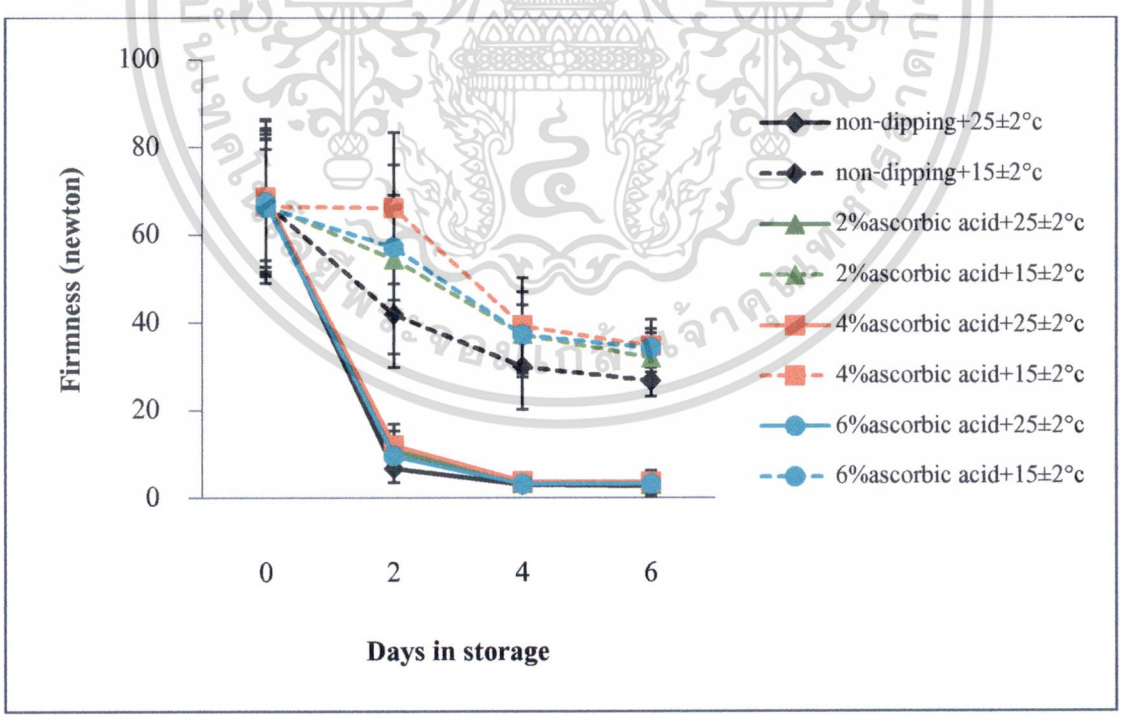
4. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความแน่นเนื้อประมาณ 67.45 นิวตัน และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความแน่นเนื้อลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 34.83 นิวตันซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 32.06 และ 34.33 นิวตัน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 7, ตารางภาคผนวกที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

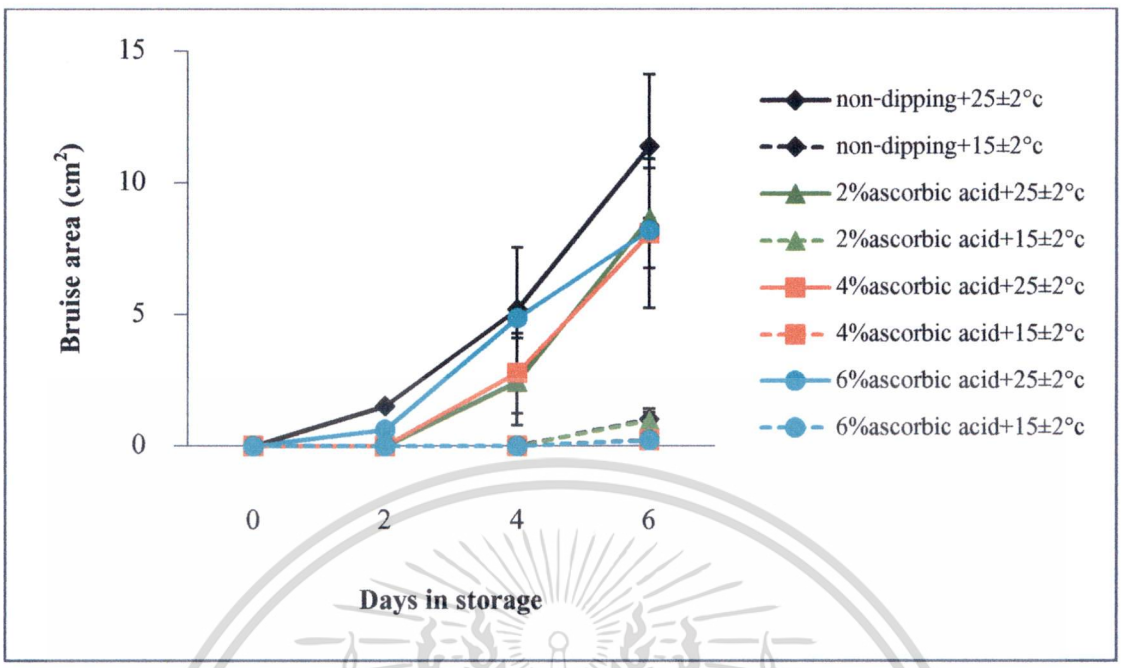
5. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำ

วันที่ 2 ของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำอยู่ในช่วง 0-1.52 ตารางเซนติเมตร และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำมากกว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ขณะที่ผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.38 ตารางเซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอพื้นที่การเกิดรอยช้ำได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.22 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.23 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 8, ตารางภาคผนวกที่ 13)

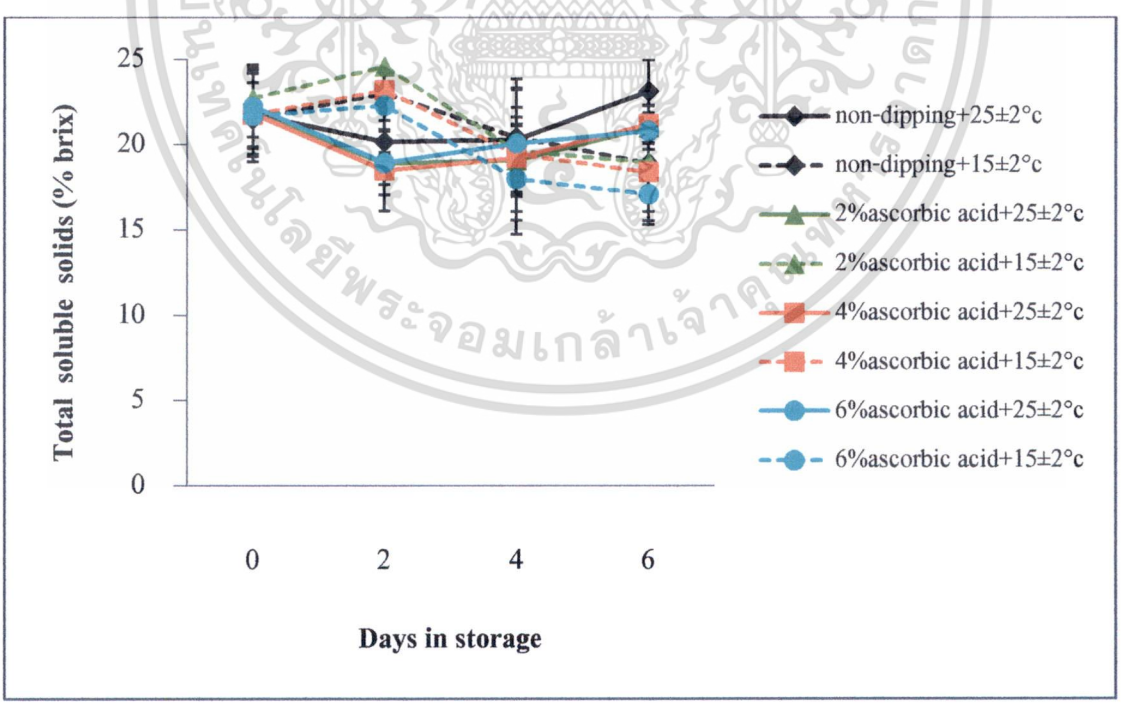
6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำประมาณ 21.92 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่ำสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่ทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.12 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.00, 21.20 และ 20.80 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่แช่ และไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 9, ตารางภาคผนวกที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ประมาณ 10.54 units/mg protein และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าตั้งแต่ 90.27 units/mg protein ในทรีตเมนต์ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ถึง 296.96 units/mg protein ในทรีตเมนต์ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ และมีกิจกรรมสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 296.69 units/mg protein ขณะที่ผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 224.64 units/mg protein และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 90.27 units/mg protein ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 91.04 units/mg protein แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ (ภาพที่ 10, ตารางภาคผนวกที่ 15)

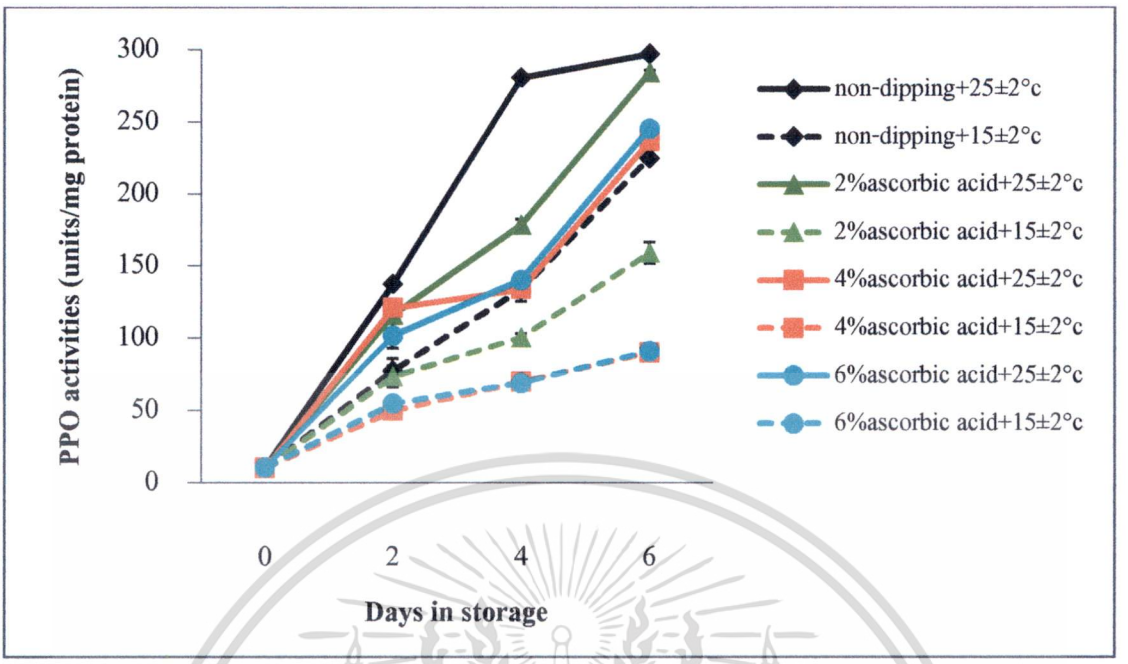
8. การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD

วันแรกของการทดลอง พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD ประมาณ 5.37 units/mg protein และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าตั้งแต่ 24.99 unit/mg protein ในทรีตเมนต์ที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ถึง 102.28 units/mg protein ในทรีตเมนต์ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มขึ้นมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 102.28 units/mg protein ขณะที่ผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เท่ากับ 53.48 units/mg protein และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลาย

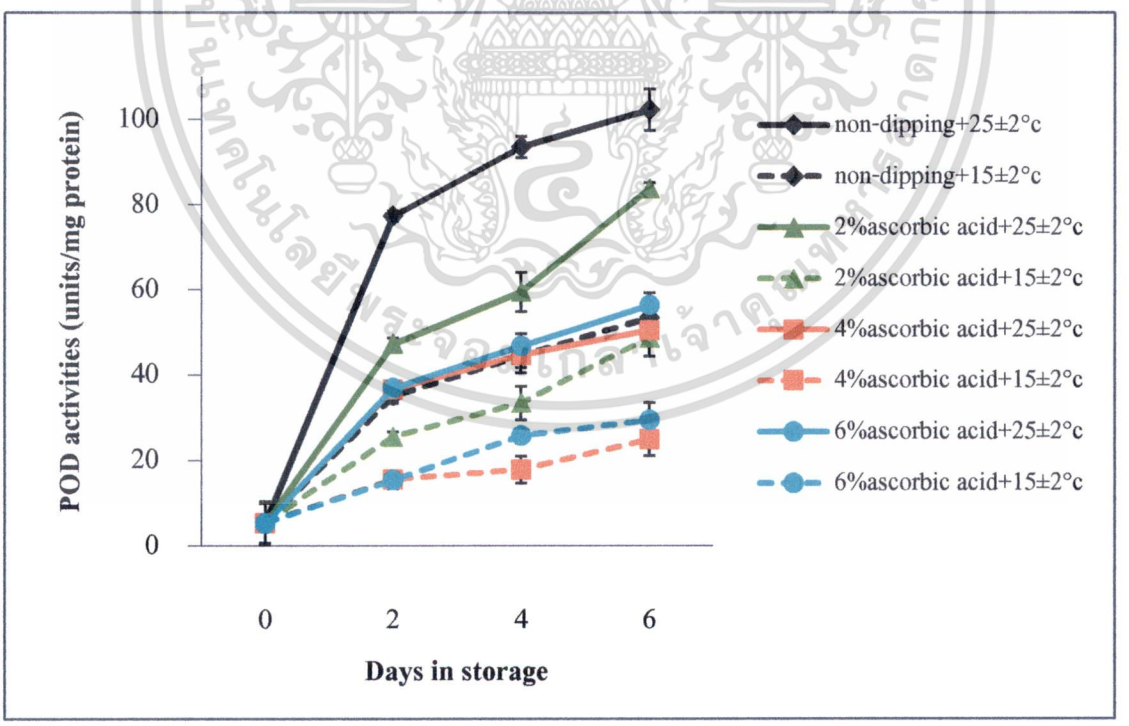
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ POD ได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.99 units/mg protein ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.42 units/mg protein แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ (ภาพที่ 11, ตารางภาคผนวกที่ 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาล กับดัชนีชี้วัดต่างๆ ในผลละมุดพันธุ์มะกอก

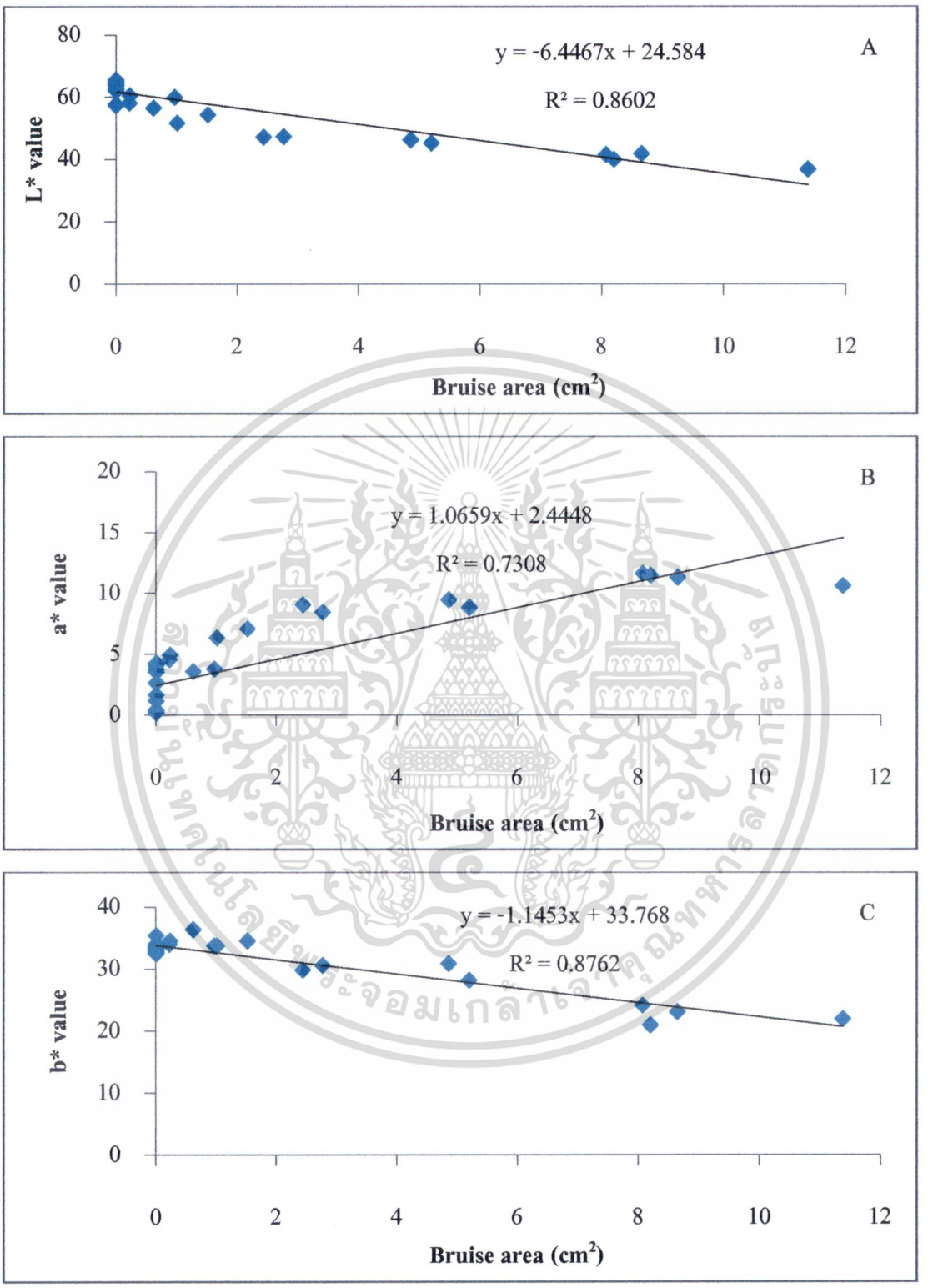
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาล กับดัชนีชี้วัดต่างๆ ในผลละมุดพันธุ์มะกอกได้แสดงในตารางที่ 1 พบว่าพื้นที่การเกิดรอยช้ำมีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และ b* (ภาพที่ 12A-C) ค่าองศาของสี ค่าความสดของสี และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (ภาพที่ 13A-C) และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD (ภาพที่ 14A และ 14B) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.84, 0.73, 0.88, 0.83, 0.71, 0.83, 0.88 และ 0.86 ตามลำดับ แต่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.43 และ 0.01 ตามลำดับ (ภาพที่ 15A และ 15 B)

สำหรับการเกิดสีน้ำตาลโดยประเมินจากค่าองศาของสี พบว่ามีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงค่า L*, a* และค่าความแน่นเนื้อ (ภาพที่ 16A-C) พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD (ภาพที่ 17A และ 17B) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.96, 0.95, 0.73, 0.83, 0.85 และ 0.80 ตามลำดับ แต่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับการเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.46 และ 0.02 ตามลำดับ (ภาพที่ 18A และ 18B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

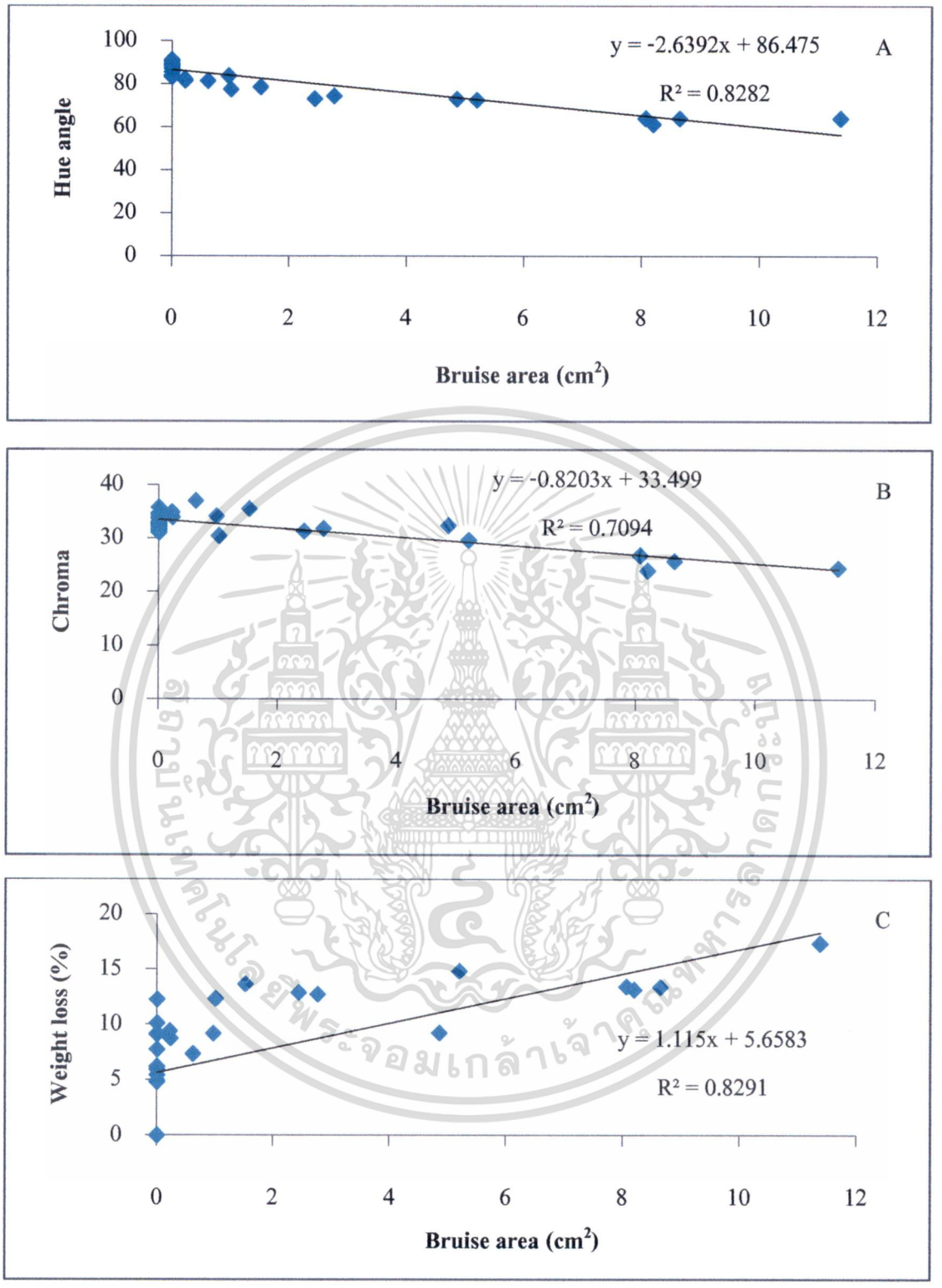
ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาในผลละมุดพันธ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

	L*	a*	b*	Hue angle	Chroma	Weight loss	Firmness	Bruise area	TSS	PPO	POD
L*	-	0.95	0.63	0.96	0.45	0.65	0.75	0.84	0.03	0.84	0.73
a*	0.95	-	0.53	0.95	0.34	0.75	0.82	0.73	0.08	0.84	0.75
b*	0.63	0.53	-	0.65	0.89	0.26	0.22	0.88	0.55	0.49	0.33
Hue angle	0.96	0.95	0.65	-	0.46	0.67	0.73	0.83	0.02	0.85	0.80
Chroma	0.45	0.34	0.89	0.46	-	0.14	0.07	0.71	0.12	0.36	0.19
Weight loss	0.65	0.75	0.26	0.67	0.14	-	0.78	0.83	0.12	0.81	0.83
Firmness	0.75	0.82	0.22	0.73	0.07	0.78	-	0.43	0.24	0.73	0.75
Bruise area	0.84	0.73	0.88	0.83	0.71	0.83	0.43	-	0.01	0.88	0.86
TSS	0.03	0.08	0.55	0.02	0.12	0.12	0.24	0.01	-	0.05	0.04
PPO	0.84	0.84	0.49	0.85	0.36	0.81	0.73	0.88	0.05	-	0.87
POD	0.73	0.75	0.33	0.80	0.19	0.83	0.75	0.86	0.04	0.87	-



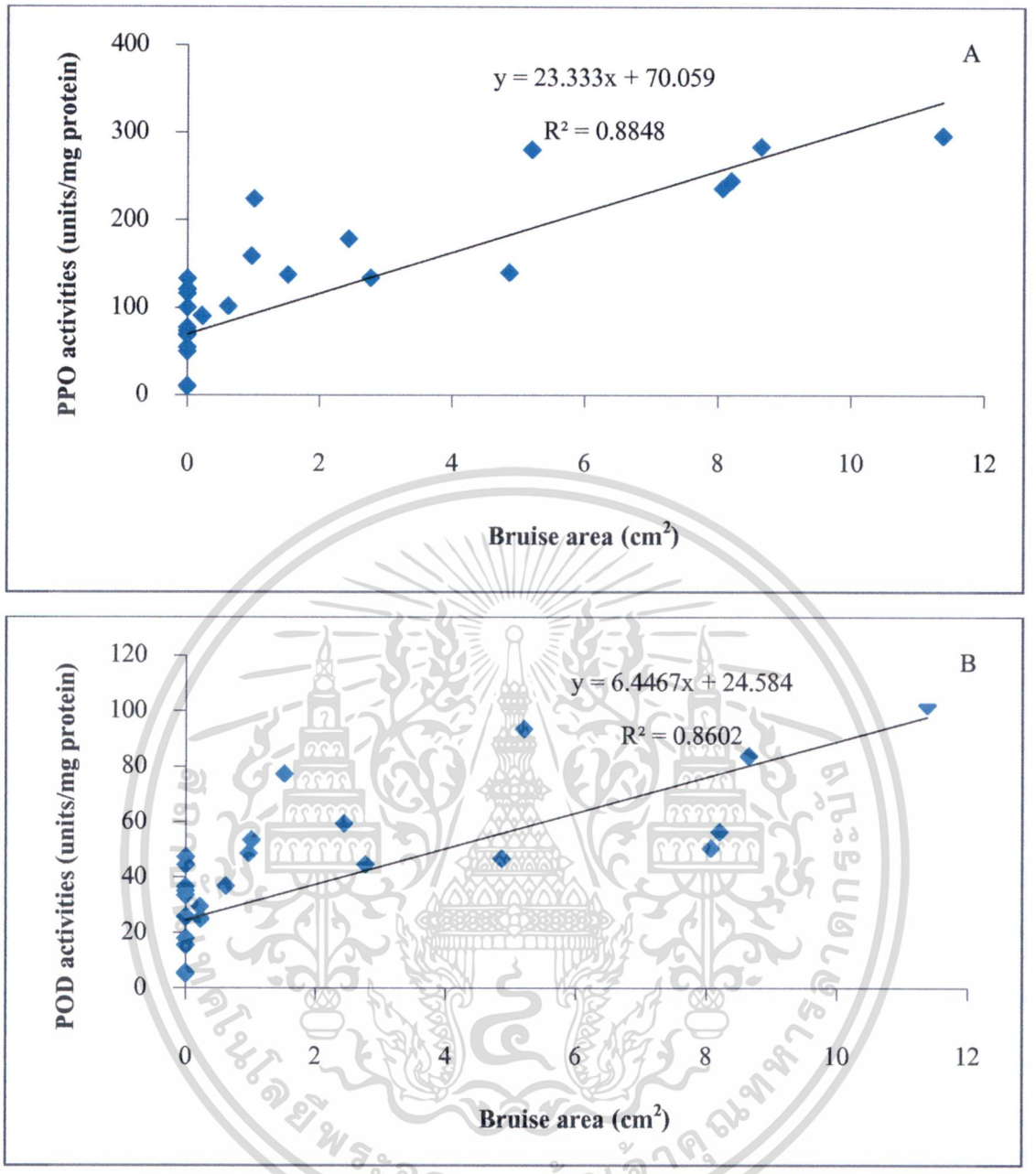
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



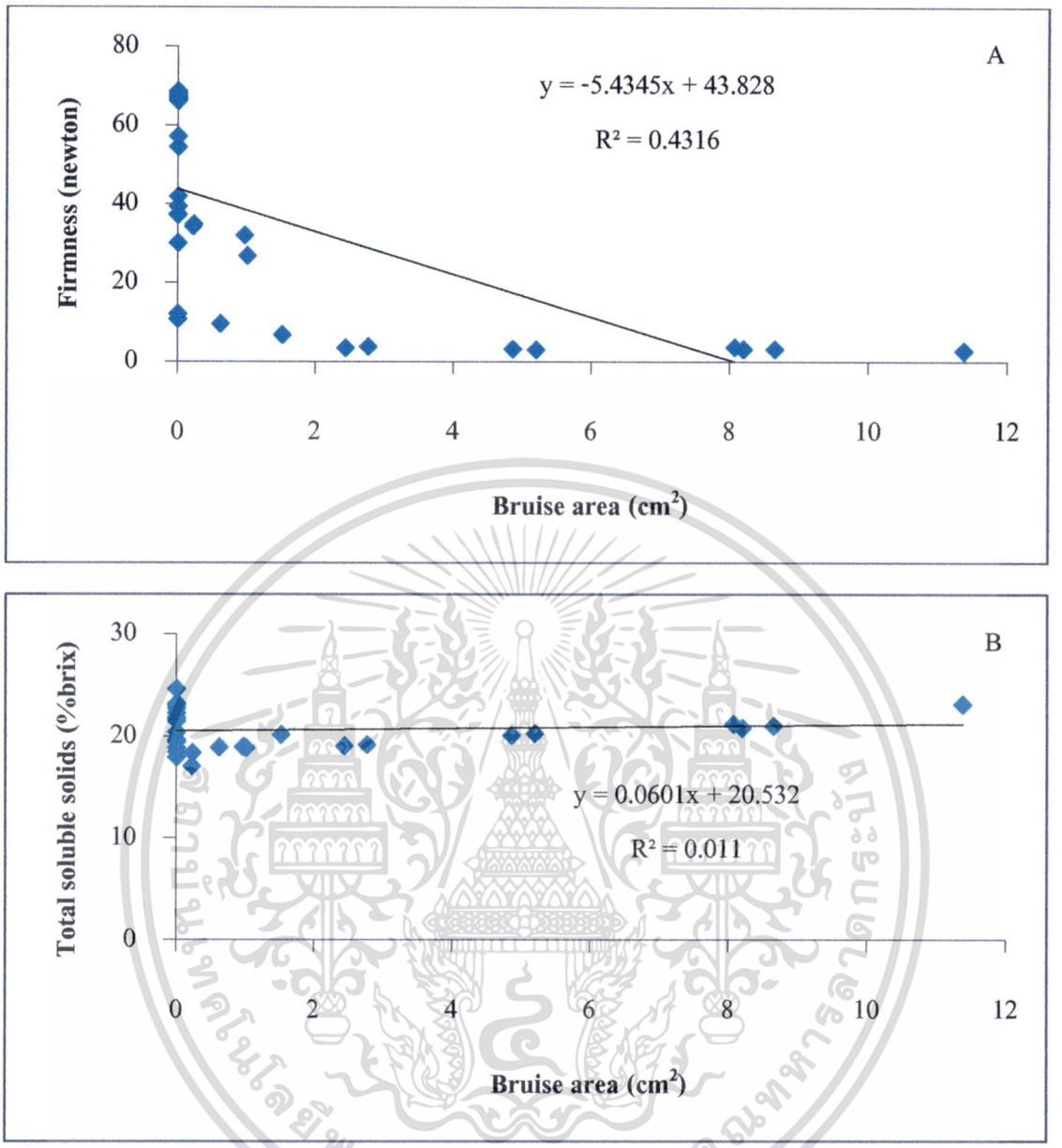
ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับค่าองศาของสี (A), ความสดของสี (B) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (C) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



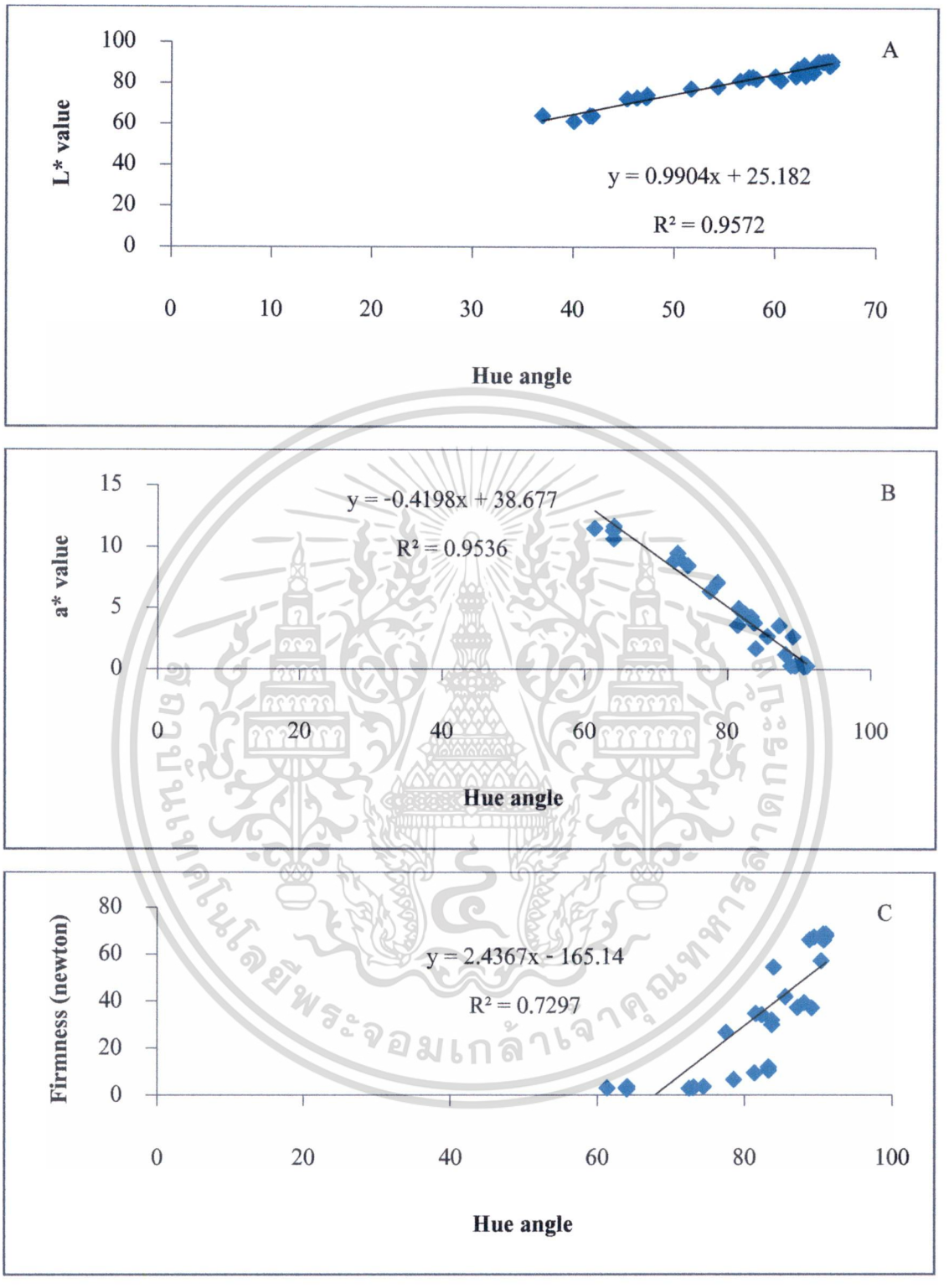
ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (A) และ POD (B) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



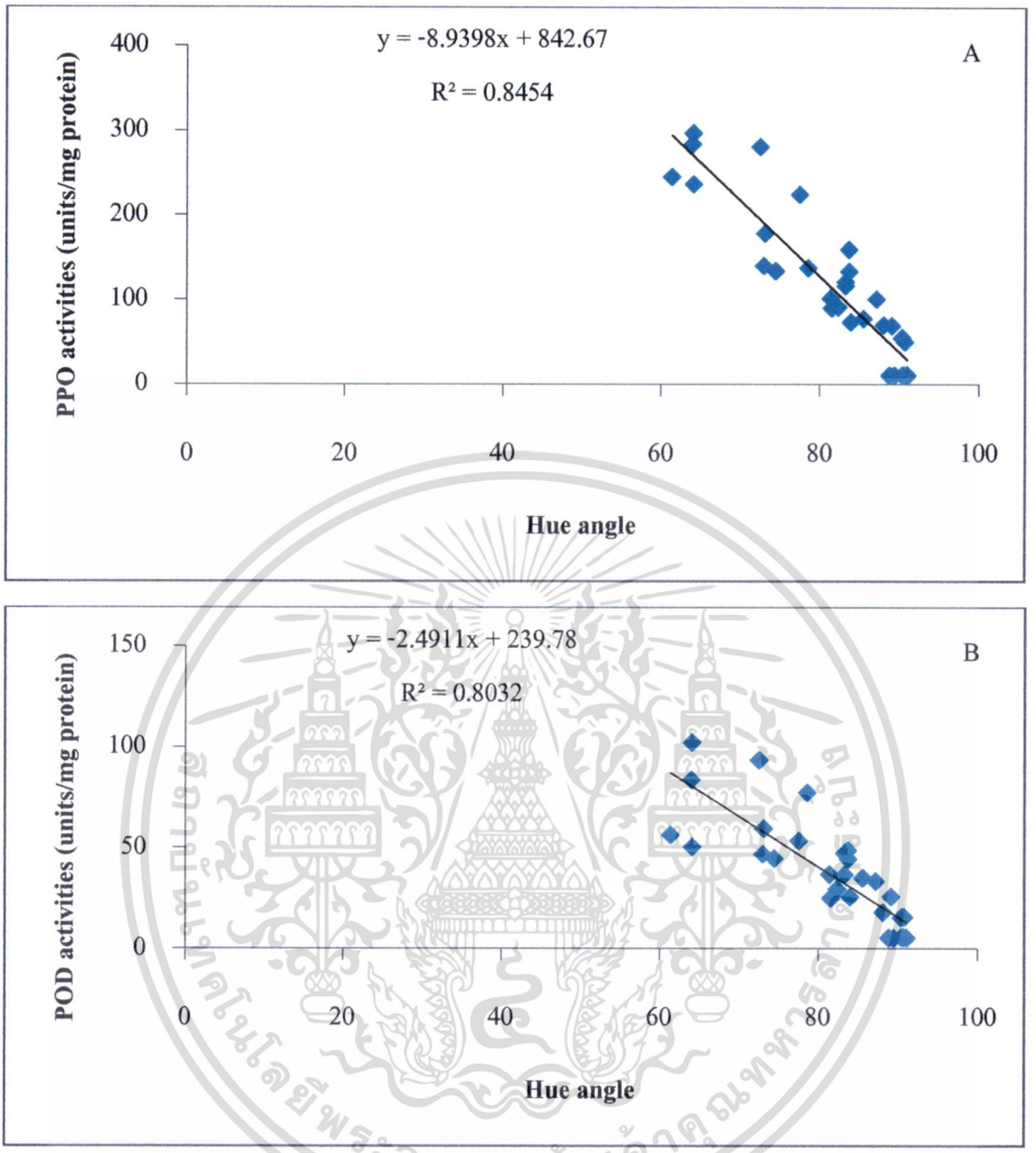
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับความแน่นเนื้อ (A) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (B) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



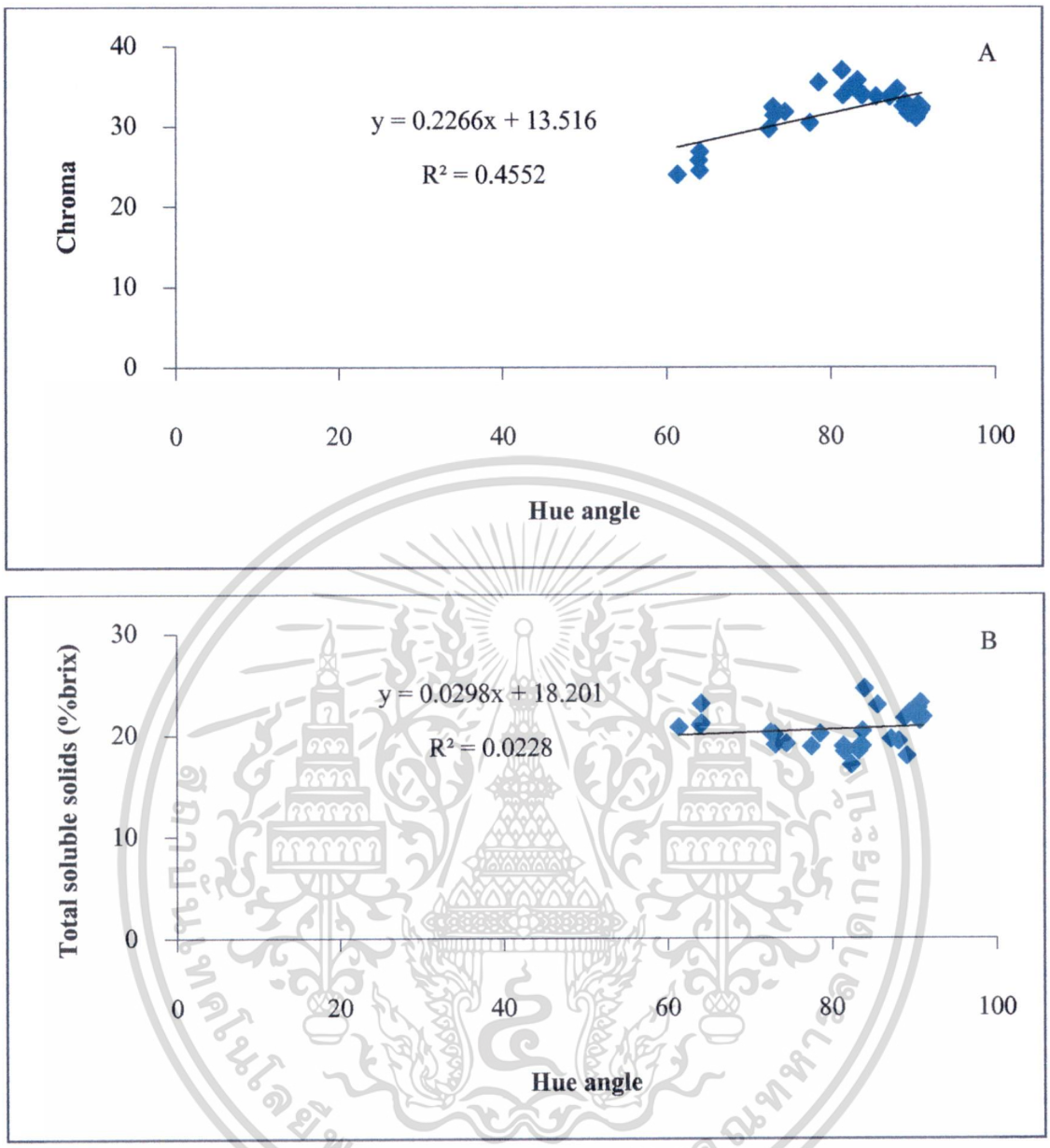
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับค่า L* (A), a* (B) และ ค่าความแน่นเนื้อ (C) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (A) และ POD (B) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับค่าความสดของสี (A) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (B) ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่ 2</u> ศึกษาผลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาลในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค

1. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

1.1 ค่า L*

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า L* ประมาณ 65.93 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า L* ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติซึ่งมีค่าเท่ากับ 62.91, 62.63 และ 62.47 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.47 (ภาพที่ 19A, ตารางภาคผนวกที่ 17)

1.2 ค่า a*

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า a* ประมาณ 0.17 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า a* เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่า a* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.00 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ ขณะที่ชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.47, 2.19 และ 2.46 ตามลำดับ (ภาพที่ 19B, ตารางภาคผนวกที่ 18)

1.3 ค่า b*

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า b* ประมาณ 32.87 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่า b* ลดลงต่ำสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.71, 28.14 และ 28.31 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.22 (ภาพที่ 19C, ตารางภาคผนวกที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

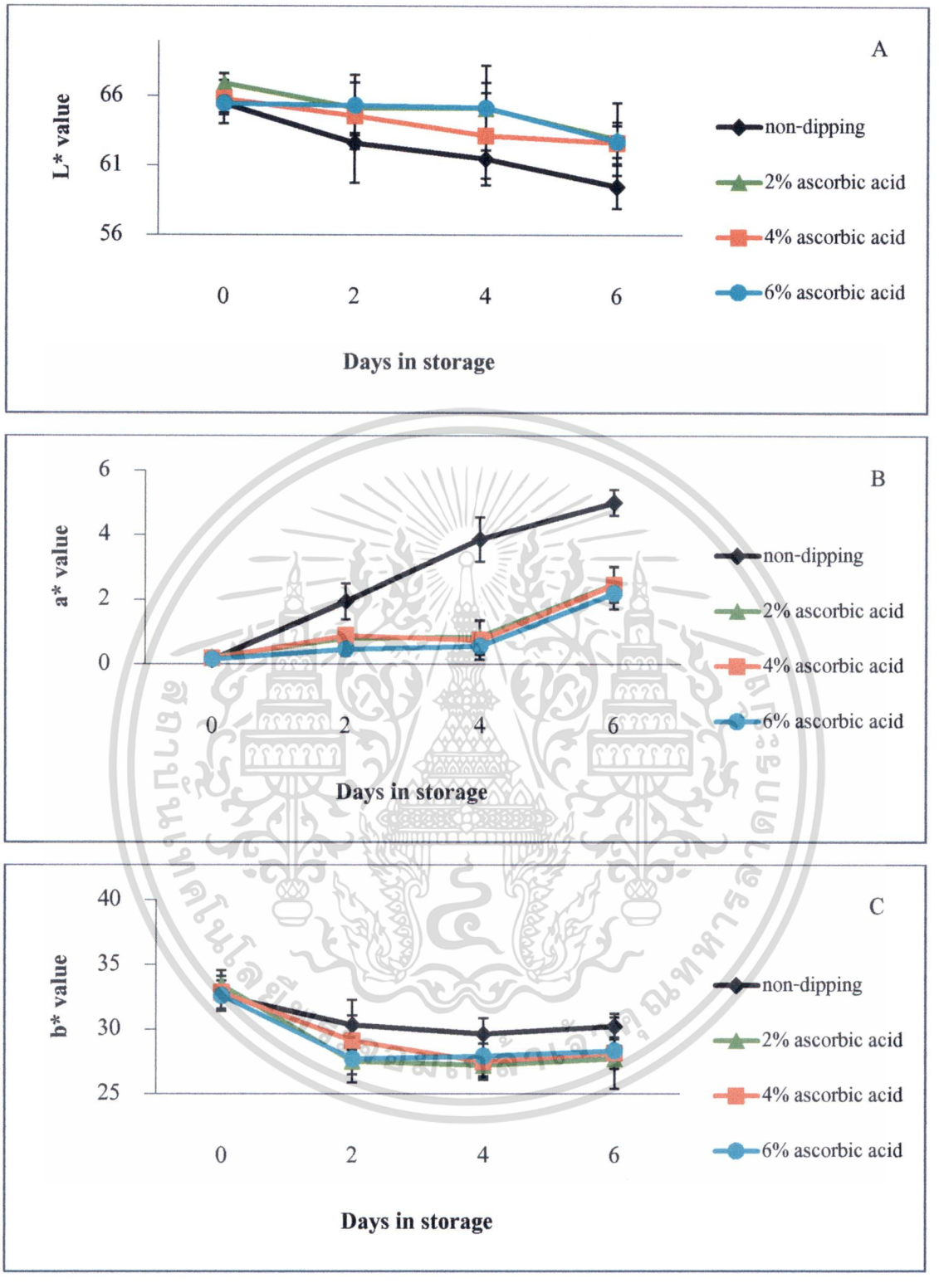
1.4 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสี (hue angle)

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดมีค่าองศาของสีประมาณ 89.33 องศา (สีเขียวอมเหลือง) และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าองศาของสีลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าองศาของสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 84.90, 85.90 และ 85.61 องศา ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 80.61 องศา (ภาพที่ 20A, ตารางภาคผนวกที่ 20)

1.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสี

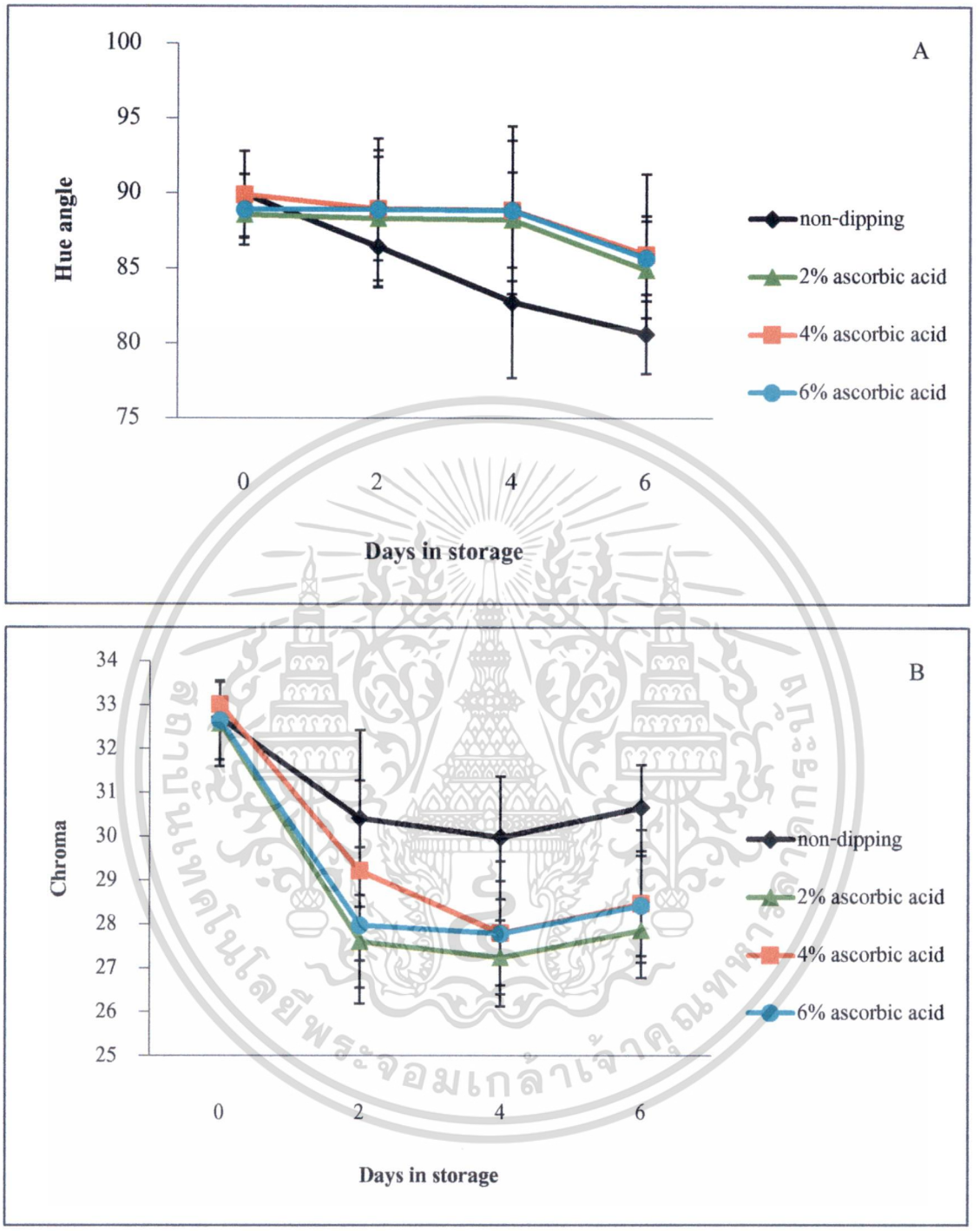
วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความสดของสีประมาณ 32.74 และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความสดของสีลดลงต่ำสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่าความสดของสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.86, 28.47 และ 28.42 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.66 (ภาพที่ 20B, ตารางภาคผนวกที่ 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของสีเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสี (A) และค่าความสดของสี (B) ของสีเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

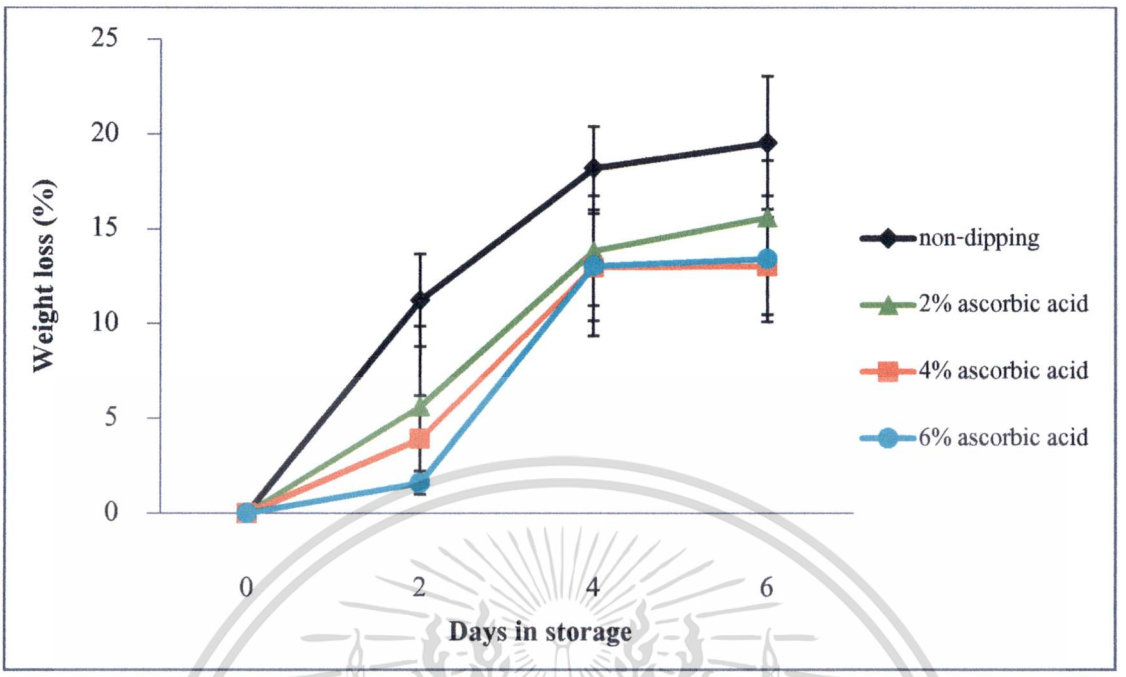
2. การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19.54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ ขณะที่ชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.61, 13.03 และ 13.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 21, ตารางภาคผนวกที่ 22)

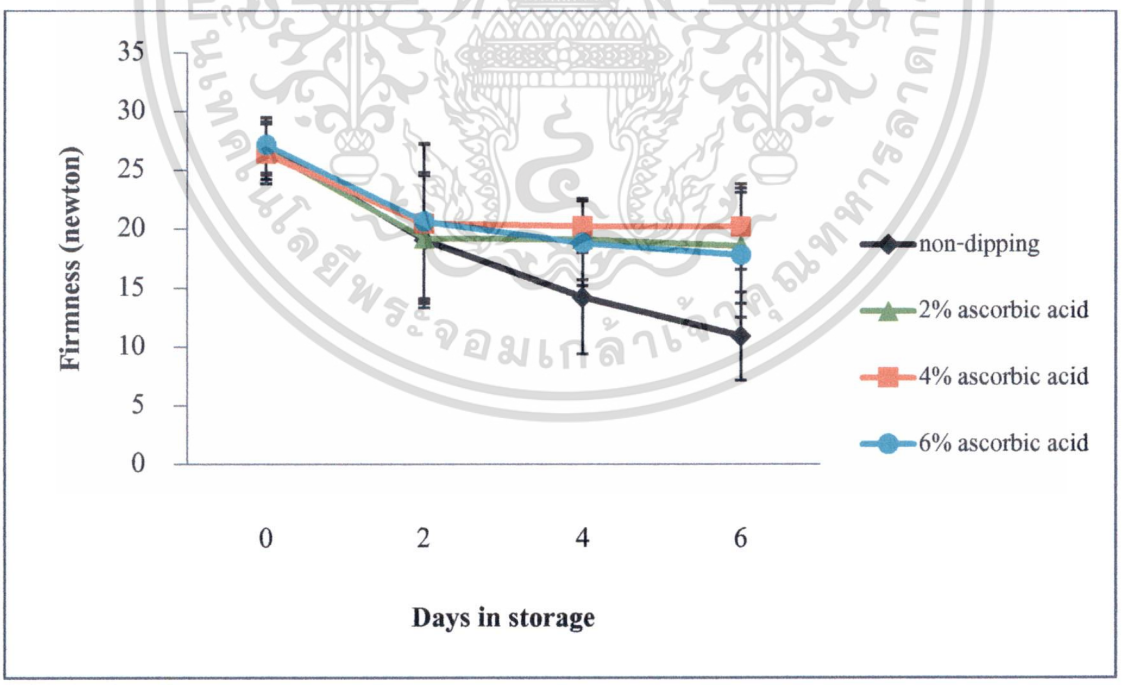
3. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความแน่นเนื้อประมาณ 26.82 นิวตัน และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความแน่นเนื้อลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยพบว่าชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.60, 20.21 และ 17.83 นิวตัน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.91 นิวตัน (ภาพที่ 22, ตารางภาคผนวกที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดในผลละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

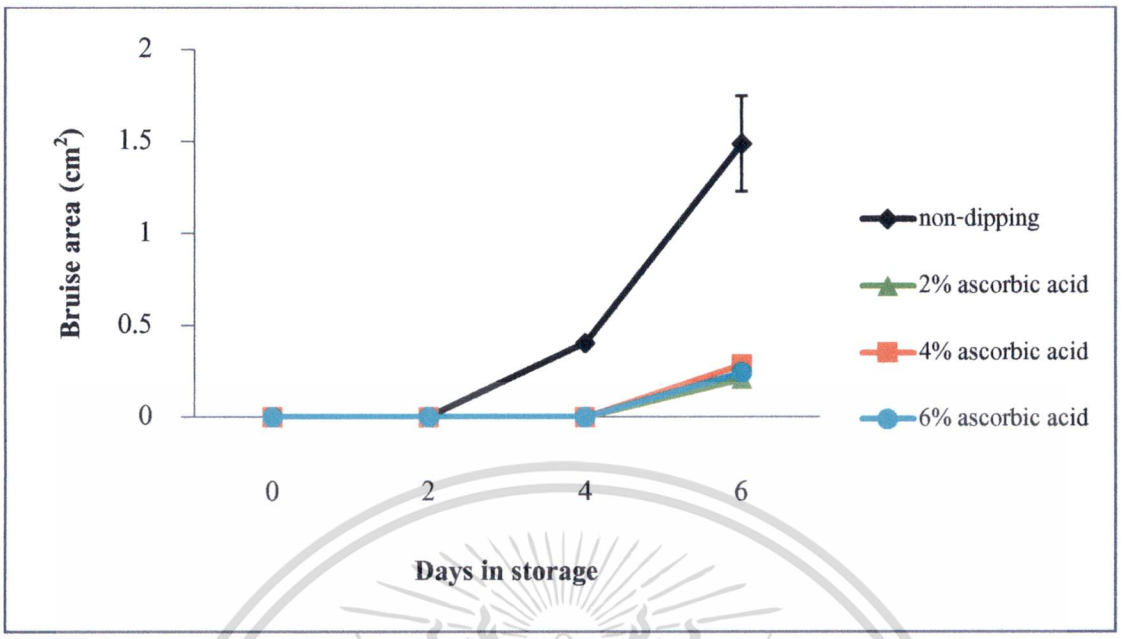
4. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำ

ชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีพื้นที่การเกิดรอยช้ำสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และพบว่าชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีพื้นที่การเกิดรอยช้ำมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.49 ตารางเซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ ขณะที่ชิ้นละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การเกิดรอยช้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.21, 0.29 และ 0.24 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 23, ตารางภาคผนวกที่ 24)

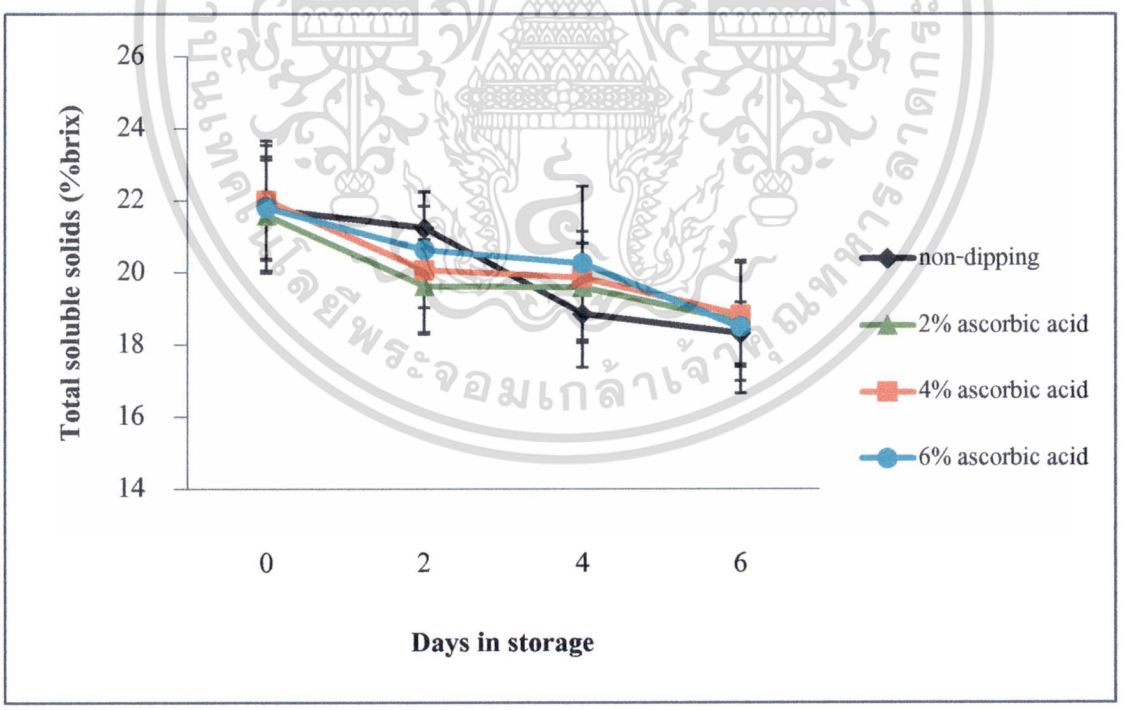
5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำประมาณ 21.79 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.33, 18.67, 18.83 และ 18.50 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในทรีตเมนต์ที่ไม่ได้แช่และที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 24, ตารางภาคผนวกที่ 25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

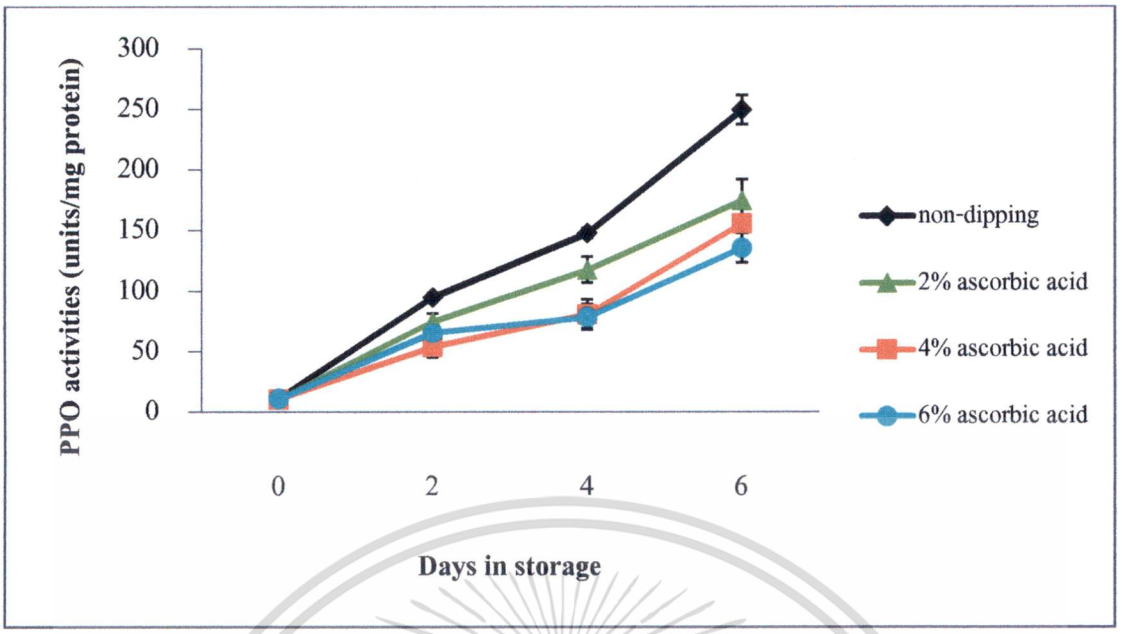
6. การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ประมาณ 10.57 units/mg protein และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO มากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 249.65 units/mg protein และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 155.82 และ 135.63 units/mg protein ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ และที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 25, ตารางภาคผนวกที่ 26)

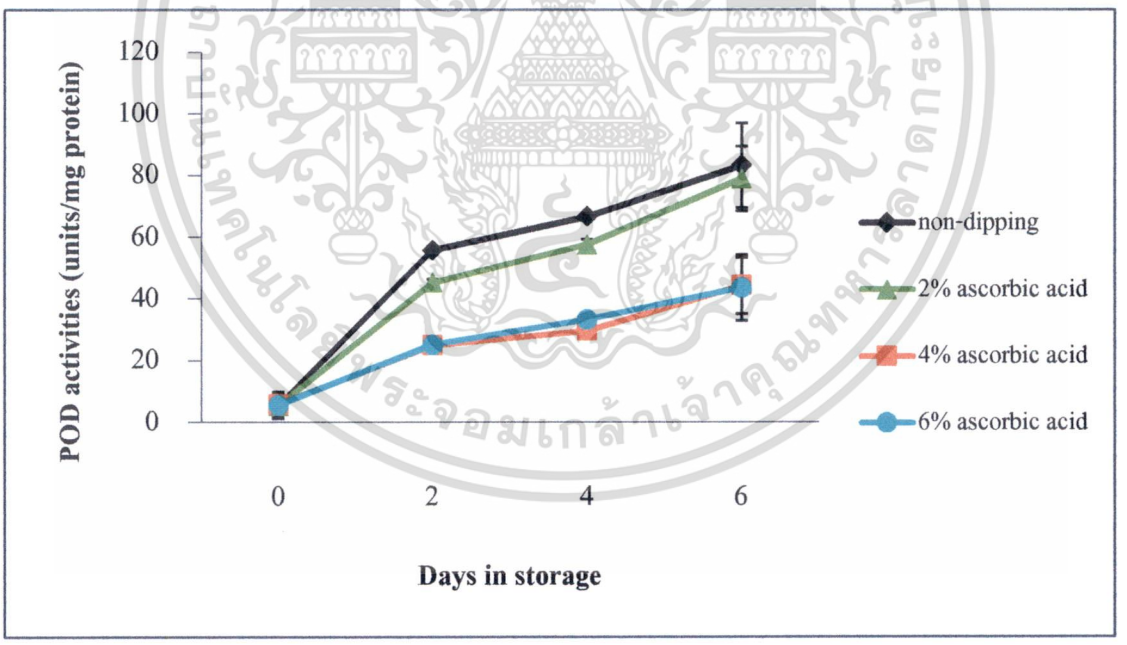
7. การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD

วันแรกของการทดลอง พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD ประมาณ 5.49 units/mg protein และระหว่างการเก็บรักษา พบว่าชิ้นละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีกิจกรรมของเอนไซม์ POD มากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 83.26 units/mg protein และพบว่าผลละมุดที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ POD ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 44.39 และ 43.65 units/mg protein ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดที่ไม่ได้แช่ และที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 26, ตารางภาคผนวกที่ 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาล กับดัชนีชี้วัดต่างๆ ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภค

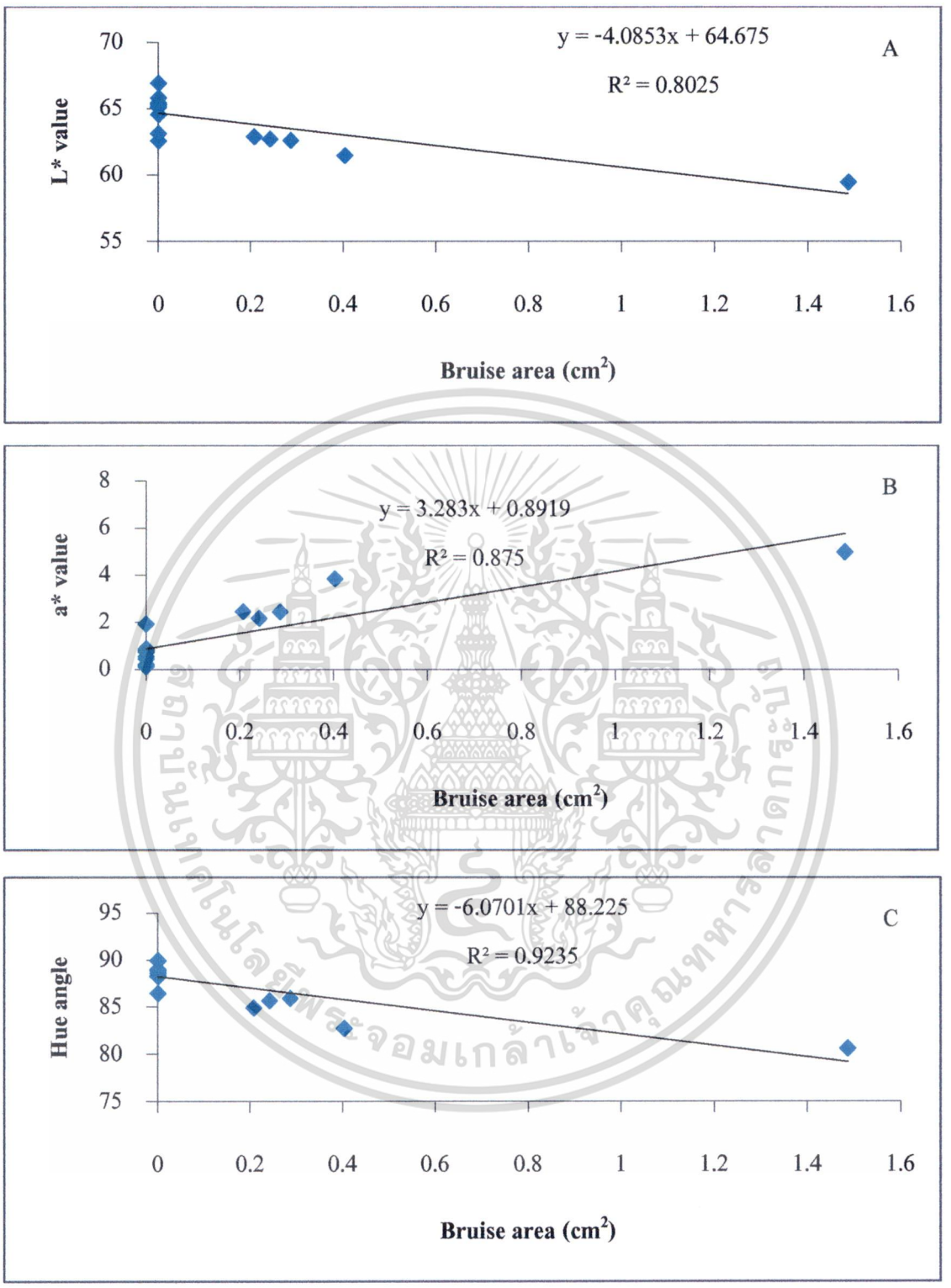
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการช้ำและการเกิดอาการสีน้ำตาล กับดัชนีชี้วัดต่างๆ ในผลละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคได้แสดงในตารางที่ 2 พบว่าพื้นที่การเกิดรอยช้ำมีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* a* และค่าองศาของสี (ภาพที่ 27A-C) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (ภาพที่ 28A และ 28B) และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD (ภาพที่ 29A และ 29B) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.80, 0.88, 0.92, 0.81, 0.70, 0.89 และ 0.85 ตามลำดับ แต่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับการเปลี่ยนแปลงค่า b* ค่าความสดของสี และค่าความแน่นเนื้อ (ภาพที่ 30A-C) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.14, 0.13 และ 0.39 ตามลำดับ

สำหรับการเกิดสีน้ำตาลโดยประเมินจากค่าองศาของสี พบว่ามีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* (ภาพที่ 31A และ 31B) พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD (ภาพที่ 32A-C) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.97, 0.99, 0.92, 0.74, 0.81 และ 0.84 ตามลำดับ แต่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับการเปลี่ยนแปลงค่า b* ค่าความสดของสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (ภาพที่ 33A-C) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.39, 0.36 และ 0.55 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

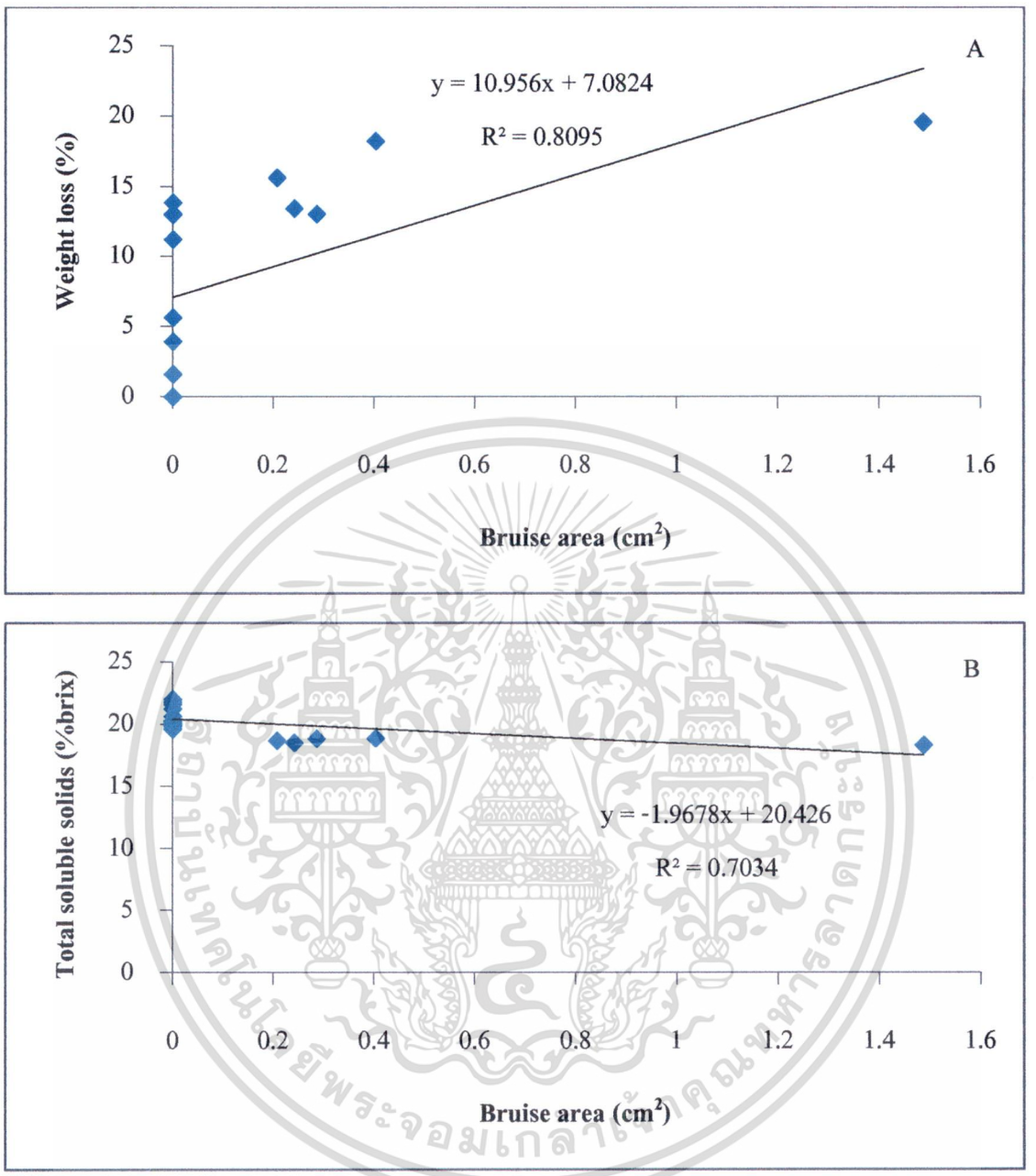
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาในชิ้นละมุดพันธ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

	L*	a*	b*	Hue angle	Chroma	Weight loss	Firmness	Bruise area	TSS	PPO	POD
L*	-	0.99	0.57	0.97	0.55	0.83	0.82	0.80	0.98	0.97	0.99
a*	0.99	-	0.46	0.99	0.43	0.77	0.83	0.88	0.94	0.99	0.97
b*	0.57	0.46	-	0.39	1.00	0.69	0.92	0.14	0.68	0.43	0.62
Hue angle	0.97	0.99	0.39	-	0.36	0.74	0.67	0.92	0.55	0.81	0.84
Chroma	0.55	0.43	1.00	0.36	-	0.68	0.91	0.13	0.66	0.40	0.60
Weight loss	0.83	0.77	0.69	0.74	0.68	-	0.86	0.81	0.90	0.81	0.81
Firmness	0.82	0.83	0.92	0.67	0.91	0.86	-	0.39	0.90	0.80	0.86
Bruise area	0.80	0.88	0.14	0.92	0.13	0.81	0.39	-	0.70	0.89	0.85
TSS	0.98	0.94	0.68	0.55	0.66	0.90	0.90	0.70	-	0.53	0.48
PPO	0.97	0.99	0.43	0.81	0.40	0.81	0.80	0.89	0.53	-	0.94
POD	0.99	0.97	0.62	0.84	0.60	0.82	0.86	0.85	0.48	0.94	-



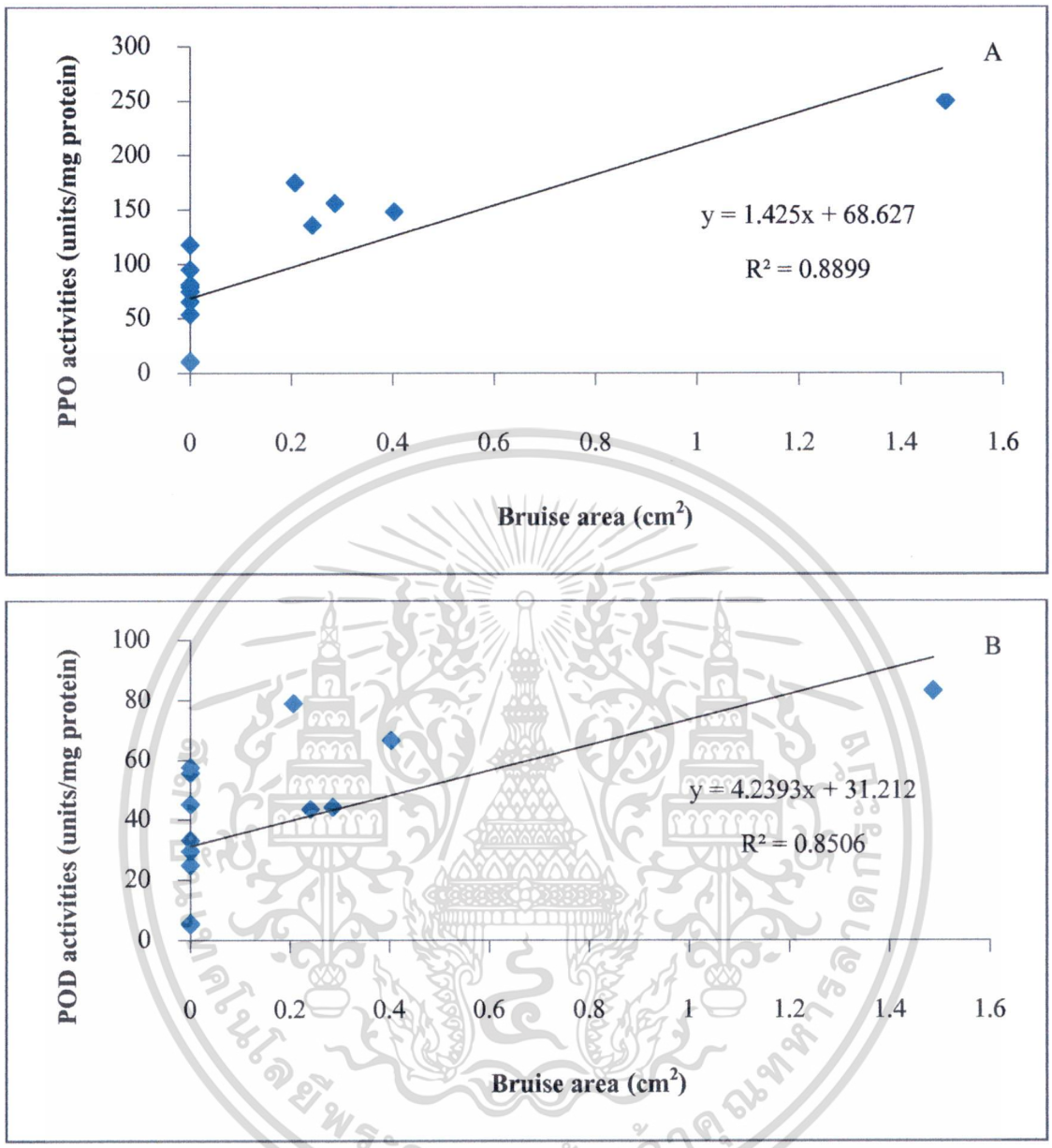
ภาพที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* (A), a* (B) และ ค่าองศาของสี (C) ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



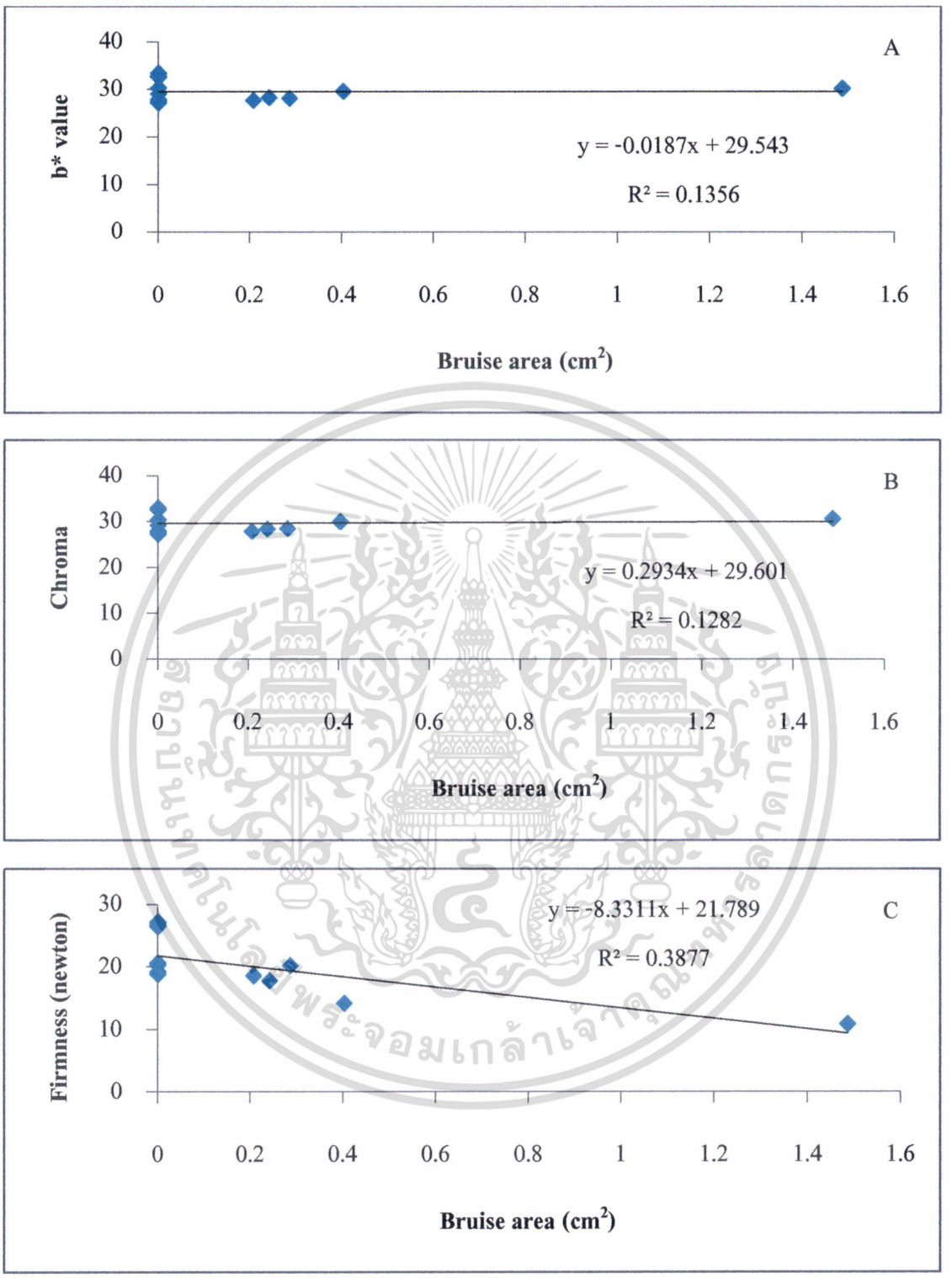
ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (A) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (B) ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



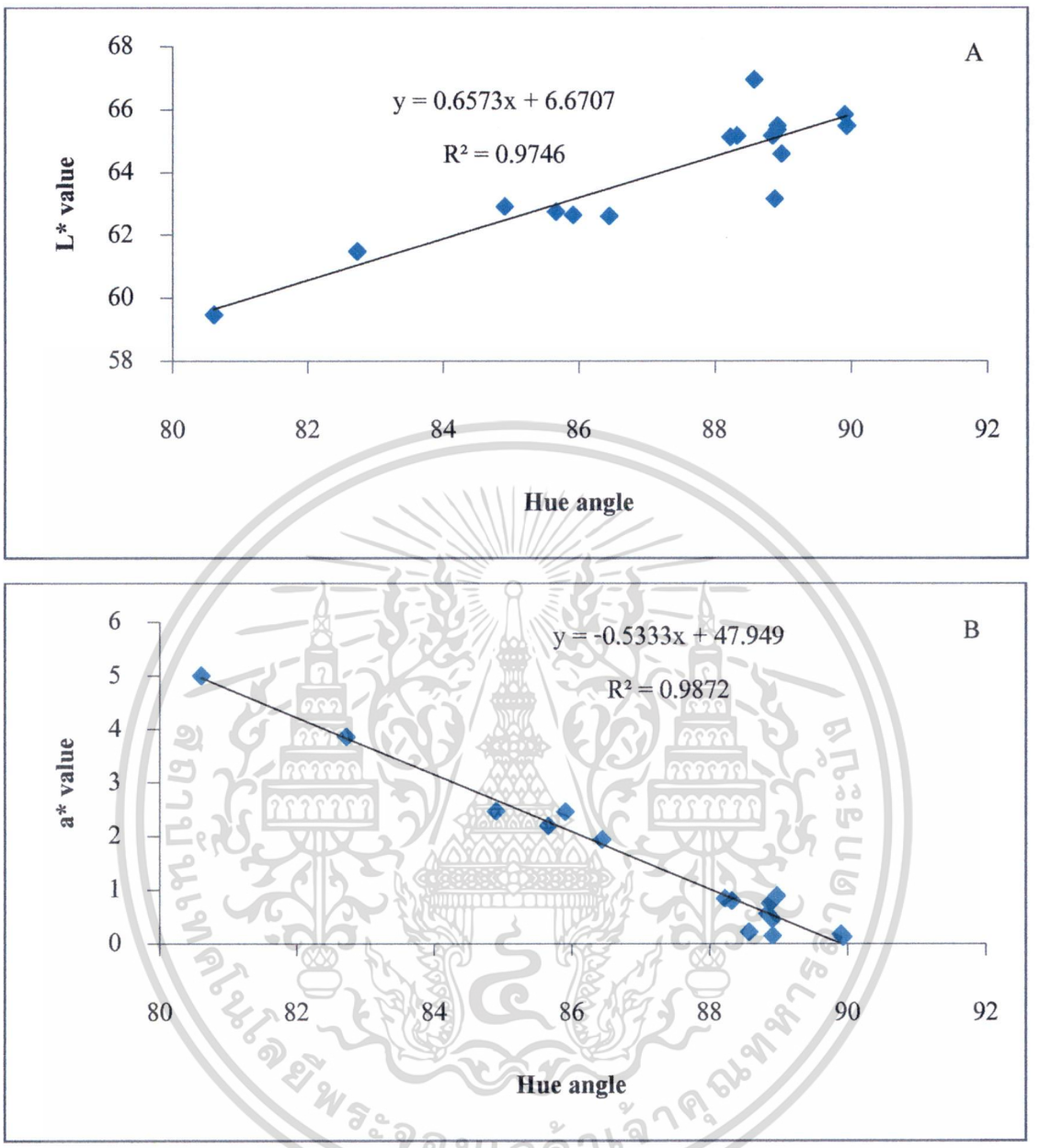
ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (A) และ POD (B) ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



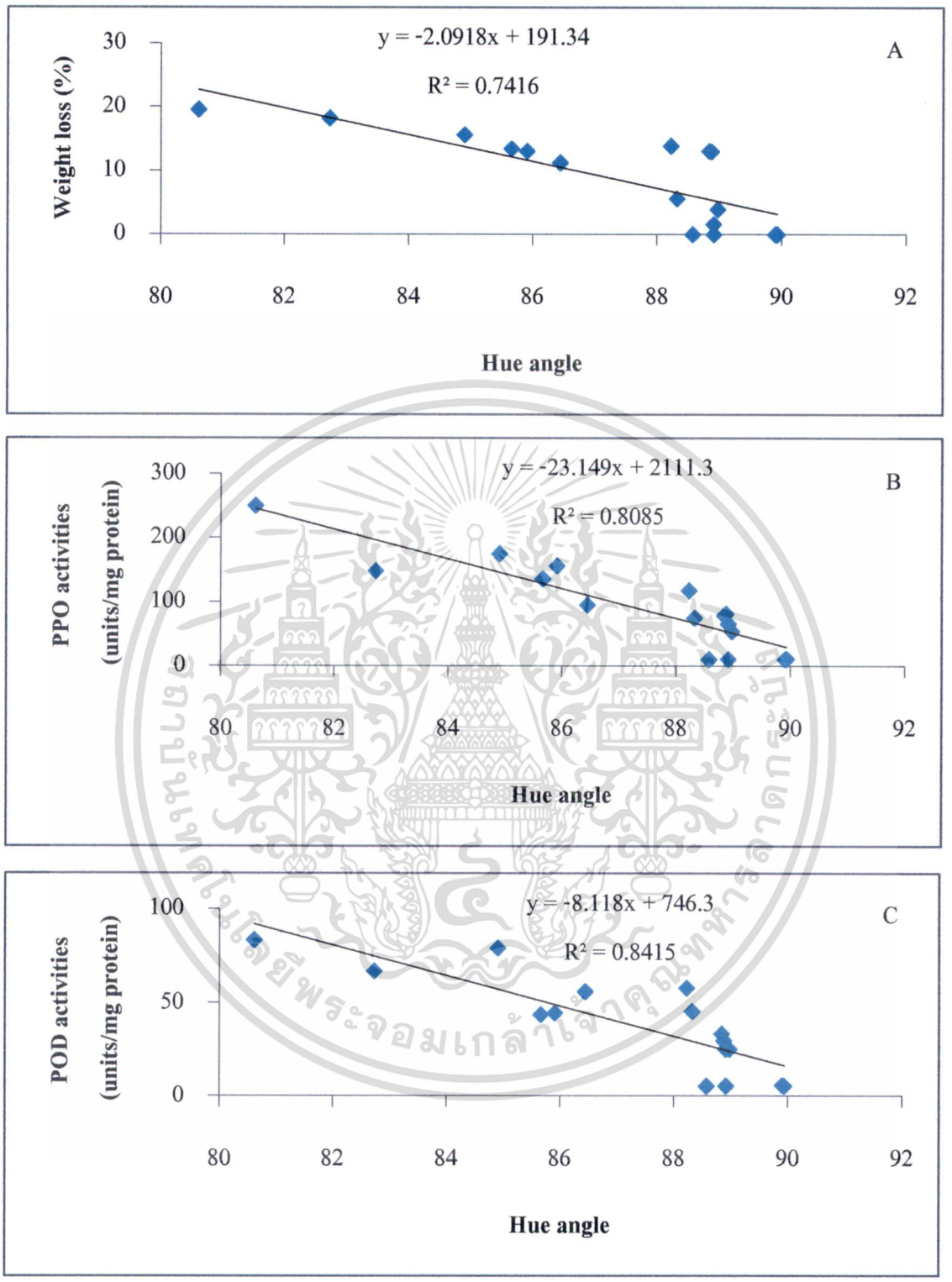
ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดรอยช้ำกับการเปลี่ยนแปลงค่า b* (A) ค่าความสดของสี (B) และ ค่าความแน่นเนื้อ (C) ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



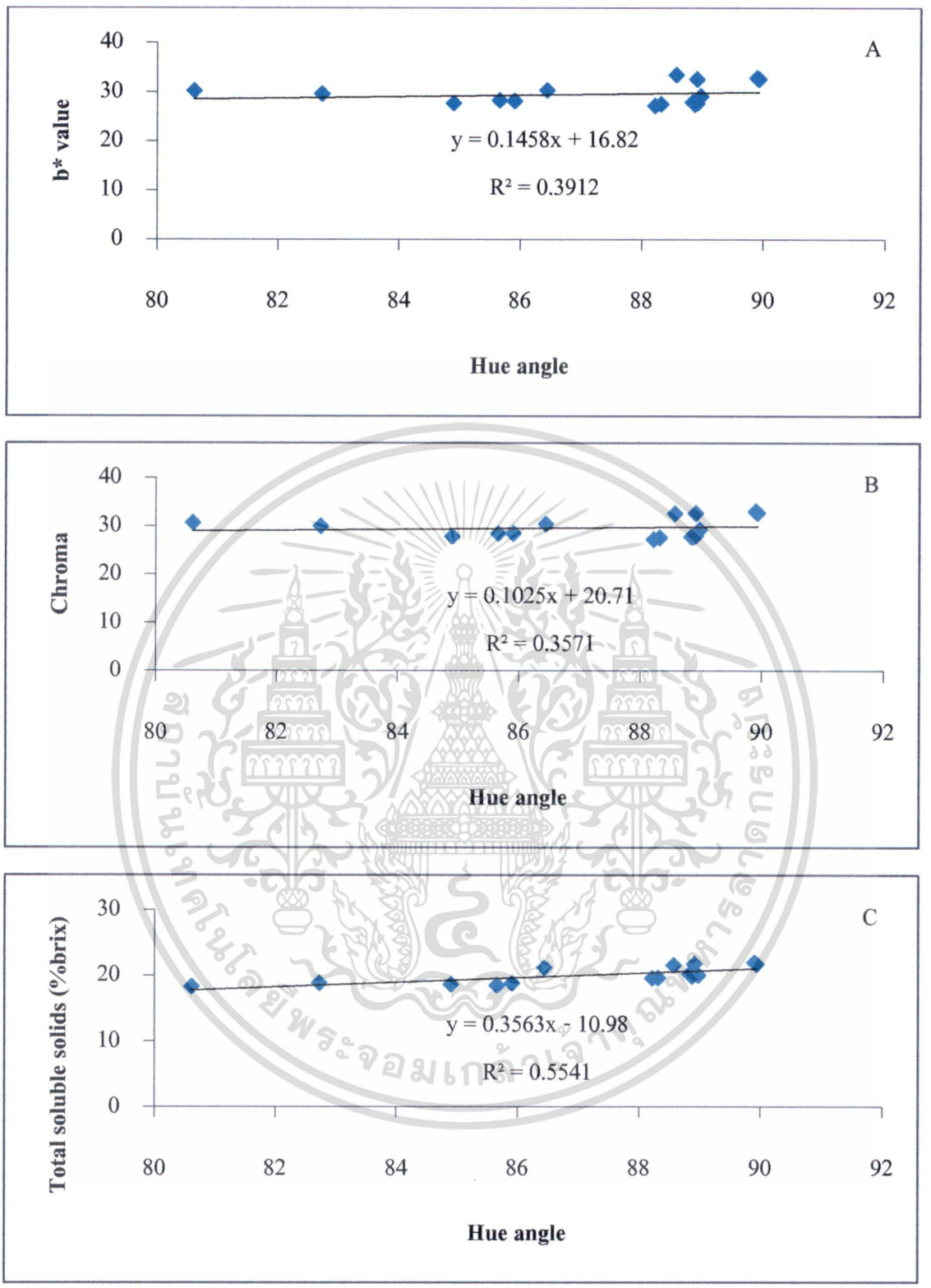
ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* (A) และ a* (B) ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (A) กิจกรรมของเอนไซม์ PPO (B) และ POD (C) ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าองศาของสีกับการเปลี่ยนแปลงค่า b* (A) ค่าความสดของสี (B) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (C)ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ในผลละมุดทั้งผล และในชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภค

1. ค่า L*

ชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่า L* เท่ากับ 59.5 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีค่า L* เท่ากับ 47.7 และแตกต่างกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่า L* เท่ากับ 62.9, 62.6 และ 62.5 ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า L* เท่ากับ 60.0, 60.5 และ 58.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

2. ค่า a*

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่า a* ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีค่า a* เท่ากับ 6.3 และ 5.0 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า a* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่า a* เท่ากับ 3.8, 5.0 และ 4.6 ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า a* เท่ากับ 2.5, 2.5 และ 2.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3. ค่า b*

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่า b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีค่า b* เท่ากับ 33.8 และ 30.2 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่า b* เท่ากับ 33.8, 34.6 และ 34.0 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า b* เท่ากับ 27.7, 28.1 และ 28.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่าองศาของสี

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่าองศาของสีไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีค่าองศาของสีเท่ากับ 77.5 และ 80.6 องศา ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าองศาของสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าองศาของสีเท่ากับ 84.9, 85.9 และ 85.6 องศา ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าองศาของสีเท่ากับ 83.7, 81.5 และ 82.3 องศา ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

5. ค่าความสดของสี

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่าความสดของสีไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีค่าความสดของสีเท่ากับ 30.4 และ 30.7 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสดของสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความสดของสีเท่ากับ 34.1, 33.9 และ 34.9 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความสดของสีเท่ากับ 27.9, 28.5 และ 28.4 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าสี (L*, a* และ b*) ค่าองศาของสี และค่าความสดของสี ในผลละมุดทั้งผลและชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส

Treatments	L* value		a* value		b* value		Hue angle		Chroma	
	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut
non-dipping	47.7±3.5Bb[1/]	59.5±1.6Ab[1/]	6.3±2.7Aa[1/]	5.0±0.4Aa[1/]	33.8±1.5Aa[1/]	30.2±1.0Aa[1/]	77.5±4.3Ab[1/]	80.6±2.8Ab[1/]	30.4±1.8Ab[1/]	30.7±1.0Aa[1/]
2% ascorbic acid	60.0±1.9Aa	62.9±2.6Aa	3.8±3.1Ab	2.5±0.5Ab	33.8±1.8Aa	27.7±0.8Bb	83.7±5.1Aa	84.9±3.2Aa	34.1±1.9Aa	27.9±0.7Bb
4% ascorbic acid	60.5±2.2Aa	62.6±1.5Aa	5.0±2.1Ab	2.5±0.6Ab	34.6±1.7Aa	28.1±2.8Bb	81.5±3.7Aa	85.9±5.4Aa	33.9±1.7Aa	28.5±1.7Bb
6% ascorbic acid	58.1±3.3Aa	62.5±1.2Aa	4.6±4.3Ab	2.2±0.5Ab	34.0±1.2Aa	28.3±1.1Bb	82.3±6.7Aa	85.6±2.8Aa	34.9±1.7Aa	28.4±1.1Bb
F-test	*		*		*		*		*	
% C.V.	5.11		4.21		5.88		4.53		5.48	

หมายเหตุ

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1/ คือ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกันในแนวนอน และตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ เปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

6. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 19.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 12.3 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 15.6, 13.0 และ 13.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 9.2, 8.8 และ 9.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

7. ความแน่นเนื้อ

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 26.9 นิวตัน ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 10.9 นิวตัน และแตกต่างกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 32.1, 34.8 และ 34.3 นิวตัน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 18.6, 20.2 และ 17.8 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

8. พื้นที่การเกิดรอยช้ำ

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่าพื้นที่การเกิดรอยช้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีพื้นที่การเกิดรอยช้ำเท่ากับ 1.0 และ 1.5 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีพื้นที่การเกิดรอยช้ำเท่ากับ 0.2 และ 0.2 ตารางเซนติเมตร และไม่แตกต่างทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพื้นที่การเกิดรอยช้ำเท่ากับ 0.3 และ 0.2 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ปริมาณของที่ละลายได้ในน้ำ

ผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีปริมาณของที่ละลายได้ในน้ำเท่ากับ 18.9 และ 18.3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของที่ละลายได้ในน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณของที่ละลายได้ในน้ำเท่ากับ 19.0, 18.4 และ 17.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ และไม่แตกต่างกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณของที่ละลายได้ในน้ำเท่ากับ 18.7, 18.8 และ 18.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

10. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO

ชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 249.7 unit/mg protein ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 224.6 unit/mg protein และแตกต่างกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 174.8, 155.8 และ 135.6 unit/mg protein ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 159.2, 90.3 และ 91.0 unit/mg protein (ตารางที่ 4)

11. กิจกรรมของเอนไซม์ POD

ชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เท่ากับ 83.3 unit/mg protein ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 53.5 unit/mg protein และแตกต่างกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก และพบว่าชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีกิจกรรมของเอนไซม์ POD เท่ากับ 79.0, 44.4 และ 43.7 unit/mg protein ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลละมุดทั้งผลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 48.7, 25.0 และ 29.4 unit/mg protein (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ในผลละมุดทั้งผลและชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส

Treatments	Weight loss (%)		Firmness (newton)		Bruise area (cm^2)		TSS (% brix)		PPO activities (units/mg protein)		POD activities (units/mg protein)	
	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut	whole fruit	fresh cut
non-dipping	12.3±3.4Ba[1/]	19.5±3.5Aa[1/]	26.9±3.6Ab[1/]	10.9±3.7Bb[1/]	1.0±0.4Aa[1/]	1.5±0.3Aa[1/]	18.9±2.2	18.3±0.9	224.6±2.2Ba[1/]	249.7±12.0Aa[1/]	53.5±2.3Ba[1/]	83.3±10.4Aa[1/]
2% ascorbic acid	9.2±3.4Bb	15.6±3.0Ab	32.1±5.6Aa	18.6±4.9Ba	1.0±0.0Aa	0.2±0.1Bb	19.0±3.0	18.7±1.7	159.2±7.4Bb	174.8±17.5Ab	48.7±4.3Bb	79.0±13.8Ab
4% ascorbic acid	8.8±4.6Bb	13.0±2.6Ab	34.8±6.0Aa	20.2±3.7Ba	0.2±0.1Ab	0.3±0.0Ab	18.4±2.9	18.8±1.5	90.3±1.4Bc	155.8±14.7Ac	25.0±3.7Bc	44.4±9.1Ac
6% ascorbic acid	9.4±2.7Bb	13.4±3.3Ab	34.3±4.4Aa	17.8±5.3Ba	0.2±0.0Ab	0.2±0.0Ab	17.1±1.7	18.5±1.8	91.0±1.8Bc	135.6±12.3Ac	29.4±4.2Bc	43.7±10.4Ac
F-test	*		*		*		ns		*		*	
% C.V.	6.56		19.45		10.49		6.14		7.16		7.37	

หมายเหตุ

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกันในแนวนอน และตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่าการแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 4 วัน โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) การเกิดสีน้ำตาล (โดยดูจากค่าองศาของสี) ความสดของสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าการที่ไม่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และพบว่าผลละมุดที่ไม่ได้แช่ และที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (15±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) การเกิดสีน้ำตาล (โดยดูจากค่าองศาของสี) ความสดของสี ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าทุกทรีตเมนต์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 6 วัน ซึ่งการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าการที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกันกับชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลา 6 วัน พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 6 วัน โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) การเกิดสีน้ำตาล (ค่าองศาของสี) ความสดของสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

การแช่ผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดที่ตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ อาจเนื่องมาจากกรดแอสคอร์บิกเป็นสารที่มีคุณสมบัติปานกลางในการรีดิวซ์สารอื่นๆ เช่น รีดิวซ์ควิโนนกลับไปเป็น diphenol ซึ่งจะทำให้ควิโนนไม่สามารถรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า melanin ขณะที่ตัวกรดแอสคอร์บิกเองจะถูกออกซิไดส์ไปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (dehydroascorbic acid; DHA) และไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นกรดแอสคอร์บิกได้ ดังนั้นเมื่อกรดแอสคอร์บิกที่ให้จากภายนอกทำปฏิกิริยาจนหมด การเกิดสีน้ำตาลก็จะปรากฏขึ้น (Saper, G.M.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

et al. 1989) และเนื่องจากผลละมุดเป็นไม้ผลเขตร้อน การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำเกินไปอาจทำให้ผลละมุดแสดงอาการสะท้านหนาว (อาการสีน้ำตาล) ได้ และในการทดลองครั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา คือ 15±2 องศาเซลเซียส ส่งผลให้สามารถลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ การสุกแก่ของผลิตผล อัตราการหายใจ (ดนัย บุณยเกียรติ. 2549) กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพที่อุณภูมิห้อง ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้องสามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ (Farber, J.N. *et al.* 2003) ซึ่งการให้สารละลายกรดแอสคอร์บิกจากภายนอกสามารถชดเชยกรดแอสคอร์บิกที่ถูกออกซิไดซ์ไปเป็น DHA สำหรับการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกในผักและผลไม้ พบว่าเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ ascorbic oxidase และในผักและผลไม้บางชนิด เช่น ส้ม ส้มโอ มะนาว และถั่วเขียว พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ POD ร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าการให้สารละลายกรดจากภายนอกสามารถชะลอการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก ซึ่งสามารถรักษาสภาพความเป็นกรด ส่งผลให้ชะลอปฏิกิริยาออกซิไดส์กรดแอสคอร์บิกไปเป็น DHA (Savas, K.B. *et al.* 2005) เช่น การทดลองของ Xialin and Shiping (2006) โดยแช่ผลลิ้นจี่ในกรดออกซาลิกความเข้มข้น 4 มิลลิโมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน พบว่าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล ลดการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก และกิจกรรมของเอนไซม์ POD และการทดลองของ Zisheng, L. *et al.* (2012) แช่หน่อไม้ในสารละลายกรดซาลิกไซลิกความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 วัน พบว่าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล การสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก กิจกรรมของเอนไซม์ PPO, POD และ PAL นอกจากนี้ยังพบว่าการให้สารละลายกรดจากภายนอกสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่ม และการเกิดรอยช้ำที่ผิวผล อาจเนื่องมาจากสามารถรักษาสภาพความเป็นกรดของกรดกาแลคทูโรนิค (galacturonic acid) ส่งผลให้สามารถชะลอการย่อยสลายของผนังเซลล์ทำให้ผนังเซลล์คงความแข็งแรงอยู่ได้ จึงสามารถชะลอการอ่อนนุ่มของผลผลิต (Ming, J.L. *et al.* 2008) และเมื่อผนังเซลล์ยังคงความแข็งแรงจะช่วยชะลอการแตกของเซลล์ ซึ่งสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตโดยชะลอการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ และสามารถชะลอการเกิดรอยช้ำที่ผิวผลจากการที่เซลล์เกิดรอยแตก (Jeremy, A.R. *et al.* 2002) เช่น ผลการทดลองของ Sakimin, S.Z. *et al.* (2013) แช่ผลมะม่วงสุกในสารละลายกรดแอบไซซิก (abscisic acid; ABA) ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน พบว่าสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่ม และกิจกรรมของเอนไซม์ polygalacturonase (PG) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ แม้กระทั่งในชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภค ซึ่งการที่ผลไม้ถูกทำให้เกิดบาดแผล เช่น การปอกเปลือกหรือตัดแต่งพร้อมบริโภค เป็นการกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลมากขึ้น และเมื่อสารประกอบฟีนอลมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนโดยตรงได้มากขึ้นจะเกิดกระบวนการออกซิไดส์ ทำให้เกิดสีน้ำตาลมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นโดยเฉพาะบริเวณที่เกิดบาดแผล ซึ่งการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอกระบวนการออกซิไดส์ของสารประกอบฟีนอล ทำให้สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ และสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากบาดแผล การเสื่อมสภาพของเซลล์ อัตราการหายใจ การสุกแก่ของผลผลิต การสูญเสียน้ำหนัก การอ่อนนุ่ม การเกิดรอยช้ำ การสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้เช่นเดียวกับผลไม้ที่ไม่ได้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Bunsiri, A. *et al.* 2003) เช่น ผลการทดลองของ ประภาพร ด่านแก้ว และ วาริช ศรีละออง (2551) ได้แช่ชิ้นฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล การเกิดรอยช้ำบริเวณรอยตัด การสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่ม และการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองในผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคครั้งนี้ พบว่าความรุนแรงของการช้ำที่เพิ่มมากขึ้นสัมพันธ์กับการลดลงของค่า L* การเพิ่มขึ้นของค่า a* การเกิดสีน้ำตาล (โดยดูจากค่าองศาของสี) กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ซึ่งมีค่า R^2 เท่ากับ 0.82, 0.81, 0.88, 0.89 และ 0.86 ตามลำดับ ขณะที่ความรุนแรงของการเกิดสีน้ำตาล (ดูจากค่าองศาของสี) ที่เพิ่มมากขึ้นสัมพันธ์กับการลดลงของค่า L* การเพิ่มขึ้นของค่า a* พื้นที่การเกิดรอยช้ำ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ซึ่งมีค่า R^2 เท่ากับ 0.97, 0.97, 0.88, 0.83 และ 0.82 ตามลำดับ ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้เกี่ยวข้องกับการทำงานของกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ขณะที่ในพืชบางชนิดพบกิจกรรมของเอนไซม์ POD มีบทบาทร่วมด้วย (Jiang, Y. *et al.*, 2004) การแช่ผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล โดยสามารถชะลอการลดลงของค่าองศาของสี (hue angle) ซึ่งเริ่มทดลองอยู่ในช่วงสีเขียวอมเหลือง (ประมาณ 90.33 องศา) และเมื่อเก็บรักษาผ่านไปเป็นเวลา 6 วัน พบว่าค่าองศาของสีลดลงโดยอยู่ในช่วงของสีเหลืองถึงสีน้ำตาล (ประมาณ 82.50 องศา) สามารถชะลอการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ สิริรัฐ สุดประเสริฐ (2546) ที่ได้ทำการศึกษาการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กล้วยโดยใช้กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำสับปะรด 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำผึ้ง 5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าการเก็บรักษาผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด การอ่อนนุ่ม พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาได้มากกว่า 6 วัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ เบญจมาศ รัตนชินกร และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค ได้แก่ ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง สับปะรด มะม่วง ขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ และพันธุ์มาเลเซีย โดยนำผลไม้ไปบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคทุกชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และวิตามินซี ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส โดยมีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 24 วัน ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการศึกษาทั้งสองการทดลองในครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแช่ผลละมุดทั้งผลและชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส พบว่าการแช่ผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดที่ตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* การเกิดสีน้ำตาล พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าการแช่ผลละมุดทั้งผลในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า b* ค่าความสดของสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ค่าความแน่นเนื้อ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าการแช่ชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

การแช่ผลละมุด และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) การเกิดสีน้ำตาล ความสดของสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการช้ำและการเกิดสีน้ำตาล กับการเปลี่ยนแปลงดัชนีชี้วัดต่างๆ พบว่าการช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคมีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD

การแช่ละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* การเกิดสีน้ำตาล พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าการแช่ผลละมุดทั้งผลในสารละลายกรดแอสคอร์บิกสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า b* ค่าความสดของสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีกว่าการแช่ผลละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารละลายกรดแอสคอร์บิก

สำหรับการทดลองครั้งนี้ พบว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการแช่ผลละมุดทั้งผล และชิ้นละมุดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 451 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช และ วรรยาสุธรรมชัย. 2551. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพละมุด. **ว. วิทย. กษ.** 39 (3) : 349-360.

เจริญ ขุนพรม อภิตา บุญศิริ สมนึก ทองบ่อ ยุพิน อ่อนศิริ และธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์. 2542. ความเสียหายของผลละมุดหลังการเก็บเกี่ยว. ใน **การประชุมวิชาการเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ครั้งที่ 15 เรื่องเทคโนโลยีเพื่อคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร 2-3 ธันวาคม 2542. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.** นครปฐม.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2549. **โรคหลังเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 208 หน้า.

เบญจมาศ รัตนชินกร คมจันทร์ สรงจันทร์ ปรางค์ทอง กวานห้อง ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และ วิชา ธิติประเสริฐ. 2550. **ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค.** สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. 165-174.

ประภาพร ด่านแก้ว และ วาริช ศรีละออง. 2551 ผลของกรดแอสคอร์บิกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภค. **ว. วิทย. กษ.** 39 : 3 (พิเศษ) : 209-212.

วรรยา สุธรรมชัย และ จริงแท้ ศิริพานิช. 2545. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลละมุดของเกษตรกรและคุณภาพของผลละมุดที่ผู้ค้าและผู้บริโภคต้องการ. **ว. วิทย. กษ.** 33 : 6 (พิเศษ) : 127-130.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2543. **สวนละมุด.** สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. นนทบุรี. 61 หน้า.

สิริรัฐ สุดประเสริฐ. 2546. **การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กล้วย.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีทางอาหาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อินทิรา ลิขันทร์พร ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2545. ผลของกรดแอสคอร์บิก และกรดซิตริก ต่อการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกอง. **ว. วิทย. กษ.** 33 : 6 (พิเศษ) : 119-121.

Antonio, G.S., Luiz, C.T., Neide, B. and Luis, D.S. 2005. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comusus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biol Tec.** 35 : 201-207.

Benjamin, N.D. and Montgomery M.W. 1973. Polyphenol oxidase of royal ann cherries : purification and characterization. **Food Sci.** 38 : 799-806.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye bind. **Anal. Biochem**. 72 : 248-254.

Broughton, W.J. and Wong, H.C. 1979. Storage conditions and ripening of chiku fruits *Achras sapota* L. **Sci Hortic.** 10 : 377-385.

Bunsiri, A., Ketsa, S. and Paull, R.E. 2003. Phenolic metabolism and lignin synthesis in damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. **Postharvest Biol Tec.** 29 : 61-72.

Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E. H. and Busta, F.F. 2003. **Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-Cut Produce.** 2 : 142-160.

Jeremy, A.R., Elliott, K.L. and Gonzalez-Carranza, Z.H. 2002. Abscission, dehiscence, and other cell separation processes. **Annu Rev Plant Biol.** 53 : 131-158.

Jiang, Y., Duan, X., Joyce, D., Zhang, Z. and Li, J. 2004. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. **Food Chem.** 88 : 443-446.

Lichanporn, I., Srilaong, V., Wongs-Aree, C. and Kanlayanarat, S. 2009. Postharvest physiology and browning of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) fruit under ambient condition. **Postharvest Biol Tec.** 52 : 294-299.

Ming, J.L., Feng, W.M., Min Z. and Fei, P. 2008. Distribution and metabolism of ascorbic acid in apple fruits. **Plant Sci.** 174 : 606-612.

Morita, T., Yamashita H., Mikami B., Iwamoto H., Aibara S., Terada M. and Minami J. 1988. Purification, crystallization, and characterization of peroxidase from *Coprinus cinereus*. **Biochem.** 103 : 693-699.

Morton, J.F., Lewis, M. and Popenoe, W. 1996. Sapodilla fruit facts. from **http:// www.crfg.org/pubs/ff/sapodilla.html.**

Piyada, T., Chainarong, K., Kunya, T., Somkiert, P., Jutarat, S. and Worawidh, W. 2007. Production of polyclonal antibodies for quantitative estimation of calpastatin protein in skeletal muscle of kamphaengsaen beef cattle. **Kasetsart J. (Nat. Sci.).** 41 : 493-501.

Pizzocaro, F., Danila, T. and Gianluca, G. 2007. Inhibition of apple polyphenol oxidase by ascorbic acid. **Food Preserv Technol.** 10 : 1745-4549.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sakimin, S.Z., Sora, S., Gregory, M.S. and James, B.R. 2013. Mode of action of abscisic acid in triggering ethylene biosynthesis and softening during ripening in mango fruit. **Postharvest Biol Tec.** 75 : 37-44.

Sapers, G.M., Hichs J.G., Phillips L., Garzarella D., Pondish L., Matulaitis R.M., Mccormack T.J., Sondey S.M., Seib P.A. and Ei-Atawy Y.S. 1989. Control of enzymetic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors and complexing agents. **Food Sci.** 54 : 907-1012.

Savas, K.B., Arda, S., Vural, G. and Jale, A. 2005. Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green bean : change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. **Food Eng.** 66(2) : 187-192.

Selvaraj, G., Jain, R.K., Olson, D.J., Hirji, R., Jana, S. and Hogge, L.R. 1995. Glycine betaine in oilseed rape and flax leaves : detection by liquid chromatography/continuous flow secondary ion-mass spectrometry. **Phyto Chem.** 3(8) : 1143-1146.

Song, Y., Yu-xin Y., Zhia Y., Yuan-peng H., Chen D. and Shu-wei W. 2007. Polyphenolic compound and the degree of browning in processing apple varieties. **Agr Sci. China.** 6 (5) : 607-612.

Wittaya, A. 2010. Effect of fruit dipping in hydrochloric acid then rising in water on fruit. **Crop Prot.** 29 : 1184-1189.

Xialin, Z. and Shipping, T. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. **Food Chem.** 96 : 519-523.

Xinhua, L., Deduan, S., Yunne, L., Wenqi, S. and Gaungming, S. 2011. Pre-and postharvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. **Sci Hortic.** 130 (1) : 97-101.

Zisheng, L., Xiang, W., Yan, X. and Chun, C. 2012. Alleviation of chilling injury and browning of postharvest bamboo shoot by salicylic acid treatment. **Food Chem.** 131 : 456-461.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	L* value (peel)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	58.89±1.69	56.56±1.37b[1/]	50.51±1.47d[1/]	50.34±0.45e[1/]
non-dipping +15±2°C	59.83±0.66	55.91±1.69b	55.68±1.25b	55.34±1.94b
2% ascorbic acid+25±2°C	59.54±1.50	58.78±1.59a	53.76±1.22c	51.45±1.93de
2% ascorbic acid+15±2°C	60.08±0.63	59.20±2.87a	58.64±1.64a	57.25±2.14a
4% ascorbic acid+25±2°C	60.23±1.10	59.13±2.28a	52.57±2.85c	52.03±1.64cd
4% ascorbic acid+15±2°C	60.42±0.67	59.18±2.9a	58.67±2.24a	57.85±1.75a
6% ascorbic acid+25±2°C	59.99±1.84	58.58±1.26a	53.65±2.20c	53.59±1.32c
6% ascorbic acid+15±2°C	59.47±2.09	59.47±1.85a	58.70±1.95a	57.96±1.98a
F-test	ns	*	*	*
% C.V.	2.35	3.41	3.50	3.19

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	a* value (peel)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	3.05±1.64	7.20±2.59a[1/]	7.61±1.29a[1/]	8.79±0.77a[1/]
non-dipping +15±2°C	3.75±1.92	5.72±2.06b	7.60±2.23a	8.44±1.11a
2% ascorbic acid+25±2°C	2.95±1.46	4.53±1.97c	6.16±1.55b	8.19±1.64a
2% ascorbic acid+15±2°C	2.92±1.47	4.32±1.19cd	6.22±1.28b	6.63±2.10b
4% ascorbic acid+25±2°C	3.77±1.83	4.67±1.94c	7.61±1.33a	8.03±1.86a
4% ascorbic acid+15±2°C	2.64±1.18	3.64±1.43d	3.68±2.72c	6.52±1.26b
6% ascorbic acid+25±2°C	3.04±1.39	5.56±2.32b	7.47±1.41a	8.13±0.87a
6% ascorbic acid+15±2°C	2.98±1.75	3.26±2.67d	3.52±2.8c	6.29±3.07b
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	2.62	4.16	3.06	2.26

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	b* value (peel)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	25.25±1.69	25.80±2.64c[1/]	19.81±1.68d[1/]	19.63±0.77d[1/]
non-dipping +15±2°C	26.33±2.22	28.60±2.20b	28.87±2.05a	26.83±2.62b
2% ascorbic acid+25±2°C	26.30±2.12	28.71±1.83b	22.00±1.15c	21.54±2.57c
2% ascorbic acid+15±2°C	25.77±2.44	30.51±3.01a	30.76±1.41a	29.92±2.16a
4% ascorbic acid+25±2°C	25.85±2.69	28.64±2.18b	23.93±2.49b	22.37±2.06c
4% ascorbic acid+15±2°C	26.62±2.65	29.74±2.06a	31.22±2.18a	30.74±2.64a
6% ascorbic acid+25±2°C	26.52±2.53	29.27±1.99a	23.79±2.07b	22.06±0.92c
6% ascorbic acid+15±2°C	25.77±1.93	29.10±0.92a	30.52±1.99a	29.10±1.79a
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	8.63	7.62	7.49	8.02

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Hue angle (peel)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	83.40±2.87	77.73±4.53cd[1/]	69.04±2.52e[1/]	66.72±2.01c[1/]
non-dipping +15±2°C	82.22±2.88	75.14±3.75d	76.10±3.84b	71.87±1.56b
2% ascorbic acid+25±2°C	84.04±3.01	81.14±3.67abc	74.44±3.56bc	69.28±2.42bc
2% ascorbic acid+15±2°C	83.55±2.99	77.65±3.21cd	81.88±2.64a	78.43±3.33a
4% ascorbic acid+25±2°C	84.09±3.11	80.82±3.44abc	72.42±2.08cd	70.39±3.72b
4% ascorbic acid+15±2°C	83.77±2.51	83.02±2.49ab	83.49±4.31a	78.10±2.67a
6% ascorbic acid+25±2°C	83.42±2.67	79.45±4.11bc	71.21±1.98de	71.32±1.59b
6% ascorbic acid+15±2°C	83.33±3.82	83.84±5.05a	83.61±4.93a	77.99±5.70a
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	5.59	4.97	4.17	4.24

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Chroma (peel)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	26.93±2.87	26.50±2.99b[1/]	21.24±1.89c[1/]	21.38±0.78d[1/]
non-dipping +15±2°C	26.92±2.88	29.65±2.29a	29.82±2.27a	26.24±2.74b
2% ascorbic acid+25±2°C	27.02±3.01	29.12±1.96a	22.89±1.31c	23.06±2.89cd
2% ascorbic acid+15±2°C	26.88±2.89	31.51±2.77a	30.85±1.28a	30.60±2.45a
4% ascorbic acid+25±2°C	26.90±3.10	29.07±3.32a	25.13±2.67b	23.81±2.31c
4% ascorbic acid+15±2°C	26.45±2.51	30.00±2.39a	31.04±2.52a	31.92±2.52a
6% ascorbic acid+25±2°C	26.25±2.67	29.85±2.55a	25.15±2.35b	23.30±1.09cd
6% ascorbic acid+15±2°C	26.92±2.84	29.38±2.13a	30.83±2.18a	29.90±2.01a
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	8.73	9.12	7.95	8.29

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	L* value (pulp)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	65.22±1.27	54.30±3.21c[1/]	45.31±3.38b[1/]	36.91±3.34c[1/]
non-dipping +15±2°C	64.72±1.22	63.79±1.83a	62.06±2.18a	52.65±3.52b
2% ascorbic acid+25±2°C	65.58±1.24	57.78±2.50b	47.20±3.99b	41.86±1.83c
2% ascorbic acid+15±2°C	65.20±1.19	63.00±2.04a	62.22±1.70a	60.00±1.94a
4% ascorbic acid+25±2°C	65.21±1.30	57.37±2.55b	47.30±4.57b	41.59±4.29c
4% ascorbic acid+15±2°C	64.93±1.19	64.29±2.84a	62.84±1.63a	60.54±2.16a
6% ascorbic acid+25±2°C	65.55±1.28	56.54±3.86c	46.28±3.29b	40.04±2.60c
6% ascorbic acid+15±2°C	65.38±1.29	65.09±1.39a	62.86±2.72a	58.14±3.29a
F-test	ns	*	*	*
% C.V.	7.73	4.50	5.69	6.30

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	a* value (pulp)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	0.28±0.07	7.08±3.90a[1/]	8.84±1.63a[1/]	10.64±1.13a[1/]
non-dipping +15±2°C	0.22±0.09	2.67±2.56b	3.76±2.88b	6.34±2.73b
2% ascorbic acid+25±2°C	0.25±0.07	4.08±3.37b	9.07±2.49a	11.31±0.74a
2% ascorbic acid+15±2°C	0.33±0.07	1.66±0.25c	3.54±1.48b	3.80±3.12c
4% ascorbic acid+25±2°C	0.29±0.08	4.26±2.24ab	8.44±1.33a	11.64±1.65a
4% ascorbic acid+15±2°C	0.31±0.07	0.4±2.20d	1.18±0.89c	4.95±2.08c
6% ascorbic acid+25±2°C	0.27±0.09	3.59±1.7b	9.47±1.95a	11.48±2.20a
6% ascorbic acid+15±2°C	0.28±0.05	0.44±2.92d	2.64±1.68c	4.56±4.25c
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	4.75	9.16	4.60	3.10

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	b* value (pulp)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	32.59±2.11	34.58±1.51ab[1/]	28.24±2.58d[1/]	22.02±2.55bc[1/]
non-dipping +15±2°C	32.50±2.05	33.54±2.70bc	33.60±1.22a	33.77±1.51a
2% ascorbic acid+25±2°C	33.46±2.32	34.03±1.08b	29.89±1.66cd	23.17±1.58bc
2% ascorbic acid+15±2°C	32.55±2.14	33.64±2.32bc	33.64±2.62a	33.80±1.75a
4% ascorbic acid+25±2°C	33.24±2.25	35.43±2.89ab	30.61±3.96bc	24.20±2.95b
4% ascorbic acid+15±2°C	32.74±2.22	32.63±2.30c	33.47±2.40a	34.55±1.65a
6% ascorbic acid+25±2°C	32.59±2.11	36.39±2.78a	30.92±2.32bc	21.03±2.93c
6% ascorbic acid+15±2°C	33.64±2.25	32.93±2.19d	32.87±1.97a	34.02±1.21a
F-test	ns	*	*	*
% C.V.	9.75	8.63	7.59	9.38

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Hue angle (pulp)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	90.64±3.44	78.55±6.16c[1/]	72.47±3.82c[1/]	64.03±3.65c[1/]
non-dipping +15±2°C	90.65±4.82	85.53±4.22b	83.71±4.80b	77.48±4.27b
2% ascorbic acid+25±2°C	91.03±4.88	83.26±5.48bc	73.09±4.89c	63.95±1.12c
2% ascorbic acid+15±2°C	90.43±4.52	83.93±4.26b	87.17±2.44ab	83.66±5.06a
4% ascorbic acid+25±2°C	91.02±4.65	83.26±3.36bc	74.42±3.68c	64.07±1.57c
4% ascorbic acid+15±2°C	90.64±3.97	90.72±3.96a	88.08±4.61a	81.52±3.73a
6% ascorbic acid+25±2°C	89.43±3.46	81.36±5.04bc	72.96±3.52c	61.34±4.00c
6% ascorbic acid+15±2°C	88.82±4.82	90.38±5.53a	89.10±5.87a	82.33±6.72a
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	6.64	5.87	5.30	5.95

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Chroma (pulp)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	32.66±2.19	35.48±1.74ab[1/]	29.65±2.30d[1/]	24.50±2.32c[1/]
non-dipping +15±2°C	32.71±2.17	33.73±2.77bc	33.91±1.33ab	30.44±1.76b
2% ascorbic acid+25±2°C	32.40±2.06	34.42±1.28b	31.34±1.38cd	25.79±1.66c
2% ascorbic acid+15±2°C	31.21±2.22	33.91±2.27bc	33.71±2.63abc	34.09±1.94a
4% ascorbic acid+25±2°C	32.15±2.19	35.74±3.07ab	31.81±3.91bcd	26.86±5.17c
4% ascorbic acid+15±2°C	32.70±2.16	31.70±2.30cd	34.67±2.46a	33.90±1.70a
6% ascorbic acid+25±2°C	31.60±2.22	36.97±3.17a	32.39±2.29abc	24.01±3.26c
6% ascorbic acid+15±2°C	32.51±2.24	31.05±2.14d	33.04±2.25abc	34.86±1.73a
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	7.74	7.14	7.38	9.35

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Weight loss (%)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	0.00	13.67±5.92a[1/]	14.84±1.40a[1/]	17.38±2.40a[1/]
non-dipping +15±2°C	0.00	10.12±0.95b	12.26±5.25b	12.34±3.41b
2% ascorbic acid+25±2°C	0.00	7.74±1.28bc	12.90±3.08b	13.39±2.43b
2% ascorbic acid+15±2°C	0.00	4.93±1.40e	9.10±5.63c	9.19±3.42c
4% ascorbic acid+25±2°C	0.00	6.20±5.25cd	12.76±2.78b	13.46±4.56b
4% ascorbic acid+15±2°C	0.00	4.81±0.54e	5.44±2.24d	8.76±4.62c
6% ascorbic acid+25±2°C	0.00	7.35±0.62bc	9.27±0.86c	13.17±3.32b
6% ascorbic acid+15±2°C	0.00	5.96±0.57de	9.19±0.97c	9.43±2.73c
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	0	9.97	9.99	8.00

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Firmness (newton)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	68.60±17.48	6.81±3.22d[1/]	3.05±1.41c	2.73±1.69c[1/]
non-dipping +15±2°C	67.30±15.77	41.99±12.15c	30.09±6.01b	26.87±3.64b
2% ascorbic acid+25±2°C	68.00±16.34	10.80±4.51d	3.50±1.63c	3.23±2.82c
2% ascorbic acid+15±2°C	66.94±12.64	54.52±21.25b	37.42±9.75b	32.06±5.64a
4% ascorbic acid+25±2°C	68.60±17.88	12.10±4.87d	3.84±1.21c	3.86±2.59c
4% ascorbic acid+15±2°C	66.50±17.44	66.15±17.20a	39.43±10.91a	34.83±6.02a
6% ascorbic acid+25±2°C	67.40±14.59	9.56±3.21d	3.22±1.05c	3.18±2.42c
6% ascorbic acid+15±2°C	66.24±15.58	57.19±11.97ab	37.25±6.96a	34.33±4.43a
F-test	ns	*	*	*
% C.V.	14.44	36.21	32.46	23.50

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Bruise area (cm^2)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	0	1.52±0.15a[1/]	5.20±2.34a[1/]	11.38±2.73a[1/]
non-dipping +15±2°C	0	0b	0b	1.01±0.42c
2% ascorbic acid+25±2°C	0	0b	2.44±0.66b	8.65±1.90b
2% ascorbic acid+15±2°C	0	0b	0b	0.97±0.01c
4% ascorbic acid+25±2°C	0	0b	2.77±0.53b	8.07±2.82b
4% ascorbic acid+15±2°C	0	0b	0b	0.23±0.10c
6% ascorbic acid+25±2°C	0	0.62±0.36b	2.86±0.86b	8.20±2.57b
6% ascorbic acid+15±2°C	0	0b	0b	0.22±0.03c
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	0	32.99	16.88	34.52

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Total soluble solids (% brix)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	21.76±2.77	20.16±4.05bc[1/]	20.28±1.88	23.12±1.84a[1/]
non-dipping +15±2°C	21.47±1.04	23.00±3.49ab	20.40±3.44	18.88±2.16bc
2% ascorbic acid+25±2°C	21.84±2.55	18.88±1.25c	19.08±2.02	21.00±1.29ab
2% ascorbic acid+15±2°C	22.74±1.43	24.60±2.70a	19.64±3.58	18.96±2.90bc
4% ascorbic acid+25±2°C	21.85±2.42	18.48±2.39c	19.20±1.98	21.20±1.07ab
4% ascorbic acid+15±2°C	21.76±1.88	23.20±3.27ab	19.44±3.88	18.40±2.88bc
6% ascorbic acid+25±2°C	22.23±2.43	18.92±1.87c	20.08±1.51	20.80±0.73ab
6% ascorbic acid+15±2°C	21.69±1.93	22.28±0.88abc	17.96±3.21	17.08±1.74c
F-test	ns	*	ns	*
% C.V.	9.54	12.65	13.94	10.11

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1/ คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	PPO activities (units/mg protein)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	10.74±4.28	137.64±2.62a[1/]	280.67±1.42a[1/]	296.69±2.52a[1/]
non-dipping +15±2°C	10.28±4.54	77.52±8.40d	133.48±2.87c	224.64±2.27c
2% ascorbic acid+25±2°C	10.77±4.13	116.51±9.50b	178.53±3.83b	284.26±1.53ab
2% ascorbic acid+15±2°C	10.56±4.21	73.61±7.57d	100.38±2.92d	159.19±7.37d
4% ascorbic acid+25±2°C	10.22±4.23	121.14±5.96b	134.01±8.55c	236.52±2.26c
4% ascorbic acid+15±2°C	10.55±4.44	50.13±5.74e	69.95±4.49e	90.27±1.42e
6% ascorbic acid+25±2°C	10.71±4.34	101.71±8.79c	140.28±4.05c	245.22±2.78bc
6% ascorbic acid+15±2°C	10.49±4.11	54.90±2.70e	68.91±4.94e	91.04±1.78e
F-test	ns	*	*	*
% C.V.	4.48	6.39	5.17	12.47

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	POD activities (units/mg protein)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping +25±2°C	5.34±0.94	77.38±1.18a[1/]	93.56±2.47a[1/]	102.28±4.82a[1/]
non-dipping +15±2°C	5.55±0.84	35.06±1.62c	44.49±3.96c	53.48±2.25c
2% ascorbic acid+25±2°C	5.32±0.94	47.34±1.39b	59.51±4.61b	83.83±1.42b
2% ascorbic acid+15±2°C	5.57±0.75	25.59±1.16d	33.46±3.97d	48.70±4.27c
4% ascorbic acid+25±2°C	5.28±0.74	36.60±1.05c	44.67±2.85c	50.51±1.38c
4% ascorbic acid+15±2°C	5.36±0.82	15.58±1.58e	17.94±3.16e	24.99±3.74d
6% ascorbic acid+25±2°C	5.21±0.95	36.89±1.74c	46.76±3.02c	56.39±2.97c
6% ascorbic acid+15±2°C	5.34±0.54	15.38±1.88e	25.80±1.65e	29.42±4.19d
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	10.74	12.51	5.17	15.65

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	L* value			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping	65.47±0.81	62.60±2.87b[1/]	61.48±1.89b[1/]	59.47±1.56b[1/]
2% ascorbic acid	66.94±0.21	65.16±1.84a	65.12±1.86a	62.91±2.61a
4% ascorbic acid	65.83±1.81	64.58±2.40a	63.15±3.09a	62.63±1.50a
6% ascorbic acid	65.47±0.68	65.35±2.19a	65.16±3.05a	62.47±1.15a
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	4.64	3.32	4.26	2.77

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	a* value			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping	0.13±0.18	1.94±0.55a[1/]	3.86±0.68a[1/]	5.00±0.41a[1/]
2% ascorbic acid	0.22±0.08	0.80±0.20b	0.84±0.50b	2.47±0.54b
4% ascorbic acid	0.18±0.09	0.89±0.09b	0.75±0.61b	2.46±0.55b
6% ascorbic acid	0.15±0.08	0.46±0.22b	0.56±0.27b	2.19±0.48b
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	6.54	4.94	9.57	5.33

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	**b* value**			
	Day 0	**Day 2**	**Day 4**	**Day 6**
non-dipping	32.59±1.15	30.32±1.94a[1/]	29.62±1.23a[1/]	30.22±0.96a[1/]
2% ascorbic acid	33.43±1.11	27.52±1.04b	27.02±0.85b	27.71±0.77b
4% ascorbic acid	32.85±1.27	29.10±1.96ab	27.47±1.40b	28.14±2.78b
6% ascorbic acid	32.59±1.18	27.69±1.84b	27.89±1.65b	28.31±1.06b
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	7.74	6.30	4.78	5.89

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าองศาของสีในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Hue angle			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping	89.93±2.87	82.72±2.74	82.72±5.03b[1/]	80.61±2.83b[1/]
2% ascorbic acid	88.57±1.54	88.32±4.53	88.22±3.17a	84.90±3.23a
4% ascorbic acid	89.90±1.34	88.97±3.45	88.87±5.59a	85.90±5.35a
6% ascorbic acid	88.91±2.36	88.91±4.73	88.84±4.68a	85.61±2.84a
***F*-test**	ns	ns	*	*
% C.V.	4.53	4.48	4.90	4.31

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าความสดของสีในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	**Chroma**			
	Day 0	**Day 2**	**Day 4**	**Day 6**
non-dipping	32.71±0.19	30.42±2.01a[1/]	29.98±1.40a[1/]	30.66±0.98a[1/]
2% ascorbic acid	32.58±0.98	27.61±1.05b	27.25±0.84b	27.86±0.73b
4% ascorbic acid	33.01±0.18	29.22±2.05ab	27.80±1.19b	28.47±1.69b
6% ascorbic acid	32.64±0.89	27.97±1.78b	27.78±1.65b	28.42±1.14b
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	6.79	6.38	4.79	5.66

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดชิ้นลละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	**Weight loss (%)**			
	Day 0	**Day 2**	**Day 4**	**Day 6**
non-dipping	0	11.23±2.45a[1/]	18.21±2.19a[1/]	19.54±3.51a[1/]
2% ascorbic acid	0	5.64±4.23b	13.85±2.91b	15.61±2.99b
4% ascorbic acid	0	3.93±2.27c	12.98±2.83c	13.03±2.58b
6% ascorbic acid	0	1.60±0.61d	13.05±3.70b	13.42±3.32b
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	0	11.85	16.26	11.50

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Firmness (newton)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping	27.03±2.42	19.08±5.74	14.21±4.83b[1/]	10.91±3.71b[1/]
2% ascorbic acid	26.67±2.45	19.22±5.35	19.16±3.45a	18.60±4.89a
4% ascorbic acid	26.43±2.54	20.50±6.78	20.27±2.28a	20.21±3.65a
6% ascorbic acid	27.16±2.36	20.65±6.55	18.81±3.61a	17.83±5.30a
***F*-test**	ns	ns	*	*
% C.V.	16.30	29.37	4.85	21.18

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกิดรอยช้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Bruise area (cm^2)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping	0	0	0.40±0.23a[1/]	1.49±0.26a[1/]
2% ascorbic acid	0	0	0b	0.21±0.05b
4% ascorbic acid	0	0	0b	0.29±0.04b
6% ascorbic acid	0	0	0b	0.24±0.02b
***F*-test**	ns	ns	*	*
% C.V.	0	0	13.34	20.54

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	**Total soluble solids (%brix)**			
	Day 0	**Day 2**	**Day 4**	**Day 6**
non-dipping	21.76±1.77	21.23±1.01	18.87±1.48	18.33±0.86
2% ascorbic acid	21.59±1.54	19.63±1.29	19.60±1.53	18.67±1.67
4% ascorbic acid	22.00±1.65	20.07±1.77	19.87±0.95	18.83±1.45
6% ascorbic acid	21.80±1.42	20.63±1.59	20.27±2.12	18.50±1.83
***F*-test**	ns	ns	ns	ns
% C.V.	3.45	3.23	1.66	4.72

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	PPO activities (units/mg protein)			
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6
non-dipping	10.74±4.28	94.87±3.60a[1/]	147.96±4.12a[1/]	249.65±12.04a[1/]
2% ascorbic acid	10.26±4.54	74.69±6.87b	117.60±10.59b	174.78±17.51b
4% ascorbic acid	10.55±4.62	53.75±8.71c	81.05±11.98c	155.82±14.71c
6% ascorbic acid	10.71±4.44	65.36±5.70b	78.73±10.49c	135.63±12.25c
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	6.32	6.68	10.00	13.14

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

Treatments	**POD activities (units/mg protein)**			
	Day 0	**Day 2**	**Day 4**	**Day 6**
non-dipping	5.44±4.01	55.79±1.31a[ป/]	66.69±1.15 a[ป/]	83.26±10.44a[ป/]
2% ascorbic acid	5.34±3.12	45.31±1.08b	57.70±1.75b	78.99±13.80a
4% ascorbic acid	5.72±4.11	24.96±1.68c	29.66±2.27c	44.39±9.07b
6% ascorbic acid	5.47±4.22	25.02±1.57c	33.29±2.26c	43.65±10.74b
***F*-test**	ns	*	*	*
% C.V.	9.25	9.73	4.28	11.52

หมายเหตุ ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[ป/] คือ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลาย phosphate buffer และ สารละลาย coomassie blue G-250

1. เตรียมสารละลาย phosphate buffer (pH เท่ากับ 7.0 และ 7.3) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1 ลิตร (Piyada, T. *et al.* 2007)

โดยเตรียมสารละลาย dipotassium phosphate (K_2HPO_4) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 600 มิลลิลิตร โดยชั่งสาร K_2HPO_4 หนัก 10.45 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรจนครบ 600 มิลลิลิตร และเตรียมสารละลาย dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร โดยชั่งสาร KH_2PO_4 หนัก 5.44 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรจนครบ 400 มิลลิลิตร จากนั้นผสมสารละลายทั้งสองชนิด และปรับค่า pH เท่ากับ 7.0 และ 7.3 ด้วย sodium hydroxide (NaOH) และ hydrochloric (HCl)

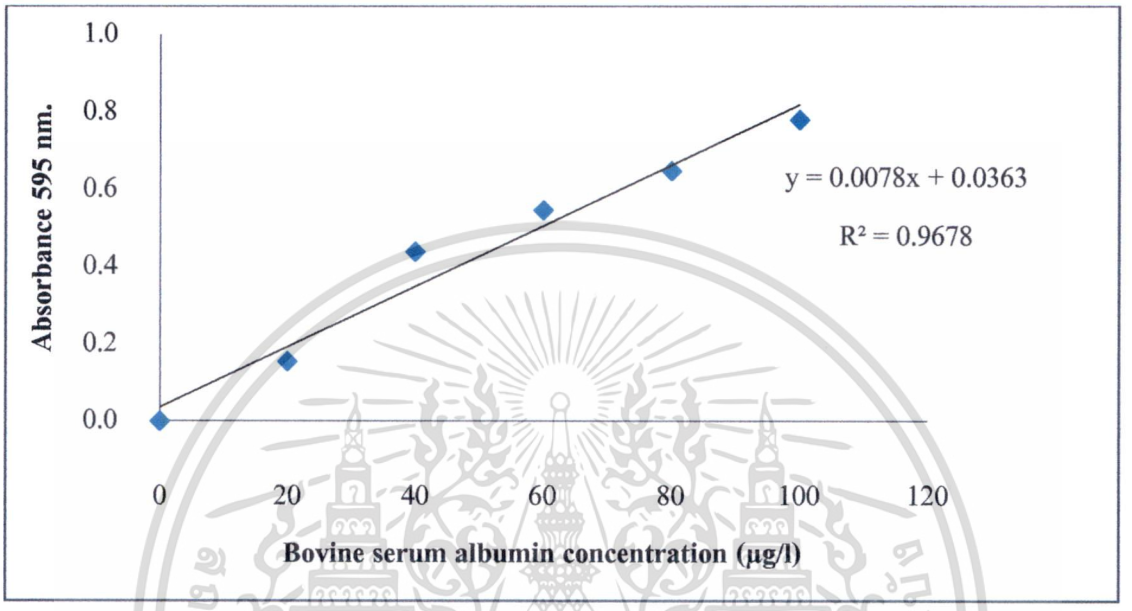
2. เตรียมสารละลาย coomassie blue G-250 ความเข้มข้น 0.0125 เปอร์เซ็นต์ (Bradford, M.M. 1976)

ชั่งสาร coomassie blue G-250 หนัก 0.125 กรัม ละลายใน ethanol ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรด phosphoric ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

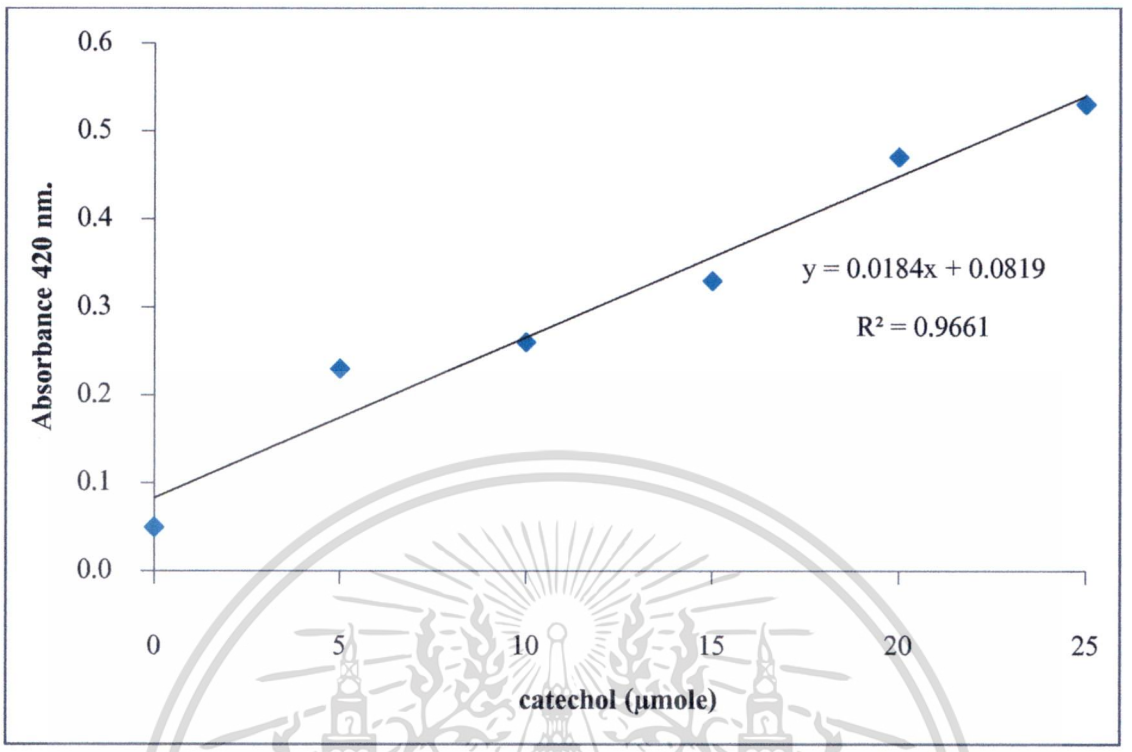
ภาคผนวก ค

ภาพผนวก

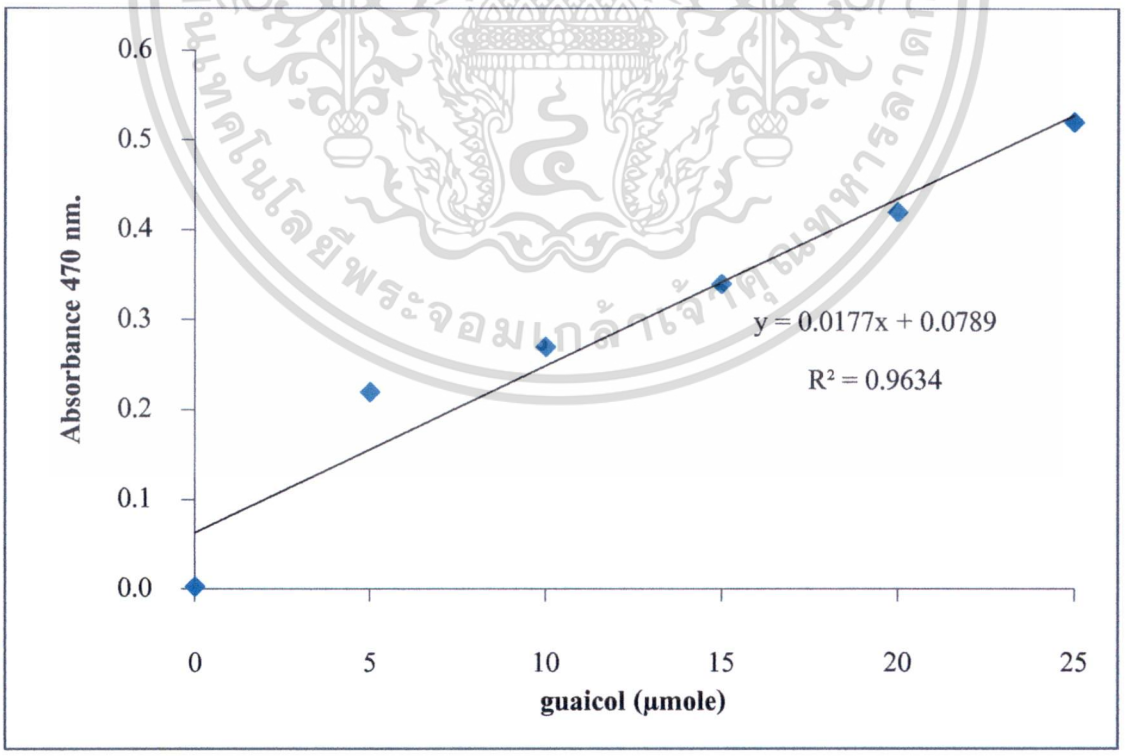


ภาพผนวกที่ 1 กราฟสารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (ไมโครกรัม/ลิตร) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

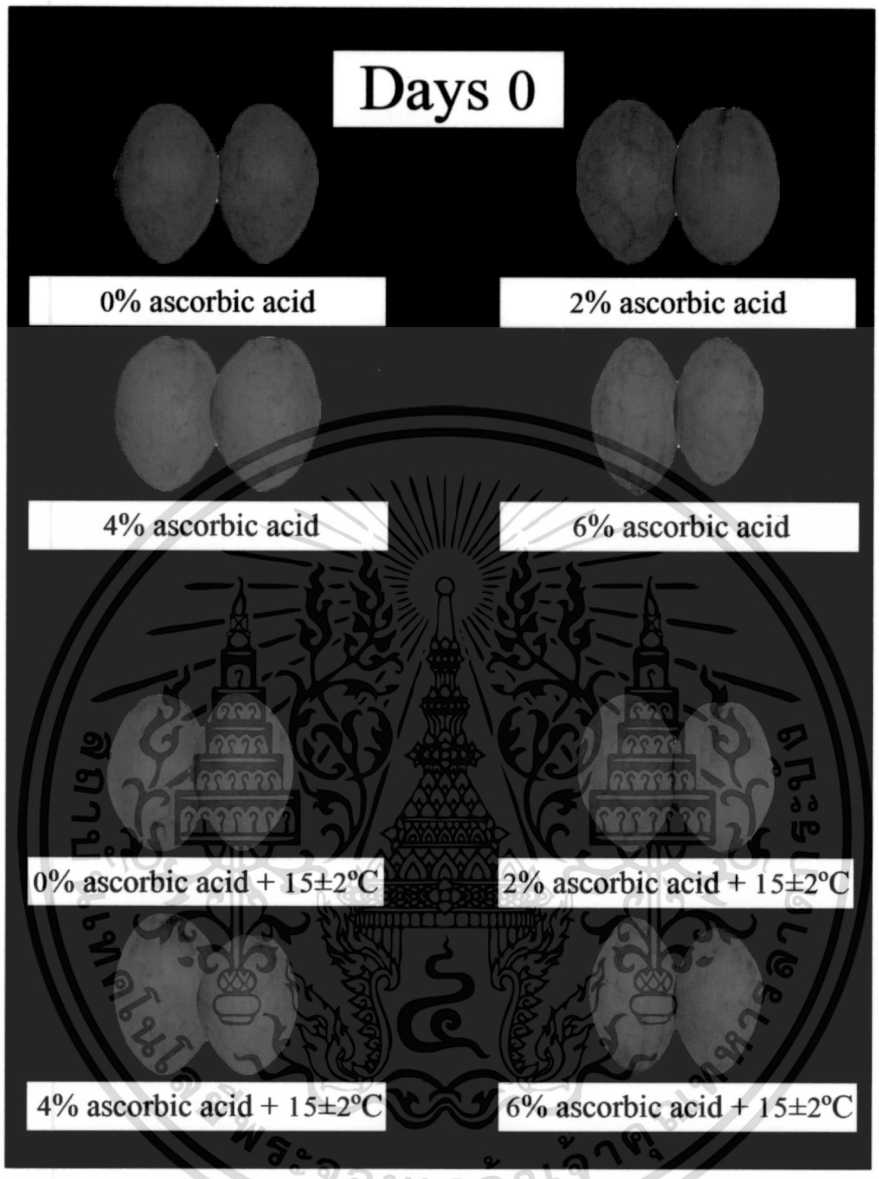


ภาพผนวกที่ 2 กราฟสารละลายมาตรฐาน catechol (ไมโครโมล) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO



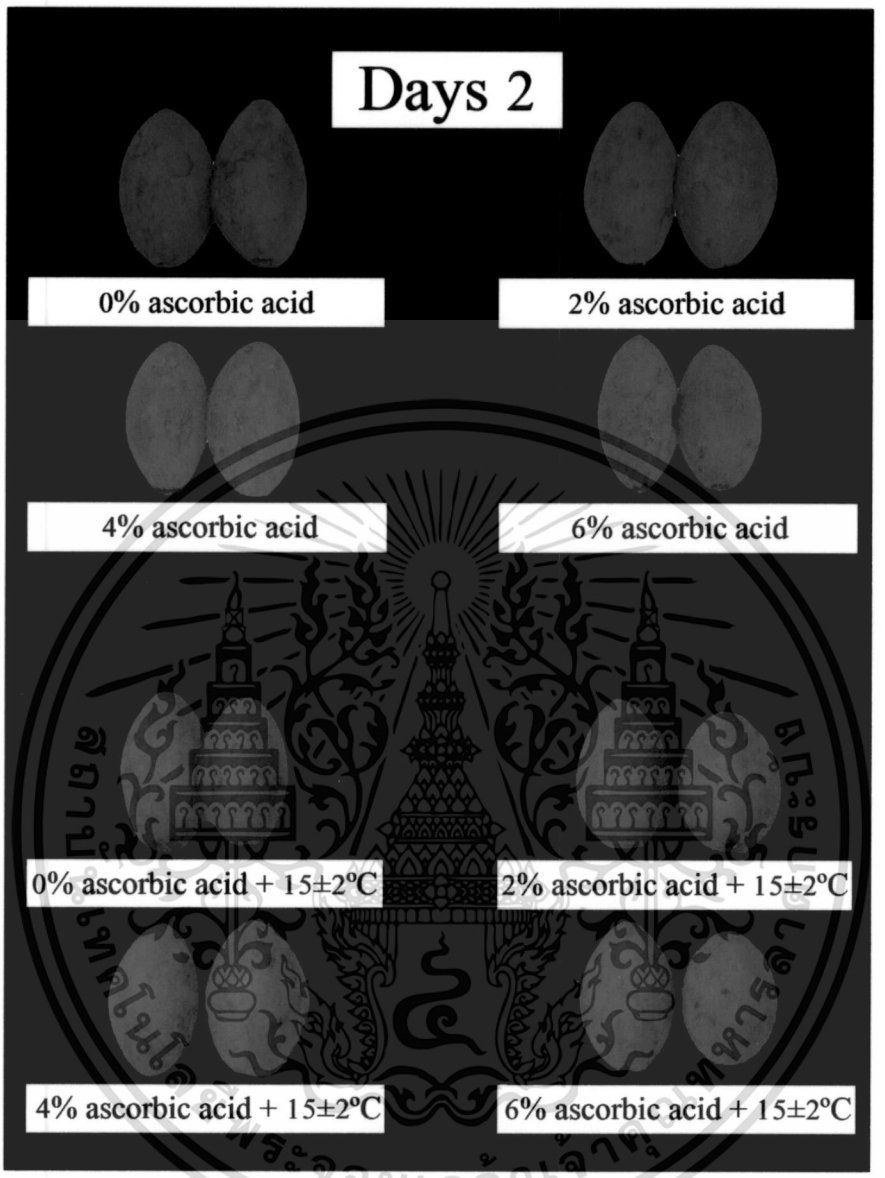
ภาพผนวกที่ 3 กราฟสารละลายมาตรฐาน guaicol (ไมโครโมล) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ POD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



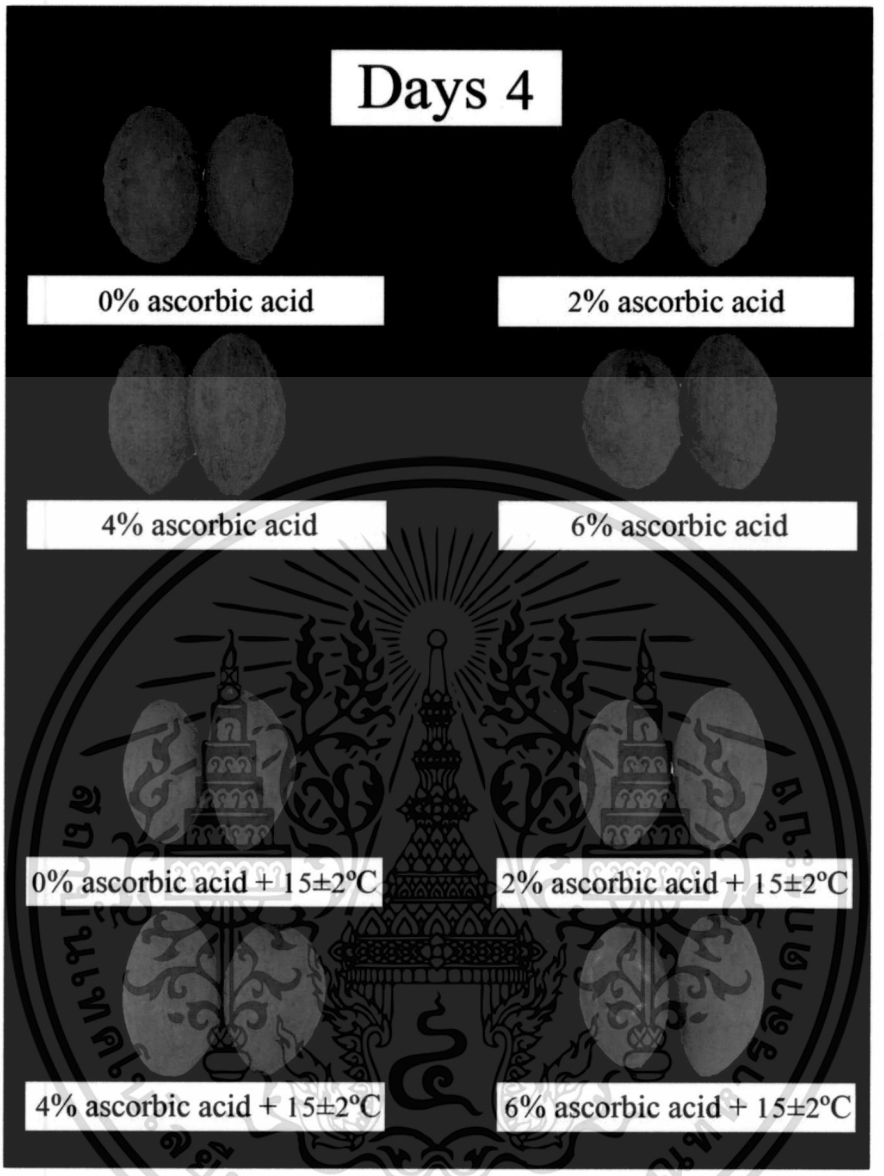
ภาพผนวกที่ 4 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



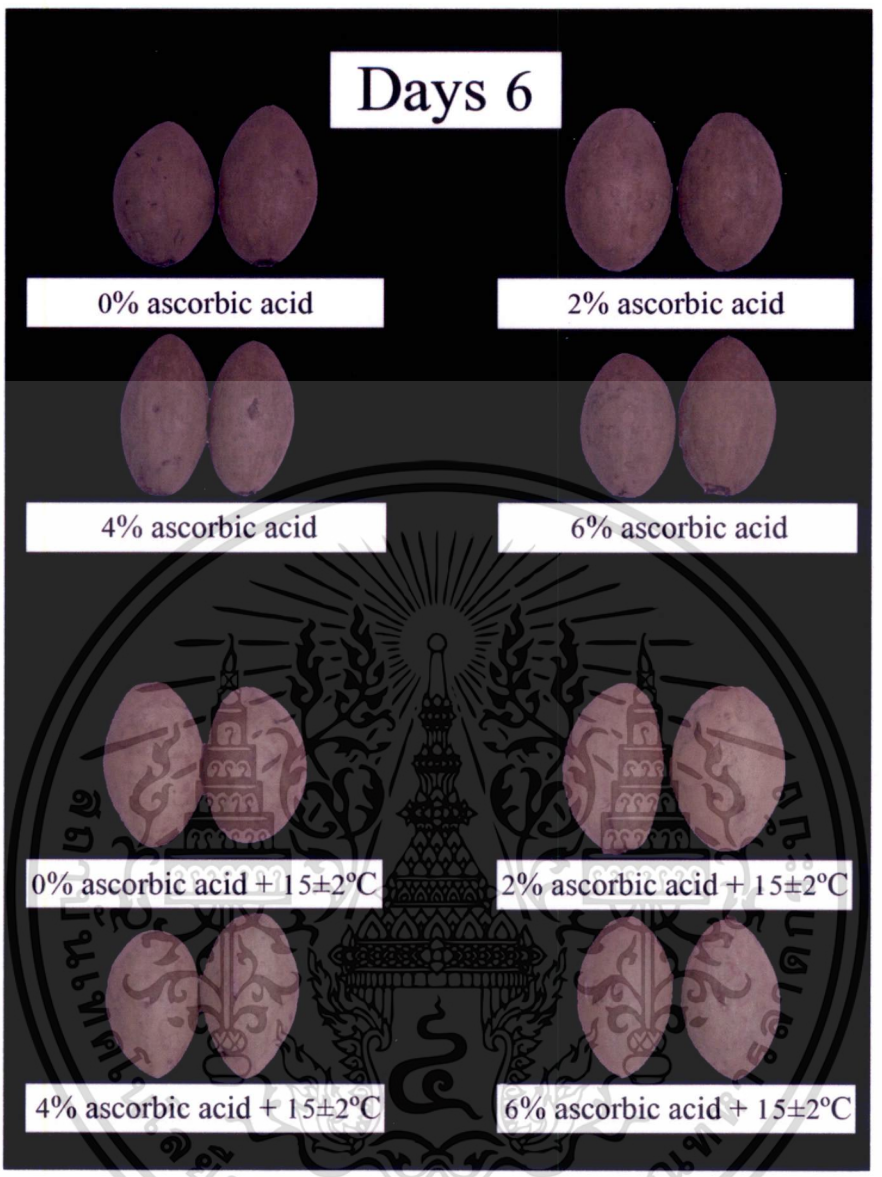
ภาพผนวกที่ 5 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



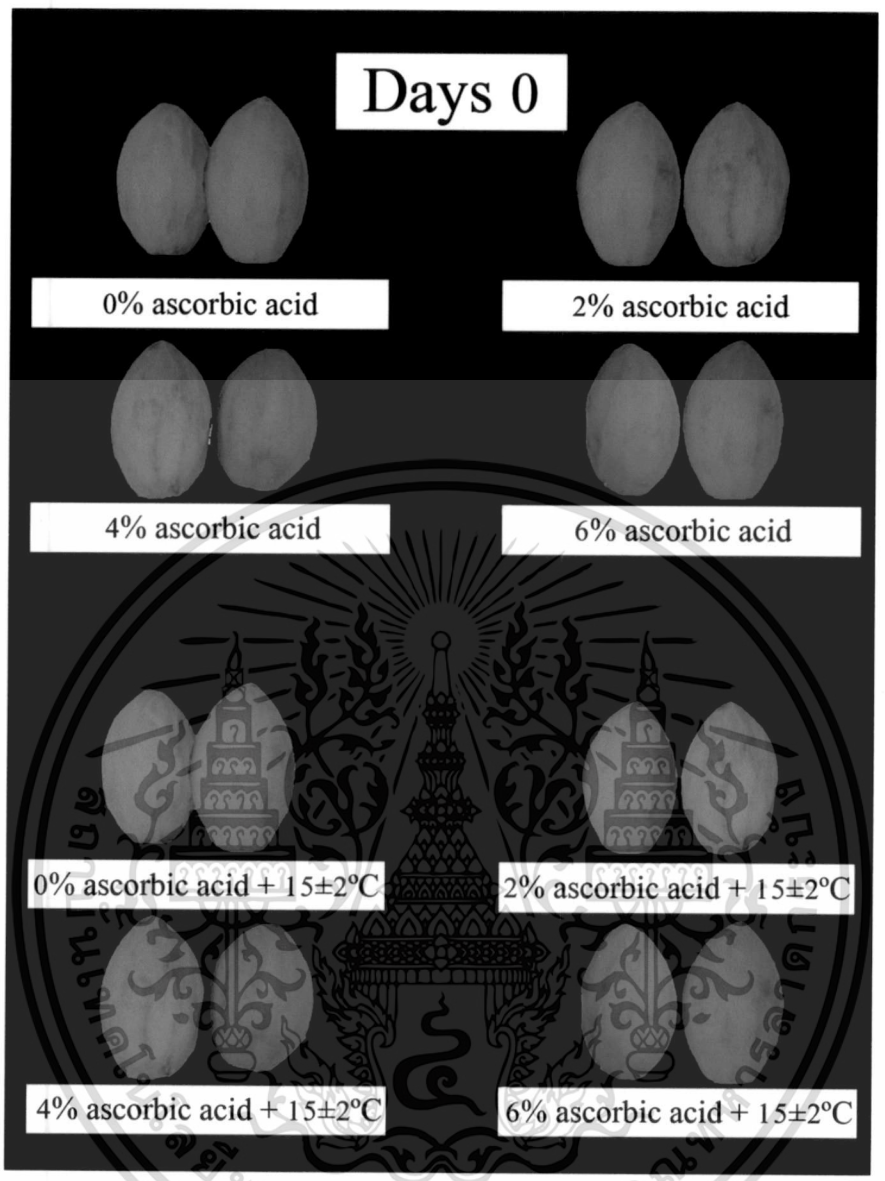
ภาพผนวกที่ 6 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



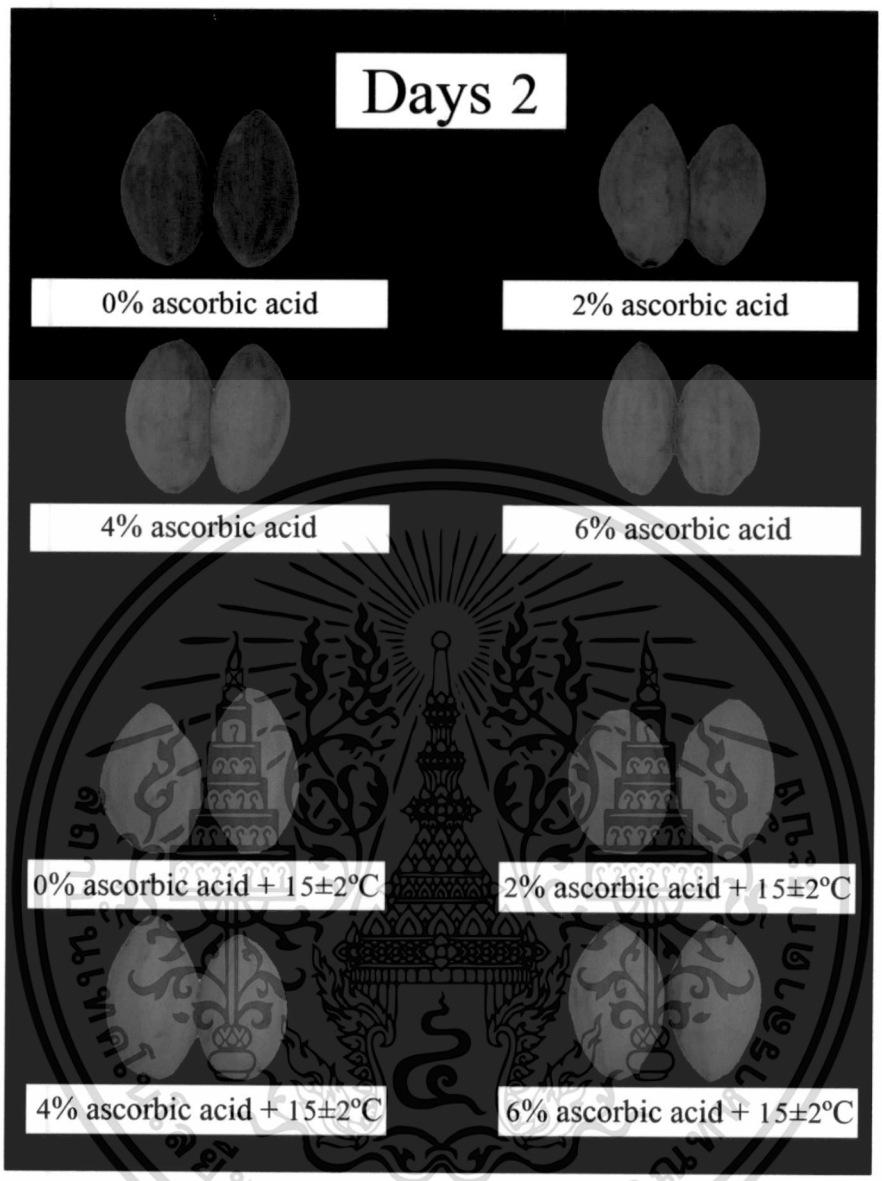
ภาพผนวกที่ 7 สีเปลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



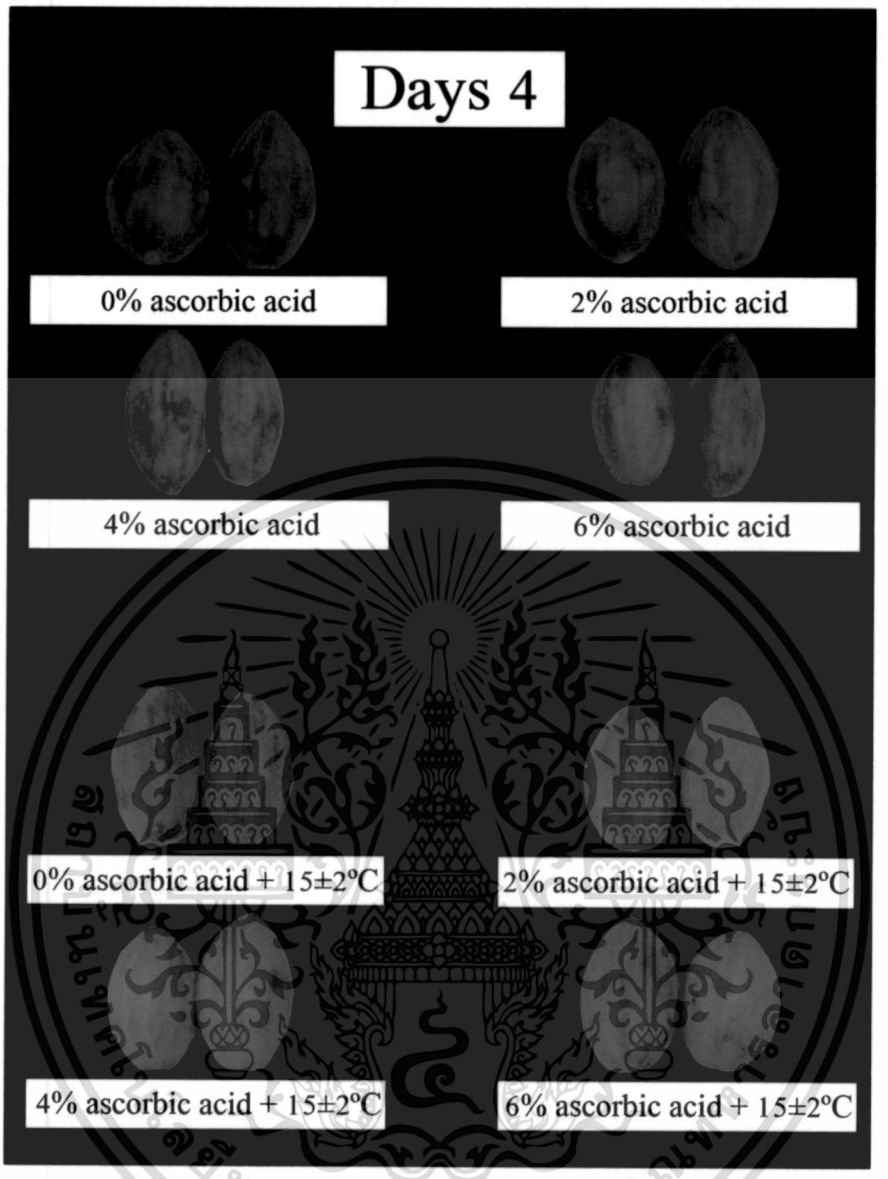
<u>ภาพผนวกที่ 8</u> สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



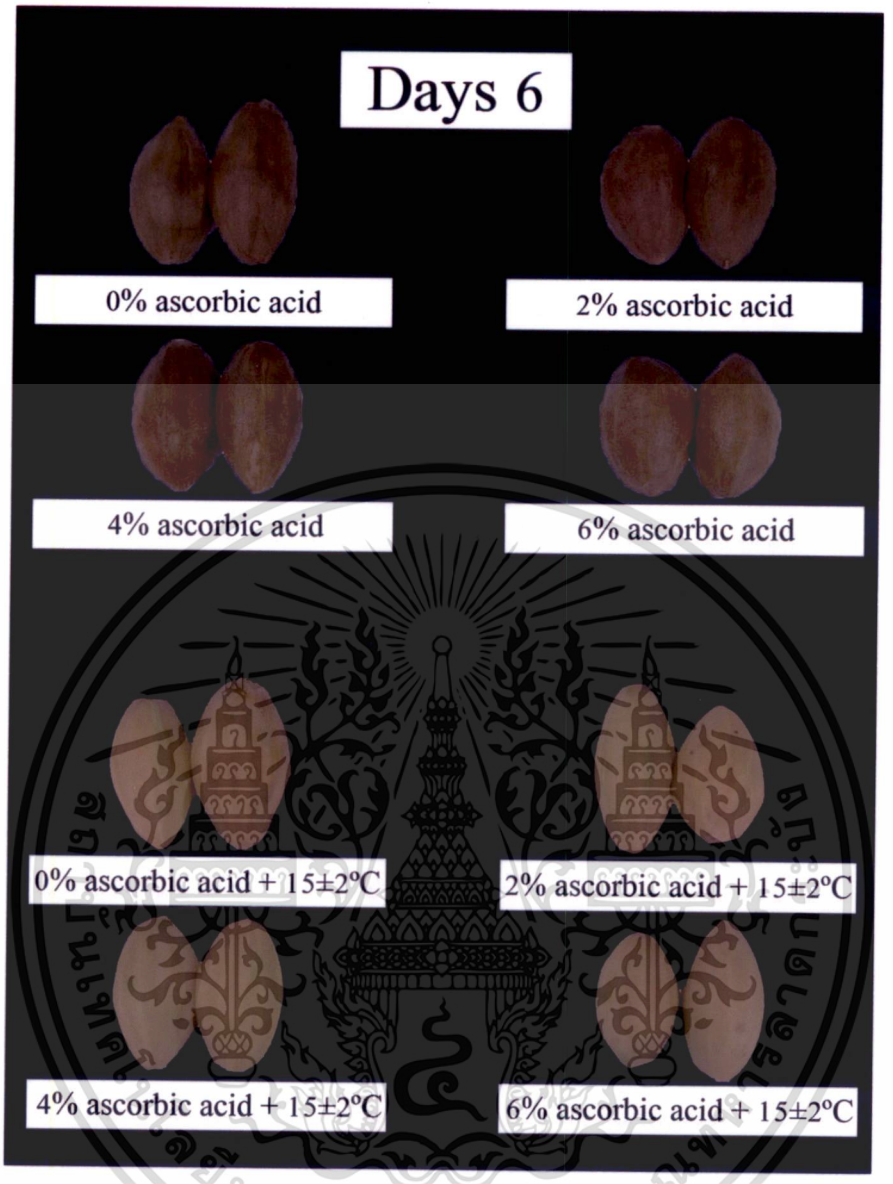
<u>ภาพผนวกที่ 9</u> สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



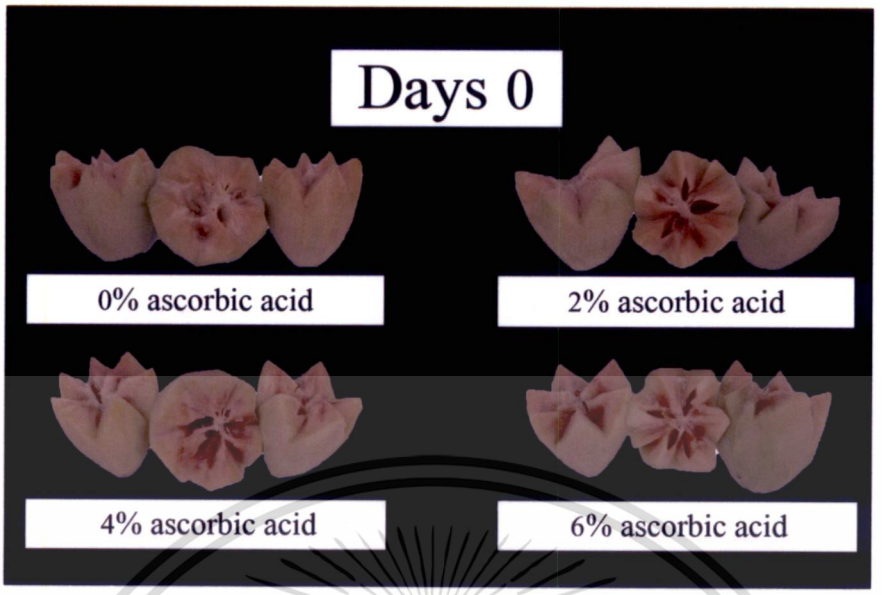
ภาพผนวกที่ 10 สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

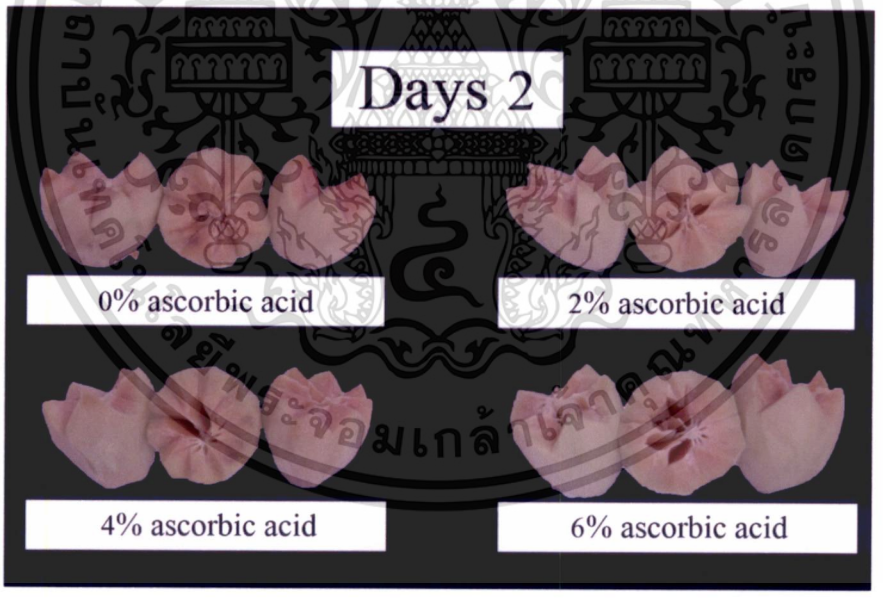


ภาพผนวกที่ 11 สีเนื้อผลละมุดพันธุ์มะกอกที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

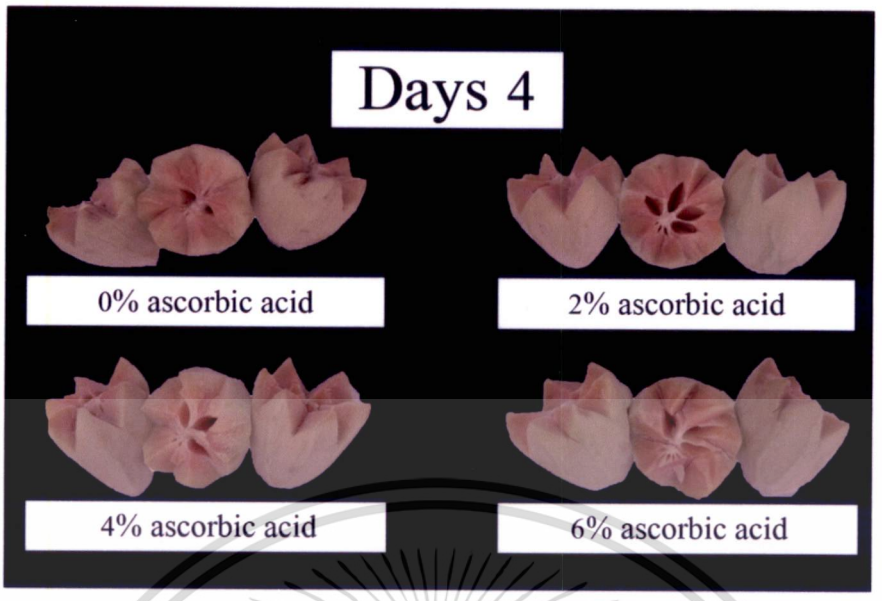


ภาพผนวกที่ 12 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน

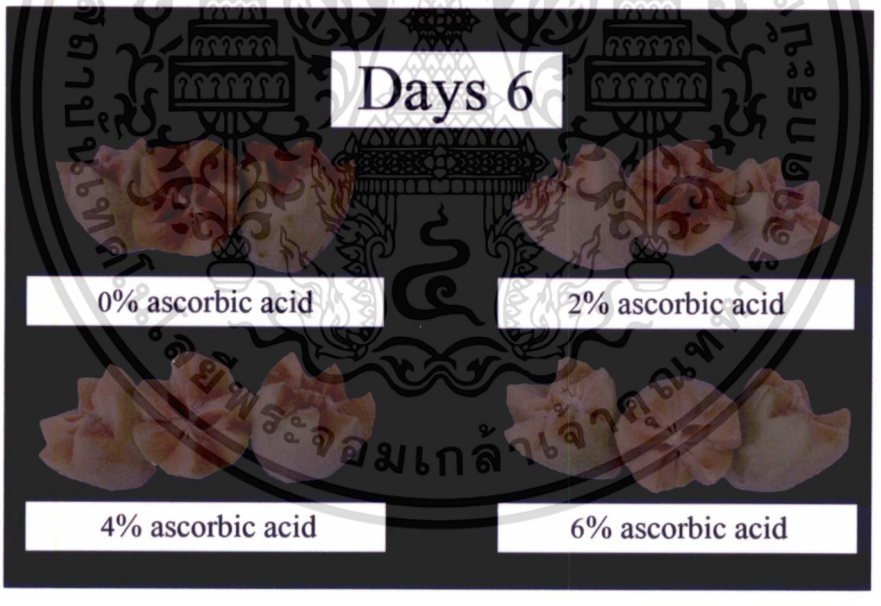


ภาพผนวกที่ 13 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 14 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน



ภาพผนวกที่ 15 สีเนื้อชิ้นละมุดพันธุ์มะกอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายวัชรชัย พรมทับ
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤษภาคม พ.ศ. 2530
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 162/165 หมู่บ้านบ้านสวนร่มเกล้า-สุวรรณภูมิ ถนนร่มเกล้า แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510 โทร 080-607-7815
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมกล้า กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1. ทักษะการใช้โปรแกรม Microsoft office 2. ทักษะการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (SAS)
ผลงานวิจัย	
พ.ศ. 2555	วัชรชัย พรมทับ และ ลำแพน ขวัญพูล. 2555. การลดการช้ำ และการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอกโดยใช้กรดแอสคอร์บิก. ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 335-338.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 335-338 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 335-338 (2555)

การลดการช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอกโดยใช้กรดแอสคอร์บิก

Reduction of Bruising and Browning in Sapodilla (*Achras sapota* Linn. cv. Makok) Fruit Using Ascorbic Acid

วัชรชัย พรมทับ[1] และ ลำแพน ขวัญพูล[1]
Watcharachai Promtab[1] and Lampan Khurnpoon[1]

Abstract

The reduction of bruising and browning in sapodilla (*Achras sapota* Linn. cv. Makok) fruit using ascorbic acid was studied. Sapodillas at the maturity stage (with brownish-green skin) were dipped in 2, 4 and 6% ascorbic acid solution for 5 minutes. Untreated fruits were regarded as the control. All treatments were then stored at 25±2 and 15±2°C for 6 days. The results showed that dipping in ascorbic acid at all concentrations followed by storage at 15±2°C could effectively delay changes in lightness (L*), chroma, bruised area, skin and flesh browning, weight loss, firmness, and total soluble solids (TSS) with significant differences from the control stored at 15±2°C and all the treatments stored at 25±2°C. However, dipping in 4 and 6% ascorbic acid solution followed by storage at 15±2°C could delay the activities of polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) with significant differences from the sample dipped in 2% ascorbic acid, the control and all the treatments stored at 25±2°C. It was also found that the degree of bruising and browning was parallel with increases in PPO and POD activities.

Keywords: sapodilla, bruising, browning, ascorbic acid

บทคัดย่อ

ศึกษาการลดการช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอก โดยนำตัวอย่างผลละมุดที่เจริญเต็มวัย (ผิวมีสีเขียวปนน้ำตาล) มาแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (ชุดควบคุม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบว่า การแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้นตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ค่าความสดของสี พื้นที่การเกิดรอยช้ำ และการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวและเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามพบว่าการแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) ได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และพบว่าความรุนแรงของการเกิดรอยช้ำและการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD

คำสำคัญ: ละมุด การช้ำ การเกิดสีน้ำตาล กรดแอสคอร์บิก

คำนำ

ละมุดจัดเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีทรงพุ่มขนาดปานกลางมีความสูงต้นเฉลี่ยประมาณ 5-20 เมตร และให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,500-3,000 ผลต่อปี (วรรยา และจริงแท้, 2545) แต่ปัญหาที่พบเกี่ยวกับคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลละมุด คือ เมื่อผลแก่เต็มที่แล้วจะมีเปลือกบางมาก และเมื่อผลสุกจะเห็นผลมีรอยช้ำเป็นสีน้ำตาลทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านใน ภายหลังจากปอก

[1] หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[1] Programme of Horticulture, Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกแล้วจะพบรอยช้ำเป็นสีน้ำตาลมากยิ่งขึ้น (เจริญ และคณะ, 2542) และพบว่าความเสียหายของผลละมุดเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว การล้างขัดผิว การย้อมสี การบ่ม การบรรจุ จนกระทั่งการขนส่งไปขายยังตลาด มีผลทำให้ผลละมุดเกิดรอยช้ำเป็นสีน้ำตาลมากยิ่งขึ้น (จริงแท้ และวรรยา, 2551) ซึ่งลักษณะการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากการช้ำในผลไม้ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้น และทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง (Song *et al.*, 2007) การเกิดสีน้ำตาลในผลไม้เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ PPO และ POD ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการยับยั้งหรือลดการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้โดยวิธีการแช่เยือกแข็งเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซีสามารถยับยั้งหรือลดการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้ (จริงแท้, 2549) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงใช้กรดแอสคอร์บิกลดการช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลละมุดพันธุ์มะกอกเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการยับยั้งหรือชะลอการช้ำและการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. คัดเลือกผลละมุดพันธุ์มะกอกที่เจริญเต็มวัย (ผิวมีสีเขียวปนน้ำตาล) ขนาดสม่ำเสมอกันแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที เปรียบเทียบกับผลละมุดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (ชุดควบคุม) แต่ละทรีตเมนต์ใช้ตัวอย่างทั้งหมด 6 ซ้ำ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 (อุณหภูมิห้อง) และ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน วางแผนการทดลองแบบ 2×4 factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยบันทึกค่าความสว่างของสี (L*) ค่าองศาของสี (hue angle) และค่าความสดของสี (chroma) ในส่วนของเปลือกและเนื้อผล วัดพื้นที่การเกิดรอยช้ำ (ตารางเซนติเมตร) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (เปอร์เซ็นบริกซ์) จากนั้นเก็บตัวอย่างทุกทรีตเมนต์ในตู้แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20±2 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ต่อไป

2. วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ดัดแปลงตามวิธีการของ (Bradford, 1976) โดยใช้สารละลาย bovine serum albumin (BSA) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย comassie blue G-250 ความเข้มข้น 0.0125 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร จะได้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน คือ y = ax+b ชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH = 7.3) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร บดให้ละเอียดแล้วนำเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000×g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสที่ได้จากการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยใช้วิธีการเดียวกันกับการสกัดปริมาณโปรตีนในสารละลายมาตรฐาน นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้แทนค่า y ในสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานเมื่อหาปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

3. วิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ดัดแปลงตามวิธีการของ (Benjamin and Montgomery, 1973) โดยปิเปตต์ส่วนใสที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH = 7.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลาย catechol ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.7 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ทันทีจนครบ 3 นาที นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้คำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ โดยเทียบกับปริมาณโปรตีน รายงานค่าเป็นหน่วย unit/mg protein

4. วิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ POD ดัดแปลงตามวิธีการของ (Morita *et al.*, 1988) โดยปิเปตต์ส่วนใสที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH = 7.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 0.9 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลาย gauicol ความเข้มข้น 8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 24 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร ทันทีจนครบ 3 นาที จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้คำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ โดยเทียบกับปริมาณโปรตีน รายงานค่าเป็นหน่วย unit/mg protein

ผลการทดลอง

วันแรกของการทดลองผลละมุดจากทุกทรีตเมนต์มีค่าความสว่าง (L*) ค่าองศาของสี ค่าความสดของสีเปลือกและเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่าการแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้นหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีค่าความสว่าง (L*) ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาของสี และค่าความสดของสีที่เปลือกและเนื้อมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (Table 1) และพบว่าทุกทรีทเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีพื้นที่การเกิดรอยช้ำน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้นร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำน้อยที่สุด และมีความแน่นเนื้อมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุก ทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส สำหรับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD พบว่าการแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองชนิดน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส (Table 2)

Table 1 Effect of ascorbic acid solution on changes in skin colors of sapodilla (*Achras sapota* Linn. cv. Makok) fruit after 6 days in storage at 25±2 and 15±2°C.

Treatments	skin lightness		hue angle		chroma	
	peel	pulp	peel	pulp	peel	pulp
0% ascorbic acid	50.34e[1/]	36.91c[1/]	66.72c[1/]	64.03c[1/]	21.38d[1/]	24.50c[1/]
0% ascorbic acid 15±2°C	55.34b	47.65b	71.87b	77.48b	26.24b	30.44b
2% ascorbic acid	51.45de	41.86c	69.28bc	63.95c	23.06cd	25.79c
2% ascorbic acid 15±2°C	57.25a	60.00a	78.43a	83.66a	30.60a	34.09a
4% ascorbic acid	52.03cd	41.59c	70.39b	64.07c	23.81c	26.86c
4% ascorbic acid 15±2°C	57.85a	60.54a	78.10a	81.52a	31.92a	33.90a
6% ascorbic acid	53.59c	40.04c	71.32b	61.34c	23.30cd	24.01c
6% ascorbic acid 15±2°C	57.96a	58.14a	77.99a	82.33a	29.90a	34.86a
C.V. (%)	3.19	6.30	4.24	5.95	8.29	9.35

Notation

1/ = The same letter in vertical column indicate no statistic all difference level 95% with Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Table 2 Effect of ascorbic acid solution on changes in bruised area, weight loss, firmness, TSS, PPO activities and POD activities of sapodilla (*Achras sapota* Linn. cv. Makok) fruit after 6 days in storage at 25±2 and 15±2°C.

Treatments	bruised area (cm^2)	weight loss (%)	firmness (newton)	TSS (%brix)	PPO activities (unit/mg protein)	POD activities (unit/mg protein)
0% ascorbic acid	11.38a[1/]	17.38a[1/]	2.73c[1/]	23.12a[1/]	296.96a[1/]	102.28a[1/]
0% ascorbic acid 15±2°C	1.01c	12.34b	26.87b	18.28bc	224.64c	53.48c
2% ascorbic acid	8.65b	13.39b	3.23c	21.00ab	284.26ab	83.83b
2% ascorbic acid 15±2°C	0.97c	9.19c	32.06a	18.96bc	159.19d	48.70c
4% ascorbic acid	8.07b	13.46b	3.68c	21.20ab	236.52c	50.51c
4% ascorbic acid 15±2°C	0.23c	8.76c	34.83a	18.4bc	90.27e	24.99d
6% ascorbic acid	8.2b	13.17b	3.18c	2.08ab	245.22bc	56.39c
6% ascorbic acid 15±2°C	0.22c	9.43c	34.33a	17.08c	91.04e	29.42d
C.V. (%)	34.52	8.00	23.50	10.11	12.47	15.65

Notation

1/ = The same letter in vertical column indicate no statistic all difference level 95% with Duncan Multiple Range Test (DMRT).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง พบว่าการแช่ผลละมุดพันธุ์มะกอกในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ความสดของสี และการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวและเนื้อได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เนื่องมาจากกรดแอสคอร์บิกสามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้ (จริงแท้, 2549) โดยกรดแอสคอร์บิกจะรีดิวซ์ quinone กลับไปเป็น diphenol ซึ่งจะทำให้ quinone ไม่สามารถรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า melanin (Sapers *et al.*, 1989) และพบว่าการแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้น ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน สามารถชะลอพื้นที่การเกิดรอยช้ำ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และแตกต่างจากทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เนื่องมาจากอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไม้ผลเขตร้อน คือ 15±2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลต่อการลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ การสุกของผลิตผล (ดนัย, 2549) และลดอัตราการหายใจทำให้เอนไซม์ขาดออกซิเจนและไม่สามารถทำปฏิกิริยาออกซิไดส์สารประกอบฟีนอลจึงทำให้ไม่มีสีน้ำตาลเกิดขึ้น (จริงแท้, 2549) และพบว่าการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส และทุกทรีตเมนต์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

สรุป

การแช่ผลละมุดในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ความสดของสี และการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวและเนื้อ พื้นที่การเกิดรอยช้ำ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำได้ดีที่สุด และการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 451 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช และ วรรยา สุธรรมชัย. 2551. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพละมุด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39: 349-360.

เจริญ ขุนพรม, อภิตา บุญศิริ, สมนึก ทองบ่อ, ยุพิน อ่อนศิริ และ ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์. 2542. ความเสียหายของผลละมุดหลังการเก็บเกี่ยว. ในการประชุมวิชาการเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ครั้งที่ 15 เรื่อง เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร 2-3 ธันวาคม 2542. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.

วรรยา สุธรรมชัย และ จริงแท้ ศิริพานิช. 2545. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลละมุดของเกษตรกรและคุณภาพของผลละมุดที่ผู้ค้าและผู้บริโภคต้องการ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33 (พิเศษ): 127-130.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2549. โรคหลังเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 208 หน้า.

Benjamin, N.D. and M.W. Montgomery. 1973. Polyphenol oxidase of royal ann cherries: purification and characterization. Food Science 38: 799-806.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye bind. Analytical and Bioanalytical Chemistry 72: 248-254.

Sapers, G.M., J.G. Hichs, L. Phillips, D. Garzarella, L. Pondish, R.M. Matulaitis, T.J. Mccormack, S.M. Sondey, P.A. Seib and Y.S. Ei-Atawy. 1989. Control of enzymetic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors and complexing agents. Food Science 54: 907-1012.

Song, Y., Y. Yu-xin, Y. Zhia, H. Yuan-peng, D. Chen and W. Shu-wei. 2007. Polyphenolic compound and the degree of browning in processing apple varieties. Agricultural Science in China 6: 607-612.

Morita, T., H. Yamashita, B. Mikami, H. Iwamoto, S. Aibara, M. Terada and J. Minami. 1988. Purification, crystallization, and characterization of peroxidase from *Coprinus cinereus*. Biochemistry 103: 693-699.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้