

ประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อ
คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่

EFFICIENCY OF PREHARVEST SALICYLIC ACID AND CALCIUM
CHLORIDE TREATMENTS ON POSTHARVEST QUALITY OF
MULBERRY CV. CHIANG MAI



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

พ.ศ. 2565

KMITL PRINCE OF HUPHON-2022-M-02-006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFICIENCY OF PREHARVEST SALICYLIC ACID AND CALCIUM CHLORIDE
TREATMENTS ON POSTHARVEST QUALITY OF MULBERRY CV. CHIANG MAI

PRA-KAIYKARN SANGCHAN



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN HORTICULTURE

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS GRADUATE SCHOOL

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

2022

KMITL PRINCE OF CHUMPHON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะที่ขอการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL PRINCE OF HUPHON-2022-M-02-006



COPYRIGHT 2022

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่
ชื่อนักศึกษา	นางสาวประกายกาญจนา แสงจันทร์
รหัสประจำตัว	64620011
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
หลักสูตร	พืชสวน
พ.ศ.	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. พรรณีภา ย้วยล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. สุริย์ฉันท์ สุภาพวานิช

บทคัดย่อ

ผลหม่อนเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากผลเน่าเสียอย่างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพประสิทธิภาพของการใช้กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid; SA) และแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium Chloride; CaCl₂) ก่อนการเก็บเกี่ยวในการรักษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การศึกษาผลของการใช้ SA ก่อนการเก็บเกี่ยว ชุดควบคุม (ไม่ฉีดพ่น), ฉีดพ่น SA 1 และ 2 mM บนผลหม่อน 40 วันหลังติดดอก เก็บเกี่ยวผลหม่อนระยะ 45 วัน บรรจุในภาตโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืด ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างผลหม่อนวันที่ 0, 3, 6 และ 9 ของการเก็บรักษา พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้น 1 mM สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลหม่อนได้นานที่สุด 9 วัน มีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด สามารถกระตุ้นกิจกรรมของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และปริมาณกรดแอสคอร์บิกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การศึกษาผลของการใช้ CaCl₂ ก่อนการเก็บเกี่ยว ชุดควบคุม (ไม่ฉีดพ่น), ฉีดพ่น CaCl₂ 0.5 และ 1 % บนผลหม่อน 40 วันหลังออกดอก และเก็บเกี่ยวผลหม่อนระยะ 45 วัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl₂ ที่ความเข้มข้น 0.5 % สามารถรักษาความแน่นเนื้อ และสามารถชะลอการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและปริมาณกรดแอสคอร์บิกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การศึกษาผลของการใช้ SA ความเข้มข้น 1 mM, CaCl₂ ความเข้มข้น 5 % และการใช้ SA ความเข้มข้น 1 mM ร่วมกับ CaCl₂ ความเข้มข้น 5 % ก่อนการเก็บเกี่ยว โดยฉีดพ่นบนผลหม่อนระยะ 40 วันหลังออกดอก พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA 1 mM ร่วมกับ CaCl₂ 0.5 % สามารถรักษาความแน่นเนื้อ เพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ กรดแอสคอร์บิก ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังนั้นการฉีดพ่น SA 1 mM และ CaCl_2 0.5 % สามารถรักษาคุณภาพและมีอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: ผลหม่อน, อายุการเก็บรักษา, คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา !! และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Efficiency of Preharvest Salicylic acid and Calcium Chloride Treatments on Postharvest Quality of Mulberry cv. Chiang Mai
Student	Miss Pra-kaiykarn Sangchan
Student ID	64620011
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2022
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Pannipa Youryon
Co – Advisor	Assoc. Prof. Dr. Suriyan Supapvanich

Abstract

Mulberry is a popular fruit which has short shelf life due to decaying rapidly after harvest. The objectives were to study the efficiency of preharvest salicylic acid (SA) and calcium chloride (CaCl_2) applications on the postharvest quality maintenance of the fruit during cold storage. In preharvest SA applications, SA at concentrations of control (non treated), 1, or 2 mM were sprayed on mulberry fruit after anthesis for 40 days. The mulberries at the stage at 45 d after anthesis were harvested and packed on to a polystyrene tray and then wrapped with polyvinyl chloride. The fruit were stored at 5 °C and sampled on day 0, 3, 6 and 9 of each storage temperature. The results showed that SA spraying at the concentration of 1 mM had the longest shelf life (9 d) and the highest L^* , a^* and titratable acidity values compared to other treatments. SA spraying at the concentration of 1 mM induced the activities of antioxidant activity, free radical scavenging activity, anthocyanin, total phenols content and ascorbic acid during storage. In preharvest CaCl_2 application, CaCl_2 at the concentrations of control (non treated), 0.5, or 1 % were sprayed on mulberry fruit at the stage of 40 d anthesis and harvested at 45 d after anthesis. The results showed that CaCl_2 spraying at the concentration of 0.5 % maintained firmness and delayed the loss of anthocyanin, total phenols content, antioxidant activity, free radical scavenging activity and ascorbic acid during storage. In preharvest SA and CaCl_2 applications, SA at the concentrations of 1 mM SA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา !!! และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

combined with CaCl_2 at the concentrations of 0.5 % were sprayed on the mulberry fruit at the storage of 40 d after anthesis. The results showed that the combination treatment maintained firmness and induced the bioactive compounds such as ascorbic acid, total phenols content, antioxidant activity, free radical scavenging activity during storage. Therefore, we suggest that the combinations of 1 mM SA and 0.5 % CaCl_2 spraying maintained the postharvest quality and extended the shelf life of mulberries.

Keywords: Mulberry fruit, Shelf life, Postharvest quality



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **IV** และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับการดูแล เอาใจใส่ และช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. พรรณีภา ยั่วยล และท่านอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร. สุริยัณห์ สุภาพวานิช ที่เสียสละเวลา แรงกาย แรงใจ ให้คำแนะนำปรึกษาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่าง การวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้และกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประจำหลักสูตรพีชสวนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำตลอดจนอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามา โดยตลอดขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ หลักสูตรพีชสวนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ได้ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกายกำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประกายกาญจนา แสงจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร.....	4
2.1 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหม่อน.....	4
2.2 การรักษาคุณภาพผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว.....	7
2.3 การเก็บรักษาผลหม่อน.....	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	13
3.1 พันธุ์พืช.....	13
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	13
3.3 สารเคมี.....	14
3.4 วิธีการทดลอง.....	14
3.5 การบันทึกผล.....	16
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	19
3.7 สถานที่ทำการทดลอง.....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล.....	20
4.1 ประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ ผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.....	20
4.2 ประสิทธิภาพการใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.....	30
4.3 ประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการ เปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.....	39
บทที่ 5 สรุปผล.....	47
5.1 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.....	47
5.2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.....	47
5.3 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมี.....	59
ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการทดลอง.....	60
ประวัติผู้เขียน.....	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VII. ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางภาคผนวกที่

หน้า

A1. Appearance score of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage.....60 at 5 °C for 9 days.	60
A2. Firmness of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C.....60 for 9 days.	60
A3. Changes color L* value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at.....60 5 °C for 9 days.	60
A4. Changes color a* value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at.....61 5 °C for 9 days.	61
A5. Changes color Chroma value mulberry fruit treated with Salicylic acid during.....61 storage at 5 °C for 9 days.	61
A6. Changes color Hue value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at.....61 5 °C for 9 days.	61
A7. Total soluble solids of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage.....62 at 5 °C for 9 days.	62
A8. Titratable acidity of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C.....62 for 9 days.	62
A9. Anthocyanin of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C.....62 for 9 days.	62
A10. Total phenols content of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage.....63 at 5 °C for 9 days.	63
A11. Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential of mulberry fruit treated.....63 with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.	63
A12. DPPH scavenging activity of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage.....63 at 5 °C for 9 days.	63
A13. Ascorbic acid of mulberry fruit fruit treated with Salicylic acid during storage.....64 at 5 °C for 9 days.	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A14. Appearance score of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage.....64 at 5 °C for 9 days.	64
A15. Firmness of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for.....64 9 days.	64
A16. Changes color L* value mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....65 storage at 5 °C for 9 days.	65
A17. Changes color a* value mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....65 storage at 5 °C for 9 days.	65
A18. Changes color Chroma value mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....65 storage at 5 °C for 9 days.	65
A19. Changes color Hue value mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....66 storage at 5 °C for 9 days.	66
A20. Total soluble solids of mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....66 storage at 5 °C for 9 days.	66
A21. Titratable acidity of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage.....66 at 5 °C for 9 days.	66
A22. Anthocyanin of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at.....67 5 °C for 9 days.	67
A23. Total phenols content of mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....67 storage at 5 °C for 9 days.	67
A24. Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential of mulberry fruit.....67 treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.	67
A25. DPPH scavenging activity of mulberry fruit treated with Calcium chloride during.....68 storage at 5 °C for 9 days.	68
A26. Ascorbic acid of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at.....68 5 °C for 9 days.	68
A27. Appearance score of mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium.....68 chloride during storage at 5 °C for 9 days.	68
A28. Firmness of mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride.....69 during storage at 5 °C for 9 days.	69

A29. Changes color L* value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine.....	69
Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.	
A30. Changes color a* value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine.....	70
Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.	
A31. Changes color Hue value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine.....	70
Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days	
A32. Changes color Chroma value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine.....	71
Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days	
A33. Total soluble solids mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium.....	71
chloride during storage at 5 °C for 9 days	
A34. Titratable acidity mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium.....	72
chloride during storage at 5 °C for 9 days.	
A35. Anthocyanin mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride.....	72
during storage at 5 °C for 9 days	
A36. Total phenols content treated with Salicylic acid combine Calcium chloride.....	73
during storage at 5 °C for 9 days	
A37. Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential treated with Salicylic.....	73
acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.	
A38. DPPH scavenging activity treated with Salicylic acid combine Calcium chloride.....	74
during storage at 5 °C for 9 days.	
A39. Ascorbic acid treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage.....	74
at 5 °C for 9 days.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา X และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Morphological structure of mulberry.....	4
2.2 Development of flower buds and fruit mulberry cv. Chiang Mai.....	6
2.3 Main pathway of Salicylic acid biosynthesis.....	7
2.4 Egg-box structure Schematic representation of the egg-box association of the.....	9
poly-L-Lguluronate sequences of alginate cross-linked by calcium ions.	
4.1 Visual appearance of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at.....	20
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.2 Appearance score of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at.....	21
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.3 Changes color L* value (A), a* value (B), Chroma value (C), Hue value (D) of.....	22
mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.4 Firmness of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at 5 °C for.....	24
3, 6 and 9 days.	
4.5 Total soluble solids (A), Titratable acidity (B) of mulberry fruit sprayed with.....	25
Salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.6 Anthocyanin of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at.....	26
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.7 Total phenols content (A), Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant.....	27
potential (B), DPPH scavenging activity (C), of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.8 Ascorbic acid of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid during storage at.....	28
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.9 Visual appearance of mulberry fruit sprayed with Calcium chloride during storage.....	30
at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.10 Appearance score of mulberry fruit sprayed with Calcium chloride during storage.....	31
at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.11 Changes color L* value (A), a* value (B), Chroma value (C), Hue value (D) of.....	32
mulberry fruit sprayed with Calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นไปใช้ประโยชน์ใดในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 Firmness of mulberry fruit sprayed with Calcium chloride during storage at 5 °C.....	33
for 3, 6 and 9 days	
4.13 Total soluble solids (A), Titratable acidity (B) of mulberry fruit sprayed with.....	35
Calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.14 Anthocyanin of mulberry fruit sprayed with Calcium chloride during storage at.....	35
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.15 Total phenols content (A), Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant.....	36
potential (B), DPPH scavenging activity (C), of mulberry fruit sprayed with	
Calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.16 Ascorbic acid of mulberry fruit sprayed with Calcium chloride during storage at.....	37
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.17 Visual appearance of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid and Calcium.....	39
chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.18 Appearance score of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid and Calcium.....	40
chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.19 Changes color L* value (A), a* value (B), Chroma value (C), Hue value (D) of.....	41
mulberry fruit sprayed with Salicylic acid and Calcium chloride during storage at	
5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.20 Firmness of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid and Calcium chloride.....	42
during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.21 Total soluble solids (A), Titratable acidity (B) of mulberry fruit sprayed with.....	43
Salicylic acid and Calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.22 Anthocyanin of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid and Calcium chloride.....	44
during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.23 Total phenols content (A), Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant.....	45
potential (B), DPPH scavenging activity (C), of mulberry fruit sprayed with Salicylic	
acid and Calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	
4.24 Ascorbic acid of mulberry fruit sprayed with Salicylic acid and Calcium chloride.....	46
during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

หม่อน หรือมัลเบอร์รี่ (*Morus alba*) มีประมาณ 10 - 16 ชนิดที่เป็นไม้แบบผลัดใบ (deciduous) และมีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวอบอุ่นและเขตกึ่งร้อนในแถบทวีปเอเชีย อเมริกาเหนือ และแอฟริกา โดยพบว่ามียาหลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว (ณรงค์ชัย, 2553) ด้วยผลหม่อนที่มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวนำมารับประทานมีคุณค่าทางอาหารสูงและอุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการและเภสัชวิทยา เช่น อุดมไปด้วยวิตามินซี วิตามินบี โดยเฉพาะเคอราติน (ลือชัย, 2555) และมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญที่สุดคือแอนโทไซยานิน ซึ่งจัดเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพละลายน้ำได้ในกลุ่มโพลีฟีนอล (Zhang et al., 2018) ช่วยต่อต้านการอักเสบและอาการเส้นเลือดโป่งพอง ด้านคอเลสเตอรอล ด้านโรคอ้วนยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและไวรัส (Duthie, et al., 2000) และมีการวิจัยในหนูพบว่าผลหม่อนมีสรรพคุณช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ ช่วยลดความจำบกร่องและเพิ่มความหนาแน่นของเซลล์ประสาทของหนูได้อีกด้วย (ชเนศและคณะ, 2555) โดยการเก็บเกี่ยวผลหม่อนถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนการเก็บรักษาผลและการขนส่ง ผลหม่อนมีผลขนาดเล็ก มีโครงสร้างทางกายภาพที่เปราะบาง ฉ่ำน้ำ บอบช้ำง่าย และมีระยะเวลาการสุกของผลไม่พร้อมกัน ต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตระยะเวลาเป็นเดือน (วสันต์ และคณะ, 2546) ในระหว่างการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาและการขนส่งผลผลิต ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ แอนโทไซยานิน การต้านอนุมูลอิสระ เมื่อเกิดกระบวนการสุกทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลง และการอ่อนนุ่มที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ (จริงแท้, 2549) ผลหม่อนมีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวคืออายุการเก็บรักษาสั้น โดยจะเน่าเสียภายใน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง (สมโภชน์ และคณะ, 2550) การเก็บรักษาผลหม่อนสดเป็นเวลานานทำให้มีลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำและเกิดโรคได้อย่างรวดเร็ว (กษวรรณ และคณะ, 2550) ปัจจุบันมีการศึกษาการใช้กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid, SA) ในการช่วยรักษาคุณภาพผลสดหลังการเก็บเกี่ยวอย่างแพร่หลาย โดย SA จัดเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่สำคัญต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา เมื่อพืชได้รับความเครียดจากสิ่งแวดล้อม (สัมฤทธิ์, 2544) เช่น การใช้ SA ในอุณหภูมิที่ระดับความเข้มข้น 1.5 mM ก่อนการเก็บเกี่ยวประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บเกี่ยว (Champa et al., 2014) ในมะเขือเทศ ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.5 mM พบว่ามะเขือเทศมีความต้านทานอาการสเห้านานมากขึ้น (Ding et al., 2550) และ การใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 4 mM

ก่อนการเก็บเกี่ยวในสตอเบอร์รี่ พบว่ามีปริมาณฟีนอลและแอนโทไซยานินสูงกว่าชุดควบคุม (Darwish et al., 2021) นอกจากนี้ยังมีการใช้แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride, CaCl_2) มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างของผนังเซลล์ (Kirby and Pilbeam, 1984) มีคุณสมบัติในการเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อลดการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาและการเน่าเสียได้ (Lamikanra and Watson, 2004) เช่น การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ในมะม่วงพันธุ์ Alphonso ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.5 % ช่วยลดการสุกแก่และมีอายุการเก็บรักษานานกว่ามะม่วงพันธุ์ Alphonso ที่ไม่ได้รับการพ่นสารสุก (Karemera and Habimana, 2014) และ การใช้แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ที่ระดับความเข้มข้น 0.6-2.0 % ช่วยชะลอการสุกแก่และการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (Bender, 1998)

ดังนั้นจากคุณสมบัติของกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ ที่มีผลในการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความเข้มข้นของการฉีดพ่นกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ ต่อการยืดอายุการรักษาหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ ต่อการยืดอายุการรักษาหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาประสิทธิภาพของการฉีดพ่นกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อนสดพันธุ์เชียงใหม่ โดยทำการทดสอบทางเคมี ทางกายภาพ และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของผลหม่อนสดพันธุ์เชียงใหม่ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางในการนำสารกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ ฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของหม่อนผลสดภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ความรู้ที่เกี่ยวกับหม่อน

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหม่อน

หม่อนเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Morus* วงศ์ *Moraceae* ปลูกกระจายทั่วโลกภายใต้สภาพอากาศที่หลากหลายตั้งแต่เขตร้อนไปจนถึงเขตอบอุ่น หม่อนมีทั้งหมด 24 สปีชีส์ และ *Morus alba* L. เป็นสปีชีส์ที่โดดเด่นมากที่สุดมีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเขตนานิว และเขตอบอุ่น โดยเฉพาะในประเทศจีน และญี่ปุ่น อีกทั้งเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน เช่นประเทศไทย เป็นต้น (Yuan and Zhao, 2017) ซึ่งหม่อนจัดเป็นไม้ผลในกลุ่ม deciduous fruit plant หรือประเภท hard wood คือพืชจำพวกใบร่วงในฤดูใบไม้ร่วง และมีการพักตัวในฤดูหนาว ตาดอกและตาใบเป็นชนิดตารวม (mix bud) คือมีทั้งตาดอกและตาใบอยู่รวมกัน ผลมีลักษณะแบบผลรวม ซึ่งผลเกิดจากตาข้างของปีนั้น (catkin) คือจะมีช่อดอกเกิดที่ตาเหนือใบของตาข้างของกิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ ส่วนลักษณะของดอกมีทั้งแบบดอกที่มีเกสรตัวผู้และตัวเมียแยกกันคนละต้น (dioecious) หรือบางพันธุ์อาจเป็นดอกที่มีเกสรตัวผู้ละตัวเมียอยู่บนดอกเดียวกัน (monoecious) โดยมีดอกหลายๆ ดอกอยู่ในช่อเดียวกันในบางครั้งต้นหม่อนที่เป็นพันธุ์เดียวกันสามารถจะมีการเปลี่ยนเพศจากเพศหนึ่งไปเป็นอีกเพศหนึ่งได้ ส่วนการผสมเกสรในธรรมชาติอาศัยลมเป็นตัวช่วยในการผสมเกสร (วสันต์ และคณะ, 2556)

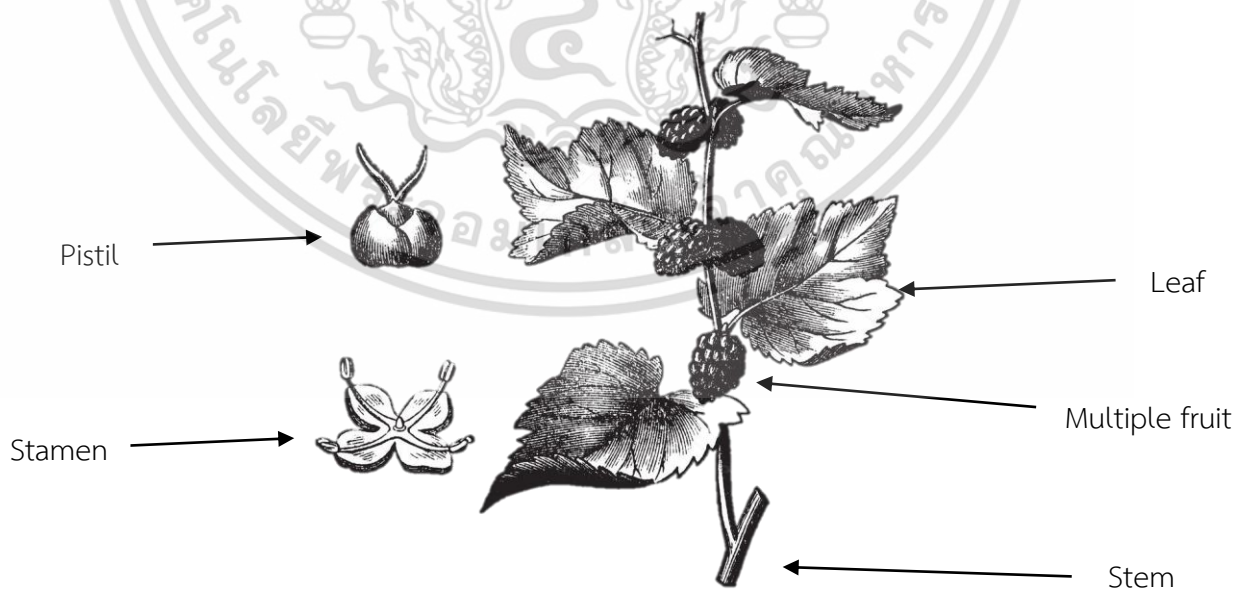


Figure 2.1 Morphological structure of mulberry (Morphart, 1891)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้น เป็นไม้พุ่มขนาดกลางลำต้นตั้งตรง เปลือกลำต้นมีลักษณะขรุขระ มีสีเทาขาวมีน้ำยางสีขาว ชุ่ม สูงได้ประมาณ 2.5 เมตร แตกกิ่งก้านไม่มาก เปลือกลำต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลแดง หรือสีขาวปนสีน้ำตาล (วสันต์ และคณะ, 2546)

ใบ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับกัน ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ หรือรูปไข่กว้าง ปลายใบแหลมยาว โคนใบเว้าเป็นรูปหัวใจหรือค่อนข้างตัด ใบมีขนาดกว้างประมาณ 8-14 เซนติเมตร และยาวประมาณ 12-16 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นสีเขียวเข้มเรียบเงา ท้องใบเป็นสีเขียวอ่อน ใบค่อนข้างหนา หลังใบสากระคายมือ (ธวัชชัย, 2547)

ราก เป็นระบบรากแก้ว มีลักษณะกลม ๆ แขนงลึกลงในดิน มีเปลือกรากสีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองแดง มีเส้นร่อยแตกที่เปลือกผิว (อุไรวรรณ, 2550)

ดอก มีลักษณะรูปทรงกระบอก ออกดอกเป็นช่อ มีดอกย่อยเล็ก ๆ อยู่เป็นกระจุก กลีบดอกเป็นเส้นเล็ก ๆ มีสีขาวนวล มีก้านช่อดอกยาว ดอกออกตามซอกใบและปลายยอด

ช่อดอกตัวผู้ ประกอบด้วยดอกตัวผู้หลาย ๆ ดอกรวมกันเป็นช่อเดียวกัน ดอกตัวผู้แต่ละดอกจะมีกลีบดอก 4 กลีบ และเกสรตัวผู้ 4 เกสรยาวกว่าดอกตัวเมียและถูกจัดเรียงอย่างหลวม ๆ และหลังจากการปล่อยละอองเรณูช่อดอกจะแห้ง การแพร่กระจายจะใช้ลมเป็นตัวช่วย

ช่อดอกตัวเมีย ประกอบด้วย กลีบดอก 4 กลีบ รังไข่ ก้านเกสรตัวเมีย และยอดเกสรตัวเมีย โดยกลีบดอกจะห่อหุ้มรังไข่ไว้ซึ่งมีลักษณะคล้ายลูกบอลสีเขียว ปลายสุดของก้านเกสรตัวเมียเรียกว่ายอดเกสรตัวเมีย ซึ่งจะมีขนหรือปุ่มที่หนาแน่นปกคลุมอยู่บนยอดเกสรตัวเมียซึ่งจะเป็นแหล่งผลิตน้ำหวานขึ้นมาสำหรับดักจับเกสรตัวผู้ เมื่อยอดเกสรตัวเมื่อยืดตัวออกเต็มที่และมีลักษณะสีขาวแสดงว่าดอกบานเต็มที่ (วสันต์ และคณะ, 2546)

ผล ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก เป็นผลรวม ยาวประมาณ 2-3 ซม. ผลอ่อนสีเขียว ผลสุกจะมีสีแดง สีม่วงอมแดง และสีออกดำ อวบน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว (อุไรวรรณ, 2550)

เมล็ด ลักษณะเป็นรูปไข่ อยู่ข้างในเนื้อ เมล็ดมีเมือกหุ้มอยู่ สีเหลืองอ่อน หรือเหลืองเข้ม ขนาดเล็กประมาณ 1 x 1 มิลลิเมตร (วสันต์ และคณะ, 2546)

2.1.2 การพัฒนาของผลหม่อน

ผลหม่อน จัดอยู่ในกลุ่มของ berry fruit แต่จัดอยู่ในกลุ่มของ ผลรวม (collective fruit หรือ inflorescent fruit) เป็นผลที่เกิดจากช่อดอกทั้งช่อรวมกันเป็นผลเดียวกันแต่สามารถมองเป็นผล

เล็ก ๆ แยกกันอยู่บนแกนของช่อผล มองเห็นเป็นผลเล็ก ๆ แยกกันอยู่บนแกนของช่อผล การพัฒนาของผลหม่อน มีการพัฒนาโดยเริ่มจากใบหม่อนและดอกหม่อนจะแตกออกมาพร้อมกัน หลังจากโน้มกิ่งประมาณ 8-12 วันใบและดอกจะแตกออก (วสันต์ และคณะ, 2556) ดอกหม่อนที่บานเต็มที่ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะสีขาวใส หลังจากผสมเกสรดอกจะเปลี่ยนจากสีขาวใสเป็นสีเทาภายใน 3 วัน จากนั้นจะมีพัฒนาการของผลโดยสีของผลจะเริ่มจากสีเขียว ขาว ชมพู แดง และดำ รวมระยะเวลาหลังจากดอกบานประมาณ 40-45 วัน ผลจะเริ่มสุกและแก่ ลักษณะผลหม่อนจะอวบน้ำและประกอบไปด้วยน้ำหวานเมื่อผลแก่เต็มที่ จากนั้นผลจะเริ่มนิ่มลงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกรดจะลดลงเรื่อย ๆ (อำนาจ และวิโรจน์, 2548)

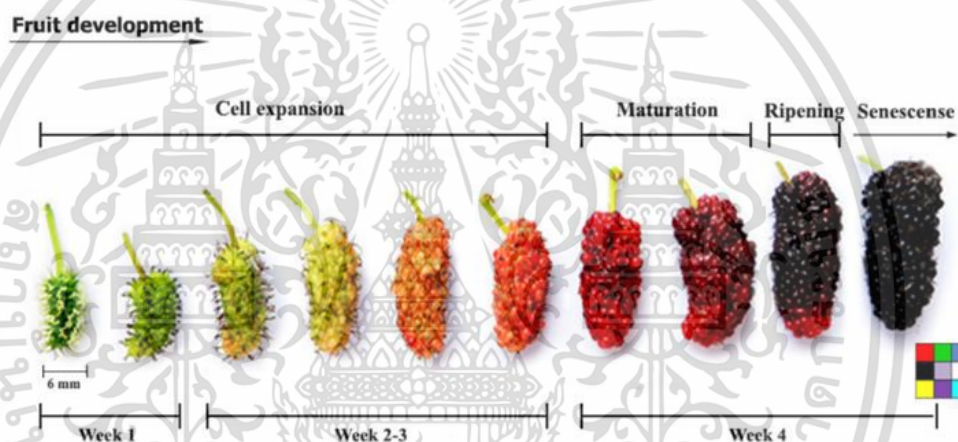


Figure 2.2 Development of flower buds and fruit mulberry cv. Chiang Mai (วัฒนาทิพย์ และคณะ, 2563)

2.1.2 พันธุ์หม่อนผลสดที่ปลูกในประเทศไทย

พันธุ์หม่อนที่ใช้ปลูกเพื่อเก็บผลผลิตหม่อน หรือเก็บผลผลิตใบหม่อนแล้วเก็บผลผลิตผลหม่อนเป็นผลพลอยได้ คือ

1. พันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อรับประทานผลสดและแปรรูป เนื่องจากมีผลขนาดใหญ่ ผลสีดำรสชาติหวาน มีการปลูกกระจายทั่วไปในภาคเหนือตอนบน และเขตภูเขาสูง โดยต้นที่มีอายุประมาณ 2 ปี หลังการปลูก ให้ผลผลิตหม่อนประมาณ 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ ต่อปี และเมื่อต้นหม่อนอายุมากขึ้นจะให้ผลผลิตผลหม่อนสูงขึ้นไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี นอกจากนี้จะให้ผลผลิตใบหม่อนเป็นผลพลอยได้ ไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี ปัจจุบันมีการปลูกกระจายทั่วประเทศ (วสันต์ และคณะ, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พันธุ์บุรีรัมย์ 60 เป็นพันธุ์หม่อนที่ปรับปรุงพันธุ์ โดยใช้พันธุ์หม่อนน้อย ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองของไทยผสมกับหม่อนพันธุ์จีนเบอร์ 44 เข้ามาจากต่างประเทศ เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดี ใบใหญ่ หนาให้ผลผลิตใบต่อไร่สูง ให้ผลผลิตใบหม่อนประมาณ 4,300 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี และจะให้ผลผลิตผลหม่อนเป็นผลพลอยได้ประมาณ 500 กิโลกรัม ต่อ ไร่ต่อปี ซึ่งหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ปักในแปลงโดยตรงจะมีอัตราการงอกรากต่ำ (วสันต์ และคณะ, 2556)

3. พันธุ์ศรีสะเกษ 33 เป็นหม่อนลูกผสมเปิดพันธุ์ Jing Mulberry จากประเทศจีน มีลักษณะใบกว้าง ใบเรียบ ขอบใบไม่มีเว้า ใบร่วงช้า และมีระยะข้อปล้องสั้น ต้านทานโรคใบต่างได้ดีกว่าพันธุ์อื่น มีค่อนข้างผลใหญ่ ให้ผลผลิตใบ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี ให้ผลผลิตผลหม่อน 500 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี (วสันต์ และคณะ, 2556)

2.2 การรักษาคุณภาพผลิตผลก่อนการเก็บเกี่ยว

2.2.1 การใช้กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid, SA)

กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid; SA) เป็นฮอร์โมนพืชที่สำคัญในการตอบสนองทางสรีรวิทยา (สัมฤทธิ์, 2544) เป็นสารประกอบฟีนอลิกอย่างง่าย และได้รับการยอมรับว่าเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนฟีนิลอะลานีน โดยฟีนิลอะลานีนจะเปลี่ยนเป็น trans-cinnamic acid จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็น benzoic acid และเป็นกรดซาลิไซลิกในที่สุด (Davies, 1995) กรดซาลิไซลิกยังถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Raskin, 1992) กรดซาลิไซลิกมีหน้าที่ส่งสัญญาณระยะไกลจากภายนอก และส่งต่อไปยังเมทิลซาลิไซลิก (MeSA) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของกรดซาลิไซลิกที่อยู่ในรูปที่ยังทำงานไม่ได้ แต่เคลื่อนที่ไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ ซึ่งเนื้อเยื่อส่วนที่ได้รับความเครียดที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น แมลง เชื้อรา แบคทีเรีย และสิ่งไม่มีชีวิต เช่น น้ำ แสง อุณหภูมิ สารกำจัดวัชพืชและแมลง ซึ่ง MeSA จากเนื้อเยื่อที่ได้รับความเครียด จะถูกส่งไปยังเนื้อเยื่อที่อยู่ในสภาวะปกติ และเปลี่ยนกลับไปอยู่ในรูปของ SA เพื่อกระตุ้นระบบการป้องกันโดยการฆ่าตัวเองของเซลล์ (Hypersensitive; HR) และระบบป้องกันตัวเองที่กระตุ้นการผลิตโปรตีนหรือสารเคมีที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ (Systemic acquired resistance; SAR) นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้เกิดสารต้านอนุมูลอิสระหรือเอนไซม์การต้านอนุมูลอิสระ ที่ช่วยในกระบวนการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดจากสภาวะเครียดของพืช ช่วยลดอันตรายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในพืชอีกด้วย (Hayat et al., 2010)

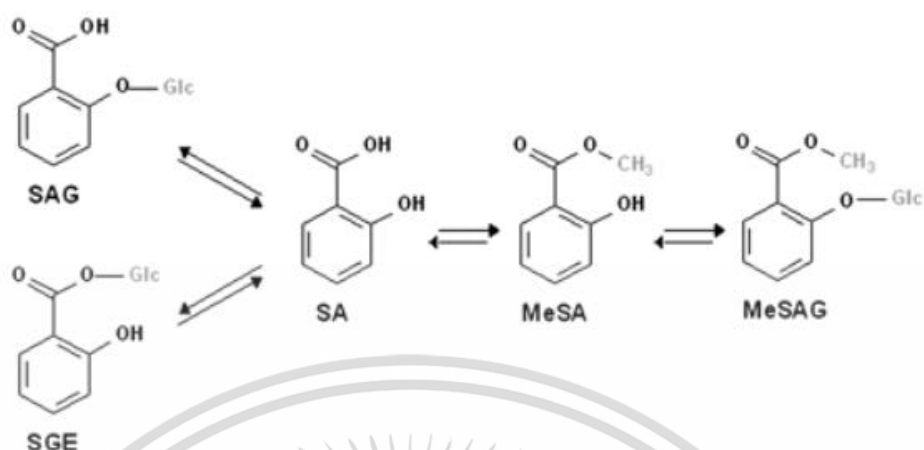


Figure 2.3 Main pathway of Salicylic acid biosynthesis (Raskin et al., 1990)

กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid, SA) เป็นสารประกอบหลักในกลุ่ม phenylpropanoid และมีความสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและเมตาบอลิซึมในพืชทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจุบันมีการศึกษาถึงบทบาทของ salicylic acid ที่มีต่อผลิตผลพืชสวนหลายชนิด ซึ่ง salicylic acid เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการใช้สารเคมีในเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมคุณภาพผลิตผลพืชสวน จึงมีการใช้ SA ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อชะลอกระบวนการหายใจ และการผลิตเอทิลีนตั้งงานวิจัยต่อไปนี้ Babalar et al., (2007) ทำการศึกษาผลของการใช้สารละลาย SA ก่อนการเก็บเกี่ยวในผลสตรอเบอร์รี่ พบว่าการใช้สารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 2.0 mM มีประสิทธิภาพชะลอการผลิตเอทิลีนได้ดีที่สุด Gimenez et al., (2014) ทำการศึกษาการใช้ SA ก่อนการเก็บเกี่ยว โดยการฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้น 1 mM ในผลเชอร์รี่พันธุ์ Sweet heat พบว่าเชอร์รี่มี TSS สูงที่สุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.05$) Ahmad et al. (2011) รายงานว่าการใช้ SA ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระดับความเข้มข้น 8 mM ในผลส้มสามารถรักษาค่าความแน่นเนื้อ ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งการที่ผลไม่มีค่าความแน่นเนื้อสูง บ่งบอกได้ถึงความสำเร็จของผนังเซลล์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พืชสามารถ เก็บรักษาได้นานขึ้น และต้านทานโรคได้ดี (Lue et al., 2012) Waseem et al. (2015) ได้ทำการศึกษาการฉีดพ่นด้วย SA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในผลเกรปฟรุต ซึ่งพบว่าผลเกรปฟรุตที่เก็บรักษาในวันที่ 30 60 และ 90 มี Total phenol และค่า Flavonoid ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และผลเกรปฟรุตที่ฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้น 12 mM มีค่า Total phenol และค่า Flavonoid สูงที่สุด การใช้ SA ในองุ่น ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 mM ก่อนการเก็บเกี่ยวประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บเกี่ยว (Champa et al., 2014) ในมะเขือเทศ ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.5 mM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ามะเขือเทศมีความต้านทานอาการสั่ทำนหนวามากขึ้น (Ding et al., 2550) และการใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 4 mM ก่อนการเก็บเกี่ยวในสตอเบอร์รี่ พบว่ามีปริมาณฟีนอลและแอนโทไซยานินสูงกว่าชุดควบคุม (Darwish et al., 2021) และ Dokhanieh et al. (2013) ใช้สารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 1 mM พบว่าเชอร์รี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอล ปริมาณกรดแอสคอร์บิก และปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

2.2.4 การใช้แคลเซียมคลอไรด์

แคลเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชแคลเซียมมี คุณสมบัติในการต้านการสุกและการเสื่อมสภาพในผลผลิต (Ferguson, 1984; Poovaiah et al., 1988) โดยเป็น second messenger ที่สำคัญและมีบทบาทเกี่ยวกับกระบวนการ metabolism ของเซลล์ (Taiz และ Zeiger, 1988) เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ และเนื้อเยื่อ รวมอยู่กับสารประกอบเพคตินใน middle lamella โดย แคลเซียมสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพคตินบริเวณ middle lamella และผนังเซลล์เกิดปฏิกิริยาเชื่อมข้าม (crosslink) ระหว่างหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) บนสาย polygalacturonides และประจุคู่ของแคลเซียมโดย แคลเซียมทำหน้าที่ดึงหมู่คาร์บอกซิล ($-COOH$) บนสายของเพคติน (pectin) สายหนึ่งให้จับกับหมู่คาร์บอกซิลของสายเพคตินอีกสายหนึ่ง เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมเพคเตต (calcium pectate) ซึ่งไม่ละลายน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยโครงสร้างของเพคติน เช่น polygalacturonates ไม่สามารถทำงานได้จึงทำให้เนื้อสัมผัสของผักและผลไม้แข็งแรง แน่น และกรอบขึ้น (Fortuny and Bellose, 2003)



Figure 2.4 Egg-box structure Schematic representation of the egg-box association of the poly-L-guluronate sequences of alginate cross-linked by calcium ions (Arun, 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียมคลอไรด์ เป็นสารที่หาง่าย ราคาไม่แพง และได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาว่าสามารถใช้ในผลิตผลเพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Yuen, 1994) จึงมีการนำแคลเซียมมาใช้ในการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อรักษาคุณภาพของผลผลิตมากมาย ณรงค์รัตน์ (2558) เป็นที่ทราบกันดีว่าแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) มีบทบาทที่สำคัญในการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ แคลเซียมถูกนำมาใช้สำหรับการเก็บเกี่ยวผลไม้ในการรักษาคุณภาพ ป้องกันการอ่อนตัวลดอัตราการเน่าเสียและยืดอายุการเก็บรักษา (Chen et al., 2011) การฉีดพ่น CaCl_2 ในผลสตรอเบอร์รี่จะส่งผลให้เกิดการชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น Toivonen and Bowen (2000) ใช้ฉีดพ่น CaCl_2 ในพริกหยวกก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถเพิ่มน้ำหนัก รักษาความแน่นเนื้อระหว่างการเก็บรักษา ลดการเน่าเสีย และเพิ่มความหนาเซลล์เปลือกพริกได้ Meberik et al. (1991) ได้ทดลองใช้ CaCl_2 ความเข้มข้น 0.35 % ฉีดพ่นผลเชอร์รี่ 4 ครั้ง ในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลพบว่า CaCl_2 สามารถลดการแตกของผลเชอร์รี่ได้ดึกละเอียดของ CaCl_2 ที่ซึมซับสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืชทางเลนติเซล (lenticels) หรือทางรอยแตกของคิวติเคิล (cuticle) และทางผนังเซลล์ชั้นนอก (epidermis) การพัฒนาการของผลมีผลต่อการดูดซึม CaCl_2 เช่นเดียวกับ William et al. (1994) พบว่าการใช้ CaCl_2 ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ มีผลดีต่อผลผลิตมากกว่าการใช้ CaCl_2 ในช่วงเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยว ณัฐกานต์ (2561) ฉีดพ่นและแช่ในสารละลาย CaCl_2 ความเข้มข้น 2 % ในผลหม่อนพบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับผลหม่อนในชุดควบคุม และมีค่าความแน่นเนื้อของผลมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และการฉีดพ่น CaCl_2 ในมะม่วงพันธุ์ Alphonso ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5 % ชะลอการสุกแก่และมีอายุการเก็บรักษานานกว่ามะม่วงพันธุ์ Alphonso ที่ไม่ได้รับการพ่นสารสุก (Karemera and Habimana, 2014) และการใช้ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.6-2.0 % ช่วยชะลอการสุกแก่และการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (Bender, 1998) การประยุกต์ใช้ Ca ทางใบก่อนการเก็บเกี่ยวโดย Bangerth (1979) ทดลองฉีดพ่น CaCl_2 ทางใบก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวในสตรอเบอร์รี่ (Cheour et al., 1991), แอปเปิ้ล (Siddiqui and Bangerth, 1995), องุ่น (Waskar et al., 1994) และ William et al. (1999) ใช้แคลเซียมคลอไรด์ช่วยรักษาและคงค่าความเป็นสีเขียวของมะเดื่อในระหว่างการเก็บรักษา 14 วัน เป็นผลมาจากการสะสมแคลเซียมที่เพิ่มในผนังเซลล์ส่งผลให้ผนังเซลล์แข็งแรงขึ้นจากการจับตัวของไอออนแคลเซียมกับโมเลกุลโปรตีน นำไปสู่การป้องกันการสลายตัวของเม็ดสีอีกด้วย

2.3 การเก็บรักษาผลหม่อน

2.3.1. การเก็บรักษาผลหม่อน

หม่อนผลสด ผลผลิตหม่อนจะออกมาในฤดูกาลเป็นระยะเวลาสั้น คือ ประมาณ 30 – 40 วันเท่านั้น ทำให้การนำผลหม่อนไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ต้องดำเนินการอย่างรวดเร็วเพื่อมิให้ผลหม่อนที่สุกเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นการเก็บรักษารักษาผลหม่อนเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นระยะเวลานานมากขึ้นจึงมีความจำเป็นยิ่ง แต่การเก็บรักษาผลหม่อนนั้นแตกต่างกันไปตามแต่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ คือการเก็บรักษาเพื่อการรับประทานผลสด ควรเก็บผลหม่อนจากต้นในระยะที่มีผลสีแดงเข้มแล้วนำมาใส่ภาชนะที่โปร่งวางซ้อนกันไม่สูงมากนักจะสามารถเก็บรักษาผลหม่อนได้เป็นระยะเวลา 2 – 3 วัน โดยที่คุณภาพของผลหม่อนยังคงเดิม คือรสชาติหวานอมเปรี้ยว ซึ่งจะมีความหวานประมาณ 8 – 10 องศาบริกซ์ และปริมาณกรด 1.7 – 2.0 % มีสีแดงอมม่วงหรือดำหากเก็บรักษาไว้นานกว่านี้จะทำให้ผลหม่อนมีปริมาณกรดน้อยลง และเปลี่ยนเป็นสีดำทำให้ไม่น่ารับประทาน หากไม่สามารถแปรรูปได้ทันที ควรเก็บรักษาไว้โดยบรรจุในถุงพลาสติกขนาดบรรจุถุงละ 2 – 1 กิโลกรัม หรือบรรจุลงในตะกร้าผลไม้ แล้วนำไปเก็บไว้ที่ห้องเย็นที่อุณหภูมิ -14 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นาน 6 เดือน (วสันต์ และคณะ, 2556)

2.3.2. การใช้อุณหภูมิต่ำ เป็นวิธีการหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลไม้เป็นการเก็บรักษาผลไม้เพื่อลดกระบวนการเมตาบอลิซึมของผลิตผลให้ต่ำลง ทำให้อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น (Jimenez, 1983) อุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน (C_2H_4) การตอบสนองของเนื้อเยื่อพืช ตลอดจนช่วยลดการสูญเสียความชื้นและยับยั้งการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรียได้ ในพืชบางชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็งจะเกิดลักษณะอาการที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (Chilling injury) ซึ่งทำให้เกิดเนื้อเยื่อผิดปกติส่งผลให้เซลล์ตายได้ (จรัสแท้, 2538) อุณหภูมิต่ำมีผลต่อคุณภาพของผลไม้หลายชนิด โดยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวได้ดีในผลสตรอเบอรี่หลายพันธุ์ เช่น สตรอเบอรี่พันธุ์ Jewel (*Fragaria xananassa* Duch.) (Shin and others, 2008) พันธุ์ Chandler (*Fragaria x ananassa* cv. Chandler) (Ayala-Zavala et al, 2004) และพันธุ์พระราชทาน 72 (พิมพ์ใจ และตัญญู, 2548) นอกจากนี้การเก็บรักษา ณ อุณหภูมิต่ำยังสามารถชะลอการสูญเสียคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวในผลไม้ชนิดอื่นอีก เช่น ผลมะม่วง (ศศธร และนิธิยา, 2546) และผลมะนาว (ไพรัตน์ และคณะ, 2536) การยืดอายุพริกไทยสดโดยเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสทำให้พริกไทยมีน้ำหนักสดก้นและการเกิดสีน้ำตาลเป็นที่

ยอมรับของผู้บริโภค (ศรียุญา และอัครฉัตรานัน, 2563) การยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์เขียวมรกตที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเก็บรักษาได้นานมากกว่า การเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (วิลาวลัย และจำนงค์, 2559) ผลมะยมชนิดเก็บเกี่ยวเมื่อระยะการสุกผิวสีเขียวเป็นสีเหลือง 75 %แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 32 ± 3 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาผลมะยมชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถยืดอายุการเก็บรักษานานกว่าและสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ปัทมา และพิมพ์ใจ, 2557) อุณหภูมิมีผลอย่างมากต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในพืชอีกหลากหลายสายพันธุ์รวมทั้งองุ่น (Mori et al., 2007), พืชเห็บ (Shvarts et al., 1997)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 พันธุ์พืช

ผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ จากตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เก็บเกี่ยวระยะความสุกที่ผลสีแดงดำ ขนส่งถึงอาคารปฏิบัติการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ภายใน 1 ชั่วโมง

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องแก้วในการทดลอง ได้แก่ Test Tube, beaker, Cylinder, Dropper, Glass rod, Glass Cuvette, Pipette , Volumetric Flask, Burette, Tissue Culture Bottle
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น BSA2202S บริษัท Sartorius ประเทศเยอรมัน
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น ED224s บริษัท Sartorius ประเทศเยอรมัน
4. เครื่องวัดสี Chroma meter รุ่น CR-400 บริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น
5. Homogenizer รุ่น X10/25 บริษัท Astral ประเทศเยอรมัน
6. Centrifuge Sartorius รุ่น 5804/5804 R บริษัท Eppendorf ประเทศเยอรมัน
7. Vortex mixer รุ่น SA8 บริษัท Stuart ประเทศจีน
8. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA Plus บริษัท Lloyds ประเทศอังกฤษ
9. Visible spectrophotometer รุ่น T60 บริษัท PG Instruments Limited สหราชอาณาจักร
10. Water Bath รุ่น BW0 บริษัท Heto Lab Equipment ประเทศเดนมาร์ก
11. Autopipette
12. Wash Bottle
13. What man NO.1
14. Conical tube
15. Test tube Rack

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

1. Calcium chloride
2. Salicylic acid
3. Sodium hydroxide
4. Phenolphthalein
5. Ethanol
6. Hydrochloric acid
7. Sulfuric acid
8. Phenol
9. Folin's & ciocalteu's phenol reagent
10. Sodium carbonate
11. Acetate buffer
12. 2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ)
13. Ferric Chloride
14. Sodium nitrate
15. Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
16. Sodium acetate hydrated
17. Methanol
18. Metaphosphoric acid
19. 2,6-dichlorophenol indophenol
20. 2,4-dinitrophenol (DNP)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การทดลองที่ 1 ผลของการฉีดพ่นสารกรดซาลิไซลิกก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

ศึกษาผลของการฉีดพ่นกรดซาลิไซลิก เพื่อยืดอายุเก็บรักษาผลหม่อนหลังการเก็บเกี่ยว ที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 % โดยทำการทดลองในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ฉีดพ่นปริมาณ 1.5 ลิตร/ตัน หลังออกดอกติดผลไปแล้ว 40 วัน หลังจากนั้นรอจนหม่อนอายุ 45 วัน โดยมีค่าสีอยู่ในช่วง $a^* = 15-21$ เก็บเกี่ยวหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ฉีดพ่นกรดซาลิไซลิก โดยใช้หม่อน

ผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ระยะผลห้ามสีดําแดง บรรจุในภาชนะ คือ ภาตโพม Polystrene (PS) ขนาด 7.5 X 5 นิ้ว หุ้มด้วยฟิล์มยัด Polyvinyl Chloride (PVC) ภาตละ 30 ผล นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design ; CRD) ทั้งหมด 3 วิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้

วิธีการที่ 1 ผลหมอนแดง-ดํา ไม่ฉีดพ่น

วิธีการที่ 2 ผลหมอนแดง-ดํา ฉีดพ่นซาลิไซลิก 1 mM

วิธีการที่ 3 ผลหมอนแดง-ดํา ฉีดพ่นซาลิไซลิก 2 mM

3.4.2 การทดลองที่ 2 ผลของการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของหมอนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ เพื่อยืดอายุเก็บรักษาผลหมอนหลังการเก็บเกี่ยว ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 % โดยทำการทดลองในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ฉีดพ่นปริมาณ 1.5 ลิตร/ตัน หลังออกดอกติดผลไปแล้ว 40 วัน หลังจากนั้นรอนจนหมอนอายุ 45 วัน โดยมีค่าสํออยู่ในช่วง $a^* = 15-21$ เก็บเกี่ยวหมอนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ฉีดพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ และนำหมอนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ระยะผลห้าม สีดําแดง บรรจุในภาชนะ คือ ภาตโพม Polystrene (PS) ขนาด 7.5 X 5 นิ้ว หุ้มด้วยฟิล์มยัด Polyvinyl Chloride (PVC) ภาตละ 30 ผล นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design ; CRD) ทั้งหมด 3 วิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ดังนี้

วิธีการที่ 1 ผลหมอนแดง-ดํา ไม่ฉีดพ่น

วิธีการที่ 2 ผลหมอนแดง-ดํา ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 %

วิธีการที่ 3 ผลหมอนแดง-ดํา ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ 1 %

3.4.3 การทดลองที่ 3 ผลของการฉีดพ่นกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของหมอนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

ศึกษาผลของการฉีดพ่นกรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์เพื่อยืดอายุเก็บรักษาผลหมอนหลังการเก็บเกี่ยว ที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 % โดยทำการทดลองในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ฉีดพ่นปริมาณ 1.5 ลิตร/ตัน ฉีดพ่นหลังออกดอกติดผลไปแล้ว 40 วัน หลังจากนั้นรอนจนหมอนอายุ 45 วัน โดยมีค่าสํออยู่ในช่วง $a^* = 15-21$ เก็บเกี่ยวหมอนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ฉีดพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ และนำหมอนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ระยะผลห้ามสีดําแดง บรรจุในภาชนะ คือ ภาตโพม Polystrene (PS) ขนาด 7.5 X 5 นิ้ว หุ้มด้วยฟิล์มยัด Polyvinyl Chloride (PVC) ภาตละ 30 ผล

นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design ; CRD) ทั้งหมด 6 วิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ดังนี้

วิธีการที่ 1 ผลหม่อนแดง-ดำ ไม่ฉีดพ่น

วิธีการที่ 2 ผลหม่อนแดง-ดำ ฉีดพ่นซาลิไซลิก 1 mM

วิธีการที่ 3 ผลหม่อนแดง-ดำ ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 %

วิธีการที่ 4 ผลหม่อนแดง-ดำ ฉีดพ่นซาลิไซลิก 1 mM ก่อน 1 ชั่วโมงและฉีดพ่น
แคลเซียมคลอไรด์ 0.5 %

วิธีการที่ 5 ผลหม่อนแดง-ดำ ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 ก่อน 1 ชั่วโมงและฉีดพ่น
ซาลิไซลิก 1 mM

วิธีการที่ 6 ผลหม่อนแดง-ดำ ฉีดพ่นผสมซาลิไซลิก 1 mM ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์
0.5 %

3.5 การบันทึกผล

3.5.1 ลักษณะปรากฏ

มีคะแนน 5 ระดับ

ระดับ 5 ผลมีความสด 81-100 % (ผิวเต่งและก้านสีเขียวสด)

ระดับ 4 ผลมีความสด 61-80 % (ผิวเริ่มเหี่ยวและก้านเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อย)

ระดับ 3 ผลมีความสด 41-60 % (ผิวเหี่ยวและก้านมีสีเหลืองหมดอายุการวางจำหน่าย)

ระดับ 2 ผลมีความสด 21-40 % (ผิวเหี่ยวมากและก้านเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล)

ระดับ 1 ผลมีความสด 0-20 % (ผิวเหี่ยวมากและก้านเป็นสีน้ำตาลและเกิดเชื้อรา)

3.5.2 สี

ตรวจวัดสีผลหม่อนด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter CR-400 (Minolta, Japan) รายงานผลเป็นค่าความสว่าง L^* ค่าความเป็นสีแดง a^* ค่าความเป็นสีเหลือง Choma และ hue

3.5.3 ความแน่นเนื้อ

ใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใช้หัวกดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 mm ระดับความเร็ว 1.0 mm/min เจาะทะลุเนื้อบริเวณกลางผลหม่อนลึก 3 mm บันทึกค่าแรงกดที่วัดหน่วยนิวตัน (N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS)

โดยใช้เครื่อง hand refractometer (AOAC, 2000) โดยหยดน้ำคั้นจากผลหม่อนลงบนเครื่อง hand refractometer แล้วอ่านค่าที่ได้เป็นองศาบริกซ์

3.5.5 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA)

ตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยนำเนื้อหม่อน คั้นด้วยผ้าขาวบาง นำตัวอย่างปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5.0 มิลลิลิตร โดยใช้ phenolphthalein จำนวน 1-2 หยด เป็น indicator ไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH จนถึงจุดยุติ (เปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อน) จากนั้นนำค่าปริมาตร 0.1 N NaOH ที่ใช้คำนวณหา%กรดซิตริกแสดงผลเป็นกรดซิตริกกรัมต่อน้ำหนักสด (g 100g⁻¹)

$$\text{สูตร } \% \text{ Titratable acidity} = \frac{(\text{ml NaOH})(\text{N NaOH})\text{meq.wt. acid}}{\text{ml sample}}$$

ml NaOH = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต

N NaOH = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (nM)

meq. wt. acid = 1 มิลลิกรัมสมมูลของน้ำหนักกรด meq.wt. citric acid = 0.064

ml = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

3.5.6 การวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Anthocyanin)

นำผลหม่อน 1 กรัม บดด้วย 1.5 M Hydrochloric acid ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง นำมากรอง และทดสอบค่าปริมาณแอนโทไซยานิน ตามวิธีการของ Ranganna (1986) นำไปวัดค่าการดูดกลืน แสงที่ 530 นาโนเมตร

$$\text{Total OD}/100 \text{ g} = \frac{\text{OD} \times \text{vol made up} \times 100}{\text{weight}}$$

$$\text{Total anthocyanin content (mg cyanidin}/100\text{g of fruit)} = \frac{\text{Total OD}}{98.2}$$

3.5.7 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total phenols content)

ตามวิธีการของ Slinkard and Singleton (1977) นำผลหม่อน 2 กรัม บดให้ละเอียดด้วย 60 % เอทานอล ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร จากนั้นกรองนำสารสกัด 0.1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับ 50 % Folin's & Clocalteu's phenol reagent ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร และสารละลาย Sodium Carbonate 7.5 % ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่า ทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 720 นาโนเมตร

3.5.8 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (Antioxidant Activity)

วิธี DPPA free radical scavenging activity (DPPH) ตามวิธีการของ Brand-Williams, et al. (1995) นำผลหม่อน 2 กรัม บดให้ละเอียดด้วยเอทานอล 60 % ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร จากนั้นกรอง สารสกัดปริมาตร 50 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับ น้ำกลั่น 2.45 มิลลิลิตร และ DPPH reagent 0.25 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืน แสงที่ 517 นาโนเมตรทันที หลังจากนั้นทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาทีและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้ง

คำนวณตามสูตรดังนี้

$$DPPH \text{ free radical scavenging activity (\%)} = \frac{(A_0 - A_{30})}{A_0} \times 100$$

A₀ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 0 นาที

A₃₀ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 30 นาที

3.5.9 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP antioxidant capacity)

วิธี Ferric reducing antioxidant potential (FRAP) ตามวิธีการของ Benzie and Strain. (1996) นำผลหม่อน 2 กรัม บดให้ละเอียดด้วย 60 %เอทานอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร จากนั้นกรอง สารสกัดปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับ FRAP reagent ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 630 นาโนเมตรเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Trolox แสดงผลปริมาณกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระในหน่วย $\mu\text{mole Trolox equivalent/g fresh weight}$

3.5.10 ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)

ตามวิธีการของ Hashimoto and Yamafuji (2001) โดยนำตัวอย่างผลหม่อน 1 กรัม บดให้ละเอียดด้วย 5 % Metaphosphoric acid ปริมาตร 12.0 มิลลิลิตร จากนั้นกรอง และนำสารสกัด ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร มาทำปฏิกิริยากับ 2 % 2,6 dichlorophenol indophenol ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร, 2 % Thiourea ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร และ 1 % 2,4-dinitrophenol (DNP) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และนำไปต้มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และเติม 85 % Sulfuric acid ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก แสดงผลกรดแอสคอร์บิกทั้งหมดในหน่วย Ig ascorbic acid/ g fresh weight

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการคำนวณความแตกต่างทางสถิติ Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Significant Difference (LSD) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ที่ความเชื่อมั่น 95 % ดำเนินการโดยใช้ SPSS สำหรับ Microsoft Windows เวอร์ชัน 26

3.7 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการเกษตร หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล

4.1 ประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

4.1.1 ลักษณะปรากฏของผลหม่อน



Figure 4.1 Visual appearance of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

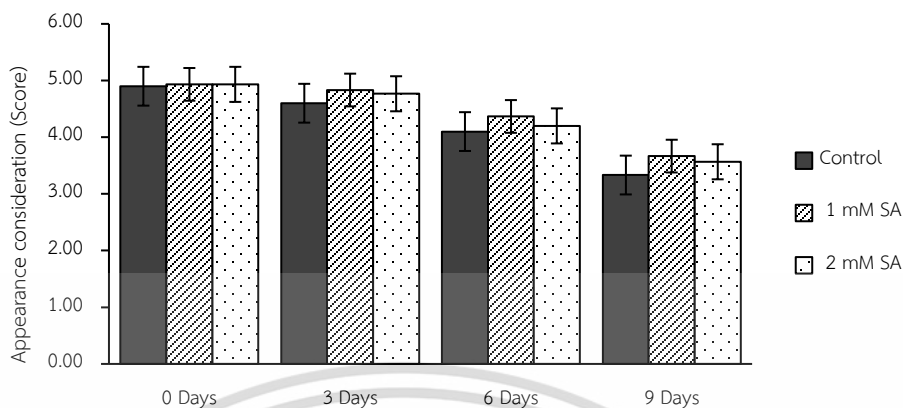


Figure 4.2 Appearance score of mulberry fruit preharvest treated with salicylic acid sprays and stored at 5 °C after harvest.

Figure 4.1 และ 4.2 แสดงลักษณะปรากฏของผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 1 และ 2 mM ก่อนการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน พบว่าวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลหม่อนชุดควบคุม (ไม่ได้ฉีดพ่น SA) มีอาการผิวเหี่ยวก้านผล เปลี่ยนเป็นสีเหลือง และก้านผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา สำหรับผลหม่อนที่ฉีดพ่นด้วย SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 mM สามารถคงลักษณะปรากฏ ชะลอการเปลี่ยนสีของก้านผลและการฉ่ำน้ำของผลไว้ได้ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยผลหม่อนมีผิวเต่งและก้านสีเขียวสด และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาผลหม่อนผิวเริ่มเหี่ยวและก้านเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อย การให้คะแนนลักษณะปรากฏผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 mM มีคะแนนลักษณะปรากฏสูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีคะแนนลักษณะปรากฏสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 9 วัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่าง

ผลหม่อนเป็นผลไม้ที่ผิวเปลือกบาง ดังนั้นการเกิดความเสียหายที่ผิวเปลือกและการสูญเสียน้ำทำให้ผลเปลือกเหี่ยวยุบจึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางลักษณะปรากฏ ซึ่งอาการชั่วผลเหี่ยวเปลี่ยนสีและผิวของผลเหี่ยว มีสาเหตุหลักมาจากการสูญเสียความชื้นระหว่างการเก็บรักษา ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับเซลล์ที่ผล (Luo et al., 2012) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aghdam et al. (2012) ใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM สามารถลดการเกิดรอยบวมของผิวมะเขือเทศได้และการใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม สามารถรักษาลักษณะปรากฏที่ดีของผลผลิต เช่นเดียวกับ Supapvanich and Promyou (2017) ใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 4 mM ส่งผลให้เกิดความผิดปกติอย่างรุนแรงที่ผิวของมะละกอ ในขณะที่การใช้ SA ระดับที่ความเข้มข้น 2 mM ไม่เกิดความผิดปกติบน

ผิว และช่วยชะลอการเกิดโรคบนผิวมะละกอระหว่างการเก็บรักษา และ Ahmad et al. (2018) ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 mM ก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 31, 62 และ 93 วัน พบว่า SA ที่ระดับความเข้มข้น 8 mM มีประสิทธิภาพในการลดการเน่าเสียของผลส้มได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดย SA ช่วยให้เกิดความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคโดยกระตุ้นการทำงานยีนเพื่อชะลอการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีนในระหว่างกระบวนการสุก (Baxter et al., 2001; Lu et al., 2001)

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ SA ช่วยกระตุ้นการต้านทานต่อสภาวะเครียด เมื่อพืชอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Ding et al., 2002) และช่วยรักษาโครงสร้างเซลล์เมมเบรนและผนังเซลล์ ซึ่งช่วยในการควบคุมการเกิดอาการผิดปกติระหว่างการเก็บรักษา (Supapvanich and Promyoo, 2007) จากการศึกษานี้ก็กล่าวได้ว่า การฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้น 1 และ 2 mM เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการรักษาลักษณะปรากฏของผลหม่อนหลังการเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากไม่พบอาการก้ำกัผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและผิวเหี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

4.1.2 ค่าสีของผลหม่อน

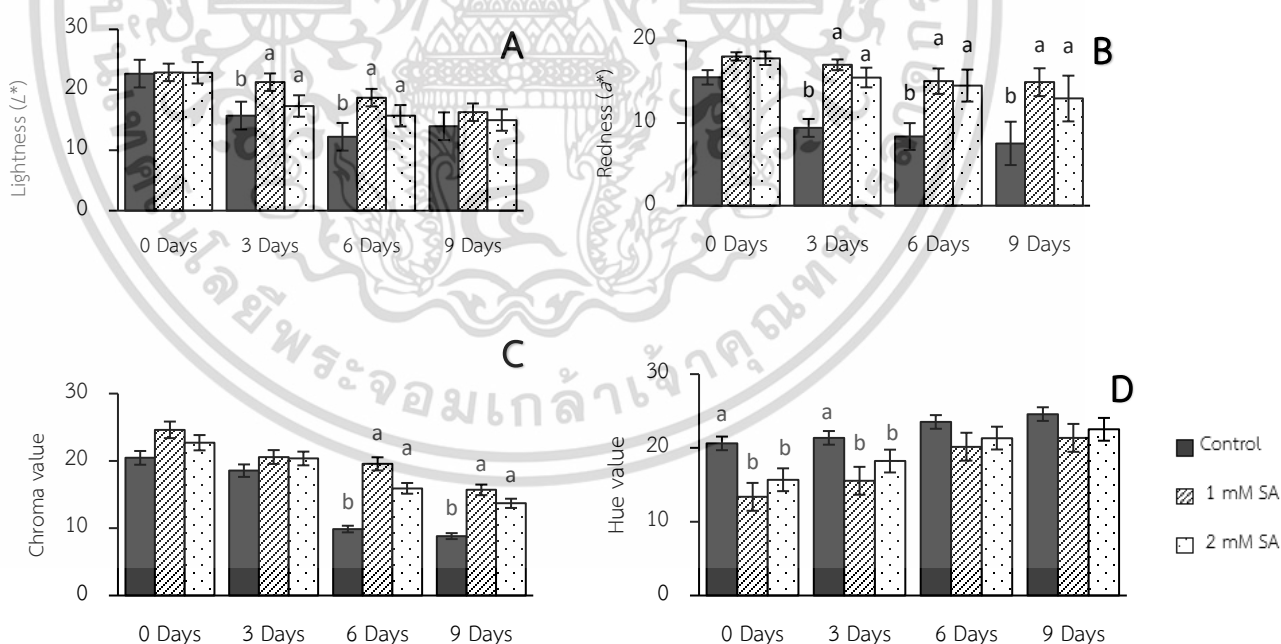


Figure 4.3 Changes color L* value (A), a* value (B), Chroma value (C), Hue value (D) of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีเป็นลักษณะทางกายภาพที่สำคัญบ่งบอกได้ถึงคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ (Khandaker et al., 2015) Figure 4.3 (A) แสดงค่าความสว่าง (L^*) ภายหลังจากเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA มีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษา แสดงค่าความเป็นสีแดง (a^*) Figure 4.3 (B) พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูงกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 3, 6 และ 9 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าความเข้มของสี (chroma) ของผลหม่อน Figure 4.3 (C) พบว่าค่าความเข้มของสีลดลงระหว่างการเก็บรักษา และผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA มีค่าความเข้มของสีสูงกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 6 และ 9 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าลดลงระหว่างการเก็บรักษา Figure 4.3 (D) แสดงค่ามุมสี (hue angle) ของผลหม่อนซึ่งอยู่ในช่วงมุมสีที่เป็นสีแดงพบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA มีค่ามุมสี (hue angle) ต่ำกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีค่ามุมสีต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่ามุมสีมีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

ในการศึกษานี้พบว่าการใช้ SA มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของศศิมา (2554) เมื่อผลหม่อนสุกเพิ่มขึ้นค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีแนวโน้มลดลง ค่าความเข้มของสี (chroma) ของผลหม่อนพบว่าค่าความเข้มของสีลดลงระหว่างการเก็บรักษา ค่า Hue angle เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นมีการเปลี่ยนแปลงจากสีแดงเป็นม่วงดำมากขึ้น (บัณฑริ และคณะ, 2559) และการรายงานของ Gimenez et al. (2014) ฉีดพ่น SA 3 ช่วง คือระหว่างการพัฒนาเมล็ด สีเปลือก และระหว่างการสุก พบว่าการฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 mM มีผลต่อการพัฒนาสีของผลเชอร์รี่ ผลหม่อนมีค่า a^* และ chroma ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา (พฤกษ์ และคณะ, 2560)

4.1.3 ความแน่นเนื้อ

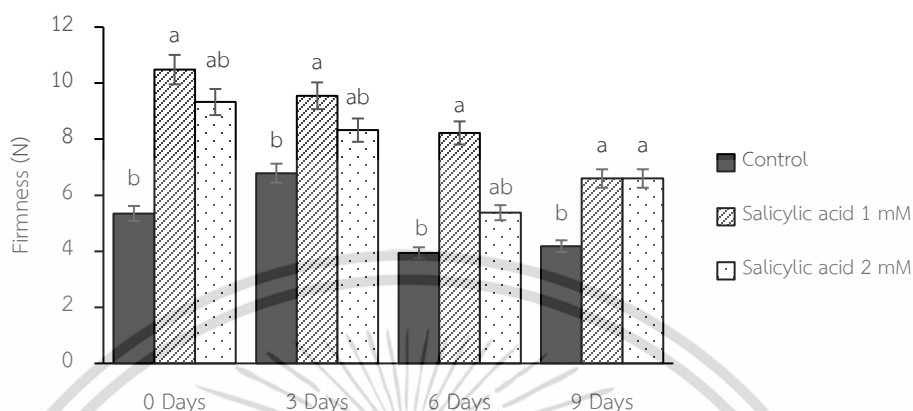


Figure 4.4 Firmness of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.4 แสดงค่าความแน่นเนื้อของผลหม่อนระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน พบว่ามีค่าลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา และผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 mM สามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในวันที่ 0, 3 และ 6 ของการเก็บรักษา ซึ่งจากผลการทดลองฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Zhang et al. (2003) พบว่าการใช้ SA สามารถรักษาความแน่นเนื้อของผลไม้ได้ โดยชะลอการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ และคงปริมาณเพคตินที่ไม่ละลายน้ำให้สูงกว่าเพคตินที่ละลายน้ำ Ahmad et al. (2011) รายงานว่าการใช้ SA ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระดับความเข้มข้น 8 mM ในผลส้มสามารถรักษาความแน่นเนื้อ ในระหว่างการเก็บรักษาและเก็บรักษาได้นานขึ้น ซึ่งผลไม้ที่มีค่าความแน่นเนื้อสูงบ่งบอกถึงความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พืชสามารถเก็บรักษาได้นานและต้านทานโรคได้ดี ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแน่นเนื้อลดลง ผลไม้ที่ฉีดพ่น SA มีความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุม (Baldwin, 1993) และการใช้ SA ในผลพีชพบว่าผลพีชที่ฉีดพ่น SA ก่อนการเก็บเกี่ยวชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชุดควบคุม เช่นเดียวกันกับ Aghdam et al. (2011) รายงานว่าการใช้ SA ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และรักษาความแน่นเนื้อของผลกีวี่ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งการใช้ SA สามารถรักษาคุณภาพและค่าความแน่นเนื้อได้โดยช่วยชะลอการเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์

4.1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA)

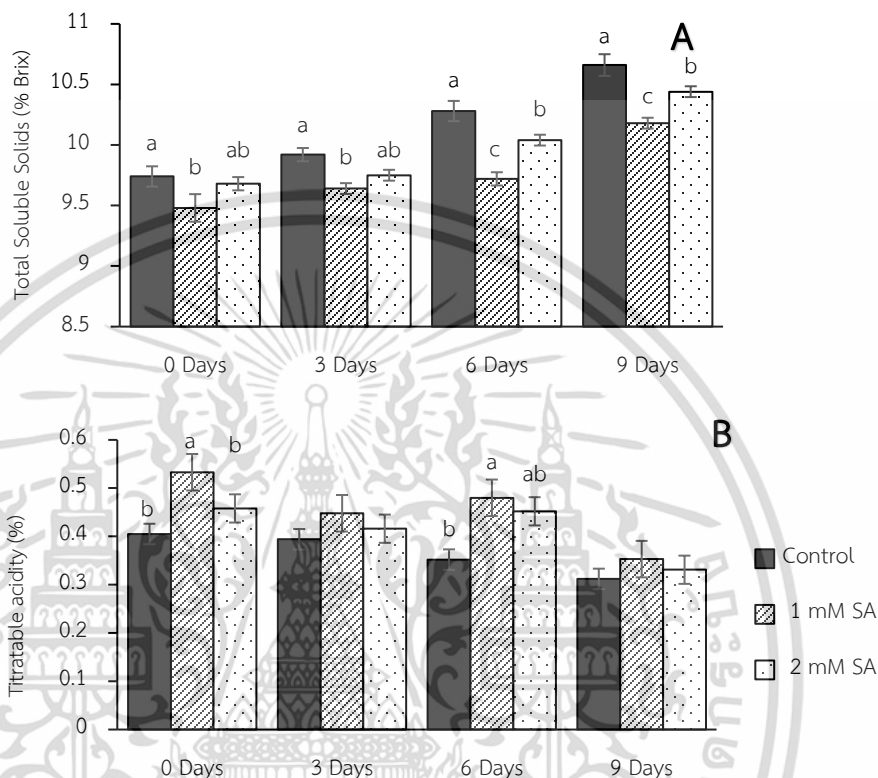


Figure 4.5 Total soluble solids (A), Titratable acidity (B) of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.5 (A) แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทุกชุดการทดลอง โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุม และผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่ต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) Figure 4.5 (B) แสดงค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่ต่ำที่สุด

และมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับ Yildirim and Dursun (2009) ทดลองฉีดพ่น SA 0.5 mM ในมะเขือเทศพันธุ์ 'Talya' พบว่าระหว่างการเก็บรักษามีค่า TSS เพิ่มขึ้น โดยมะเขือเทศที่ฉีดพ่น SA มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นตามระยะความสุกของผล (Neeta et al., 2009) สอดคล้องกับรายงานของ ธิติพันธ์ (2549) เมื่อผลหม่อนมีระยะความสุกแก่เพิ่มขึ้นปริมาณกรดจะลดลง เมื่อผลหม่อนเข้าสู่กระบวนการสุกปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นและปริมาณกรดลดลง (จริงแท้, 2546) และ Champa et al. (2014) ทดลองฉีดพ่น SA ในผลองุ่นพบว่ากรดที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 และ 2.0 mM สามารถชะลอการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม

4.1.5 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Anthocyanin)

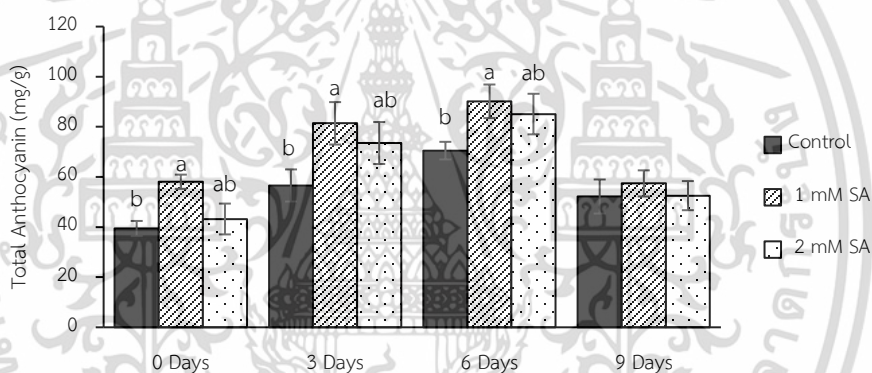


Figure 4.6 Total Anthocyanin of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.6 แสดงค่าปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินของผลหม่อนมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและลดลงในวันที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ในวันที่ 0, 3 และ 6 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Hangjun et al. (2005) ผลหม่อนหลังการเก็บรักษามีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น โดยปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ ปรียานุช (2560) ฉีดพ่น SA ก่อนการเก็บเกี่ยวในผลชมพู พบว่าชมพูที่ฉีดพ่นด้วยสารละลาย SA ที่ระดับ

ความเข้มข้น 1 mM มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าชุดการทดลองอื่น เช่นเดียวกับกับ Valero et al. (2011) รายงานผลการวิจัยการใช้ SA ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินได้ และ Dokhanieh et al. (2013) ใช้สารละลาย SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM พบว่าเชอร์รี่มีค่าแอนโทไซยานินสูงกว่าชุดการทดลองอื่น

4.1.6 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

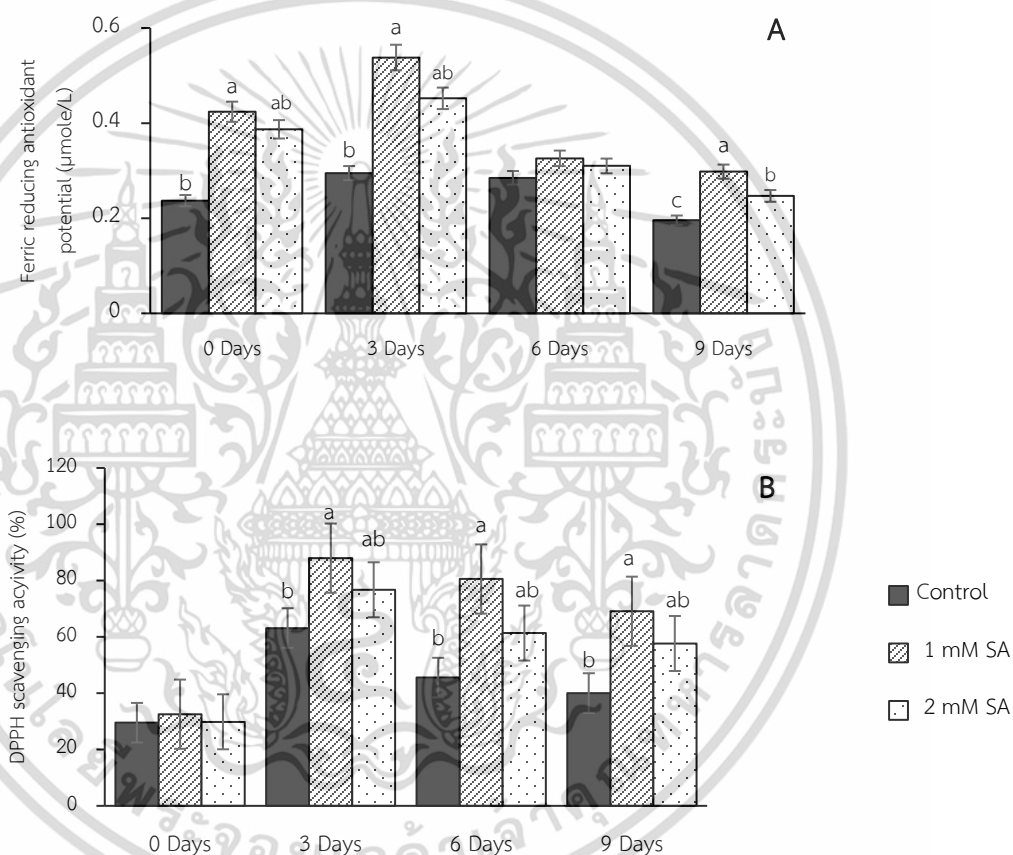


Figure 4.7 Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential (A), DPPH scavenging activity (B), of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.7 แสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของผลหม่อนระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ Figure 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A) พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 และลดลงในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้น 1 mM มีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ Figure 4.7 (B) พบว่าในวันที่ 0 มีค่าใกล้เคียงกัน และในวันที่ 3, 6 และ 9 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และลดลงในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา

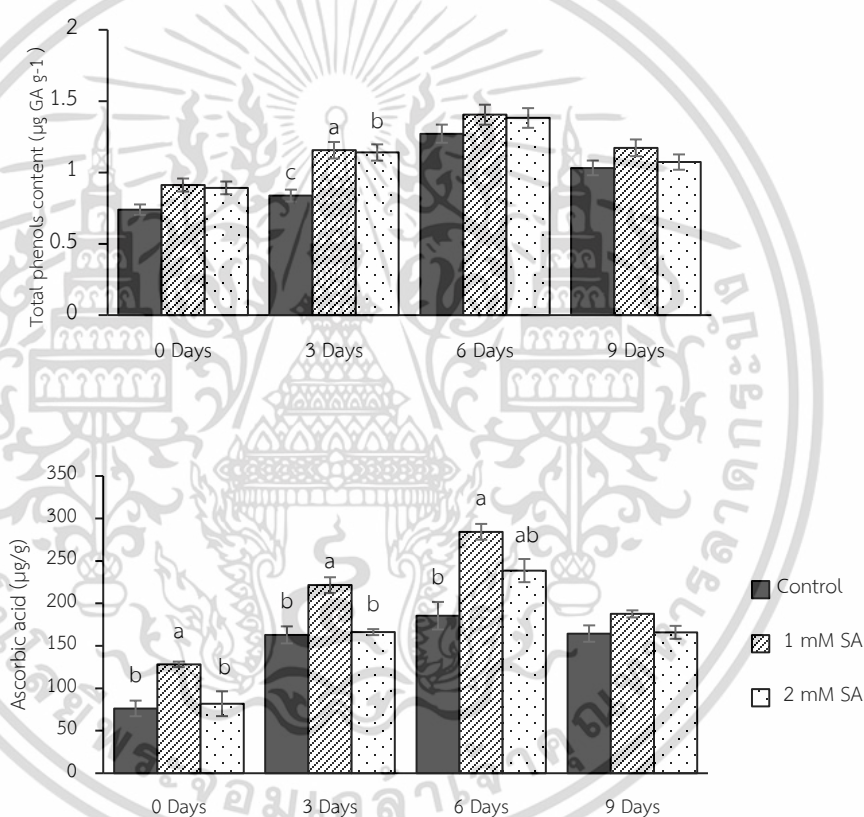


Figure 4.8 Total phenols content (A), Ascorbic acid (B) of mulberry fruit sprayed with salicylic acid during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.8 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอล และปริมาณกรดแอสคอร์บิกระหว่างการเก็บรักษา ผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอล Figure 4.8 (A) ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและลดลงในวันที่

9 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณกรดแอสคอร์บิก Figure 4.8 (B) ซึ่งพบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ของการเก็บรักษาและลดลงในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 และ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าชุดควบคุม

การใช้ SA ช่วยรักษาคุณภาพ ชะลอการผิปกดัดทาง สรีรวิทยาระหว่างการเก็บรักษา และช่วยเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสมบัติการต้านทานอิสระในผักและผลไม้ (Chen et al., 2006) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างความต้านทานต่อสภาวะเครียดในผลิตภัณฑ์โดย SA ช่วยกระตุ้นเอนไซม์ที่สำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล (Sarikhani et al., 2010) ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลาย SA สามารถเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผลหม่อนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang and Li (2006) รายงานว่า SA กระตุ้นให้พืชสะสม H_2O_2 ซึ่งช่วยกระตุ้นให้พืชเกิดความเครียดและมีการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อสภาวะความเครียด ส่งผลให้พืชมีการสร้างสารออกฤทธิ์ชีวภาพที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากสภาวะเครียดที่ได้รับ Dokhanieh et al. (2013) ใช้สารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 1 mM พบว่าเซอร์รีมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าชุดการทดลองอื่น นอกจากนั้น Waseem et al. (2015) ศึกษาการฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในผลเกรปฟรุตซึ่งพบว่าในวันที่ 30 60 และ 90 มีปริมาณฟีนอลลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลเกรปฟรุตที่ฉีดพ่น SA ที่ความเข้มข้น 12 mM มีค่าฟีนอลสูงที่สุด ปรียานุช (2560) ทดลองฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าการใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 mM มีสารประกอบฟีนอล, ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการกำจัดอิสระสูงกว่าชุดควบคุม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ชีวภาพ ที่เกิดจากการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อสภาวะเครียดของผลหม่อนเมื่อได้รับ SA มีผลช่วยในการรักษาลักษณะปรากฏทางกายภาพของผลหม่อน วิตามินซีมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงและมีประโยชน์ทางชีวภาพสูง (อดิศักดิ์, 2554) โดย Wang and Li (2006) รายงานว่าการใช้ SA กระตุ้นการเคลื่อนที่ของ Ca^{2+} จากแวคิวโอลไปยังไซโตพลาสซึม ซึ่ง Ca^{2+} ทำหน้าที่กระตุ้น Ascorbate-Glutathione-cycle ทำให้เกิดการสะสมของ glutathione และกรดแอสคอร์บิกเพิ่มขึ้น Javaheri et al. (2012) SA ไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางตัวเช่น ascorbate peroxidase นอกจากนี้จากการศึกษาของ Huang et al. (2007) ใช้สารละลาย SA ในผลส้มนาว พบว่าทำให้ผลส้มมีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูง เนื่องจาก SA ไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase นอกจากนี้ Dokhanieh et al. (2013) ใช้สารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 1 mM พบว่าเซอร์รี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณสารประกอบฟีนอล ปริมาณกรดแอสคอร์บิก และปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และจากการศึกษาของ Huang et al. (2007) พบว่าการใช้ SA ในผลส้มทำให้มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูง

4.2 ประสิทธิภาพการใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

4.2.1 ลักษณะปรากฏของผลหม่อน



Figure 4.9 Visual appearance of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

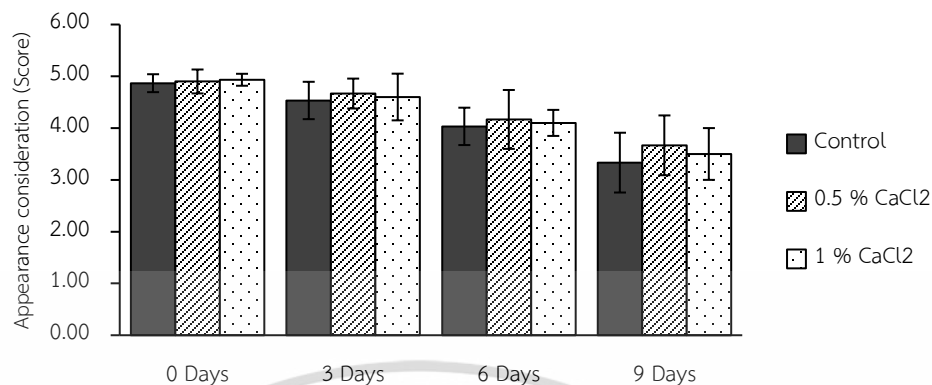


Figure 4.10 Appearance score of mulberry fruit preharvest treated with calcium chloride sprays and stored at 5 °C after harvest.

Figure 4.9 แสดงลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนแปลงของผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น ชุดควบคุม, 0.5 และ 1 % ก่อนการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน พบว่าวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลหม่อนชุดควบคุมมีผลหม่อนมีอาการก้านผลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา สำหรับผลหม่อนที่ฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 % สามารถคงลักษณะปรากฏ ชะลอการเปลี่ยนสีของก้านผลและการฉ่ำน้ำของผลไว้ได้ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา Figure 4.10 แสดงการให้คะแนนลักษณะปรากฏผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 % มีคะแนนลักษณะปรากฏสูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีคะแนนลักษณะปรากฏสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 9 วัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

จากการศึกษาการฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 คงลักษณะปรากฏและคะแนนลักษณะปรากฏได้ โดยการฉีดพ่นที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % คงลักษณะปรากฏและคะแนนลักษณะปรากฏได้ดีที่สุด อาการเหี่ยวบริเวณขั้วและผลเป็นอาการที่พบในระหว่างการเก็บรักษาและมีผลต่อคุณภาพทางลักษณะปรากฏเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผนังเซลล์และความดันเต่งภายในเซลล์ Olivier Hamant and Jan Traas (2010) ผนังเซลล์จะแข็งแรงขึ้นเมื่อความดันเต่งเพิ่มขึ้นส่งผลต่อลักษณะปรากฏและจะเหี่ยวเมื่อความดันเต่งลดลง ส่งผลให้ลักษณะปรากฏเหี่ยว (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้ Turmanidze et al. (2017) ที่พบว่าการใช้สารละลาย CaCl_2 สามารถช่วยชะลอการ

เสื่อมสภาพของเซลล์ผลิตผลได้ และ Ghani et al. (2011) การฉีดพ่น CaCl_2 ในองุ่นและสตรอเบอร์รี่ก่อนเก็บเกี่ยวสามารถลดการเน่าเสียของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวได้

4.2.2 ค่าสีของผลหม่อน

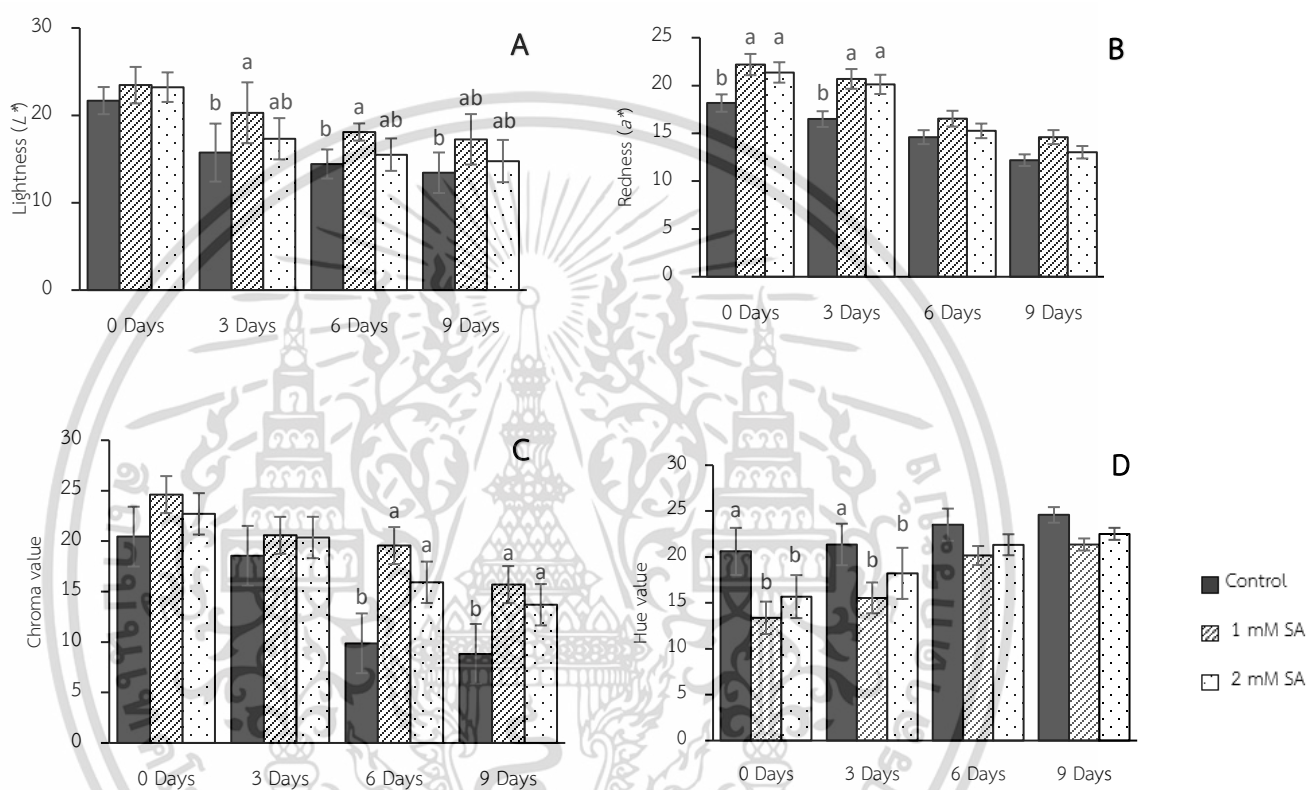


Figure 4.11 Changes color L^* value (A), a^* value (B), Chroma value (C), Hue value (D) of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.11 แสดงค่าสี L^* , a^* , choma และ hue ซึ่ง Figure 4.11 (A) แสดงค่าความสว่าง (L^*) ภายหลังจากเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา ในวันที่ 3, 6 และ 9 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) Figure 4.11 (B) แสดงค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ค่าความเป็นสีแดง

(a^*) สูงกว่าชุดควบคุม และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 9 วัน โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความเข้มของสี (chroma) ของผลหม่อน Figure 4.11 (C) พบว่าค่าความเข้มของสีลดลงระหว่างการเก็บรักษา และผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีค่าความเข้มของสี (chroma) สูงกว่าชุดควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา Figure 4.11 (D) แสดงค่ามุมสี (hue angle) ของผลหม่อนซึ่งอยู่ในช่วงมุมสีที่เป็นสีแดงพบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีค่ามุมสี (hue angle) ต่ำกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่ามุมสีต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในวันที่ 0 และ 3 ของการเก็บรักษา

จากผลการศึกษาการใช้ CaCl_2 และผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถกล่าวได้ว่าการใช้ CaCl_2 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงานของ และ William et al. (1999) การใช้สารละลายแคลเซียมช่วยรักษาและคงความเป็นสีเขียวของมะเดื่อระหว่างเก็บรักษา 14 วัน เป็นผลมาจากการสะสมแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นในผนังเซลล์ส่งผลให้ผนังเซลล์แข็งแรงขึ้นเนื่องจากการจับตัวของไอออนแคลเซียมกับโมเลกุลโปรตีน สิ่งนี้อาจนำไปสู่การป้องกันการสลายตัวของเมดสีที่คงอยู่เป็นเวลานาน 14 วันในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ Pila et al. (2010) การใช้ CaCl_2 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาสตอเบอร์รี่ ชะลอการเพิ่มขึ้นดัชนีการอิ่มตัวของสี และ Irfan et al. (2013) ได้รายงานการใช้แคลเซียมคลอไรด์แช่ผลมะเดื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถรักษาค่าสี เนื้อสัมผัสเป็นเวลา 14 วัน

4.2.3 ความแน่นเนื้อ

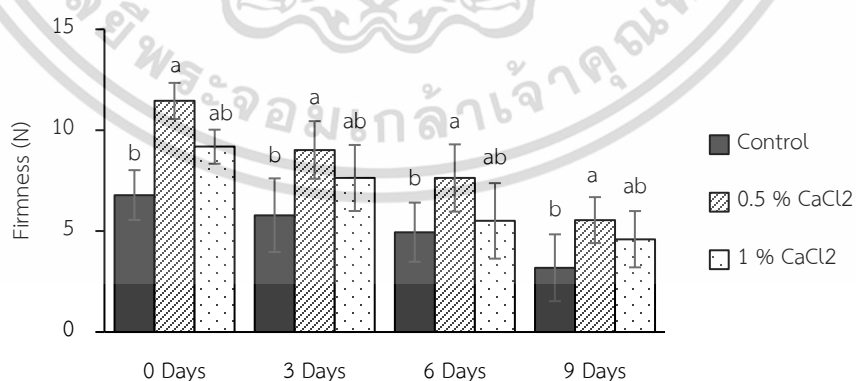


Figure 4.12 Firmness of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4.12 แสดงค่าความแน่นเนื้อของผลหม่อนระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 % สามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ ผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ความเข้มข้น 0.5 % มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับ Ramana Rao et al. (2011) ใช้ CaCl_2 มีผลต่อความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ ลดการสลายตัวขององค์ประกอบของผนังเซลล์ และยึดเกาะเซลล์เมมเบรนกับ middle lamella ภายในผนังเซลล์ โดยแคลเซียมมีคุณสมบัติเฉพาะของการเป็นผู้ส่งสารรองภายในเซลล์ (Divalent ionic) กลไกของแคลเซียมมีผลต่อโครงสร้างของผนังเซลล์เป็นแหล่งที่มีแคลเซียมมากที่สุด (Brutus et al., 2010) นอกจากนี้ ลำแพน (2561) ผลหม่อนฉีดพ่นและแช่ในสารละลาย CaCl_2 ระดับความเข้มข้น 2 % มีค่าความแน่นเนื้อของผลมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ Mahajan and Dhat (2004) CaCl_2 ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ และเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์ยังส่งผลทำให้การเขาทำลายของจุลินทรีย์น้อยลง

4.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA)

Figure 4.13 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน ซึ่งพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด Figure 4.13 (A) ของผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลหม่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น Figure 4.13 (B) แสดงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 0 และ 9 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่ำที่สุดและมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา Turmanidze et al. (2017) พบว่าการใช้ CaCl_2 ที่ความเข้มข้น 2 % สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

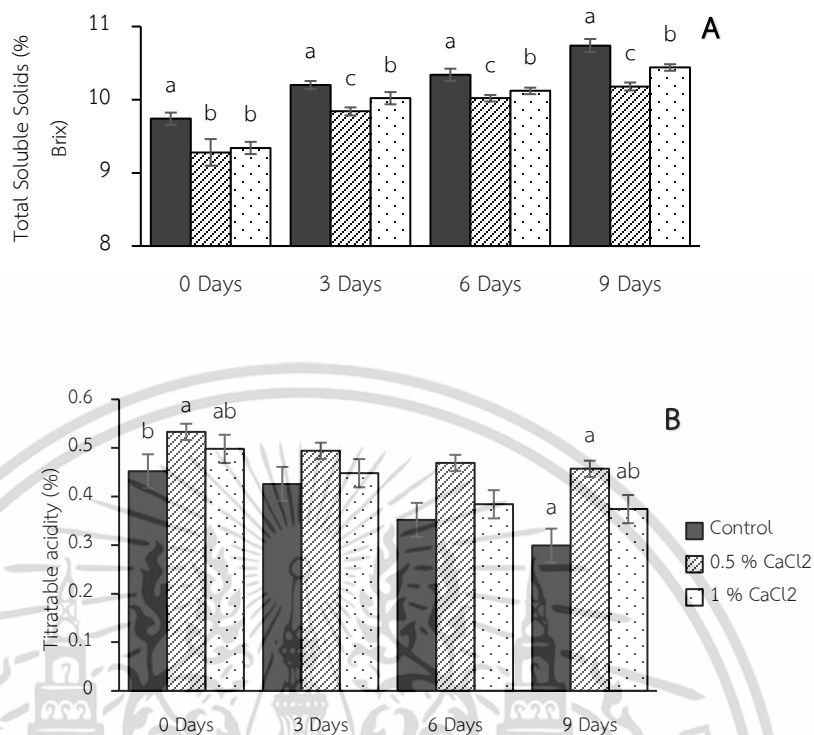


Figure 4.13 Total soluble solids (A), Titratable acidity (B) of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

4.2.5 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Anthocyanin)

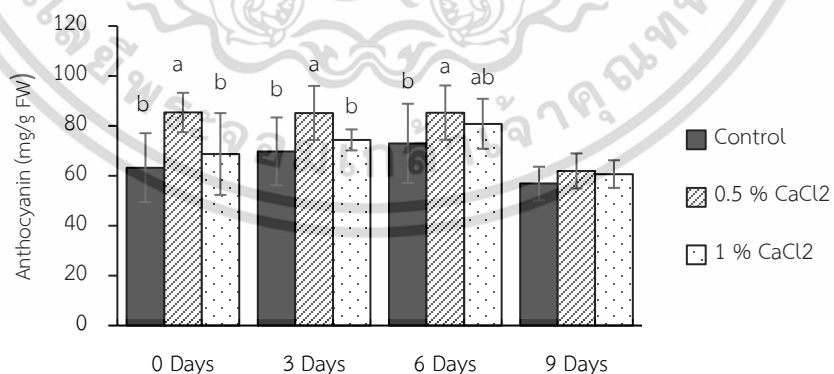


Figure 4.14 Anthocyanin of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4.14 แสดงปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน ซึ่งพบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 0 และ 3 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ Hangjun et al. (2005) ผลหม่อนหลังการเก็บรักษา มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น และการใช้สาร CaCl_2 ส่งผลให้มีปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นโดยการกระตุ้นการแสดงออกยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารแอนโทไซยานินได้อีกด้วย (Xu et al., 2017) การใช้ CaCl_2 สามารถกระตุ้นการต้านอนุมูลอิสระหลังการเก็บเกี่ยวของผลเชอร์รี่และเพิ่มปริมาณแอนโทไซยานินได้ (Morteza et al., 2013) และ Vitrac et al. (2000) พบว่าแคลเซียมเกี่ยวข้องกับการชักนำการสังเคราะห์แอนโทไซยานินจากน้ำตาลในเซลล์ผลองุ่น และมีผลเช่นเดียวในเปลือกแอปเปิ้ล (Awad and Jager, 2002)

4.2.6 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

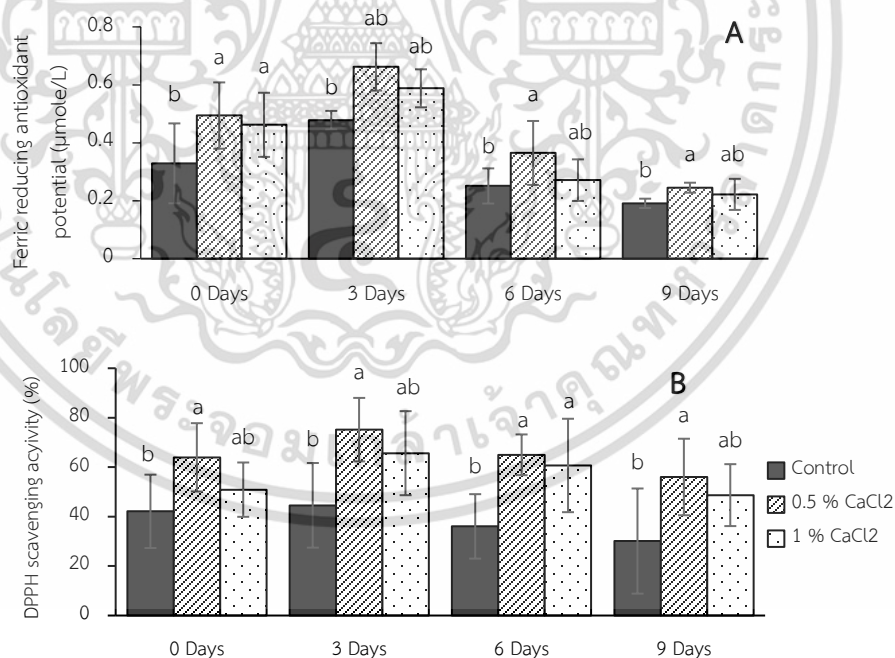


Figure 4.15 Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential (A), DPPH scavenging activity (B), of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4.15 แสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน ซึ่งพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ Figure 4.15 (A) ผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 % มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดควบคุม โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในวันที่ 3, 6 และ 9 ของการเก็บรักษา ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ Figure 4.15 (B) พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 และลดลงในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 % มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดควบคุม

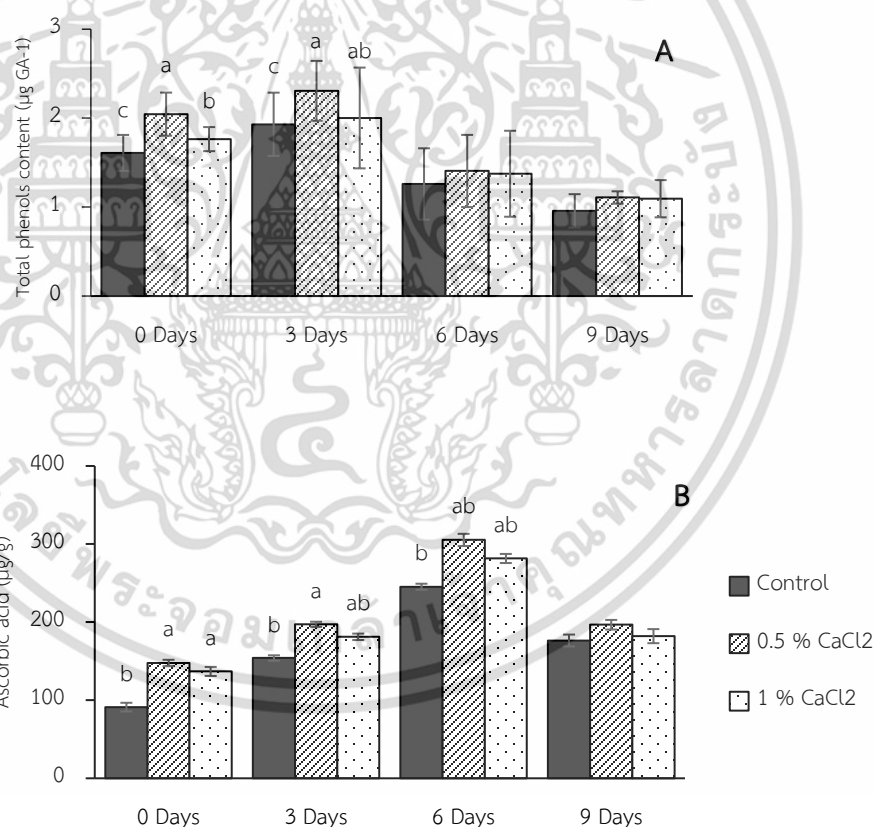


Figure 4.16 Total phenols content (A) and Ascorbic acid (B) of mulberry fruit sprayed with calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.16 (A) แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและปริมาณกรดแอสคอร์บิก Figure 4.15 (A) แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดระหว่างการรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการรักษาและลดลงในวันที่ 6 และ 9 ของการรักษา ผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 3 ของการรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิก Figure 4.16 (B) ระหว่างการรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น CaCl_2 มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงกว่าชุดควบคุม ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงที่สุด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงในวันที่ 9 ของการรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 3 และ 6 ของการรักษา

การใช้ CaCl_2 สามารถกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของสารเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นเนื่องแคลเซียมเป็นสารส่งสัญญาณขั้นที่สอง (Lecourieux et al., 2006) ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของยีน ทำให้ระดับกิจกรรมของเอนไซม์หลักที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารทุติยภูมิได้ โดยสามารถกระตุ้นการต้านอนุมูลอิสระหลังการเก็บเกี่ยวของผลเชอร์รี่และเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Morteza et al., 2013) ผลหม่อนที่ฉีดพ่นและแช่สารละลาย CaCl_2 มีศักยภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าชุดควบคุม (ณัฐกานต์, 2561) การให้แคลเซียมผลสตรอว์เบอร์รี่และราสเบอร์รี่สามารถชะลอการลดลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระได้ (Martin-Diana et al., 2006) วิตามินซีมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงและมีประโยชน์ทางชีวภาพสูง (อดิศักดิ์, 2554) Wang et al. (2014) การใช้ CaCl_2 ที่ความเข้มข้น 0.2-2 % ร่วมกับการลดอุณหภูมิ ในผลเชอร์รี่หวานพันธุ์ Sweetheart และ Lapins ลดการสลายตัวของปริมาณกรดแอสคอร์บิก

4.3 ประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

4.3.1 ลักษณะปรากฏของผลหม่อน

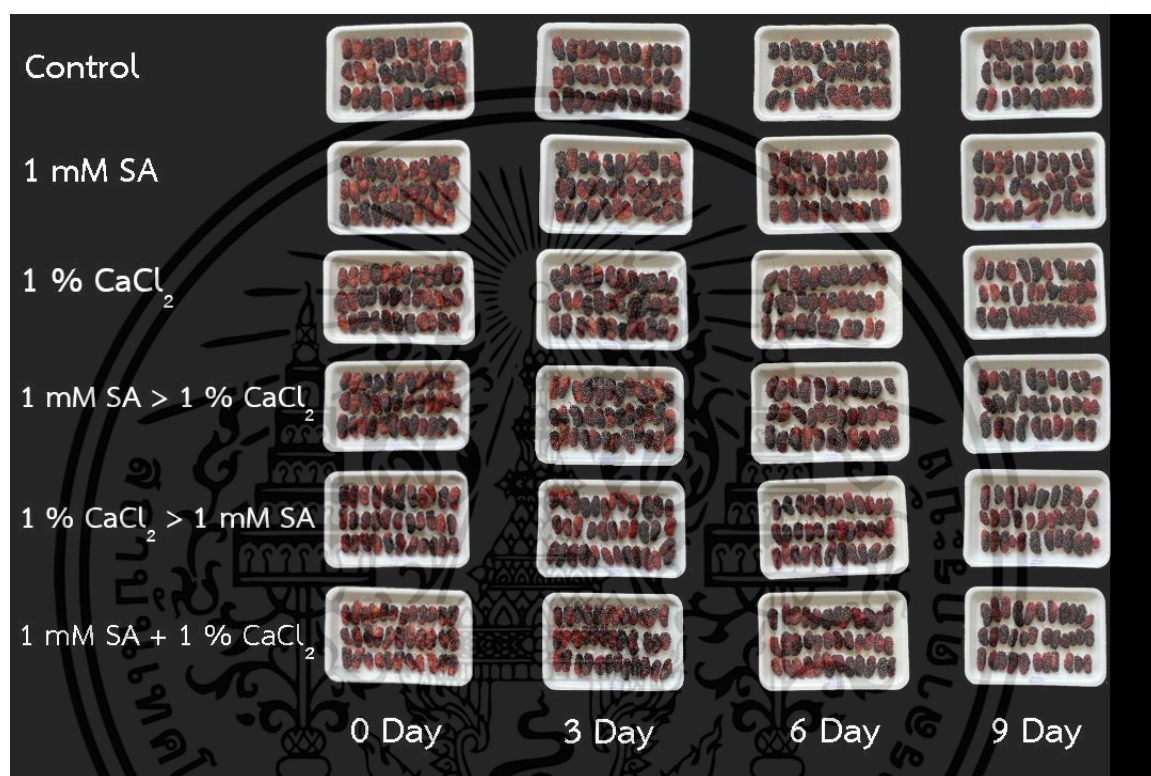


Figure 4.17 Visual appearance of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

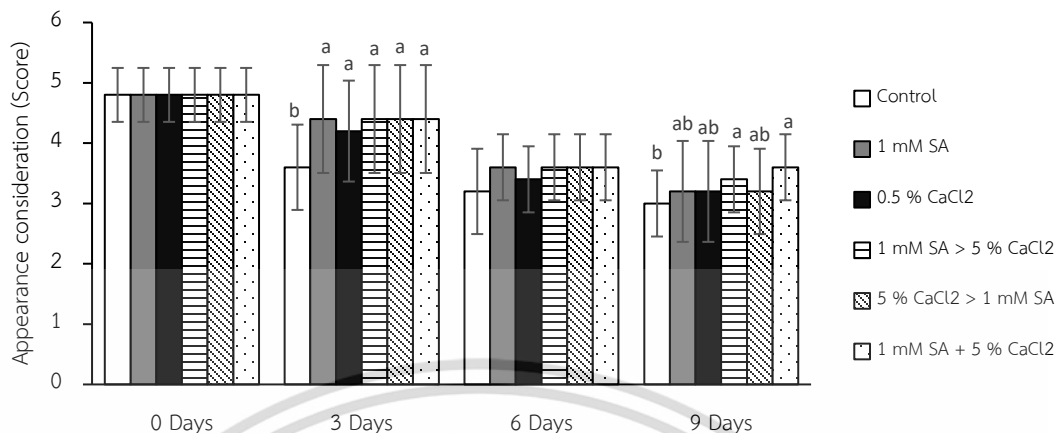


Figure 4.18 Appearance score of mulberry fruit preharvest treated with salicylic acid and calcium chloride sprays and stored at 5 °C after harvest.

Figure 4.17 แสดงลักษณะปรากฏของผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl₂ 0.5 % ก่อนการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน พบว่าผลหม่อนชุดควบคุมมีผลหม่อนมีอาการก้านผลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา สำหรับผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl₂ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถคงลักษณะปรากฏ ชะลอการเปลี่ยนสีของก้านผลและการฉ่ำน้ำของผลไว้ได้ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา Figure 4.18 ค่ะแนวลักษณะปรากฏผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl₂ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ทุกชุดการทดลอง มีคะแนนลักษณะปรากฏสูงกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา 9 วันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา

สอดคล้องกับ Ramana et al. (2011) การใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 mM กับ CaCl₂ ที่ระดับความเข้มข้น 1.5% ในพริกหวานมีผลชะลอการสุก สามารถยืดอายุได้นาน 71 วัน โดยไม่เกิดการเน่าเสียและความผิดปกติของรสชาติ นอกจากนี้ Shafiee et al., (2010) พบว่าการใช้ CaCl₂ ร่วมกับ SA สามารถลดอาการผิดปกติและโรคเน่าของสตรอเบอร์รี่ได้ และ Shafiee et al., (2013) การใช้ CaCl₂ ร่วมกับอุณหภูมิต่ำ ช่วยลดอัตราการหายใจและยังชะลอกลไกการสุกของผลไม้ โดยมีผลกับโครงสร้างภายในเซลล์ คือควบคุมกิจกรรมการหายใจ นอกจากนี้ยังชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏและการเปลี่ยนสีของขั้วผลได้ สอดคล้องกับการให้คะแนนลักษณะปรากฏ

4.3.2 ค่าสีของผลหม่อน

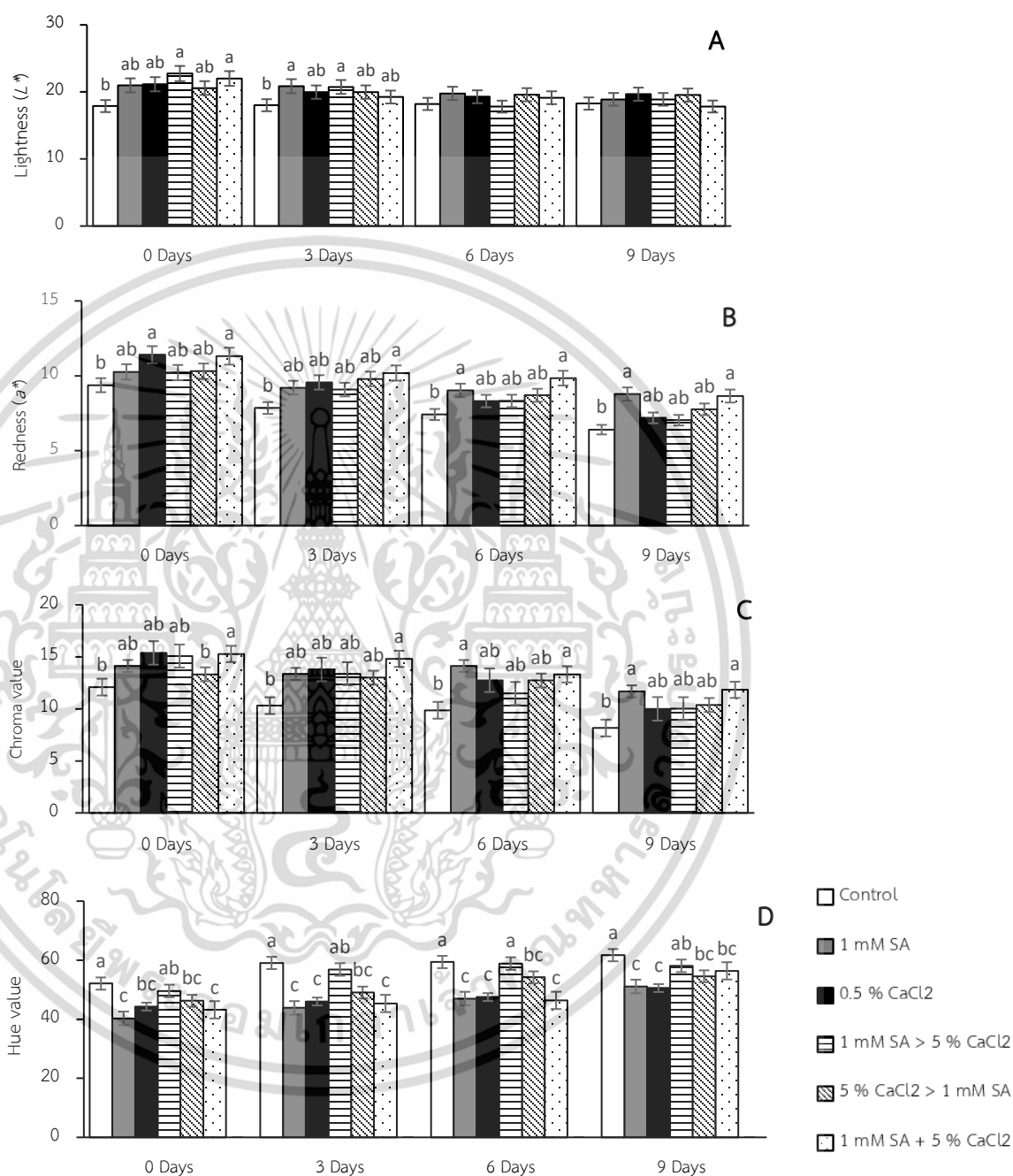


Figure 4.19 Changes color L* value (A), a* value (B), Chroma value (C), Hue value (D) of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4.19 แสดงค่า L^* , a^* , choma และ hue ระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน Figure 4.19 (A) แสดงค่าความสว่าง (L^*) ซึ่งพบว่า ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ก่อนการเก็บเกี่ยว มีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่าชุดควบคุม วันที่ 0 และ 3 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) Figure 4.19 (B) พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 0.5 % ก่อนการเก็บเกี่ยว มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูงกว่าชุดควบคุม ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 9 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ค่าความเข้มของสี (chroma) Figure 4.19 (C) ของผลหม่อน พบว่าค่าความเข้มของสีลดลงระหว่างการเก็บรักษา และผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่าความเข้มของสีสูงกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ค่ามุมสี (hue angle) Figure 4.19 (D) ของผลหม่อน ซึ่งอยู่ในช่วงมุมสีที่เป็นสีแดง พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่ามุมสีต่ำกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่ามุมสีต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

4.3.3 ความแน่นเนื้อ

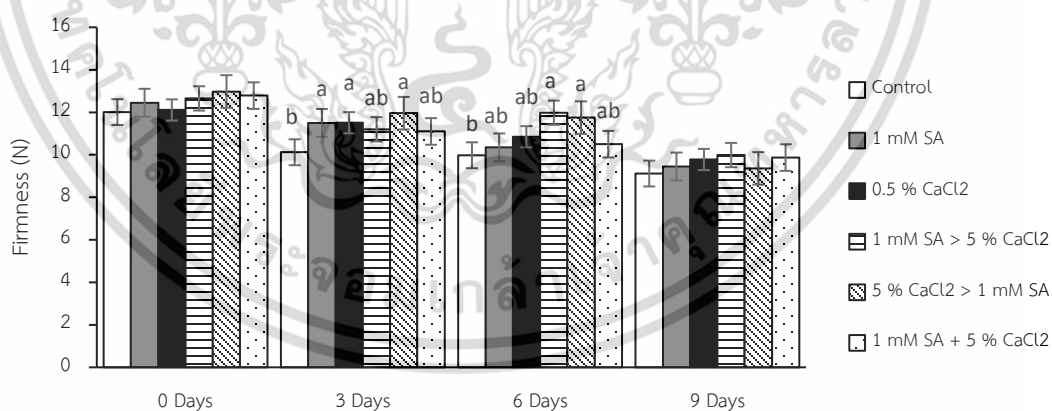


Figure 4.20 Firmness of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.20 แสดงค่าความแน่นเนื้อของผลหม่อนระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่าความแน่นเนื้อของผลหม่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แคลเซียมคลอไรด์มีส่วนช่วยรักษาความเต่งของเซลล์ ความสมบูรณ์ของเซลล์แมมเบรน ความแน่นเนื้อ และชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ ซึ่งมีผลช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด ในผลสตรอเบอร์รี่ที่ใช้ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 1% มีผลในการควบคุมการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยว และคงคุณภาพรักษาความแน่นเนื้อได้ดี (Garcia et al., 1996) ซึ่งการใช้ SA สามารถรักษาคุณภาพและค่าความแน่นเนื้อได้ โดยช่วยชะลอการเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์ (Aghdam et al., 2012)

4.3.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA)

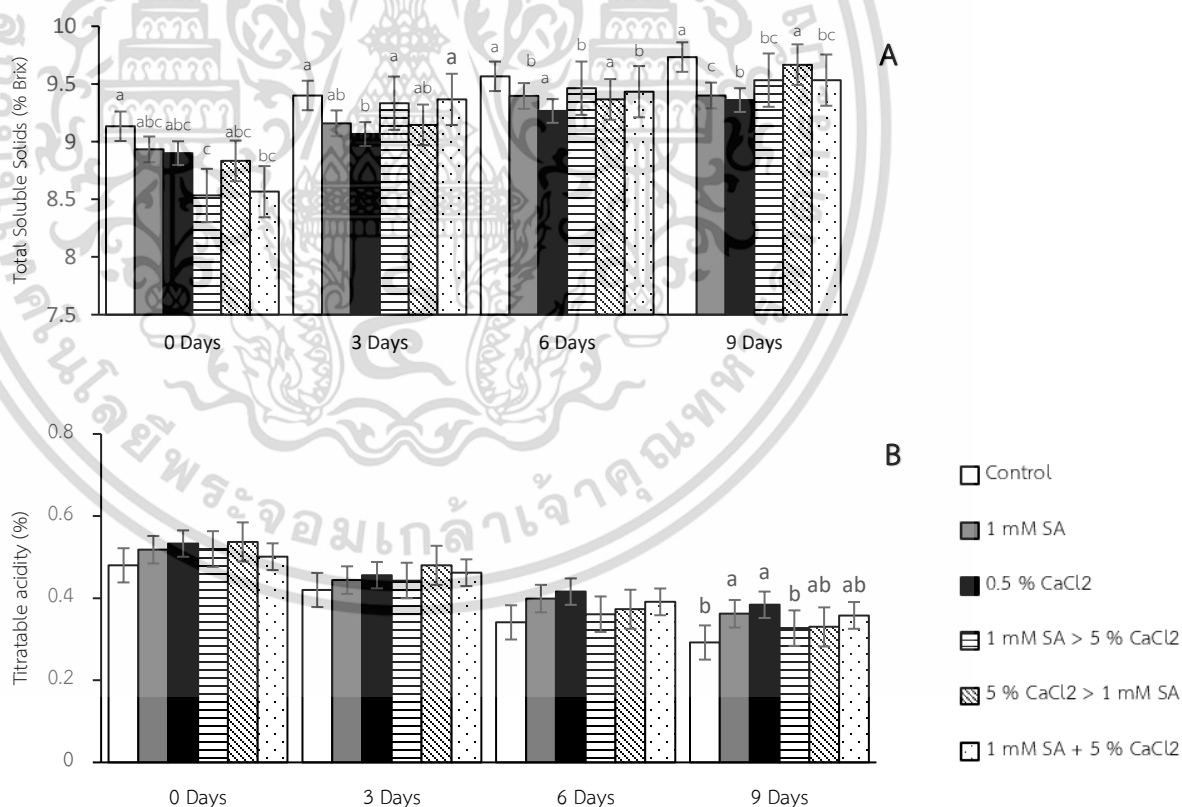


Figure 4.21 Total soluble solids (A), Titratable acidity (B) of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4.21 (A) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุม ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่ลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยการฉีดพ่น SA ระดับความเข้มข้น 1 mM สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดได้ดีที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ Figure 4.21 (B) พบว่าในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาพบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.3.5 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Anthocyanin)

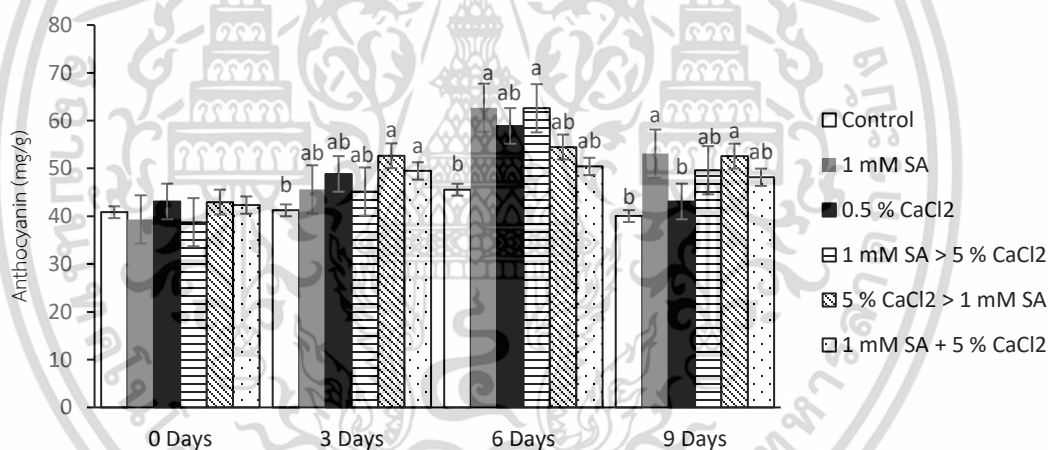


Figure 4.22 Anthocyanin of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.22 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดภายหลังการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินของผลหม่อนมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและลดลงในวันที่ 9 ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าชุดควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 3, 6 และ 9 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงานของ Hangjun et al. (2005) ผลหม่อนหลังการเก็บรักษา

ปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น การใช้สาร CaCl_2 ส่งผลให้มีปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นโดยการกระตุ้นการแสดงออกยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารแอนโทไซยานินได้อีกด้วย (Xu et al., 2017)

4.3.6 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

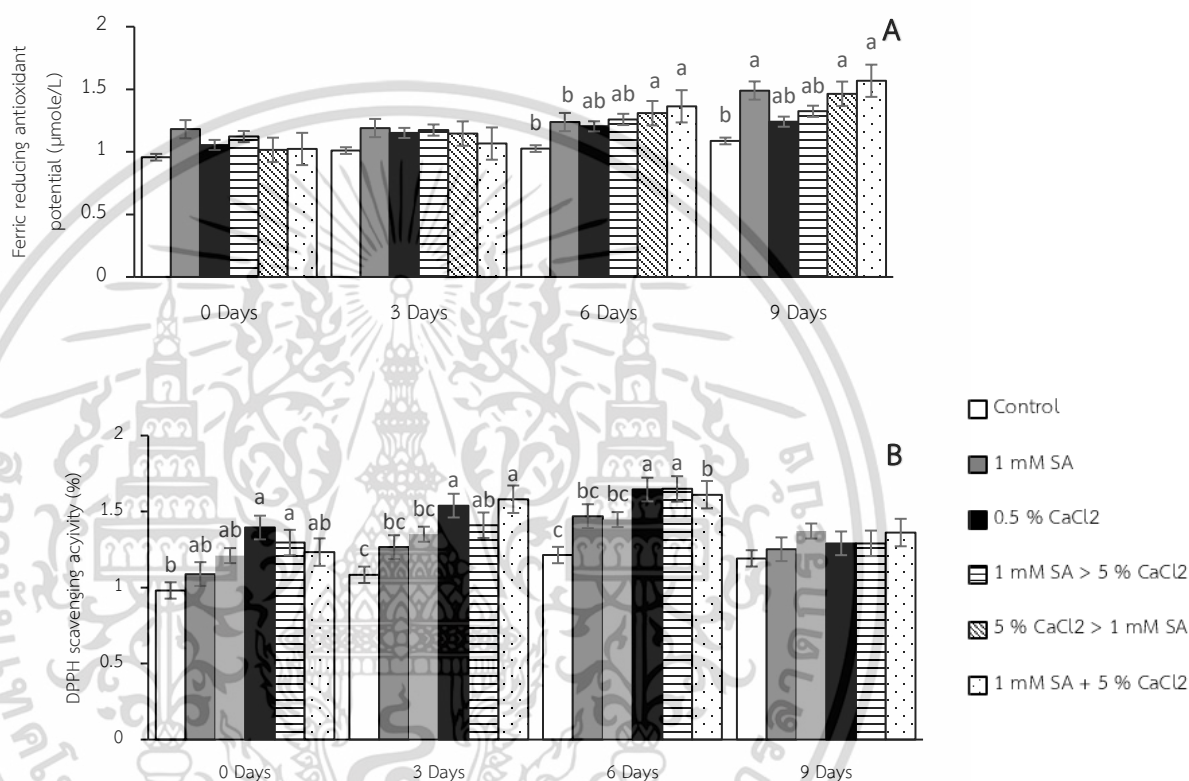


Figure 4.23 Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential (B), DPPH scavenging activity (C), of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.23 (A) แสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าผลหมอนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ Figure 4.23 (B) พบว่าผลหมอนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มี

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา มีแนวโน้มเพิ่มสูงที่สุดในวันที่ 6 และลดลงในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

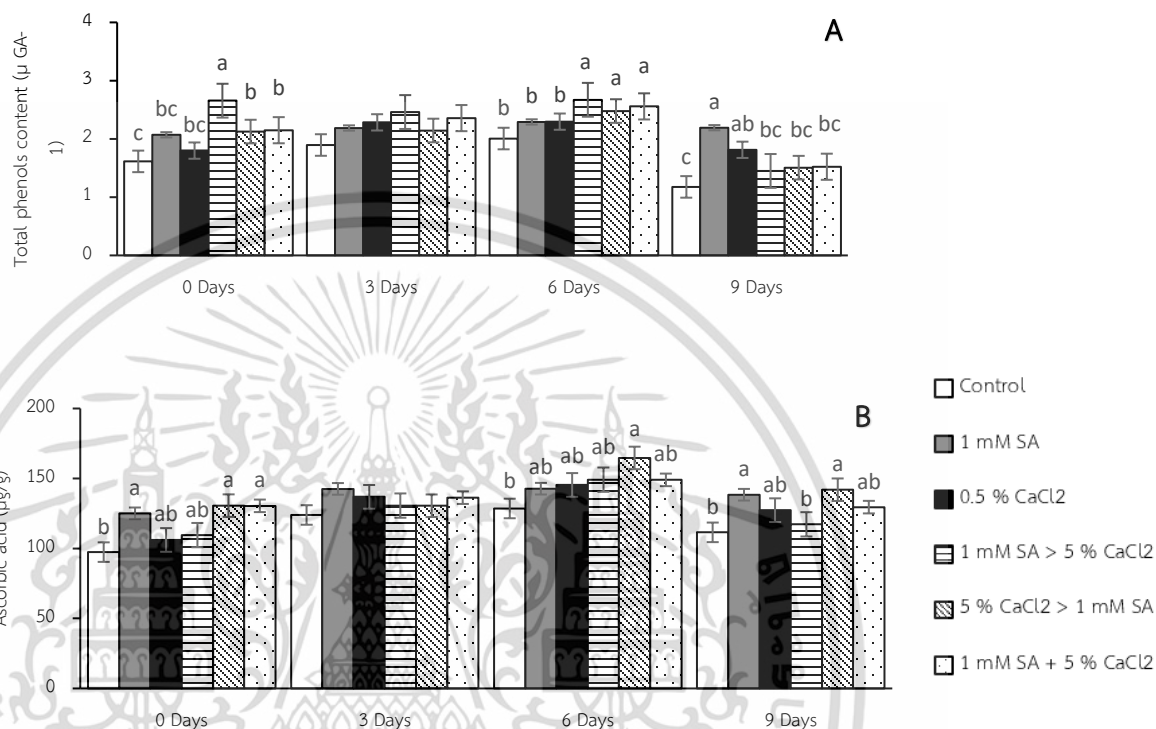


Figure 4.24 Total phenols content (A) And Ascorbic acid (B) of mulberry fruit sprayed with salicylic acid and calcium chloride during storage at 5 °C for 3, 6 and 9 days.

Figure 4.24 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและปริมาณกรดแอสคอร์บิก ระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด Figure 4.24 (A) ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl₂ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าชุดควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ร่วมกับ CaCl₂ ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการฉีดพ่น SA และ CaCl₂ เพียงสารเดียว ปริมาณกรดแอสคอร์บิก Figure 4.24 (B) ระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนเป็นเวลา 9 วัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl₂ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงกว่าชุดควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา

บทที่ 5

สรุปผล

5.1 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

จากการศึกษาการฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 1 และ 2 mM ก่อนการเก็บเกี่ยว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน พบว่าผลหม่อนที่ฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM สามารถรักษาลักษณะปรากฏที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อน และคงความแน่นเนื้อ โดยผลหม่อนมีสีเข้มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา สามารถชะลอการลดลงของความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด และสามารถกระตุ้นปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ และปริมาณกรดแอสคอร์บิก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ

5.2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

จากการศึกษาการฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.5 และ 1 % ก่อนการเก็บเกี่ยว เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน พบว่าผลหม่อนฉีดพ่น CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % สามารถรักษาความแน่นเนื้อ ลักษณะปรากฏที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อน และสามารถชะลอการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและปริมาณกรดแอสคอร์บิก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้กรดซาลิไซลิกและแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหม่อนหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

จากการศึกษาการฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ก่อนการเก็บเกี่ยว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน พบว่าการฉีดพ่น SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % สามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อและกระตุ้นปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ปริมาณกรดแอสคอร์บิก และสามารถรักษาลักษณะปรากฏของผลหม่อนได้ดีกว่าชุดควบคุม ดังนั้นจากการศึกษานี้สรุปได้ว่าการใช้ SA ที่ระดับความเข้มข้น 1 mM และ CaCl_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % ก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลหม่อนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

บรรณานุกรม

- คณาจารย์ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย. 2534. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จินตนาภรณ์ วัฒนธร, วิภาวี บุญกว้าง, สุภาพร มัชฌิมะปุระ, วิโรจน์ แก้วเรือง, สถาพร วงศ์เจริญวงกิจ และธเนศ จันทน์เทศ. 2551. ศักยภาพของผลหม่อนในการป้องกัน ลดการทำลายของเซลล์ประสาท และความบกพร่องของความจำ ใน Alzheimer's Disease รายงาน ผลงานวิจัยหม่อนไหม สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- จิรานาฏ รัตน์พงศ. 2537. ศึกษาความเป็นไปได้ ในการแก้ไขผลแตกของลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.) โดยการใช้แคลเซียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ (พืชศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ บัณฑิตวิทยาลัย
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- จริงแท้ ศิริพานิช และจารุวัฒน์ โรจนภัทรากุล. 2547. การชะลอการหลุดร่วงของผลลองกองโดยใช้ 1-Methylcyclopropene. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 35: 487-491.
- ไชยา อุ่มสูงเนิน. 2454. หม่อนและไหม. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเกษตรชนบท.
- นवलภา เจริญรวย. 2548. ผลของแคลเซียมคลอไรด์และโคโตซานต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บุญวัฒน์ มหาทรัพย์ และสุริยันธ์ สุภาพวานิช. 2559. ผลของการใช้กรดซาลิไซลิกต่อลักษณะปรากฏและการเปลี่ยนแปลงสีของฝรั่งพันธุ์กิมจู. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 120-125.
- ปาริชาติ แสงทอง และอุษาวดี ชนสุด. 2555. การใช้กรดซาลิไซลิก และเมธิลจัสโมเนท ลดการเกิดอาการสะท้อนหวานของผลส้มสายน้ำผึ้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(3) : 468-472.
- ปัทมา สังข์เงิน และ พิมพ์ใจ สีหะนาม. 2557. อิทธิพลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลมะขวิดพันธุ์ทุลเกล้า. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์
- ปัทมาภรณ์ สุขบุญพันธุ์. 4556. ดัชนีหลังการเก็บเกี่ยวหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิมพ์ใจ สีหะนาม และदनัย บุญเกียรติ. 2548. ผลของการเคลือบผิวด้วยโคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 สารระพีชสวน. 10(5) : 2-4.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- เพชรพนา สงวนวงศ์จิตร. 2541. ผลของการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลแคตตาลูปพันธุ์ชั้นเลดีในระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ไพรัตน์ โสภโณดร, สุทธวัฒน์ เบญจกุล และวิคเนตร พระพุทธ. 2536. การใช้โคโคแซนเป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว. วารสารสงขลานครินทร์. 11 : 260-265
- ธเนศ จันท์เทศ, จิตนาภรณ์ วัฒนธร, วิโรจน์ แก้วเรือง, สุภาพร มัชฌิมะปุระ, เทิดไทย ทองอุ่น, ศุภชัย ตียวรนนท์, นงนุช เอื้อบัณฑิต, จิณดี จิตติวัฒน์, ณกรณ์ ไกรอนุพงษ์, สุกานดา คำปลิว. 2555. การศึกษาศักยภาพในการแปรรูปผลหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในการป้องกันและลดการทำลายของเซลล์ประสาทและความบกพร่องของความจำในโรคอัลไซเมอร์. หน้า 82-103. ในรายงานการประชุมวิชาการ หม่อนใหม่ประจำปี 2555. โรงแรมเอเชียแอร์พอร์ต. 2-4 กรกฎาคม 2555. กรุงเทพฯ. กรมหม่อนไหม.
- ธิติพันธ์ จันทพิมพ์. 2549. การเก็บรักษาหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba* var. Chiangmai). การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิธิยา รัตนานพนท. 2549. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- วสันต์ นัยภิมมย์. 2546. หม่อนรับประทานผลและการแปรรูป. สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า
- วสันต์ นัยภิมมย์. 2546. การปลูกหม่อนเพื่อรับประทานผลสด. กสิกร. 73(3) : 293-299.
- วสันต์ นัยภิมมย์. 2546. หม่อนรับประทานผลและการแปรรูป. กรุงเทพฯ : นันทกานต์กราฟฟิคการพิมพ์.
- วสันต์ นัยภิมมย์, อัญชลี โพธิ์ดี, และวิโรจน์ แก้วเรือง. 2556. หม่อนผลสดและการแปรรูป. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีหม่อนไหม กรมหม่อนไหม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิลาวัลย์ คำปวน และจ่านงค์ อุทัยบุตร. 2559. การยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์เขียวมรกตที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่
- วิโรจน์ แก้วเรือง. 2546. ดงดอกหม่อน. กสิกร. กรมวิชาการเกษตร. 75(3) : 60-63.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วิโรจน์ แก้วเรือง, ประยูร หาสา, กิตติชัย จันทัด และสมบัติ สุภาภา. 2538. การทำแยมจากผลหม่อน. หน้า 98-106 ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2538. ศูนย์วิจัยหม่อนไหมอุดรธานี สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร.
- วิโรจน์ แก้วเรือง, สถาพร วงศ์เจริญวงกิจ, พินัย ห้องทองแดง, และกรรณก อิงคินันท์. 2548. ศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในใบหม่อนพันธุ์ต่างๆ. หน้า 11-50 ในรายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2548. สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิโรจน์ แก้วเรือง, แสงเงิน ไกรสิงห์, กัลยาณี ตันติธรรม, สถาพร วงศ์เจริญวงกิจ, ประทีป มีศิลป์, สมบูรณ์ โภมลานาค, ณรงค์ รักษัตนากร, ประยูร หาสา และพัจนา ชูพานิช. 2535. การศึกษาคุณค่าทางอาหารของผลหม่อนและการนำมาใช้ประโยชน์. หน้า 15-27 ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2535. ศูนย์วิจัยหม่อนไหมอุดรธานี สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร.
- ศศธร อินอ่อน และนิธิยา รตนานนท์. 2546. การตอบสนองของผลมะม่วงพันธุ์ดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 34 : 33-36.
- ศศิมา ปานพรหม. 2554. การเก็บรักษาหม่อนผลสดด้วยวิธีผสมผสาน. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2548. ผลของกรดซาลิไซลิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 4(2) : 2-5.
- ศรียุญา ผ่องการ และอัมณชญาณ์ มงคลชัยพลฤกษ์. 2563. ผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของพริกไทยสด. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สถาพร วงศ์เจริญวงกิจ. 2549. หม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่. เอกสารเสนอรับรองพันธุ์แนะนำ. ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่. สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ. 25 หน้า.
- สถาพร วงศ์เจริญวงกิจ, สุภาพร มัชฌิมะปุระ, จิตนาภรณ์ วัฒนธร, วิโรจน์ แก้วเรือง, เทิดไทย ทองอ่อน, ศุภชัย ตียวรนนท์, นงนุช เอื้อบัณฑิต และจิตติ จิตติวัฒน์. 2555. การศึกษาศักยภาพในการแปรรูปผลหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพใน การป้องกันและลดการทำลายของเซลล์ประสาทจากพิษสุรา. หน้า 119-129. ใน รายงานการประชุมวิชาการหม่อนไหมประจำปี 2555. โรงแรมเอเชียแอร์พอร์ต, 2-4 กรกฎาคม 2555. กรุงเทพฯ . กรมหม่อนไหม.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สมชาย จอมดวง, วสันต์ นัยภิมรมย์, สมโภชน์ ป้านสุวรรณ, เสาวนีย์ อภิญญาวัฒน์ และหทัยกาญจน์ นาภา
นนท์ 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลหม่อนสุกพันธุ์เชียงใหม่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ร่วมกับศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติ
สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.
- สมหญิง ชูประยูร และวิโรจน์ แก้วเรือง. 2556. คู่มือการปฏิบัติงานด้านหม่อนไหม 52 กรมหม่อนไหม.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 96 หน้า.
- สุรัสวดี พรหมอยู่. 2555. บทบาทของกรดซาลิไซลิกต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืช
สวน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30(3) : 95-102.
- สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2544. สรีรวิทยาการพัฒนาการพืช. คลังนานาวิทยา, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2000. Official Methods of AOAC International. 17th ed. The Association of Official
Analytical Chemists, Inc. USA.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, Inc,
Virginia. 1298 p
Ascorbic Acid Levels in Strawberries During Postharvest Handling,” Journal Food
Science. 63 : 1033–1036.
Ascorbic Acid, Phenolics and Flavonoid Concentrations, and Antioxidant Activity of
Strawberry,” Postharvest Biology and Technology. 2 : 1–9.
- Aspinall, D. 1980. Role of abscisic acid and other hormones in adaptation to water stress,
pp. 155-165. In N. C. Turners and P.J. Kramer (eds.) Adaptation of plants to water and
High Temperature Stress. John Wiley and Sons, New York.
associated with the growth and ripening of Mulberry (*Morus alba* L.) fruits. Journal of
Pure and Applied Sciences. 17: 0975 – 2595.
- Ayala-Zavala, J.F. and others. 2004. “Effect of Storage Temperatures on Antioxidant Capacity
and Aroma Compounds in Strawberry Fruit,” Postharvest Biology and Technology. 37
: 687–695.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Bradley, D.J., Kjellbom, P. and Lamb, C.J. 1992. Elicitor and wound-induced oxidative cross-linking of a protein-rich plant cell wall protein: a novel, rapid defense response. *Cell*. 70: 21-30.
- Characteristics of 'Pink' Wax Apple Fruit Discs," *Scientia Horticulturae*. 112 :
- Davies, P.J. 1995. *Plant hormones*. Kluwer Academic publisher Dordrecht. Natherland. 833 p.
- Du, Q., Zheng, J. and Xu, Y. 2008. Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21: 390-395.
- Duthie, G.G., Duthie, S.J. and Kyle, J.A.M. 2000. Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. *Journal of Nutrition*. 13: 79-106.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Ahmad, N. and Saleem, B.A. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. *Journal Agronomy Crop Science* 195: 237-246.
- Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E., 2005, "Characterization and measurement of Anthocyanins by UV-visible spectroscopy", In: *Handbook of Food Analytical Chemistry (Vol. 2): Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components*, Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D. and Sporns, P. (Eds.). John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, pp. 19-31
- Hirano, S., Hayashi, M. and Okuno, S., 2000. Soybean seeds surface-coated with depolymerised chitins: chitinase activity as a predictive index for the harvest of beans in field culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 205-209.
- Idree, M., Khan, M.M.A., Aftab, T., Naeem, M. and Hashmi, N., 2010. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in Lemongrass varieties under water stress. *Journal of plant Interactions* 293-303.
- Irfan P.K, Vanjakshi V., Keshava Prakash M.N., Ravie R. and Kudachikara V.B. 2013. "Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life." **Postharvest Biology and Technology**.
- jia, Z., M. Tang, and J. Wu. 1999. "The determination of flavonoid contents mulberry and their scavenging effects on superoxide radical'. *Food Chemistry*. 64 : 555- 559

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Khan, W., Prithviraj, B. and Smith, D.L. 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*. 160: 485-492.
- Kling, G. J. and Meyer, M. M. 1983. Effect of phenolic compounds and indoleacetic acid on adventitious root initiation in cuttings of *Phaseolus am-us*, *Acer saccharium*, and *Acer griseum*. *horticultural science*. 18: 353-354.
- Lee, Y. and Hwang, K.T. 2017. Changes in physicochemical properties of mulberry fruits
- Li, L. and Li, L. 1995. Effect of resorcinol and salicylic acid on the formation of adventitious roots on hypocotyl cutting of *Vigna radiate*. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*. 3: 67-71.
- Malamy, J. and Klessig, D.F. 1992. Salicylic acid and plant disease resistance. *Plant Journal*. 2 : 643-654.
- Manach, C., Mazur, A., and Scalbert, A. 2005. Polyphenola and prevention of cardiovascular diseases. *Journal of Current Opinion in Lipido*. 16: 77-84.
- Mignani, I., Greve, L.C., Ben-Arie, R., Stotz, H.U., Li, C., Shackel, K, and Labavitch, J., 1995. "The effects of GA3 and divalent cations on aspects of pectin metabolism and tissue softening in ripening tomato pericarp". *Physiol Plant*. 93:108-115.
- Miller, W.R., Spalding, D.H., Risse, L.A., and Chew, V. 1985. "The effects of an impregnated film with chlorine and imazalil to control decay of bell peppers". **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 97: 108-111.
- Misra, N. and Saxena, P. 2009. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. *Plant Science*. 177: 181-189.
- Mohd, Z. and others. 2004. "Antioxidative Activities of Chromatographic Fractions Obtained from Root, Fruit and Leaf of Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)," *Food Chemistry*. 94 : 169–178.
- Neeta B. Gol, T. V. Ramana Rao and Prakash R. Patel. 2009. Certain biochemical changes
- Nunes, M.C.N. and others. 1998. "Controlling Temperature and Water Loss to Maintain
- Pan, Hsiao-hua and Zen-hong, Shu. 2007. "Temperature Affect Color and Quality

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Poovaiah, B.W., Glenn, G.M., and Reddy A.S.N. 1988. Calcium and fruit softening: Physiology and biochemistry. *Horticulture review*. 10: 107-143.
- Ramana Rao T.V., Neeta B. Gol and Khilana K, Shah. 2011. "Effect of post treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L)". ***Scientia Horticulturae***. 132 : 18-26.
- Ranjitha K., Sudhakar Rao D.V., Shivashankara K.S. and Tapas Kumar Roy. pretreatments and modified atmosphere packaging on the shelf life and quality of fresh-cut green bell pepper". ***J Food Sci Technol*** : 1-11
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 43 : 439-463.
- Robert A. Saftner., Jinhe Bai ., Judith A. Abbott., and Yuen S. Lee. 2003. "Sanitary calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks." ***Postharvest Biology and Technology***. 29 : 257-269 .
- Rodriguez-Saona, L.E. and Worlstad, R.E., 2005, "Extraction, Isolation, and Purification of Anthocyanins", In: *Handbook of Food Analytical Chemistry (Vol 2): Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components*, Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D. and Sporns, P. (Eds.). John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, pp. 7-17.
- Ronald LP, Xianli W, Karen S, et al. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of agricultural and food chemistry* 2005; 53(-): 4290-4302.
- Rongsennunglal., Kanaujia S.P., Singh V.B., and Maiti C.S. 2012. "Effect of pre-harvest treatments on yield, quality and post-harvest shelf life of king chilli (*Capsicum chinense* Jacquin) under foothill conditions of Nagaland (India)". ***Journal of Spices and Aromatic Crops***. 21 (1) : 42-47

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Saftner, R. A., Bai, J., Abbott, J. A., and Lee, Y. S. (2003). Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or calcium amino acid Singh, G. and M. Kaur. "Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)", **Indian Journal of Plant Physiology**. 23.(1980) : 366-370.
- Shafiee, M., Taghavi, T.S., Babalar, M, 2010. "Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid & calcium dipping improved postharvest fruit quality of strawberry". **Scientia Horticulturae**. 124: 40-45.
- Shin, Y. and others. 2007. "Temperature and Relative Humidity Affect on Quality, Total
Shin, Y. and others. 2008. "Harvest Maturity, Storage Temperature and Relative Humidity Affect Fruit Quality, Antioxidant Contents and Activity, and Inhibition of Cell Proliferation of Strawberry Fruit," *Postharvest Biology and Technology*. 49 : 201–209.
- Singh, S. P. 1993. Effect of non-auxinic chemicals on root formation in some ornamental plant cuttings. *Advanced Horticultural*. For 3: 207–210.
- Srivastava, M.K., Dwivedi, U.N., 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Sci*. 158, 87_96.
- Türkyilmaz, B., Akta, L. Y. and Ven, G. A., 2005. salicylic acid induced some biochemical and physiological changes in *Phaseolus vulgaris* L. *Science Engineering Journal Firat University*. 17(2): 319-326.
- Umebese, C.E., Olatimilehin, T.O. and Ogunsusi, T.A. 2009. Salicylic acid protects nitrate reductase activity, growth and proline in Amaranth and tomato plants water deficit. *American Journal of Agricultural and Biological Science* 4 : 224-229.
- William S. Conway., Wojciech J. Janisiewicz., Joshua D. Klein., and Carl E.S "Strategy for Combining Heat Treatment, Calcium Infiltration, and Biological Control to Reduce Postharvest Decay of 'Gala' Apples." **American society for Horticultural Science**. 34 (4) : 700-704
- Wolf, S., Hematy, K, and Hofte, H. 2012. "Growth control and cell wall signaling in plants." **Plant Biol**. 63 : 381-407.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Yildirim, E., Turan, M. and Guvenc, I., 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll and mineral content of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under salt stress. *Journal of plants nutrition*. 31: 593-612.
- Zhao, H.J., Lin, X. W., Shi, H. Z. and Chang, S. M., 1995. The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. *Acta Agronomica Sinica*. 21: 351-355.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

เตรียมสารสำหรับ Titratable acidity (TA)

การเตรียมสาร Sodium hydroxide (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N โดยการชั่ง NaOH 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

การเตรียมสาร Phenolphthalein ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$) ความเข้มข้น 1 % โดยการชั่ง 31.832 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารสำหรับการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี Antioxidant Activity (DPPH)

การเตรียมสาร DPPH 2,2-Diphenyl-1-picnylhycrazyl ความเข้มข้น 10 mM ชั่ง 0.039432 กรัม ละลายใน Methanol ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

การเตรียมสาร DPPH 2,2-Diphenyl-1-picnylhycrazyl ให้ได้ความเข้มข้น 1 mM ใช้ความเข้มข้น 10 mM นำมา 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร

เตรียมสารสำหรับการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี antioxidant capacity (FRAP)

การเตรียม Acetate buffer 300 mM pH 3.6 ละลาย Sodium Acetate hydrate 1.55 กรัม ใน Acetic acid 8 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร

การเตรียม 10 mM 2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) ละลาย TPTZ 3.1233 กรัม ใน 1,000 มิลลิลิตร ของสารละลาย HCL 40 mM

การเตรียม FeCl_3 20 mM ละลาย FeCl_3 5.406 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร

เตรียมสารสำหรับการสกัด Total phenolic content (TPC)

การเตรียม Folin 50 % ใช้ Folin 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร

การเตรียม Na_2CO_3 7.5 % ชั่ง Na_2CO_3 7.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการทดลอง

Table A1. Appearance score of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	4.900	4.600	4.100	3.333
1 mM SA	4.933	4.833	4.367	3.667
2 mM SA	4.933	4.767	4.200	3.567
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A2. Firmness of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	5.351 ^b	6.787	3.946 ^b	4.183
1 mM SA	10.483 ^a	9.550	8.224 ^a	6.596
2 mM SA	9.325 ^a	8.323	5.378 ^{ab}	6.597
F-test	**	ns	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A3. Changes color L* value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	22.674	15.74	14.026	13.972
1 mM SA	22.882	21.256	18.702	17.288
2 mM SA	22.814	17.32	15.702	15.59
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A4. Changes color a* value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	15.542 ^b	9.416 ^b	8.368	7.544
1 mM SA	18.08 ^a	17.06 ^a	15.076	14.954
2 mM SA	17.856 ^a	15.524 ^a	14.544	12.976
F-test	**	**	ns	ns

Table A5. Changes color Chroma value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	20.452	18.549	9.877 ^b	8.826 ^b
1 mM SA	24.614	20.577	19.56 ^a	15.696 ^a
2 mM SA	22.705	20.363	15.925 ^a	13.696 ^a
F-test	ns	ns	*	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A6. Changes color Hue value mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	20.614	21.364	23.522	24.586
1 mM SA	13.372	15.546	20.164	21.364
2 mM SA	15.688	18.22	21.334	22.522
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A7. Total soluble solids of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	9.740 ^b	9.920 ^b	10.280 ^c	10.660 ^c
1 mM SA	9.480 ^a	9.640 ^a	9.720 ^a	10.180 ^a
2 mM SA	9.680 ^{ab}	9.750 ^{ab}	10.040 ^b	10.440 ^b
F-test	*	*	**	**

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A8. Titratable acidity of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.405 ^b	0.394	0.352 ^b	0.312
1 mM SA	0.533 ^a	0.448	0.480 ^a	0.353
2 mM SA	0.458 ^b	0.416	0.452 ^{ab}	0.331
F-test	**	ns	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A9. Anthocyanin of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	39.401 ^b	56.602 ^b	70.489 ^b	52.190
1 mM SA	58.098 ^a	81.398 ^a	90.182 ^a	57.419
2 mM SA	43.218 ^{ab}	73.534 ^{ab}	85.087 ^{ab}	52.539
F-test	*	*	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A10. Total phenols content of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.739	0.838 ^c	1.272	1.032
1 mM SA	0.912	1.156 ^a	1.405	1.173
2 mM SA	0.892	1.140 ^b	1.382	1.073
F-test	ns	**	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A11. Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.237 ^b	0.295 ^b	0.285	0.196 ^c
1 mM SA	0.524 ^a	0.538 ^a	0.326	0.298 ^a
2 mM SA	0.387 ^{ab}	0.4521 ^{ab}	0.310	0.247 ^b
F-test	*	*	ns	**

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A12. DPPH scavenging activity of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	29.534	63.155 ^b	45.553 ^b	40.066
1 mM SA	32.555	87.980 ^a	80.569 ^a	69.117
2 mM SA	29.857	76.742 ^{ab}	61.378 ^{ab}	57.668
F-test	ns	*	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A13. Ascorbic acid of mulberry fruit treated with Salicylic acid during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	76.304 ^b	162.869 ^b	185.493 ^b	164.439
1 mM SA	128.200 ^a	221.456 ^a	284.255 ^a	187.633
2 mM SA	81.829 ^b	166.172 ^b	238.611 ^{ab}	165.873
F-test	**	**	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A14. Appearance score of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	4.867	4.533	4.033	3.333
0.5 % CaCl ₂	4.900	4.667	4.167	3.667
1 % CaCl ₂	4.933	4.600	4.100	3.500
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A15. Firmness of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	5.093 ^b	6.498	3.989	3.692
0.5 % CaCl ₂	11.452 ^a	9.021	7.632	5.545
1 % CaCl ₂	9.182 ^{ab}	7.6326	5.506	4.599
F-test	*	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A16. Changes color L* value mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	22.674	15.74	14.026	13.972
0.5 % CaCl ₂	22.882	21.256	18.702	17.288
1 % CaCl ₂	22.814	17.32	15.702	15.59
F-test	ns	*	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A17. Changes color a* value mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	15.542 ^b	9.416 ^b	8.368	7.544
0.5 % CaCl ₂	18.08 ^a	17.06 ^a	15.076	14.954
1 % CaCl ₂	17.856 ^a	15.524 ^a	14.544	12.976
F-test	**	**	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A18. Changes color Chroma value mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	20.452	18.549	9.877 ^b	8.826 ^b
0.5 % CaCl ₂	24.614	20.577	19.56 ^a	15.696 ^a
1 % CaCl ₂	22.705	20.363	15.925 ^a	13.696 ^a
F-test	ns	ns	*	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A19. Changes color Hue value mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	20.614	21.364	23.522	24.586
0.5 % CaCl ₂	13.372	15.546	20.164	21.364
1 % CaCl ₂	15.688	18.22	21.334	22.522
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A20. Total soluble solids of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	9.740 ^b	10.200 ^c	10.340 ^c	10.740 ^c
0.5 % CaCl ₂	9.280 ^a	9.840 ^a	10.020 ^a	10.180 ^a
1 % CaCl ₂	9.340 ^b	10.020 ^b	10.120 ^b	10.440 ^b
F-test	**	**	**	**

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A21. Titratable acidity of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.452 ^b	0.426	0.352	0.299 ^a
0.5 % CaCl ₂	0.533 ^a	0.494	0.469	0.457 ^a
1 % CaCl ₂	0.498 ^{ab}	0.448	0.384	0.374 ^{ab}
F-test	*	ns	ns	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A22. Anthocyanin of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	63.253 ^b	69.787	73.004	56.899
0.5 % CaCl ₂	85.357 ^a	85.187	85.315	61.935
1 % CaCl ₂	64.726 ^b	74.380	80.822	60.692
F-test	**	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A23. Total phenols content of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	1.609 ^c	1.931 ^c	1.260	0.957
0.5 % CaCl ₂	2.045 ^a	2.370 ^a	1.406	1.108
1 % CaCl ₂	1.764 ^b	2.002 ^{ab}	1.375	1.094
F-test	**	*	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A24. Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.329	0.478	0.251 ^b	0.191 ^b
0.5 % CaCl ₂	0.494	0.662	0.365 ^a	0.245 ^a
1 % CaCl ₂	0.462	0.588	0.271 ^{ab}	0.222 ^{ab}
F-test	ns	ns	*	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A25. DPPH scavenging activity of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	42.130 ^b	44.568 ^b	36.047 ^b	30.111 ^b
0.5 % CaCl ₂	63.974 ^a	75.172 ^a	64.991 ^a	56.028 ^a
1 % CaCl ₂	50.906 ^{ab}	65.652 ^{ab}	60.687 ^a	48.687 ^{ab}
F-test	*	*	**	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A26. Ascorbic acid of mulberry fruit treated with Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	91.147	154.049 ^b	245.339	176.470
0.5 % CaCl ₂	147.678	197.254 ^a	305.288	196.658
1 % CaCl ₂	136.866	181.192 ^{ab}	281.549	182.057
F-test	ns	*	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A27. Appearance score of mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	4.800	3.600 ^b	3.200	3.000 ^b
1 mM SA	4.800	4.400 ^a	3.600	3.200 ^{ab}
0.5 % CaCl ₂	4.800	4.200 ^a	3.400	3.200 ^{ab}
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	4.800	4.400 ^a	3.600	3.400 ^{ab}
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	4.800	4.400 ^a	3.600	3.200 ^{ab}
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	4.800	4.400 ^a	3.600	3.600 ^a
F-test	ns	**	ns	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A28. Firmness of mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	8.823	7.159 ^b	6.385 ^b	6.279
1 mM SA	9.314	8.788 ^{ab}	7.791 ^{ab}	6.430
0.5 % CaCl ₂	9.794	9.720 ^{ab}	7.659 ^{ab}	6.694
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	10.572	10.267 ^a	8.601 ^{ab}	8.165
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	10.269	8.684 ^{ab}	8.446 ^{ab}	8.145
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	10.690	9.591 ^{ab}	9.489 ^a	7.488
F-test	ns	*	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P < 0.05).

Table A29. Changes color L* value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	17.892 ^b	18.018 ^b	18.208	18.268
1 mM SA	18.894 ^b	20.976 ^{ab}	20.860	19.780
0.5 % CaCl ₂	21.150 ^{ab}	19.972 ^{ab}	19.278	20.662
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	18.828 ^b	22.740 ^a	17.810	20.728
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	17.898 ^b	19.530 ^{ab}	19.976	19.586
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	24.004 ^a	19.140 ^{ab}	17.828	19.240
F-test	*	*	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P < 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A30. Changes color a^* value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	9.374	6.85	5.416	4.406
1 mM SA	10.264	9.208	9.024	8.786
0.5 % CaCl ₂	11.41	9.563	8.314	7.190
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	9.214	9.082	8.322	6.038
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	10.306	9.79	8.7	7.768
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	11.312	10.184	9.846	8.65
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table A31. Changes color Hue value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	52.094	59.062	59.386	61.698
1 mM SA	40.300	43.852	47.002	51.106
0.5 % CaCl ₂	44.286	46.0212	47.500	50.568
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	49.594	56.862	58.874	58.082
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	46.254	49.030	54.200	54.548
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	43.202	45.344	46.386	56.392
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A32. Changes color Chroma value mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	12.091	10.308	9.866	8.162
1 mM SA	14.121	13.363	14.121	11.682
0.5 % CaCl ₂	15.372	13.787	12.747	10.002
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	15.080	13.377	11.481	10.018
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	13.322	12.999	12.726	10.371
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	15.279	14.808	13.320	11.832
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A33. Total soluble solids mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	9.133 ^c	9.143	9.666 ^b	9.733 ^c
1 mM SA	8.933 ^{bc}	9.000	9.033 ^a	9.100 ^a
0.5 % CaCl ₂	8.900 ^{bc}	9.066	9.466 ^b	9.366 ^b
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	8.433 ^a	9.333	9.633 ^b	9.533 ^{bc}
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	8.833 ^{abc}	9.400	9.566 ^b	9.667 ^c
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	8.566 ^{ab}	9.366	9.433 ^b	9.533 ^{bc}
F-test	*	ns	**	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A34. Titratable acidity mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.494	0.384	0.341	0.292 ^b
1 mM SA	0.518	0.384	0.309	0.362 ^a
0.5 % CaCl ₂	0.533	0.426	0.416	0.384 ^a
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	0.480	0.373	0.341	0.270 ^b
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	0.597	0.480	0.373	0.330 ^{ab}
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	0.501	0.512	0.341	0.288 ^{ab}
F-test	ns	ns	ns	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A35. Anthocyanin mulberry fruit treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	40.834	41.232 ^b	45.549 ^b	40.032 ^b
1 mM SA	39.342	45.631 ^{ab}	62.712 ^a	53.106 ^a
0.5 % CaCl ₂	43.086	48.854 ^{ab}	58.889 ^{ab}	43.086 ^b
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	38.747	45.159 ^{ab}	62.586 ^a	49.626 ^{ab}
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	42.947	52.634 ^a	54.471 ^{ab}	52.560 ^a
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	42.325	49.474 ^a	50.406 ^{ab}	48.143 ^{ab}
F-test	ns	*	*	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A36. Total phenols content treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	1.614 ^c	1.895	2.006 ^b	1.176 ^c
1 mM SA	2.070 ^{bc}	2.187	2.291 ^b	2.192 ^a
0.5 % CaCl ₂	1.799 ^{bc}	2.284	2.296 ^b	1.813 ^{ab}
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	2.656 ^a	2.461	2.871 ^a	1.450 ^{bc}
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	2.126 ^b	2.144	3.078 ^a	1.506 ^{bc}
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	2.149 ^b	2.357	3.247 ^a	1.522 ^{bc}
F-test	*	ns	**	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P < 0.05).

Table A37. Antioxidant activity of ferric reducing antioxidant potential treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.957	1.010	1.026 ^a	1.087 ^b
1 mM SA	1.181	1.190	1.238 ^a	1.490 ^a
0.5 % CaCl ₂	1.055	1.151	1.204 ^{ab}	1.241 ^{ab}
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	1.122	1.174	1.259 ^{ab}	1.324 ^{ab}
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	1.016	1.146	1.309 ^a	1.464 ^a
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	1.023	1.066	1.364 ^a	1.568 ^a
F-test	ns	ns	*	*

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P < 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table A38. DPPH scavenging activity treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	0.981	1.084	1.114	1.052
1 mM SA	1.089	1.266	1.470	1.252
0.5 % CaCl ₂	1.210	1.351	1.447	1.372
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	1.395	1.539	1.645	1.291
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	1.296	1.410	1.649	1.291
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	1.233	1.581	1.611	1.362
F-test	ns	ns	ns	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

Table A39. Ascorbic acid treated with Salicylic acid combine Calcium chloride during storage at 5 °C for 9 days.

Treatment	0 Days	3 Days	6 Days	9 Days
Control	97.396	123.940	128.578 ^b	111.528
1 mM SA	125.104	142.570	142.712 ^{ab}	138.398
0.5 % CaCl ₂	106.085	136.875	145.387 ^{ab}	127.359
1 mM SA > 5 % CaCl ₂	109.558	130.643	149.152 ^{ab}	117.244
5 % CaCl ₂ > 1 mM SA	130.610	130.525	164.683 ^a	141.977
1 mM SA + 5 % CaCl ₂	130.459	136.302	149.004 ^{ab}	129.533
F-test	ns	ns	*	ns

Mean with different lower case letters within the same column are significantly different (P< 0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวประกายกาญจน์ แสงจันทร์
วัน/เดือน/ปี เกิด 17 ธันวาคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 37/8 หมู่ 3 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2563 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้