

ผลของการจุ่มด้วยกรดอะซิติลซาลิไซลิกและไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อการเกิด
อาการสะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

EFFECT OF ACETYLSALICYLIC ACID AND TRISODIUM PHOSPHATE
IMMERSION ON CHILLING INJURY OF MANGO FRUIT
CV. NAMDOKMAI SITHONG



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2020-2023-AG-M-065-386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF ACETYLSALICYLIC ACID AND TRISODIUM PHOSPHATE
IMMERSION ON CHILLING INJURY OF MANGO FRUIT
CV. NAMDOKMAI SITHONG



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023
KMITL-2020-2023-AG-M-065-386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจุ่มด้วยกรดอะซิติลซาลิไซลิกและไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อการเกิดอาการระคายเคืองของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวรัตติยากร กันจนะ
รหัสประจำตัว	63604006
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร.สมศักดิ์ ครามโชติ

บทคัดย่อ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับความนิยมในการบริโภคและมีศักยภาพในการส่งออกมากที่สุด อย่างไรก็ตาม มะม่วงเป็นผลไม้ที่ไวต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการค้าทางไกลและการเข้าถึงตลาดต่างประเทศ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้กรดอะซิติลซาลิไซลิกและไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการระคายเคืองของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยในขั้นแรกของการศึกษาจะเป็นการหาความเข้มข้นที่ดีที่สุดของกรดอะซิติลซาลิไซลิก และไตรโซเดียมฟอสเฟต จากนั้นนำความเข้มข้นที่ดีที่สุดของแต่ละสารไปใช้ศึกษาต่อไปในขั้นสุดท้าย สำหรับการศึกษาค้นคว้าของกรดอะซิติลซาลิไซลิก (acetylsalicylic acid; ASA) ดำเนินการจุ่มผลมะม่วงลงใน ASA ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เป็นเวลา 10 นาที ถัดมาเป็นการศึกษาผลของไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate; TSP) ดำเนินการจุ่มผลมะม่วงลงใน TSP ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เป็นเวลา 10 นาที โดยทั้งสองการศึกษาจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นเวลา 25 วัน จากการตรวจวัดคุณภาพผลทางกายภาพและทางเคมี พบว่าทั้ง ASA และ TSP มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งผลการศึกษาของ ASA พบว่าความเข้มข้น 1 และ 2 mM ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ขณะที่ผลการศึกษาของ TSP พบว่าความเข้มข้น 3.05 และ 4.57 mM ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อและความแน่นเนื้อ แต่ทั้ง ASA และ TSP ตามความเข้มข้นที่กล่าวมาข้างต้น สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และปริมาณแควินอยด์ ได้ดีที่สุดใน นอกจากนี้ ลักษณะภายนอกโดยรวมของผลบรอนซ์ดำบริเวณเปลือกน้อยที่สุด สอดคล้องกับผลการประเมินอาการระคายเคืองที่มีคะแนนต่ำที่สุด โดยสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และกึ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ได้ โดยมีอัตราการรั่วไหลของประจุ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยที่สุด พร้อมทั้งมีการสะสมสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและ กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) และ Catalase (CAT) มากที่สุด จากผลการศึกษาโดยรวม สามารถเลือกความเข้มข้นที่ดีที่สุดไปใช้ในการศึกษาต่อไปในขั้นสุดท้ายได้ดังนี้ การจุ่มด้วย ASA ที่ความเข้มข้น 1 และ 2 mM เช่นเดียวกันกับการจุ่มด้วย TSP ที่ความเข้มข้น 3.05 และ 4.57 mM ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงเลือกใช้ ASA 1 mM และ TSP 3.05 mM ในการศึกษาต่อไป

การศึกษาขั้นสุดท้าย เป็นการนำ ASA และ TSP ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการศึกษาก่อนหน้า มาใช้ร่วมกัน เพื่อเพิ่มความสามารถในการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและลดการเกิดอาการ สะท้อนหนาวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยดำเนินการจุ่มผลมะม่วงลงใน น้ำกลั่น (ชุดควบคุม) ASA 1 mM และ TSP 3.05 mM เป็นเวลา 10 นาที กรรมวิธีที่ทดสอบโดยการใช้สารร่วมกัน จะจุ่มผล มะม่วงลงใน ASA 1 mM เป็นเวลา 10 นาที ปล่อยให้แห้ง จากนั้นจุ่ม TSP 3.05 mM อีก 10 นาที (ASA+TSP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นเวลา 25 วัน จากการตรวจวัดผลทั้งทางกายภาพและทางเคมี พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP มีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักไม่แตกต่างกับการจุ่มด้วย ASA เพียงชนิดเดียว แต่สำหรับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพโดยรวม พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณแคโรทีนอยด์ ได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยชะลอการเกิดรอยคล้ำที่บริเวณ เปลือก และมีลักษณะปรากฏภายนอกของผลอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้มากที่สุด และพบการ เกิดอาการสะท้อนหนาวที่มีความรุนแรงไม่เกิน 20% จนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา เนื่องจากการ จุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยรักษาความสมดุลภายในเซลล์ โดยพบว่าตัวบ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้ม เซลล์ คือ อัตราการรั่วไหลของประจุและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ มีค่าต่ำที่สุด สอดคล้องกับปริมาณ อนุมูลอิสระที่พบว่ามีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้อยที่สุด ในขณะเดียวกัน การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยกระตุ้นระบบการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด จากการสะสมสารที่มีฤทธิ์ในการต้าน อนุมูลอิสระ (phenol and DPPH) และการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) และ Catalase (CAT)

คำสำคัญ : คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ อนุพันธ์ของกรดซาลิไซลิก สารเคมี ชนิด GRAS ระบบต้านอนุมูลอิสระ

Thesis Title	Effect of Acetylsalicylic Acid and Trisodium Phosphate Immersion on Chilling Injury of Mango Fruit cv. Namdokmai Sithong
Student Name	Miss Rattiyagorn Ganjana
Student ID	63604006
Degree	Master of Science
Program	Agriculture
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Somsak Kramchote

Abstract

Mangoes, specifically the 'Namdokmai Sithong' variety, is a significant contributor to Thailand's economy due to their high consumption rate and export potential. Despite this, these mangoes are susceptible to post-harvest losses, which hinder long-distance trade and access to international markets. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of acetylsalicylic acid (ASA) and trisodium phosphate (TSP) on the post-harvest quality and chilling injury resistance of 'Namdokmai Sithong' mangoes during low-temperature storage.

The initial phase involved determining the optimal concentrations of ASA and TSP. Mangoes were immersed in various concentrations of ASA (0 - control, 0.50, 1, and 2 mM) and TSP (0 - control, 1.52, 3.05, and 4.75 mM) for 10 min, followed by storage at $6\pm 2^{\circ}\text{C}$ with a relative humidity of $85\pm 5\%$ for 25 days. Physical and chemical measurements revealed similar trends in quality changes between both ASA and TSP studies. ASA and TSP did not significantly affect weight loss, pulp color change, or firmness. However, 1 and 2 mM ASA and 3.05 and 4.57 mM TSP were most effective in delaying alterations in peel color, total soluble solids, titratable acidity, and carotenoid content. These concentrations also resulted in the least amount of dark spots on the peel and the lowest chilling injury scores, due to their ability to delay cellular deterioration, electrolyte leakage rate, malondialdehyde content, and hydrogen peroxide content. In addition, they promoted the accumulation of

antioxidant substances (phenol and DPPH) and enhanced the activity of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) enzymes. Based on these results, ASA 1 mM and TSP 3.05 mM were selected for further combination studies, as there was no statistical difference between their respective effective concentrations.

The final phase of the study employed a combination of the optimal ASA and TSP concentrations. Mangoes were immersed in distilled water (control), 1 mM ASA, 3.05 mM TSP, or a combination of 1 mM ASA and 3.05 mM TSP (ASA+TSP), followed by the same storage conditions. The ASA+TSP combination showed no significant difference in weight loss rates compared to ASA alone. However, it exhibited superior effectiveness in delaying changes in peel color, pulp color, firmness, total soluble solids, titratable acidity, and carotenoid content. Furthermore, the ASA+TSP combination minimized the appearance of dark spots on the peel, maintaining acceptable external appearance with less than 20% chilling injury severity until the 20th day of storage. This combination was found to maintain cellular equilibrium, as indicated by the lowest electrolyte leakage rate, malondialdehyde content, and hydrogen peroxide content. Additionally, ASA+TSP appeared to stimulate the antioxidant system more effectively, as marked by an increased accumulation of antioxidant substances (phenol and DPPH) and elevated activity of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) enzymes.

Keywords : postharvest quality, low temperature stress, close analogue of salicylic acid, GRAS chemical substances, antioxidant system

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างมากจาก รศ. ดร.จำรุณ เล้าสินวัฒนา ประธานหลักสูตร โดยกรุณาให้คำสอน ข้อคิด ข้อเสนอแนะ ส่งเสริม และสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน และยังได้รับความเมตตาจาก ผศ. ดร.พิชญ์ แก้วตะพาน ที่พยายามหาทางช่วยเหลือผู้วิจัยในทุก ๆ ด้านอย่างสุดความสามารถ โดยเฉพาะด้านการจัดหาและขนส่งผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาจากอาจารย์ทั้ง 2 ท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. ดร.มณฑินี ธีรารักษ์ ผศ. ดร.พัชราภรณ์ สุวอ และ ผศ. ดร.สมศักดิ์ ธรรมโชติ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ครบถ้วนและสมบูรณ์

ขอขอบคุณบุคคลผู้อยู่เบื้องหลังในขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดร.ปริยานุช แสงประยูร นางสาวมธุรส ชุมทองวัฒนา และ ดร.ณภัทร โสมาลา ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยตัดสินใจ และช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ จากห้องปฏิบัติการอัลลีโลพาตี ผศ. ดร.วัลย์ลดา กลางนุรักษ์ และคุณบุปผา จงพัฒน์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเงินทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาให้กับผู้วิจัย อีกทั้งให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KLLC) และโรบินสันไลฟ์สไตล์ ลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ขอขอบคุณครอบครัว และคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่เมตตาและให้กำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ ขอขอบคุณเพื่อนที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขมาจนสุดทาง ขอขอบคุณ นาย นรารธร กลั่นคำ ที่สนับสนุนเงินรายเดือนให้ผู้วิจัยมาตลอดระยะเวลา 2 ปี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความรักและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาไม่มากนักน้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยเป็นอย่างสูง

รัตติยากร กันจนะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
Abstract.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญตารางภาคผนวก.....	ณ
สารบัญรูป.....	ต
สารบัญรูปภาคผนวก.....	ผ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ข้อมูลพื้นฐานของมะม่วง.....	4
2.2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.....	6
2.3 ชีวิตวิทยาของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว.....	7
2.4 การเปลี่ยนแปลงของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว.....	9
2.5 การเก็บรักษามะม่วง.....	10
2.6 อาการสัท้านหนาว.....	10
2.7 กรดอะซิติกซาลิไซลิก.....	18
2.8 ไตรโซเดียมฟอสเฟต.....	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	23
3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	23
3.2 การเตรียมผลิตผล.....	24
3.3 วิธีการดำเนินงาน.....	24
3.4 การตรวจวัดผล.....	26
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	32
4.1 ผลของกรดอะซิติกซาลีไซลิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการ สะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	32
4.2 ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการ สะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	51
4.3 ผลของกรดอะซิติกซาลีไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บ เกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	89
5.1 สรุปผลการวิจัย	89
5.2 ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารอ้างอิง	91
ภาคผนวก	108
ภาคผนวก ก	109
ภาคผนวก ข	110
ประวัติผู้เขียน	151

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางเคมีของกรดอะซิติกซัลไฟติก.....	18
2.2 ข้อมูลพื้นฐานทางเคมีของไตรโซเดียมฟอสเฟต	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และส่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	110
ข.2 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	110
ข.3 ค่าสีแดงของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	111
ข.4 ค่าสีเหลืองของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	111
ข.5 ค่าเฉลี่ยของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	112
ข.6 ค่าความเข้มข้นของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	112
ข.7 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	113
ข.8 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	113
ข.9 ค่าสีแดงของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.10 ค่าสีเหลืองของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	114
ข.11 ค่าเฉลี่ยของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	115
ข.12 ค่าความเข้มสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	115
ข.13 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	116
ข.14 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	116
ข.15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	117
ข.16 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	117
ข.17 อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	118
ข.18 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ ญ อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.19 ปริมาณแคโรทีนอยด์จากเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	119
ข.20 คะแนนการเกิดอาการสเก้านาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	119
ข.21 อัตราการร่วงไหลของประจุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	120
ข.22 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	120
ข.23 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	121
ข. 24 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	121
ข.25 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	122
ข.26 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่ม ด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	122
ข.27 กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase; CAT ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ ฝังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.28 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	123
ข.29 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	124
ข.30 ค่าสีแดงของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	124
ข.31 ค่าสีเหลืองของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	125
ข.32 ค่าเฉลี่ยของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	125
ข.33 ค่าความเข้มสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	126
ข.34 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	126
ข.35 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	127
ข.36 ค่าสีแดงของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ ฝังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.37 ค่าสีเหลืองของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	128
ข.38 ค่าเฉลี่ยของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	128
ข.39 ค่าความเข้มสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	129
ข.40 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	129
ข.41 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	130
ข.42 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	130
ข.43 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	131
ข.44 อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	131
ข.45 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ ฐิ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.46 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	132
ข.47 คะแนนการเกิดอาการสเก้านานาของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	133
ข.48 อัตราการร่วงไหลของประจุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	133
ข.49 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	134
ข.50 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	134
ข.51 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	135
ข.52 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	135
ข.53 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	136
ข.54 กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase; CAT ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และทั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.55 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	137
ข.56 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	137
ข.57 ค่าสีแดงของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	138
ข.58 ค่าสีเหลืองของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	138
ข.59 ค่าเฉดสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	139
ข.60 ค่าความเข้มสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	139
ข.61 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	140
ข.62 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	140
ข.63 ค่าสีแดงของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และส่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.64 ค่าสีเหลืองของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	141
ข.65 ค่าเจดสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	142
ข.66 ค่าความเข้มสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	142
ข.67 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	143
ข.68 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	143
ข.69 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	144
ข.70 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	144
ข.71 อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	145
ข.72 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข.73 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	146
ข.74 คะแนนการเกิดอาการสเก้านาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	146
ข.75 อัตราการร่วงไหลของประจุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	147
ข.76 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	147
ข.77 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	148
ข.78 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	148
ข.79 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	149
ข.80 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	149
ข.81 กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase; CAT ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเปิดเผยอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะทรงผล ทรงใบ ปลายใบ ฐานใบ และขอบใบ ของมะม่วงกลุ่มน้ำดอกไม้.....	6
2.2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง	7
2.3 อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนของผลมะม่วงน้ำดอกไม้เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 วัน.....	8
2.4 การเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ได้รับความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ	11
2.5 ความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์จากอุณหภูมิต่ำก่อให้เกิดปฏิกิริยา secondary reaction.....	12
2.6 ตัวอย่างอาการสะท้อนหนาวที่บริเวณเปลือกของมะม่วง	13
2.7 ตัวอย่างการสูกแบบผิดปกติของมะม่วงที่ได้รับความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ	13
2.8 โครงสร้างทางเคมีของกรดอะซิติกซาลิไซลิก	18
2.9 โครงสร้างทางเคมีของไตรโซเดียมฟอสเฟต	20
3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	23
3.2 เกณฑ์ประเมินการเกิดอาการสะท้อนหนาว	29
4.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	32
4.2 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	35
4.3 ลักษณะปรากฏของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	36
4.4 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตีพิมพ์อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5	ลักษณะปรากฏของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 39
4.6	ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 40
4.7	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) และอัตราส่วน TSS/TA (C) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 41
4.8	ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 42
4.9	ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 43
4.10	คะแนนการเกิดอาการสั้หนานาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 45
4.11	อัตราการรั่วไหลของประจุ (A) และปริมาณมาลอนไดออลดีไฮด์ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 46
4.12	ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (A) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	48
4.14 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD (A) และ Catalase; CAT (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	49
4.15 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	51
4.16 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	54
4.17 ลักษณะปรากฏของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	55
4.18 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	57
4.19 ลักษณะปรากฏของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน	58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	59
4.21 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) และอัตราส่วน TSS/TA (C) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุด ควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	60
4.22 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุด ควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	61
4.23 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	62
4.24 คะแนนการเกิดอาการสะท้อนขาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการจุ่มด้วย ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	63
4.25 อัตราการร่วงไหลของประจุ (A) และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้ สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	64
4.26 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียม ฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	65
4.27 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (A) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการจุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุด ควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.28	กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD (A) และ Catalase; CAT (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 68
4.29	การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 69
4.30	ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 73
4.31	ลักษณะปรากฏของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 74
4.32	ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 76
4.33	ลักษณะปรากฏของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 77
4.34	ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) และอัตราส่วน TSS/TA (C) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	79
4.36 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	80
4.37 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	81
4.38 คะแนนการเกิดอาการสั้หนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	82
4.39 อัตราการรั่วไหลของประจุ (A) และปริมาณมาลอนไดอิลไฮด์ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	83
4.40 คะแนนการเกิดอาการสั้หนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	84
4.41 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (A) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน.....	86

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.42	กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD (A) และ Catalase; CAT (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน..... 87



สารบัญรูปลูกคผนวก

รูปผนวกที่	หน้า
ก.1 กราฟมาตรฐาน Gallic acid.....	109
ก.2 กราฟมาตรฐาน Hydrogen peroxide.....	109



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเผยแพร่ไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย การส่งออกมะม่วงในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2563-2565) พบว่ามีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทุกปี (Office of Agricultural Economics, 2023) โดยมีตลาดการส่งออกมะม่วงสดที่สำคัญ 3 อันดับ ได้แก่ มาเลเซีย เกาหลีใต้ และเวียดนาม (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Commerce, 2023) มะม่วงที่มีความสำคัญทางการค้าของประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่มีศักยภาพในการส่งออกมากที่สุดจะเป็นพันธุ์น้ำดอกไม้ เนื่องจากมีเนื้อเนียนละเอียด เลี่ยนน้อย และรสชาติอร่อยแบบมีเอกลักษณ์ (Rimkeeree & Charoenrein, 2014) โดยมะม่วงในกลุ่มน้ำดอกไม้ที่สำคัญได้แก่ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง แต่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมักได้รับความนิยมมากกว่าทั้งในและต่างประเทศ เป็นพันธุ์ที่มีผลทรงรี ปลายผลแหลม ผลสีเหลืองทอง เมล็ดลีบบาง รสชาติหวาน และมีกลิ่นหอม (Aung, Lorjaroenphon, Rumpagaporn, Sae-tan, & Jom, 2021)

มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric ที่มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูง จึงเน่าเสียง่ายและไวต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว (Islam, Rab, Shah, & Ali, 2018) ซึ่งในระหว่างการพัฒนาของผลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี สรีรวิทยา และโครงสร้าง โดยส่งผลกระทบต่อประกอบของสารอาหารและสารพฤกษเคมีเป็นหลัก ทำให้ผลเกิดการอ่อนนุ่ม มีกลิ่นและรสชาติที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Maldonado et al., 2019) มะม่วงหลังจากเก็บเกี่ยวจะสุกอย่างรวดเร็วภายใน 3 ถึง 9 วัน จัดว่าเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น จึงเป็นข้อจำกัดของการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ (Hoque, Chowhan, & Kamruzzaman, 2017) อย่างไรก็ตาม การสูญเสียเกิดได้ในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การบรรจุ การเก็บรักษา การขนส่ง การขาย จนถึงการบริโภค ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี เพื่อลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวให้อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ (Alam, Rahman, Reza, Amin, & Hussien, 2019)

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังคงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพของผลิตผลได้ดี ดำเนินการง่ายและรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ผลิตผลที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมักจะแสดงลักษณะผิดปกติเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (1-10 °C) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอุณหภูมิต่ำจะไปรบกวนการทำงานของเซลล์ ทำให้สูญเสียความสมดุลจนเกิดเป็นอาการสะท้อนหนาวและเซลล์ตายในที่สุด (Bokhary, Wang, Zheng, & Jin, 2020;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Endo, Miyazaki, Ose, & Imahori, 2019) สำหรับมะม่วง จะไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส โดยอาการที่แสดงออกมาอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สามารถแสดงอาการได้ทั้งบริเวณเปลือก เนื้อ หรือส่วนที่ติดกับเมล็ด ดังนี้ เปลือกเกิดรอยบุ๋มยุบตัวลง เปลือกและเนื้อส่วนที่ติดกับเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เปลือกเหี่ยว ลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวและส่งผลกระทบต่อมูลค่าทางการตลาดเป็นอย่างมาก (Chutichudet, 2013)

กรดอะซิติลซาลิไซลิก (acetylsalicylic acid; ASA) เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกิดจากการ esterification ของกรดซาลิไซลิกหรือเรียกว่าเป็นอนุพันธ์ของกรดซาลิไซลิก ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับกรดซาลิไซลิก คือ ป้องกันความเสียหายของพืช โดยทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้พืชเกิดการพัฒนาและทนทานต่อสภาวะความเครียดต่าง ๆ (Soliman, Alayafi, Kelish, & Abu-Elsaoud, 2018) เช่น ช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวที่เกิดจากความเครียดอุณหภูมิต่ำในผลโลควอท (Cai, Li, & Chen, 2006) นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติในการรักษาคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ชะลอการสุกและการอ่อนนุ่มของผลกีวี โดยไปลดการสะสมอนุมูลอิสระและอัตราการผลิตเอทิลีน (Yu, Qing-Jun, Shang-Long, & Yi-Ping, 2003) ซึ่งการศึกษาในช่วงหลังจนถึงปัจจุบันพบว่า ผู้วิจัยส่วนใหญ่มีจุดประสงค์ของการใช้กรดอะซิติลซาลิไซลิกกับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อช่วยลดความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำ เช่น ลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในทับทิม (Sayyari, Castillo, Valero, Díaz-Mula, & Serrano, 2011) และสับปะรด (Sangprayoon, Supapvanich, Youryon, Wongs-Aree, & Boonyaritthongchai, 2020)

ไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate; TSP) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดจากการทำให้กรดเป็นกลาง จัดเป็นสารเคมีประเภท GRAS (generally recognized as safe) ที่ผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (USDA-FSIS, 2022) สามารถใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารได้อย่างปลอดภัยภายใต้ปริมาณที่กำหนด มีการศึกษาที่ใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลหลายชนิด เช่น ควบคุมการเหี่ยวเฉาของผลกล้วยน้ำว้าโครสและลดอัตราการหายใจในผลพุทรา (Zhang et al., 2019) รักษาความแน่นเนื้อของพุทรา โดยชะลอการสลายตัวของผนังเซลล์ (Ge, Y., et al., 2020) และรักษาคุณภาพของแอปเปิลจากการชะลอการสลายตัวของพลังงานภายในผล (Ge, Y., et al., 2019) นอกจากนี้ ไตรโซเดียมฟอสเฟตยังพบการรายงานว่ามีประสิทธิภาพลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในพริกหวาน (Ge, W., et al., 2020)

จากคุณสมบัติของสารที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้กรดอะซิติลซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1. เพื่อศึกษาผลของกรดอะซิติก ซัลฟิวริก ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

1.2.2. เพื่อศึกษาผลของไตรโซเดียมฟอสเฟต ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

1.2.3. เพื่อศึกษาผลของกรดอะซิติก ซัลฟิวริก ร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การใช้กรดอะซิติก ซัลฟิวริก ไตรโซเดียมฟอสเฟต และกรดอะซิติก ซัลฟิวริก ร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในช่วงหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการเกิดอาการสะท้านหนาวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นเวลา 25 วัน โดยตรวจวัดคุณภาพทั้งทางกายภาพและทางเคมี ในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของมะม่วง (Vongkamjan, 2013)

อาณาจักร	Plantae
ไฟลัม	Magnoliophyta
ชั้น	Magnoliopsida
อันดับ	Sapindales
วงศ์	Anacardiaceae
สกุล	<i>Mangifera</i>

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ขนาดของลำต้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และอายุ มีความสูงตั้งแต่ 10-40 เมตร ลำต้นตรง มีสีผิวจากเทาหรือเกือบดำ เปลือกแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มีผิวขรุขระและมีเกล็ดมาก เปลือกอ่อนสีเขียว เปลือกมีน้ำมันยาง (resin) ผสมกับยางไม้ (gum) ในอัตราส่วน 78% ต่อ 15% รวมทั้งกรดแทนนิก (tannic acid) ด้วย เนื้อไม้เมื่ออายุน้อยจะมีสีเขียว เมื่อแก่มีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแกมแดง มีกิ่งก้านขนาดใหญ่และแข็งแรง ลักษณะทรงพุ่มเป็นรูปครึ่งวงกลมหรือรูปไข่ หรือรูปไข่ค่อนข้างยาว

ราก : มีระบบรากเป็นรากแก้ว ความยาวของรากมีตั้งแต่ 6-8 เมตร หรือ มากกว่า ต้นมะม่วงที่มีอายุ 18 ปี พบว่ามีรากลึก 1.2 เมตร และแผ่กว้างออกเป็นรัศมีประมาณ 7.5 เมตร

ใบ : เป็นใบเดี่ยวเรียงแบบสลับ มีเส้นใบเล็กและห่างกัน ขอบใบไม่มีเส้นใบ ลักษณะรูปร่างของใบแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ เช่น ปลายใบเรียวแหลม ปลายใบสอบเรียว ปลายใบสอบเรียวหรือฐานใบแหลม ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่ขอบใบจะเรียบ ยกเว้นน้ำดอกไม้ที่มีลักษณะขอบใบเป็นคลื่น

ดอก : เป็นดอกช่อ ออกตามปลายกิ่งหรือตาดอกที่อยู่ปลายกิ่ง ช่อดอกมีความยาวประมาณ 10-30 เซนติเมตร ตามก้านช่อดอกมักมีสีเขียวออกแดงและมักมีขน ในแต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอก 2 ประเภท คือ ดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศผู้ ดอกสมบูรณ์เพศ คือ ดอกที่มีเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน เมื่อได้รับการผสมเกสรสามารถเจริญเติบโตกลายเป็นผลได้ ส่วนดอกเพศผู้เป็นดอกที่ไม่สามารถเจริญไปเป็นผลได้ ช่อดอกย่อยเรียงตัวแบบกระจุก (cyme) ดอกย่อยมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-8 มิลลิเมตร ก้านดอกมีขนขนาดสั้น ดอกมีกลิ่นหอม ดอกมีหลายสี

แตกต่างกัน เช่น สีแดง ชมพู หรือขาว กลีบเลี้ยงมี 4-5 กลีบ มีลักษณะโค้งมนมีสีเขียวอมเหลือง และ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนแข็งขนาดยาวปกคลุม กลีบดอกโดยทั่วไปมักมี 5 กลีบ มีความยาวเป็น 2 เท่าของกลีบเลี้ยง กลีบดอกมีสีเหลืองและมีร่องสีเหลืองเข้มบริเวณโคนกลีบดอก เมื่อแก่กลีบดอกเปลี่ยนเป็นสีชมพู เกสรเพศผู้มีจำนวน 1-5 อัน แต่ทำงานได้มีจำนวนเพียง 1 อัน หรือไม่เกิน 2 อัน ที่เหลือจะฝ่อไป เกสรเพศผู้มีความยาว 2 มิลลิเมตร มีสีชมพู เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีม่วง สำหรับดอกเพศผู้เกสรเพศเมียจะฝ่อ ดอกสมบูรณ์เพศมีรังไข่ 1 ช่อง มีตำแหน่งอยู่เหนือฐานรองดอก รูปรางเบี้ยวไม่มีก้าน ก้านเกสรเพศเมียอยู่ที่ยอดรังไข่ ก้านเกสรเพศเมียและยอดเกสรเพศเมียมีขนาดเล็ก ออวูล มีจำนวน 1 ฟอง ช่อดอกออกช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และติดผลในฤดูร้อน

ผล : ผลมะม่วงมีความแตกต่างกันมากในเรื่องของขนาด รูปปร่าง สีเปลือกและสีเนื้อ ปริมาณเส้นใย รสชาติ และกลิ่น แต่จะมีผิวเรียบ ความยาวของผลมีตั้งแต่ 5-20 เซนติเมตร ความกว้าง 4-8 เซนติเมตร ผลดิบสีเขียว เมื่อสุกเนื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเหลืองส้ม รูปปร่างของผลมีตั้งแต่กลมไปจนถึงรูปไข่ค่อนข้างยาว ผลมักจะแบนด้านข้าง สีเปลือกด้านนอกของผลประกอบด้วยส่วนผสมของสีต่าง ๆ เช่น สีเขียว เหลือง และแดง ผลจะแก่ภายใน 3-4 เดือน หลังจากดอกบาน ผลแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ผนังผลชั้นนอก (เปลือก) จะหนาและมีต่อมน้ำยางพบกระจายทั่วไปในเปลือก ผนังผลชั้นกลาง (เนื้อ) สีขาวอมเขียวเมื่อดิบ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มเมื่อแก่จัด และมีสีส้มเข้มขึ้นเมื่อสุก ผนังผลชั้นใน (กะลา) เป็นส่วนหุ้มเมล็ด มีลักษณะแข็ง มีผิวเป็นเส้นใย มีเมล็ดภายใน 1 เมล็ด ซึ่งเมล็ดจะอยู่ถัดจากผนังผลชั้นในมีขนาดแตกต่างกันไป บางชนิดมีเมล็ดลีบ ประกอบด้วยเปลือกเมล็ดชั้นนอกกับเปลือกเมล็ดชั้นในซึ่งเป็นเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาล ในเมล็ดประกอบด้วยเอนโดสเปิร์มและต้นอ่อน

2.1.2 พันธุ์มะม่วงที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย (Pohsomboon & Radanachalee, 2013)

มะม่วงการค้าในประเทศไทยเป็นกลุ่มพันธุ์ปลูก ชนิดมะม่วงบ้าน (*Mangifera indica* L.) หากจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มพันธุ์ ได้แก่ มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ มะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก และมะม่วงเพื่อการแปรรูป ปัจจุบันพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้ามีทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศ ชนิดที่มะม่วงไทยหลายพันธุ์เริ่มหายากหรือไม่พบโดยทั่วไป ทั้ง ๆ ที่ปลูกเป็นการค้า

(1) มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (green delicious mango) มีคุณสมบัติเหมาะกับการรับประทานผลดิบ ตั้งแต่ระยะยังไม่แก่จนถึงแก่จัด มากกว่าการรับประทานผลสุก ส่วนมะม่วงที่เนื้อมีรสหวาน มัน กรอบ หรือหวานมัน อมเปรี้ยวเล็กน้อย นิยมเรียกว่า “มะม่วงมัน” เช่น เชี่ยวสวย ฟ้า ลั่น แรด เพชรบ้านลาด มันเดือนเก้า บางขุนศรี ทองคำเขียวมรกต และชายตึก เป็นต้น

(2) มะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก (ripe delicious mango) มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการรับประทานสุก มากกว่าการรับประทานดิบ เมื่อดิบอาจมีรสเปรี้ยวถึงเปรี้ยวมาก พอสุกได้ที่จึงจะ

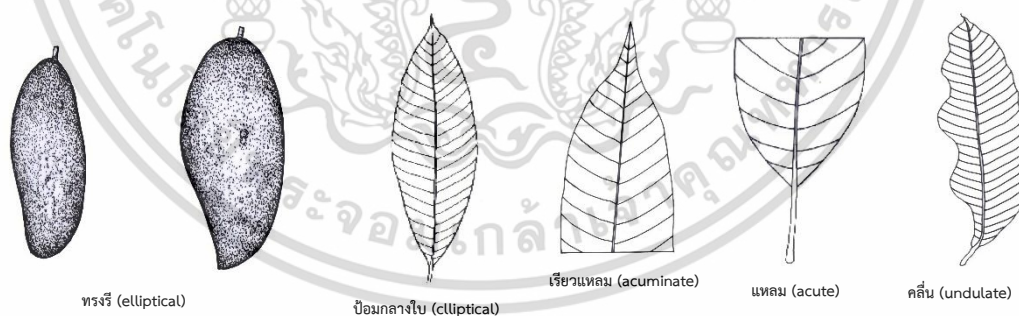
มีรสหวานอร่อย เช่น น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้สีทอง มหาชนก โชคอนันต์ อกร่อง หนังกกลางวัน ยายกล้า ลิ่นงูเห่า และอกร่องพิกุลทอง สำหรับมะม่วงที่มาจากต่างประเทศและกำลังได้รับความนิยมจากชาวสวนในปัจจุบัน เกือบทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์นี้ เช่น นวลคำ (Nualkhum) หรือจินหวง (Jinhuang) เออร์วิน (Irwin) อาร์ทูอิทู (R2E2) และแดงจักรพรรดิหรืออี่เหวิน (Yuwen) เป็นต้น

(3) มะม่วงเพื่อการแปรรูป (processing mango) มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการแปรรูปมากกว่าการใช้ประโยชน์อย่างอื่น (รับประทานผลดิบหรือสุก) โดยจะมีลักษณะเนื้อหนา แน่น ไม่มีเส้นใย สีเข้ม มีกลิ่นหอมเด่นชัด รสหวาน เช่น แก้ว และสามปี แต่บางพันธุ์ก็อาจเป็นกลุ่มมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุกที่นำมาใช้อีกวัตถุประสงค์หนึ่ง เช่น มหาชนก และโชคอนันต์ เป็นต้น

2.2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

การจำแนกกลุ่มของมะม่วงสามารถแบ่งได้เป็น 8 กลุ่ม คือ กลุ่มแก้ว กลุ่มเขียวเสวย กลุ่มน้ำดอกไม้ กลุ่มหนังกกลางวัน กลุ่มอกร่อง กลุ่มพราหมณ์ กลุ่มผลกลม และกลุ่มเบ็ดเตล็ด

กลุ่มน้ำดอกไม้ มีลักษณะทรงผลทรงรี (elliptica) ลักษณะทรงใบป้อมกลางใบหรือรูปรี (elliptica) ลักษณะปลายใบเรียวแหลม (acuminate) ลักษณะฐานใบแหลม (acute) ลักษณะขอบใบคลื่น (undulate) (รูปที่ 2.1) มะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ ที่จัดอยู่ในกลุ่มน้ำดอกไม้ เช่น น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้ทะวาย น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์ 4 น้ำดอกไม้เบอร์ 5 คอนกแก้ว ลำ หงส์ทอง สาวน้อยลิมพัว เมล็ดนิ่ม มะลิลา และเจ้าพระยา (Vongkamjan, 2013)



รูปที่ 2.1 ลักษณะทรงผล ทรงใบ ปลายใบ ฐานใบ และขอบใบ ของมะม่วงกลุ่มน้ำดอกไม้

ที่มา: Office of Plant Varieties Protection (2001)

พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

(1) ขนาดผล : น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 350 กรัม ความกว้าง 7.2 เซนติเมตร ความยาว 14.8 เซนติเมตร หนา 6.4 เซนติเมตร มีส่วนเนื้อมากถึง 83% เมล็ดบางลิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (2) รูปร่างและสีผิวผล : ผลทรงรี ระยะดิบผลสีเขียวนวล พออายุ 2-3 เดือน ผิวผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน ระยะแก่ผลสีเขียวอมเหลือง และเมื่อผลสุกจะมีสีเหลืองทอง (รูปที่ 2.2)
- (3) เปลือก : มีเปลือกหนากว่าน้ำดอกไม้ทั่วไป วัดได้ 0.17-0.19 เซนติเมตร จึงทนทานต่อการขนส่ง และทนทานต่อโรคแอนแทรกโนสได้ดีกว่าพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4
- (4) สีเนื้อ : ระยะดิบจนถึงระยะแก่ เนื้อมีสีขาวนวล และเมื่อผลสุก เนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม
- (5) รสชาติ : ผลดิบมีรสเปรี้ยวจัด และผลสุกรสชาติหวาน วัดได้ประมาณ 17-18 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ 0.13-0.14 เปอร์เซ็นต์ ฉ่ำน้ำ มีกลิ่นหอมเสียน้อย รสชาติหวาน แต่จะหวานน้อยกว่าน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เล็กน้อย
- (6) อายุการเก็บเกี่ยว : จากดอกบาน-ผลแก่ประมาณ 100-105 วัน

*ข้อสังเกตบางประการ : ผลมีผิวสีเหลืองตั้งแต่ยังไม่สุก แต่ถ้าห่อผลนานเกิน 45 วันขึ้นไป ผิวผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองออกขาว หรือที่ชาวสวนเรียกว่า “มะม่วงเผือก” เป็นพันธุ์ที่มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นกระจายอย่างกว้างขวางไปทั่วประเทศ และได้รับความนิยมปลูกเพื่อการส่งออกสูงสุดในปัจจุบัน โดยเฉพาะตลาดในประเทศญี่ปุ่น

(Pohsomboon & Radanachaless, 2013; National Research Council of Thailand, 2023)



รูปที่ 2.2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไมสีทอง

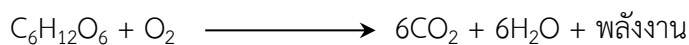
ที่มา: Duangpaen (2023); Tangthanaphongsakun (2023)

2.3 ชีวิตวิทยาของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

ผลมะม่วงมีคุณภาพสูงที่สุด ณ ขณะเก็บเกี่ยว จะสิ้นสุดการได้รับอาหารจากต้นและมีอาหารสะสมแค่เพียงเท่านั้น หลังจากนั้นคุณภาพจะลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากผลมะม่วงยังคงมีชีวิตอยู่ และมีการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาต่าง ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยมีกระบวนการหลักที่สำคัญ ดังนี้ (Bunsiri & Siriphanich, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

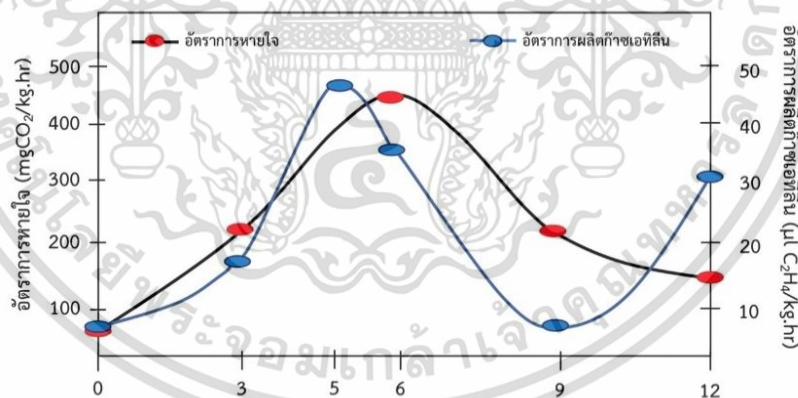
2.3.1 การหายใจ เป็นกระบวนการเผาผลาญอาหาร เช่น น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ให้อยู่ในรูปพลังงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ โดยการหายใจเอาก๊าซออกซิเจน (O_2) เข้าไป และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำ (H_2O) พร้อมทั้งให้พลังงานออกมา ดังสมการ



อวัยวะที่ใช้ในการหายใจสำหรับพืช เรียกว่า "ปากใบ" ทำหน้าที่เพื่อการหายใจแต่รับอาหารเพิ่มเติมไม่ได้ ดังนั้นผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว จึงใช้อาหารที่สะสมหมดไปเรื่อย ๆ ผลผลิตก็จะเสื่อมสภาพลงไป และตายในท้ายที่สุด

2.3.2 การผลิตเอทิลีนก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่เนื้อเยื่อพืชทุกชนิดสร้างขึ้นเองได้ มีหน้าที่ก่อให้เกิดการสุกของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผักและผลไม้ขึ้น และไม่สามารถกลับคืนไปอยู่ในสภาพเดิมได้อีก โดยปกติจะมีการผลิตเอทิลีนน้อย แต่เมื่อผลไม้สุก ได้รับความชื้น เกิดบาดแผล หรือมีการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ จะกระตุ้นมีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างมาก นอกจากนี้ ปัจจัยจากอุณหภูมิสูงก็มีผลต่อการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเช่นกัน

มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric ลักษณะเด่นคือ เมื่อเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุก จะกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มมากขึ้น พร้อม ๆ กับการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้น (รูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 วัน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Bunsiri & Siriphanich (2007)

2.3.3 การสูญเสียน้ำ มะม่วงมีการสูญเสียน้ำอยู่ตลอดเวลาเนื่องมาจากการหายใจ สภาพอุณหภูมิสูง และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยปกติผลมะม่วงมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงถึง 80-95% ซึ่งสูงกว่าสภาพบรรยากาศภายนอกมาก ดังนั้น น้ำภายในผลมะม่วงจึงเคลื่อนตัวออกสู่บรรยากาศภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดเวลา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างต่าง ๆ ของผลมะม่วง ผลมะม่วงที่บริบูรณ์แล้วมีโครงสร้างที่ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ เช่น ชั้นของไข (wax) ที่เรียกว่า นวลปกคลุมผิว และอาจมีช่องเปิด เช่น เลนติเซล ซึ่งเป็นกลุ่มของเซลล์ที่ตายแล้ว พัฒนามาจากปากใบเมื่อผลยังเล็กอยู่ เลนติเซลยอมให้น้ำและอากาศผ่านเข้าออกได้ จะเห็นได้จากจุดเล็ก ๆ สีคล้ำบนผลมะม่วง หากเอามือลูบจะมีลักษณะคล้ายสะเก็ดผลขนาดเล็ก ๆ ดังนั้นผลมะม่วงจึงมีการสูญเสียน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2.4 การเปลี่ยนแปลงของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงพื้นฐานของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การสุกที่ส่งผลกระทบต่อทรงและสีของผล รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงบางอย่างจะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่ส่วนใหญ่มักจะส่งผลให้คุณภาพของมะม่วงแย่ลง โดยการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเหล่านี้ไม่สามารถหยุดได้ แต่สามารถชะลอให้การเปลี่ยนแปลงเกิดช้าลงได้ (Esguerra & Rolle, 2018)

2.4.1 การสูญเสียน้ำหนักและการเหี่ยว สาเหตุเกิดจากการสูญเสียน้ำ ทำให้เนื้อเยื่อเกิดการหดตัว น้ำหนักที่จะขายได้ลดลง เกิดการเหี่ยว และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป เช่น เกิดการอ่อนตัว สูญเสียความกรอบ และความฉ่ำน้ำ ทำให้เนื้อเยื่อของพืชอ่อนแอและง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการสูญเสียคุณค่าอาหารอีกด้วย

2.4.2 ความแน่นเนื้อ เซลล์ของเนื้อมะม่วงมีเพคตินเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของผนังเซลล์ เพคตินในระยะผลดิบมีโมเลกุลขนาดใหญ่และไม่ละลายน้ำ ทำให้เซลล์ยึดเกาะกันแน่น โดยในระหว่างการสุก เพคตินมีการละลายน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีเอนไซม์หลายชนิดถูกสร้างขึ้นมาเพื่อย่อยสลายเพคติน ทำให้เซลล์ยึดเกาะกันอย่างหลวม ๆ และเกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ

2.4.3 การเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาล ในช่วงที่ผลมะม่วงสุก แป้งที่สะสมอยู่ในผลมีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลฟรุกโตส สำหรับน้ำตาลซูโครสพบเพิ่มขึ้นในช่วงสุดท้ายของการสุก

2.4.4 ปริมาณกรด สำหรับกรดในมะม่วงประกอบด้วยกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก กรดซัคซินิก และกรดออกซาลิก แต่กรดที่มีปริมาณมากที่สุดคือ กรดซิตริก และกรดมาลิก โดยกรดส่วนใหญ่จะอยู่ในเนื้อมากที่สุด ขณะที่ผลดิบจะมีรสเปรี้ยว แต่เมื่อผลสุกปริมาณกรดลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้รสชาติเปรี้ยวลดลง มีรสหวานมากขึ้น (Bunsiri & Siriphanich, 2007)

มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวกับผลิตผลทางการเกษตรมาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวคือการรักษาคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตรให้ยาวนานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จนกว่าจะถึงมือผู้บริโภค (Esguerra & Rolle, 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การเก็บรักษามะม่วง

ปัญหาที่สำคัญในระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วง คือ การเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อชะลอกระบวนการหายใจ และกระบวนการเมแทบอลิซึมที่จะนำไปสู่การเสื่อมสภาพ ตลอดจนอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปผลมะม่วงสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% ได้นาน 2-3 สัปดาห์ ส่วนมะม่วงส่งออกของไทยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95% ได้นาน 2 สัปดาห์ (Srivichien, 2006) อย่างไรก็ตาม มะม่วงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน ซึ่งมักจะแสดงความเครียดเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (1-10 °C) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยอุณหภูมิต่ำจะไปรบกวนการทำงานของเซลล์ ทำให้เซลล์เป็นพิษและสูญเสียความสมดุลจนเกิดเป็นอาการสะท้านหนาวและเซลล์ตายในที่สุด (Bokhary et al., 2020; Endo et al., 2019)

2.6 อาการสะท้านหนาว

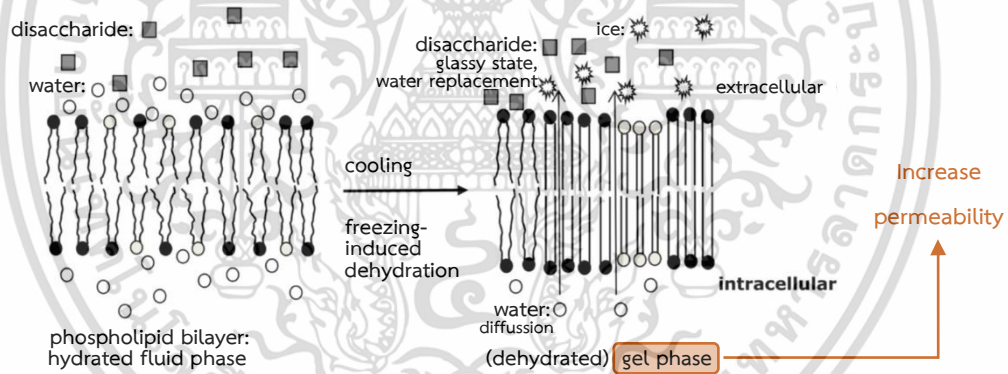
อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการได้รับสภาพอุณหภูมิต่ำที่ไม่เหมาะสม ในช่วงระยะเวลานานเกินกว่าที่พืชจะทนทานได้ (Chutichudet, 2013) โดยเป็นอุณหภูมิต่ำที่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง ซึ่งสามารถเกิดได้ทั้งในต้นพืชที่ยังเจริญเติบโตอยู่ในธรรมชาติและส่วนของพืชที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว การสะท้านหนาวมักเกิดขึ้นกับพืชในเขตร้อนทุกชนิด หลายชนิดในเขตกึ่งร้อน และบางชนิดในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ปัญหานี้อาจเกิดขึ้นได้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วง ทำให้พืชที่กำลังเจริญเติบโตเสียหายหรือตายได้ ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจค่อนข้างมากในแต่ละปี สำหรับผลผลิตสดที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว การสัมผัสกับอุณหภูมิต่ำดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถส่งผลิตผลเหล่านี้ไปยังผู้บริโภคที่อยู่ห่างไกลออกไปได้ (Siriphanich, 2006)

2.6.1 สาเหตุของการเกิดอาการสะท้านหนาว

สาเหตุของการเกิดอาการสะท้านหนาว มีผู้สันนิษฐานว่าเกิดจากองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ หรือเยื่อหุ้มอวัยวะภายในเซลล์บางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขึ้น อุณหภูมิต่ำทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มผิดปกติไป ส่งผลให้กระบวนการทางสรีรวิทยาภายในเซลล์เกิดความไม่สมดุลจนกระทั่งเซลล์ตายในที่สุด โดยเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย (mitochondrial membrane) และเยื่อหุ้มอวัยวะอื่น ๆ มีองค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกัน คือเป็นชั้นของไลโปโปรตีนซึ่งประกอบไปด้วยชั้นของฟอสโฟลิพิด (phospholipid) และโปรตีน ซึ่งหน้าที่สำคัญของเยื่อหุ้มเหล่านี้คือควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผ่านเข้า-ออกของสารต่าง ๆ และยังเป็นแหล่งที่เกิดกระบวนการสำคัญต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจและการสังเคราะห์แสง ภายหลังการเก็บเกี่ยว เยื่อหุ้มต่าง ๆ จะเสื่อมสภาพลง การควบคุมการผ่านเข้า-ออกของสารต่าง ๆ จึงเสื่อมลง ทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสมสัมผัสกับเอนไซม์ได้โดยขาดการควบคุม ทำให้เซลล์ขาดสมดุลและตายในที่สุด นอกจากนี้ ผลผลิตชนิดต่าง ๆ มีการแสดงอาการสะท้อนหนาวหรืออาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำไม่เหมือนกัน มีผู้สันนิษฐานว่าเกิดเนื่องจากกรดไขมันในโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเหล่านี้แตกต่างกัน กล่าวคือ ผลผลิตที่เกิดอาการสะท้อนหนาวได้ง่ายจะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์มีเปลี่ยนสถานะทางกายภาพได้ง่าย จากลักษณะที่อ่อนตัว (liquid crystalline) ไปเป็นลักษณะแข็ง (solid gel) (รูปที่ 2.4) ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มเสื่อมลง ก่อให้เกิดผลเสียต่าง ๆ ตามมา เช่น การสะสมสารพิษ ทำให้เซลล์เสื่อมคุณภาพลงและตายไปในที่สุด ส่วนผลผลิตที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ เชื่อว่ากรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เมื่ออุณหภูมิต่ำลงจะยังคงรักษาสถานะที่อ่อนตัวได้ดีกว่า (Siriphanich, 2006; Srivichien, 2006)



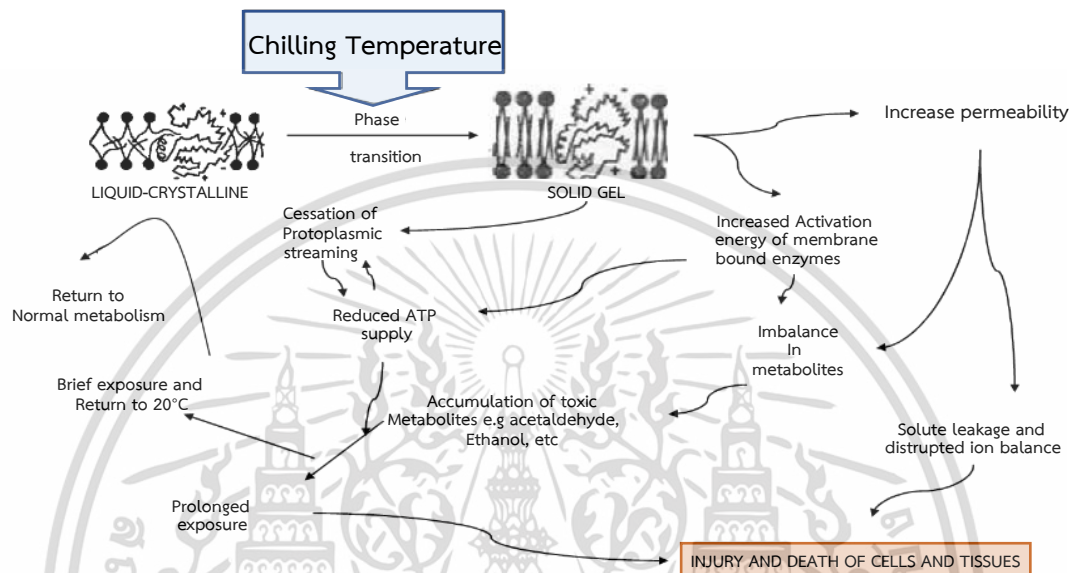
รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ได้รับความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Sieme, Oldenhof, & Wolkers (2015)

และยังมีการสันนิษฐานว่า ความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ นำไปสู่การเกิดปฏิกิริยา secondary reaction ที่ทำความเสียหายกับเนื้อเยื่อพืช ในระหว่างการพัฒนาอาการสะท้อนหนาวพบว่าเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) อินเวอร์เทส (invertase) และเซลลูเลส (cellulase) ในผนังผลชั้นนอกหรือเปลือกผลมะม่วงมีกิจกรรมการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น ขณะที่เอนไซม์อะไมเลส (amylase) มีกิจกรรมการทำงานที่ลดลง นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อกันว่า ความเสียหายจากอาการสะท้อนหนาว ส่งผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของพืชได้รับความ

เสียหาย จากการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยา secondary reactions ทำให้พืชสร้างเอทิลีนในอัตราที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงขึ้น เกิดการสะสมสารประกอบที่เป็นพิษกับพืช การเพิ่มอัตราการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ที่เกิดการสลายตัว ส่งผลให้อัตราการซึมผ่านและการรั่วไหลของประจุของสารต่าง ๆ จากภายในออกมาสู่ภายนอกมีเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 2.5) (Chutichudet, 2013)



รูปที่ 2.5 ความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์จากอุณหภูมิที่ต่ำก่อให้เกิดปฏิกิริยา secondary reaction
ที่มา: ดัดแปลงจาก Mathaba (2012)

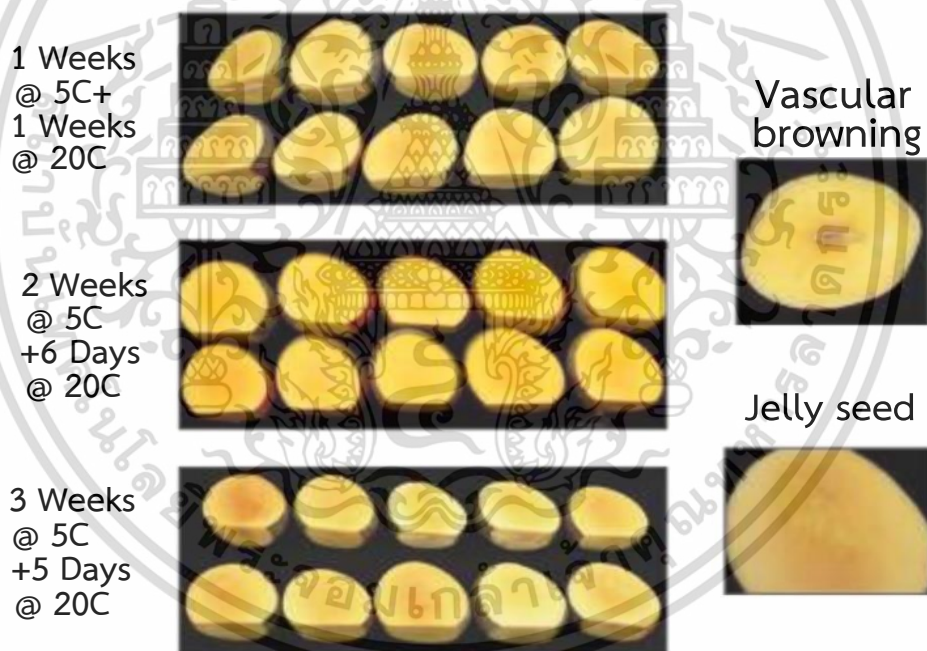
2.6.2 อาการสะท้อนหนาวของมะม่วง

โดยทั่วไปมะม่วงจะไวต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้อนหนาวที่บริเวณผิว เนื้อหรือผนังผลชั้นกลาง (mesocarp) และส่วนของเมล็ด โดยบริเวณผิวผลเกิดรอยบวมยุบตัวลง เปลือกและเนื้อส่วนที่ติดกับผนังผลชั้นในหรือกะลา (endocarp) เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ผลเหี่ยว มีลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวก (รูปที่ 2.6) เกิดการสุกที่ผิดปกติโดยพบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์ในปริมาณที่ลดลง เนื้อใต้ผิวเปลือกพบจุดสีขาวกระจายทั่วไป ผลมะม่วงมักสุกไม่สม่ำเสมอ เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ และทำให้ผลมะม่วงมีความไวต่อการเน่าเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่ามากขึ้น (รูปที่ 2.7) ดังนั้นสภาพอุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส จึงไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้เก็บรักษาผลผลิตมะม่วง เนื่องจากจะเกิดความเสียหายต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ง่าย ส่งผลให้เกิดการสูญเสียผลมะม่วง และกระทบโดยตรงต่อมูลค่าทางการตลาดภายหลังการเก็บเกี่ยวและในระหว่างการเก็บรักษาเป็นอย่างมาก (Chutichudet, 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างอาการสัะท้านหนาวที่บริเวณเปลือกของมะม่วง
ที่มา: ดัดแปลงจาก Sivankalyani et al. (2016)



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการสัะท้านแบบผิดปกติของมะม่วงที่ได้รับความเรียดจากอุณหภูมิต่ำ
ที่มา: ดัดแปลงจาก Brecht, Nascimento Nunes, & Maul (2010)

2.6.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการสัะท้านหนาว (Chutichudet, 2013)

พันธุ์มะม่วงมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของการเกิดอาการสัะท้านหนาว Mann & Singh (1976) รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Langra และ Dashehari สามารถเก็บรักษาอุณหภูมิ 7-8 องศาเซลเซียส ได้นาน 25 วัน โดยไม่พบความเสียหายจากอาการสัะท้านหนาว ขณะที่ Kunyamee (2005) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของพันธุ์มะม่วงในประเทศไทย โดยศึกษาการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงรับประทานผลสุกจำนวน 8 พันธุ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 9 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ที่เกิดความเสียหายจากอาการสะท้านหนาวในระดับรุนแรง ได้แก่ พันธุ์ทองคำ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง ขณะที่พันธุ์โชคอนันต์ หนังกวางวัน แรด และอกร่องทอง พบความเสียหายจากอาการสะท้านหนาวในระดับปานกลาง ส่วนพันธุ์หงสาวดี ปรากฏอาการสะท้านหนาวในระดับที่น้อยกว่าพันธุ์อื่น ๆ ขณะที่ Phakawatmongkol, Ketsa, & van Doorn (2004) ทดลองนำผลมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว แรด อกร่อง ทองคำ น้ำดอกไม้ และหนังกวางวัน เก็บรักษาอุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ผิว เปลือก เนื้อ และกะลา ปรากฏอาการสะท้านหนาว โดยการเปลี่ยนเป็นสีเทาถึงสีน้ำตาล นอกจากนี้ เนื้อเยื่อเมล็ดของมะม่วงหลายพันธุ์มีความเปราะมากขึ้นระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบทำให้เมล็ดไม่งอก ผลการทดลองพบว่ามะม่วงทั้ง 6 พันธุ์ มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเฉพาะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 5 วัน หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองระดับดังกล่าว และปรากฏอาการจุดคล้ายโดนน้ำร้อนลวกสีเทาบนผิวผล ซึ่งระยะต่อมาสีผิวผลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ายเด่นชัดกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสีผิวจะเพิ่มขึ้นภายหลังจากย้ายมะม่วงมาไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้ว อกร่อง และทองคำ จะแสดงการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเล็กน้อย และปรากฏอาการช้ากว่าการเปลี่ยนแปลงที่ส่วนผิวเปลือก อย่างไรก็ตาม ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อจะรุนแรงมากขึ้นภายหลังจากย้ายผลมะม่วงไปเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 5 วัน นอกจากนี้ยังพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากที่สุด โดยเฉพาะการเก็บรักษาผลมะม่วงในสภาพอุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส โดยพบความเสียหายเกิดขึ้นอย่างรุนแรงที่บริเวณส่วนผิวเปลือกและเนื้อของผล ขณะที่พันธุ์แรดและอกร่องมีการทนทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีกว่ามะม่วงพันธุ์อื่น ๆ ทำให้สามารถเก็บได้นานที่สุด คือ 15 และ 25 วัน ตามลำดับ ความรู้ดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อช่วยลดความไวในการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วง นอกจากนี้ Siriphanich & Chaiwong (2002) ศึกษาอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เปรียบเทียบกับพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง โดยนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่า อาการสะท้านหนาวเกิดในมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ ปรากฏความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นขณะผลเข้าสู่ระยะสุก โดยพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองปรากฏอาการสะท้านหนาวในระดับที่รุนแรงกว่าคือ 10.16 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พันธุ์น้ำดอกไม้ปรากฏอาการในระดับที่น้อยกว่าเท่ากับ 3.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความรุนแรงของอาการสะท้านที่เกิดขึ้นนี้พบว่าสัมพันธ์กับปริมาณวิตามินซีในผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ลดลง ขณะที่ Whangchai, Kumpoun, Chuajedton, & Uthaibut (2010) รายงานว่าความเสียหายจากอาการสะท้านหนาวจะปรากฏรุนแรงมากยิ่งขึ้น เมื่อนำผลมะม่วงที่เก็บรักษาสภาพอุณหภูมิต่ำที่ 1 หรือ 5 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยอาการสะท้านหนาวจะเกิดรุนแรงมากยิ่งขึ้นเมื่อมีช่วงระยะเก็บรักษาที่นานขึ้น

2.6.4 การป้องกันและลดการสะท้านหนาว

วิธีการป้องกันที่ประสบความสำเร็จมากที่สุด คือ ไม่ให้ผลผลิตสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเกณฑ์วิกฤติ อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาสภาพผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่สามารถชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึม การคายน้ำ การสุกและการเสื่อมสภาพ ได้ดีที่สุด (Lyons & Breidenbach, 1987) จึงยังคงมีการศึกษาหาวิธีการเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว ซึ่งวิธีการส่วนใหญ่มีความสำคัญในเชิงพาณิชย์ และบางส่วนก็มีประโยชน์ในด้านการศึกษากลไกและอาการโดยทั่วไปของการสะท้านหนาว (Jackman, Yada, Marangonii, Parkinz, & Stanleyij, 1998)

2.6.4.1 วิธีการทางกายภาพ (Zhang, Jiang, Cao, & Jiang, 2021)

(1) การปรับสภาพต่ออุณหภูมิต่ำ (low-temperature conditioning) หมายถึง การเก็บรักษาช่วงระยะหนึ่งก่อนนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิต่ำวิกฤติของผลผลิตชนิดนั้น ๆ เล็กน้อย เพื่อเพิ่มความสามารถในการทนทานต่อความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ (Chaudhary, Jayaprakasha, Porat, & Patil, 2014; Wang et al., 1994) ตัวอย่างการศึกษา เช่น เก็บรักษาพืชหัว (tuberous roots) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ก่อนที่จะได้รับความเครียดจากอุณหภูมิต่ำที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน พบว่าดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวต่ำกว่าพืชหัวที่ไม่ได้รับการปรับสภาพก่อน (Li, Yang, & Lu, 2018)

(2) การใช้ความร้อน (Heat treatment) การใช้ความร้อน 38-60 องศาเซลเซียส เป็นวิธีการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Wang, 1994) การใช้ความร้อนส่วนใหญ่หมายถึง การใช้ลมร้อน หรือน้ำร้อน กับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยอุณหภูมิและเวลาในการใช้ความร้อนที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ การเจริญเติบโต ขนาด และสภาพฤดูการเจริญเติบโตของผลผลิต มีผู้วิจัยหลายท่านแนะนำให้ใช้ความร้อนแบบใช้เวลานาน เนื่องจากมีผลกระทบต่อคุณลักษณะคุณภาพของผักและผลไม้ น้อยกว่าการใช้เป็นเวลานาน (Bokhary et al., 2020) ตัวอย่างการศึกษา เช่น การจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 35 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พบว่า ช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวในผลกีวี่ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน อย่างไรก็ตาม การจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ

55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ส่งผลให้มีดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้น (Ma et al., 2014)

(3) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง (near-freezing temperature; NFT) เนื่องจากเนื้อเยื่อพืชไม่ได้มีเพียงน้ำเท่านั้น จุดเยือกแข็งที่แท้จริงของเซลล์พืชจึงต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส โดยช่วงอุณหภูมิของเนื้อเยื่อที่ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส แต่สูงกว่าจุดเยือกแข็งจริง เรียกว่า NFT zone และอุณหภูมิที่ต่ำจนใกล้กับจุดเยือกแข็งที่แท้จริงของเนื้อเยื่อ เรียกว่า NFT (Fan et al., 2018) เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาใกล้เคียงกับ NFT ผักและผลไม้จะเข้าสู่สถานะพักตัว (dormant) ในสถานะพักตัวนี้ ประสิทธิภาพการเผาผลาญและการใช้พลังงานจะต่ำมาก ตัวอย่างการศึกษา เช่น การเก็บรักษาเนคทารีนที่อุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง (NFT) พบว่า NFT -1.4 องศาเซลเซียส ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลภายในผลเนคทารีนที่เกิดจากการสะท้านหนาวได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส (Zhao et al., 2019)

(4) การควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere) และการเคลือบผิว (edible coating) การควบคุมบรรยากาศส่วนใหญ่จะเป็นการปรับองค์ประกอบของ O_2 และ CO_2 โดยการศึกษาส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของ CO_2 และการลดลงของ O_2 ส่งผลให้เกิดความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้น และช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาว เช่น การควบคุมบรรยากาศที่มี CO_2 สูงขึ้น (4.2-7.3%) และมีปริมาณ O_2 ลดลง (14.9-16.7%) สามารถป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน (Park, Sangwanangkul, & Choi, 2018) ส่วนการเคลือบผิว ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ตามการรายงานบางฉบับพบว่า การเคลือบผิวมีประสิทธิภาพที่ดีต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยว โดยมีสารเคลือบผิวหลายชนิดที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เช่น galactomannan-carnauba wax (Germano et al., 2019) และ กรดซาลิไซลิกร่วมกับเจลวุ้นหางจระเข้ (Rasouli, Saba, & Ramezani, 2019)

(5) การฉายรังสียูวี (UV irradiation) เป็นวิธีการทางกายภาพที่ปราศจากสารตกค้าง มีการรายงานเมื่อเร็ว ๆ นี้ว่าการฉายรังสี UV สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวในผลิตภัณฑ์ทางพืชสวนได้ อย่างไรก็ตาม การฉายรังสี UV ในปริมาณที่มากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงควรให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่งกับการเลือกปริมาณการใช้ UV ตัวอย่างการศึกษา เช่น การใช้รังสี UV-B ที่ 5 kJ m^{-2} เป็นเวลา 4 ชั่วโมง กับผลมะม่วง พบว่า ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว การรั่วไหลของประจุ และปริมาณ malondialdehyde (MDA) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม ในขณะที่ การใช้รังสี UV-B 10 kJ m^{-2} ส่งผลให้มีดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้น (Ruan et al., 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.2 การใช้สารเคมี (Zhang, Jiang, Cao, & Jiang, 2021)

ในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่เป็นพวกฮอร์โมนพืชและตัวกระตุ้นตามธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น

(1) กรดออกซาลิก เป็นสารหลักที่พบทั่วไปในพืช สัตว์ และเชื้อรา มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่ากรดออกซาลิกสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวได้ เช่น การใช้กรดออกซาลิกกับมะเขือเทศที่ความเข้มข้น 10 mM เป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่าช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Li, Yin, Song, & Zheng, 2016) ในทำนองเดียวกัน การใช้กรดออกซาลิก 15 mM กับผลเมลอนพันธุ์ Hami พบว่ามีดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวต่ำลง (Jing et al., 2018)

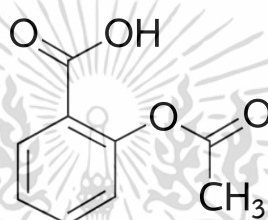
(2) แคลเซียมไอออน มีบทบาทสำคัญในกระบวนการพัฒนาของพืช ซึ่งการศึกษาล่าสุดแสดงให้เห็นว่าการใช้แคลเซียมช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวได้ เช่น การใช้แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ช่วยรักษาคุณภาพและลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในพริกหยวกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zhang, Ma, Ye, Liu, & Ji, 2021) นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้แคลเซียมไอออนจากภายนอกผลโลควอท ส่งผลให้มีดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวต่ำลงอย่างมาก (Li et al., 2020)

(3) ไนตริกออกไซด์ เป็นสารส่งสัญญาณที่สำคัญในสิ่งมีชีวิต และมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช ตัวอย่างการศึกษาในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา พบว่าการใช้ในไตรออกไซด์จากภายนอกเป็นวิธีการที่มีศักยภาพต่อการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ช่วยลดดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลพลัม (Singh, Singh, & Swinny, 2009)

(4) โพลีเอมีน ซึ่งรวมถึง พูทรีซีน (putrescine) สเปอ์มีน (spermine) และสเปอ์มิดีน (spermidine) เป็นสารประกอบธรรมชาติที่พบได้ทั่วไปในพืช และมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช โดยสามารถรวมตัวกับฟอสโฟลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิกในเซลล์ได้ จึงช่วยลดความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากความเครียดต่าง ๆ เช่น ในส้มสีเลือด ('Moro' and 'Tarocco') การใช้พูทรีซีนจากภายนอกที่ความเข้มข้น 1 และ 2 mM ช่วยเพิ่มความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้มีการเกิดอาการสะท้านหนาวลดลง (Habibi & Ramezani, 2017) ในทำนองเดียวกัน การใช้พูทรีซีน 1 mM ช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของบวบเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Palma, Carvajal, Ramos, Jamilena, & Garrido, 2015)

2.7 กรดอะซิติลซาลิไซลิก

อะซิติลซาลิไซลิกเป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นโดยไม่เลียนแบบธรรมชาติเป็นครั้งแรกของโลก โดยฟิสิกซ์ ฮอฟฟ์แมน (Felix Hoffmann) ค.ศ. 1897 (Surindra Rajabhat University, 2015) เกิดจากการ esterification ของกรดซาลิไซลิก ทำให้หมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งกรดอะซิติลซาลิไซลิกจะสลายตัวอย่างรวดเร็วในสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต คาร์บอนเนตซีเตรต ไฮดรอกไซด์ โลหะอัลคาไล เป็นต้น พร้อมทั้งมีความเสถียรในอากาศที่มีความแห้ง และความชื้นในอากาศอาจทำให้เกิดการ hydrolysis ซึ่งเมื่อถูกความชื้นจนเกิดการ hydrolysis จะทำให้กรดอะซิติลซาลิไซลิกถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นกรดซาลิไซลิกได้ (Baldwin, 2021) (รูปที่ 2.8) (ตารางที่ 2.1)



รูปที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของกรดอะซิติลซาลิไซลิก

ที่มา: Merck KGaA (2023)

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางเคมีของกรดอะซิติลซาลิไซลิก

Acetylsalicylic acid	
ชื่อสามัญ	แอสไพริน (Aspirin)
ชื่อเคมีในระบบ IUPAC	2-acetoxybenzoic acid
สูตรเคมี	$C_9H_8O_4$
น้ำหนักโมเลกุล	180.157 g/mol
จุดหลอมเหลว	135 °C
จุดเดือด	140 °C
ความหนาแน่น	1.40 g/cm ³
สภาพละลายในน้ำ	3 mg/mL (20 °C)

ที่มา: Surindra Rajabhat University (2015)

กรดอะซิติลซาลิไซลิก (acetylsalicylic acid; ASA) เป็นอนุพันธ์ของกรดซาลิไซลิก (salicylic acid; SA) และเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ภายนอกจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดซาลิไซลิกโดยธรรมชาติ (Beckers & Spoel, 2006; Hayat, Ali, & Ahmad, 2007) ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับกรดซาลิไซลิก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ป้องกันความเสียหายของพืช โดยทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้พืชเกิดการพัฒนาและทนทานต่อสภาวะความเครียดต่าง ๆ (Soliman, Alayafi, Kelish, & Abu-Elsaoud, 2018)

Yu et al. (2003) ศึกษาการใช้กรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mmol/L กับผลกีวีหลังการเก็บเกี่ยว โดยจุ่มเป็นเวลา 5 นาที พบว่าช่วยลดการเกิด lipid peroxidation ของเยื่อหุ้มเซลล์จากการชะลอการเพิ่มขึ้นของ Lipoygenase (LOX) และ Allene oxide synthase (AOS) รวมทั้งมีอัตราการร่วงไหลของประจุต่ำ เช่นเดียวกับการมีอนุมูลอิสระ (O^2^-) สะสมภายในเซลล์น้อย นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน ทำให้เอทิลีนเพิ่มถึงจุดสูงสุด (climacteric peak) ได้ช้ากว่าชุดควบคุม ผู้วิจัยจึงสรุปว่าการดอะซิติกซาลิไซลิกมีประสิทธิภาพในการชะลอการอ่อนนุ่มและการสุกของผลกีวี

Cai et al. (2006) ศึกษาการใช้กรดอะซิติกซาลิไซลิกเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลโลควอท โดยจุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mmol/L เป็นเวลา 5 นาที พบว่าการดอะซิติกซาลิไซลิกช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวในผลโลควอทระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังคงรักษาคุณภาพได้ดีแม้ย้ายผลโลควอทไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยมีการสะสมอนุมูลอิสระภายในเซลล์ลดลง (O^2^-) ชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ Phenylalanine ammonia-lyase (PAL), Peroxidase (POD) และ Cinnamyl alcohol dehydrogenase (CAD) เนื่องจากเอนไซม์ดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้เกิดสีน้ำตาลและลิกนินขึ้นภายในเซลล์

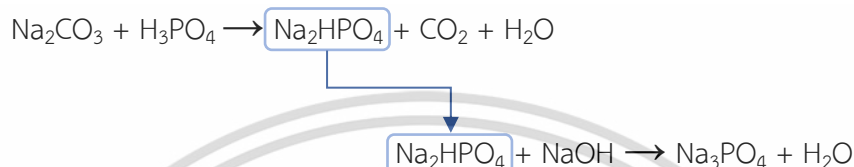
Sayyari et al. (2011) ศึกษาการใช้กรดอะซิติกซาลิไซลิกหลายความเข้มข้น และพบว่าการจุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mM เป็นเวลา 10 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวในผลทับทิม โดยช่วยรักษาปริมาณสารอาหาร (น้ำตาลและกรดอินทรีย์) และช่วยเพิ่มศักยภาพของสารต้านอนุมูลอิสระจากการเพิ่มหรือคงไว้ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และกรดแอสคอร์บิก นอกจากนี้ยังพบว่าการร่วงไหลของประจุน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้มีดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาวต่ำที่สุด

Sangprayoon et al. (2020) ศึกษาการจุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่าการจุ่มกรดอะซิติกซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 5 mM เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของสับปะรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยรักษาค่า L^* และชะลอการเพิ่มค่า ΔE^* ของเนื้อที่ติดกับแกนกลาง สอดคล้องกับการมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลที่ต่ำ เนื่องจากช่วยยับยั้งการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดสีน้ำตาล (PAL, PPO) รวมทั้งช่วยลดความผิดปกติของเยื่อหุ้มเซลล์และการเกิด lipids peroxidation (EL, MDA) นอกจากนี้ ยังพบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) และความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกสูงกว่าชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ไตรโซเดียมฟอสเฟต

ไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate; TSP) เป็นเกลือที่ได้จากกรดอินทรีย์ มีลักษณะเป็นผงหรือผลึกสีขาว เกิดจากการทำให้กรดฟอสฟอริกเป็นกลางโดยใช้ sodium carbonate ซึ่งจะเกิดเป็น disodium hydrogen phosphate จากนั้นนำไปทำปฏิกิริยากับ sodium hydroxide เพื่อให้เกิดเป็นไตรโซเดียมฟอสเฟตและน้ำ (Wikipedia, 2022) (รูปที่ 2.9) (ตารางที่ 2.2)



รูปที่ 2.9 โครงสร้างทางเคมีของไตรโซเดียมฟอสเฟต

ที่มา: World of chemicals (2023)

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลพื้นฐานทางเคมีของไตรโซเดียมฟอสเฟต

Trisodium phosphate (TSP)	
ชื่อเคมีในระบบ IUPAC	Trisodium phosphate
ชื่ออื่น	Sodium phosphate tribasic, Trisodium orthophosphate, Sodium phosphate
สูตรเคมี	Na_3PO_4 หรือ $\text{Na}_3\text{O}_4\text{P}$
น้ำหนักโมเลกุล	163.941 g/mol
จุดหลอมเหลว	1,583 °C
ความหนาแน่น	2.54 g/cm ³
สภาพละลายในน้ำ	14.5 g/100 mL (25 °C)
ความเป็นกรดต่าง (pH)	11.5-12.5

ที่มา: PubChem (2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 คุณสมบัติของไตรโซเดียมฟอสเฟต

เป็นสารที่มีความเป็นด่างสูง โดยมีค่า pH ประมาณ 12 และละลายได้ดีในน้ำแต่ไม่ละลายใน แอลกอฮอล์ มีการนำไปใช้เป็นสารเติมแต่งอาหาร เนื่องจากสามารถรักษาค่า pH ของผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ อีกทั้งทำหน้าที่เป็น emulsifier ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของชีสแปรรูป รักษาความคงตัว และป้องกันการแยกชั้นของนม นอกจากนี้ ไตรโซเดียมฟอสเฟตพบการใช้เป็นสารทำความสะอาดใน คราว์เรือน เป็นสารหล่อลื่น และเป็นสารขจัดคราบมันหรือความเงาของสีน้ำมัน เพื่อให้พื้นผิวเหมาะสม สำหรับการยึดเกาะของสีในชั้นถัดไป (ChemicalBook, 2023)

ไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นสารเคมีประเภท GRAS ที่ผ่านการรับรองจากสำนักงาน คณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา สามารถใช้กับซากสัตว์หรือชิ้นส่วนของสัตว์ได้ที่มีความ เข้มข้น 8-12% (USDA-FSIS, 2022) สำหรับประเทศไทย สามารถใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยมีหน้าที่เป็นสารควบคุมความเป็นกรด อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิด ความชุ่มชื้น สารกันเสีย สารช่วยจับอนุโมลโลหะ สารทำให้คงตัว และสารให้ความข้นเหนียว (Food and Drug Administration, 2018) นอกจากนี้ Ministry of Public Health (2013) กำหนดให้ใช้ สารไตรโซเดียมฟอสเฟตเพื่อควบคุมความเป็นกรดของนมได้ ในปริมาณ 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สารเคมีประเภท GRAS หลายชนิดสามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้ ส่วนใหญ่มี คุณสมบัติช่วยรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เช่น แคลเซียม ซอร์บิทอล โซเดียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมซอร์เบต ฯลฯ ไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นสาร GRAS ชนิดหนึ่ง ที่พบการรายงานว่ามี ประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ดังนี้

Zhang et al. (2019) ศึกษาการจุ่มผลพุดด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0.50 g/L เป็นเวลา 10 นาที พบว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตสามารถรักษาคุณภาพการเก็บรักษาผลพุด โดยช่วย ลดการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณน้ำตาล ชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ รักษาปริมาณกรด แอสคอร์บิก (AsA) และยับยั้งอัตราการหายใจของผลพุด นอกจากนี้ยังช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญน้ำตาลซูโครสได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการชะลอกิจกรรมของ Acid invertase (AI) และ Neutral invertase (NI) รวมทั้งช่วยลดการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง กับการเปลี่ยนซูโครสให้กลายเป็นกลูโคส เช่น Sucrose synthase-cleavage (SS-c), Sucrose synthase-synthesis (SS-s) และ Sucrose phosphate synthase (SPS)

Ge, Y., et al. (2020) ศึกษาการใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0.50 g/L กับพุดหลัง การเก็บเกี่ยว ด้วยวิธีการจุ่ม พบว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตช่วยรักษาความแน่นเนื้อของพุด โดยชะลอ กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ คือ Pectin methylesterase,

Polygalacturonase, Cellulase และ β -glucosidase ส่งผลให้ปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้ในผลพุทราที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตมีปริมาณต่ำกว่าชุดควบคุม (จุ่มในน้ำกลั่น) รวมทั้งการตรวจวัดผลด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (atomic force microscopy) พบว่าโครงสร้างเพคตินที่ละลายน้ำได้ของพุทราที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตมีความหนาแน่นมากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตสามารถชะลอการอ่อนตัวของผลพุทราโดยควบคุมกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์และโครงสร้างของเพคติน

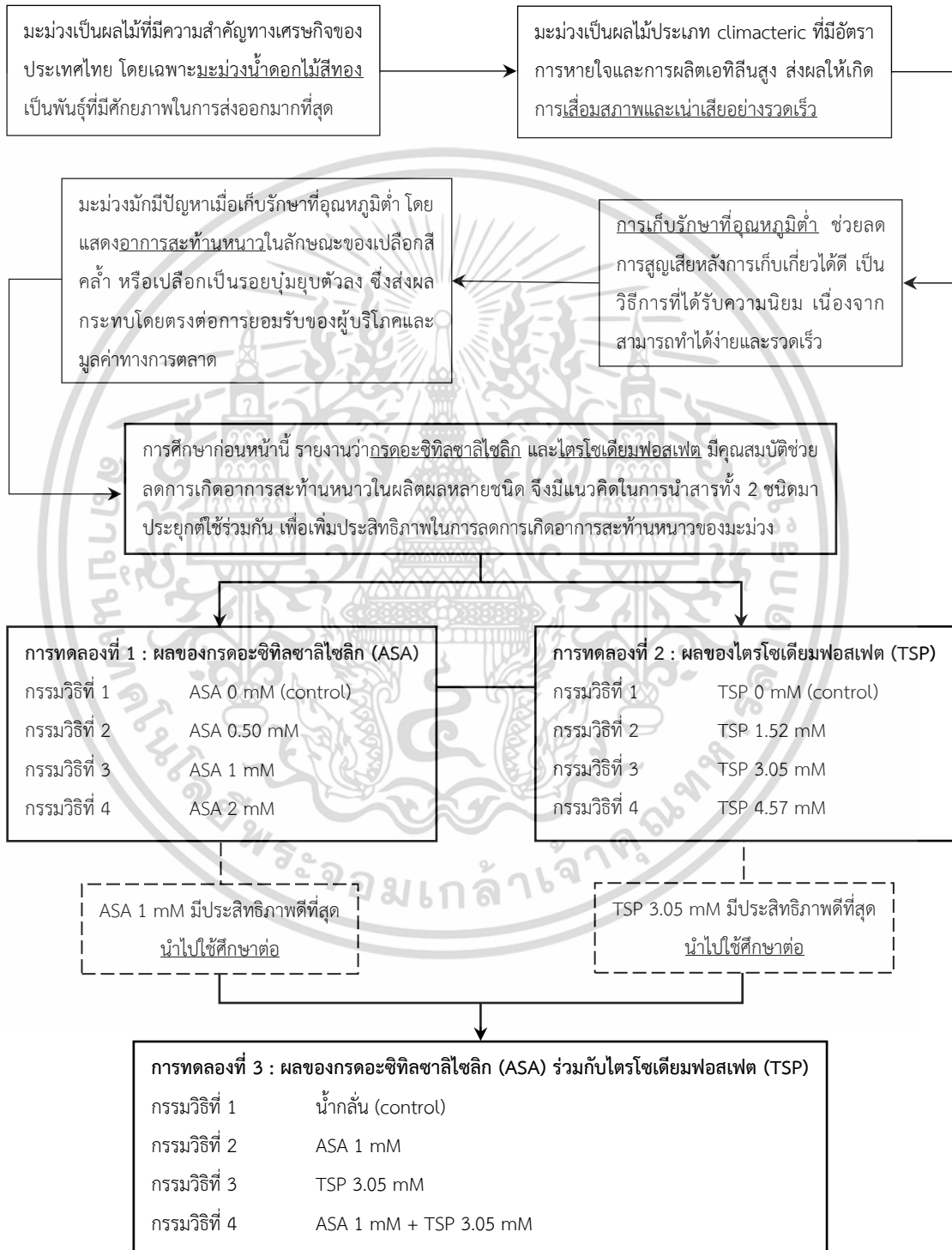
Ge, Y., et al. (2019) ศึกษาการจุ่มผลแอปเปิลด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0.50 g/L เป็นเวลา 10 นาที พบว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตสามารถยับยั้งอัตราการหายใจ ชะลอการสูญเสียน้ำหนัก และยับยั้งการลดลงของความแน่นเนื้อ กรดแอสคอร์บิก (AsA) กรดที่ไทเทรตได้ (TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (SSC) นอกจากนี้ยังพบว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตช่วยชะลอการลดลงของปริมาณ ATP ADP และ Energy charge ของผลแอปเปิล ในขณะที่มีการเพิ่มกิจกรรมของ H^+ -ATPase, Ca^{2+} -ATPase, Succinate dehydrogenase และ Cytochrome C oxidase ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตสามารถรักษาคุณภาพของผลแอปเปิลได้ โดยชะลอกระบวนการหายใจและการเผาผลาญพลังงานของไมโทคอนเดรีย

Ge, W., et al. (2020) ศึกษาการใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟต 0.50 g/L ร่วมกับกรดซาลิไซลิก 200 μ M เพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของพริกหวานระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าการใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตหรือกรดซาลิไซลิกเพียงอย่างเดียว สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในพริกหวานได้ แต่การใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตร่วมกับกรดซาลิไซลิกนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่า ซึ่งสามารถรักษาความสมบูรณ์ของเซลล์ไว้ได้ โดยช่วยรักษาปริมาณโพรตีน พร้อมทั้งชะลอการเกิด lipid peroxidation ของเยื่อหุ้มเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมการแสดงออกของยีน Fatty acid desaturation ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์มีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงกว่าชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเตรียมผลิตผล

ใช้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจากอำเภอคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าและขนส่งทันทีโดยรถกระบะตู้ทึบแบบไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

คัดเลือกมะม่วงที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยตำหนิต่าง ๆ น้ำหนักผลประมาณ 300-350 กรัม นำไปถ่วงน้ำเกลือความเข้มข้น 2% เพื่อคัดให้อยู่ในระยะผลแก่ตามมาตรฐาน (maturity) จากนั้นทำการตัดขั้วผลให้มีความยาวประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ พร้อมทั้งฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที และปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส)

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 การทดลองที่ 1 ผลของกรดอะซิติลซาลิไซลิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสัณฐานของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ใช้กรดอะซิติลซาลิไซลิกเกรดห้องปฏิบัติการ (Acetylsalicylic acid, 99%, ACROS) ละลายด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

กรรมวิธีที่ 1 กรดอะซิติลซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 mM (control)

กรรมวิธีที่ 2 กรดอะซิติลซาลิไซลิกความเข้มข้น 0.50 mM

กรรมวิธีที่ 3 กรดอะซิติลซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mM

กรรมวิธีที่ 4 กรดอะซิติลซาลิไซลิกความเข้มข้น 2 mM

โดยในทุกกรรมวิธีจะจุ่มผลมะม่วงลงในกรดอะซิติลซาลิไซลิกเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) ห่อหุ้มผลมะม่วงด้วยตาข่ายโพลีเอทิลีนและบรรจุลงในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นเวลา 25 วัน และตรวจวัดผลทางกายภาพและทางเคมีในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา โดยใช้มะม่วงกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ลูก

3.3.2 การทดลองที่ 2 ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการ สะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตเกรดห้องปฏิบัติการ (Tri-Sodium Orthophosphate, AR, KEMAUS) ละลายด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส)

กรรมวิธีที่ 1 ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 mM (control)

กรรมวิธีที่ 2 ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 1.52 mM

กรรมวิธีที่ 3 ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 3.05 mM

กรรมวิธีที่ 4 ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 4.57 mM

โดยในทุกกรรมวิธีจะจุ่มผลมะม่วงลงในไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปล่อยให้แห้งที่ อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) ห่อหุ้มผลมะม่วงด้วยตาข่ายโพลีเอทิลีนและบรรจุลงในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นเวลา 25 วัน และตรวจวัดผล ทางกายภาพและทางเคมีในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา โดยใช้มะม่วงกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ลูก

3.3.3 การทดลองที่ 3 ผลของกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลัง การเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่ำ

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกลั่น (control)

กรรมวิธีที่ 2 กรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mM

กรรมวิธีที่ 3 ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 3.05 mM

กรรมวิธีที่ 4 กรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mM ร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 3.05 mM

โดยกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 จุ่มผลมะม่วงลงในสารเป็นเวลา 10 นาที ส่วนกรรมวิธีที่ 4 จุ่มผลมะม่วงลงในกรดอะซิติกซาลิไซลิกเป็นเวลา 10 นาที ปล่อยให้แห้ง จากนั้นจุ่มมะม่วงลงในไตรโซเดียมฟอสเฟต อีก 10 นาที ทุกกรรมวิธีจะปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1 องศาเซลเซียส) ห่อหุ้มผลมะม่วงด้วยตาข่ายโพลีเอทิลีนและบรรจุลงในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นเวลา 25 วัน และตรวจวัดผลทางกายภาพและทางเคมีในวันที่ 0 5 10 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา โดยใช้มะม่วงกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ลูก

3.4 การตรวจวัดผล

3.4.1 การตรวจวัดผลทางกายภาพ

(1) การสูญเสียน้ำหนัก

ในทุกกรรมวิธีจะใช้ชุดตัวอย่างเดิมในการชั่งน้ำหนักตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง และคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำหนักจากสูตรดังนี้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

(2) การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ

ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อที่บริเวณกลางผลทั้ง 2 ด้านต่อซ้ำ ด้วยเครื่องวัดสี Color meter ยี่ห้อ Fru รุ่น WR-10 (Shenzhen Wave Optoelectronics Technology Co., Ltd., Shanghai City, China) แสดงค่าเฉดสีเป็น L^* a^* b^* (CIELAB) โดยแต่ละค่ามีความหมายดังนี้
 ค่า L^* หมายถึง ค่าความสว่าง ($L^*=0$ หมายถึงสีดำ และ $L^*=100$ หมายถึงสีขาว)
 ค่า a^* หมายถึง ค่าสีในช่วงสีเขียว-สีแดง ($-a^*$ =เข้าใกล้สีเขียว และ $+a^*$ =เข้าใกล้สีแดง)
 ค่า b^* หมายถึง ค่าสีในช่วงสีน้ำเงิน-สีเหลือง ($-b^*$ =เข้าใกล้สีน้ำเงิน และ $+b^*$ =เข้าใกล้สีเหลือง)

จากนั้นนำค่า a^* และ b^* มาคำนวณเพื่อรายงานเป็นค่าเฉดสี (hue angle, h°) ค่าความเข้มสี (chroma, C) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (total color difference, ΔE^*) จากสมการ

$$h^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

h° เป็นค่าที่บ่งบอกตำแหน่งของสีในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา ถ้ามีค่า 0° =สีแดงถึงส้ม 90° =สีเหลือง 180° =สีเขียว 270° =สีน้ำเงิน และ 360° =สีม่วง

$$C = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$$

C เป็นการเปรียบเทียบความเข้มของสีในเฉดเดียวกัน ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 0 = สีมีความอึมครึมน้อย (วัตถุมืดซีดจางหรือหม่น) และ ค่าเข้าใกล้ 60 = สีมีความอึมครึมมาก (วัตถุมืดเข้มหรือสดใส)

$$\text{และ } \Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + ((\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)]^{1/2}$$

ΔE^* เป็นค่าที่แสดงผลใกล้เคียงกับการรับสีด้วยตาของมนุษย์ และแสดงความแตกต่างระหว่างสีสองจุดที่กำหนดไว้ในระบบสี CIELAB โดยการเพิ่มขึ้นของค่า ΔE^* แสดงถึงความแม่นยำของสีที่ต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ความแน่นเนื้อ

ตรวจวัดความแน่นเนื้อบริเวณกลางผลทั้ง 2 ด้านต่อซ้ำ ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ Fruits hardness (ripeness) tester รุ่น FHR-5 (Nippon Optical Works Co., Ltd., Tokyo, Japan) โดยใช้หัวกดทรงกรวยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และแสดงในหน่วยนิวตัน (N)

$$\text{ความแน่นเนื้อ (N)} = \text{ค่าที่วัดได้ (kg)} \times 9.80665$$

3.4.2 การตรวจวัดผลทางเคมี

(1) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และอัตราส่วน TSS/TA

ใช้เนื้อมะม่วงตัวอย่างละ 10 กรัม เติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 บดให้ละเอียดด้วยโกร่ง คั้นน้ำด้วยผ้าขาวบาง และนำน้ำคั้นที่ได้ไปใช้ในการตรวจวัดผลต่อไป

(1.1) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (total soluble solid; TSS) ใช้ น้ำคั้นประมาณ 2 หยด โดยหยดลงบนเครื่อง Digital hand-held 'pocket' refractometer รุ่น PAL-1 (ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan) นำค่าที่ได้ไปคำนวณจากสูตร

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)} = \text{ค่าที่ได้} \times 2$$

(1.2) ปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (titratable acidity; TA) ดำเนินการตามวิธีของ AOAC (2000) โดยใช้ น้ำคั้นปริมาตร 2 มิลลิลิตร หยด phenolphthalene ความเข้มข้น 1% 1-2 หยด เพื่อเป็น indicator จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลายต่างมาตรฐาน (0.1 N NaOH) จนกระทั่งถึงจุดยุติ คือจุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน จากนั้นนำปริมาตรสารละลายต่างมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกจากสูตร

$$\text{กรดมาลิก (\%)} = \frac{\text{N base} \times \text{ml base} \times \text{meq. wt. of malic acid}}{\text{ml of sample}} \times 100$$

N base หมายถึง normality ของสารละลายต่างมาตรฐาน

ml base หมายถึง จำนวน ml ของสารละลายต่างมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต

meq. wt. of malic acid หมายถึง สมมูลของกรดมาลิก เท่ากับ 0.067

(1.3) อัตราส่วน TSS/TA เป็นค่าที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตผล โดยค่า TSS/TA ที่สูงขึ้น หมายถึงผลิตผลมีรสชาติหวานเพิ่มขึ้น คำนวณจากสูตร

$$\text{อัตราส่วน TSS/TA} = \frac{\text{ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)}}{\text{ปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (TA)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ดัชนีการสุก

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตผล เช่น สีเปลือก ความแน่นเนื้อ รสชาติ ฯลฯ เป็นคุณภาพในด้านใดด้านหนึ่ง ไม่สามารถกำหนดระดับการสุกได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ค่าดัชนีการสุก (ripening index, RPI) จึงเป็นค่าที่ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงระดับการสุกของผลิตผล โดยค่า RPI ที่น้อยลง แสดงว่าผลิตผลมีระดับการสุกเพิ่มมากขึ้น สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Mahayothee, Neidhart, Carle, & Mühlbauer (2007)

$$RPI = \ln \left(\frac{100 \times F \times TA}{TSS} \right)$$

F คือ ความแน่นเนื้อ (N)

TA คือ ปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (%)

TSS คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)

(3) ปริมาณแคโรทีนอยด์

ตรวจวัดปริมาณแคโรทีนอยด์ตามวิธีการของ Arnon (1949) โดยบดเปลือกมะม่วง 1 กรัม ให้ละเอียดด้วย 80% Acetone 10 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Watchman เบอร์ 1 แล้วชะด้วย 100% Acetone จนขาว จากนั้นปรับปริมาตรให้เท่ากับด้วย 80% Acetone นำสารสกัดที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 470 นาโนเมตร และคำนวณจากสมการ

$$\text{ปริมาณแคโรทีนอยด์ } (\mu\text{g/g}) = \text{OD}470 / \text{kg FW}$$

(4) การเกิดอาการสะท้านหนาว

ผู้วิจัยประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาวเพียงผู้เดียวตลอดการศึกษา โดยในทุกกรรมวิธีจะใช้ชุดตัวอย่างเดิมในการประเมินตลอดการเก็บรักษา ซึ่งใช้วิธีการประเมินด้วยสายตาและให้คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวตามเกณฑ์ของ Concellón, Añón, & Chaves (2005) ดังนี้

- 0 คะแนน = ไม่พบอาการสะท้านหนาว
- 1 คะแนน = เกิดอาการสะท้านหนาวความรุนแรง 10-20%
- 2 คะแนน = เกิดอาการสะท้านหนาวความรุนแรง 21-40%
- 3 คะแนน = เกิดอาการสะท้านหนาวความรุนแรง 41-60%
- 4 คะแนน = เกิดอาการสะท้านหนาวความรุนแรง 61-80%
- 5 คะแนน = เกิดอาการสะท้านหนาวความรุนแรง 81-100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 เกณฑ์ประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาว

(5) อัตราการรั่วไหลของประจุ

วิธีตรวจวัดการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage; EL) ดัดแปลงจาก Chan & Paull (1986) โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เจาะเปลือกที่ติดเนื้อความหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชั้น ต่อ 1 ตัวอย่าง ล้างด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรอง Watchman เบอร์ 1 ใส่ชิ้นส่วนในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร แช่ไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Hand-held electric conductivity meter รุ่น CM-21P (DKK-TOA Corporation, Tokyo, Japan) จากนั้นนำตัวอย่างเดิมไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาที และวัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้ง โดยคำนวณค่าที่ได้ด้วยสูตร

$$\text{การรั่วไหลของประจุ (\%)} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าก่อนต้ม}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้าหลังต้ม}} \times 100$$

(6) ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์

ตรวจวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) ตามวิธีการของ Suamuang (2019) โดยใช้เปลือก 1 กรัม บดรวมกับ 5% Trichloroacetic acid (TCA) 10 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Watchman เบอร์ 1 นำสารสกัดที่ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ไปทำปฏิกิริยากับ 0.5% Thiobarbituric acid (TBA) in 15% TCA ในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มให้เดือดประมาณ 30 นาที และลดอุณหภูมิทันทีเมื่อครบเวลา จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 และ 600 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Visible Spectrophotometer รุ่น Genesys 30 (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, USA) นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณด้วยสูตร

$$\text{ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (nmol/g FW)} = \frac{\text{OD523} - \text{OD600}}{1.55}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ตรวจวัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตามวิธีการของ Sagiska (1976) ใช้เนื้อมะม่วง 2 กรัม บดรวมกับ 5% Trichloroacetic acid (TCA) 10 มิลลิลิตร หมุนเหวี่ยงที่ 10,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที ที่ 4 °C นำสารสกัดที่ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ไปทำปฏิกิริยากับ 50% TCA 1 มิลลิลิตร 10 mM Ferrous ammonium sulfate 1 มิลลิลิตร และ 2.50 M Potassium thiocyanate 0.50 มิลลิลิตร จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 480 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Visible Spectrophotometer รุ่น Genesys 30 (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, USA) นำค่าไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Hydrogen peroxide; H₂O₂ และแสดงปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในหน่วย µg H₂O₂/g FW

(8) ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

ตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดตามวิธีการของ Slinkard & Singleton (1977) โดยบดเนื้อมะม่วง 5 กรัม ให้ละเอียดด้วย 99% Ethanol 5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Watchman เบอร์ 1 นำสารสกัดที่ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ไปทำปฏิกิริยากับ 25% Folin's & ciocalteu's penol reagent 1 มิลลิลิตร และ Sodium carbonate 2 มิลลิลิตร เขย่าและทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 720 นาโนเมตร นำค่าไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Gallic acid และแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในหน่วย µg gallic acid/g FW

(9) ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

ตรวจวัดความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH free radical scavenging activity ตามวิธีการของ Brand-Williams, Cuvelier, & Berset (1995) โดยบดเนื้อมะม่วง 2 กรัม ให้ละเอียดด้วย 60% Ethanol 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Watchman เบอร์ 1 นำสารสกัดที่ได้ปริมาตร 0.10 มิลลิลิตร ไปทำปฏิกิริยากับ DPPH reagent 3 มิลลิลิตร ในที่มืด จากนั้นวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร ที่เวลา 0 และ 5 นาที แล้วคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (\%)} = \left[\frac{A - B}{A} \right] \times 100$$

A คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ 0 นาที

B คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10) กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

บดเนื้อมะม่วง 5 กรัม ให้ละลายด้วย 50 mM Phosphate buffer pH 4 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ Polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) 0.30 กรัม จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Watchman เบอร์ 1 และนำสารสกัดที่ได้ไปตรวจวัดผลต่อไป

(10.1) ตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) ตามวิธีการของ Stewart & Bewley (1980) โดยนำสารสกัดปริมาณ 0.10 มิลลิลิตร ไปทำปฏิกิริยากับ Phosphate buffer pH 9 ปริมาตร 2.50 มิลลิลิตร 3 mM Xanthine 0.10 มิลลิลิตร XTT 0.10 มิลลิลิตร และ Xanthine oxidase 0.10 มิลลิลิตร จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 470 นาโนเมตร ที่เวลา 0 และ 20 นาที แล้วคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{Unit/g FW SOD} = \frac{(A-B)}{t} \times \frac{\text{vol (ml)}}{g}$$

A = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 0 นาที

B = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 20 นาที

(10.2) ตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ Catalase (CAT) ตามวิธีการของ Aebi (1984) โดยนำสารสกัดปริมาณ 1 มิลลิลิตร ไปทำปฏิกิริยากับ 0.036% Hydrogen peroxide 2 มิลลิลิตร จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 240 นาโนเมตร ที่เวลา 0 และ 5 นาที แล้วคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{Unit/g FW CAT} = \frac{(A-B)}{t} \times \frac{\text{vol (ml)}}{g}$$

A = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 0 นาที

B = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 5 นาที

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SAS 9.0

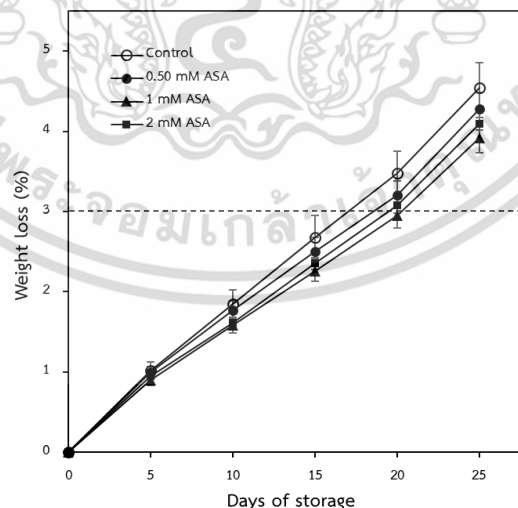
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลของกรดอะซิติกซาลิไซลิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการ สะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

4.1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

ผลิตผลสดเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ซึ่งยังคงสูญเสียน้ำหลังการเก็บเกี่ยวแต่ไม่สามารถทดแทนน้ำที่ สูญเสียไปได้ และต้องอาศัยปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ในผล ดังนั้น การสูญเสียน้ำจากผลิตผลสดหลัง การเก็บเกี่ยวถือเป็นปัญหาร้ายแรง เพราะทำให้เกิดการเหี่ยวและการสูญเสียน้ำหนัก โดยผลิตผลส่วนใหญ่จะขายไม่ได้หลังจากน้ำหนักลดลง 3-10% (Ben-Yehoshua & Rodov, 2003) จากการศึกษา พบการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.1) โดยชุดควบคุมมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุดเท่ากับ 4.55% ขณะที่การจุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิก (ASA) ความเข้มข้น 0.50 1 และ 2 mM มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.28 3.92 และ 4.09% ตามลำดับ ซึ่งทุกความเข้มข้นสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา



รูปที่ 4.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

เปลือกของมะม่วงมีค่าความสว่าง (L^*) เริ่มต้นเท่ากับ 79.59 และมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2A) โดยชุดควบคุมมีค่า L^* ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการลดลงของค่า L^* ได้ จึงพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 และ 25 ของการเก็บรักษา สำหรับวันที่ 15 การจุ่มด้วย ASA 1 mM มีค่า L^* สูงที่สุดเท่ากับ 75.99 ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 74.74 เช่นเดียวกับวันที่ 25 พบว่าชุดควบคุมมีค่า L^* ต่ำที่สุดเท่ากับ 73.06 ขณะที่ ASA 1 และ 2 mM มีค่า L^* สูงที่สุด เท่ากับ 74.70 และ 74.43 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ASA ความเข้มข้น 1 และ 2 mM

ค่าสีแดง (a^*) ของเปลือกมะม่วงก่อนเก็บรักษาเท่ากับ 1.29 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2B) โดยค่า a^* ของชุดควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีค่าสูงกว่าการจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นตลอดการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) วันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ASA 0.50 1 และ 2 mM พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

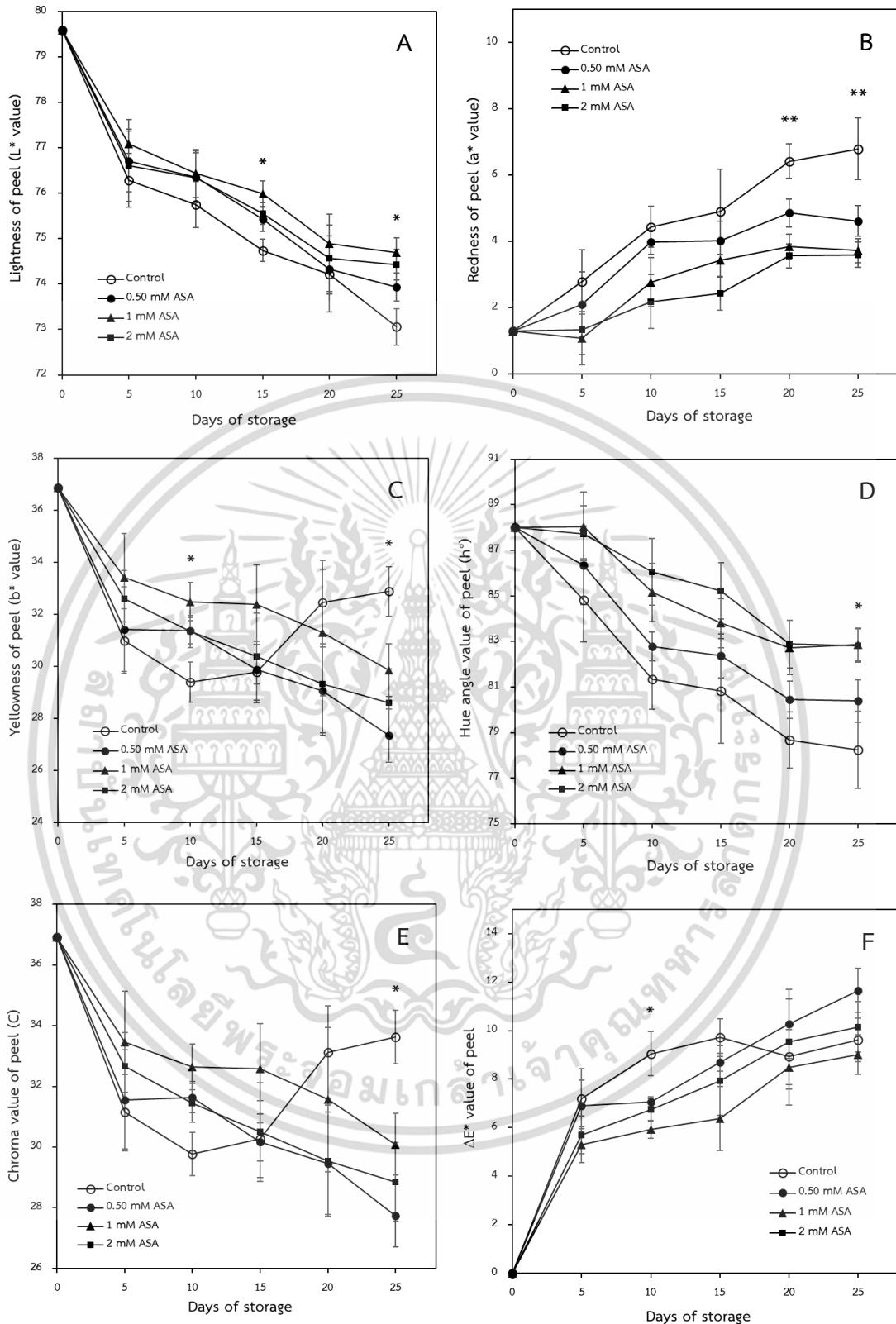
เปลือกมะม่วงมีค่าสีเหลือง (b^*) เริ่มต้นเท่ากับ 36.89 และลดลงตลอดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2C) ในช่วงแรกของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีค่า b^* ต่ำที่สุด หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้วันที่ 20 และ 25 มีค่า b^* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และมีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 25 ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นพบค่า b^* ลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยการจุ่มด้วย ASA ความเข้มข้น 1 mM มีค่า b^* สูงที่สุด ถัดมาเป็นความเข้มข้น 2 และ 0.50 mM ตามลำดับ

ค่าเฉดสี (h°) ของเปลือกมะม่วงก่อนเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 88° ซึ่งใกล้เคียงกับตำแหน่งของเฉดสีเหลือง (90°) และค่า h° มีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2D) โดยชุดควบคุมมีค่า h° ต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา ถัดมาเป็นการจุ่มด้วย ASA 0.50 1 และ 2 mM ตามลำดับ จึงพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 25 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ASA 1 และ 2 mM พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากค่า h° ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 82.87° และ 82.82° ตามลำดับ

ค่าความเข้มสี (C) เริ่มต้นของเปลือกมะม่วงเท่ากับ 36.91 และลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2E) พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า C คล้ายกับค่า b^* คือ ชุดควบคุมมีค่า C ต่ำที่สุดในช่วงแรกของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกระทั่งมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในวันที่ 20 และ 25 ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นมีค่า C ลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา และมีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา

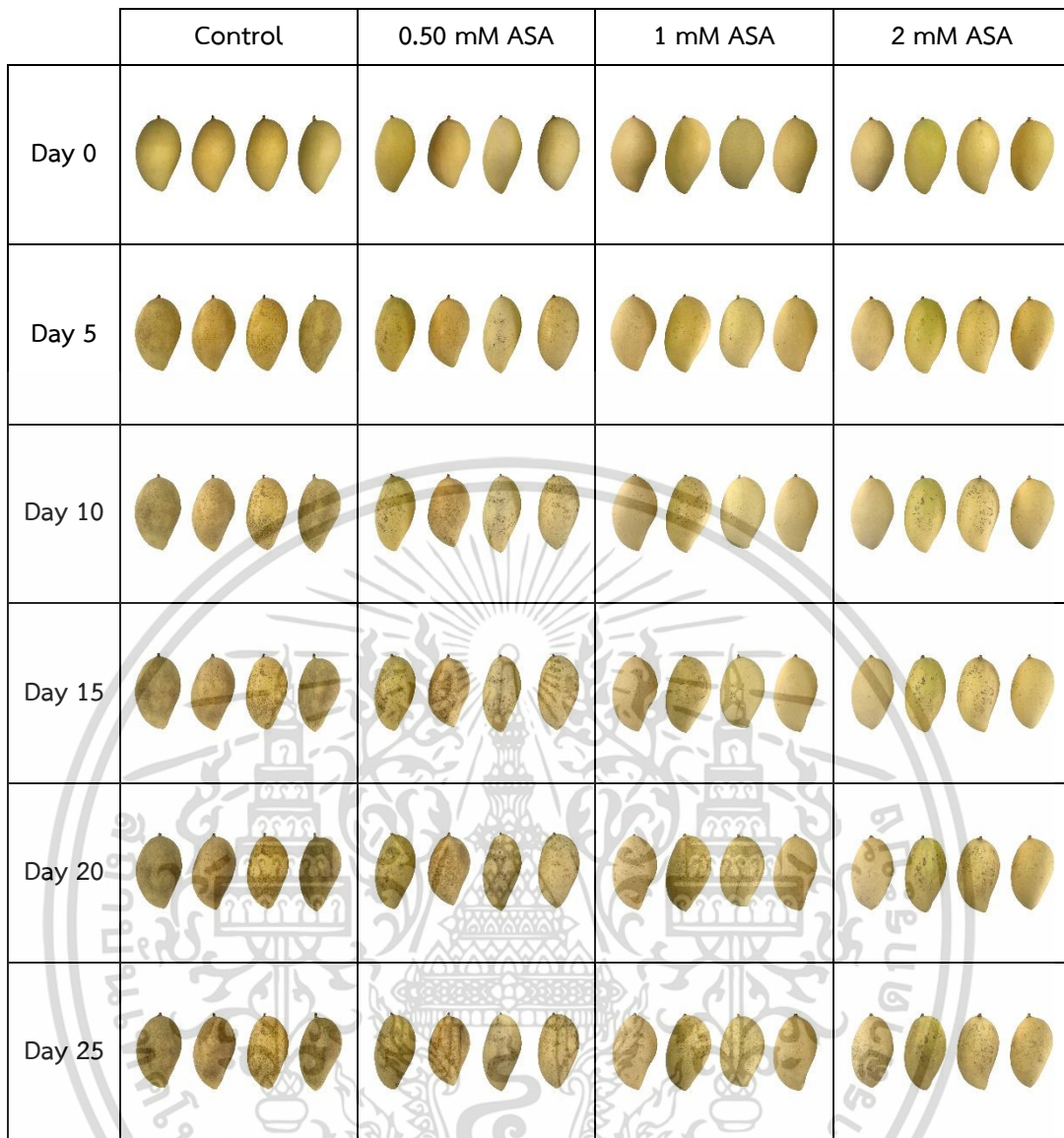
เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้น ส่งผลให้เปลือกมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) เพิ่มสูงขึ้น (รูปที่ 4.2F) ช่วงวันที่ 5 ถึง 15 พบว่าชุดควบคุมมีค่า ΔE^* สูงที่สุด และลดลงในวันที่ 20 และ 25 ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นมีค่า ΔE^* เพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่งผลให้ชุดควบคุมมีค่า ΔE^* ต่ำกว่าการจุ่มด้วย ASA 0.50 และ 2 mM ในวันที่ 20 และ 25 อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA 1 mM สามารถรักษาสีผลโดยรวมได้ดีที่สุด ซึ่งมีค่า ΔE^* ต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

สีเปลือกของผลไม้เป็นตัวบ่งชี้ระยะการสุก ความสด คุณภาพ และใช้ในการจำแนกประเภท (Wrolstad & Culver, 2012) ผลไม้จะแสดงการเปลี่ยนแปลงสีผลระหว่างการพัฒนาระยะที่เข้าสู่ระยะแก่เต็มที่ เนื่องจากเกิดกระบวนการสังเคราะห์และการย่อยสลายของเม็ดสี การสะสมเม็ดสีระหว่างการสุกของผลไม้ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับทั้งปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยจากสิ่งมีชีวิต รวมทั้งขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (Belwal, Pandey, Bhatt, Rawal, & Luo, 2019) การเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีเป็นตัวบ่งชี้ระยะการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลไม้ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการเก็บรักษาและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (Solovchenko, Yahia, & Chen, 2019) จากการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิต่ำ (6 ± 2 °C) พบว่ามะม่วงแสดงความเครียดจากอุณหภูมิต่ำในลักษณะของเปลือกสีคล้ำ (รูปที่ 4.3) ส่งผลให้เปลือกมะม่วงมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลงตามระยะเวลาที่ได้รับ ความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 4.2A) โดยพบว่าการจุ่มด้วย ASA มีประสิทธิภาพในการรักษาค่า L^* ของเปลือก อาจเกิดจากคุณสมบัติของ ASA สามารถลดความรุนแรงจากความเครียดอุณหภูมิต่ำได้ (Cai et al., 2006; Sayyari et al., 2011; Sangprayoon et al., 2020) จึงแสดงอาการเปลือกคล้ำน้อยกว่าชุดควบคุม สำหรับค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของเปลือก (รูปที่ 4.2A) ในช่วงแรกของการเก็บรักษา อาการเปลือกคล้ำจากความเครียดอุณหภูมิต่ำไปบดบังค่าความเป็นสีเหลืองของเปลือก ส่งผลให้เปลือกมีค่า b^* ลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการจุ่มด้วย ASA สามารถรักษาความเป็นสีเหลืองของเปลือกไว้ได้มากกว่าชุดควบคุม อาจมีเหตุผลเดียวกันกับการรักษาค่าความสว่าง อย่างไรก็ตาม ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา มะม่วงชุดควบคุมมีระยะการสุกของผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (รูปที่ 4.5C และ 4.5E) ส่งผลให้ค่า b^* ของชุดควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 4.2 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ลักษณะปรากฏของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

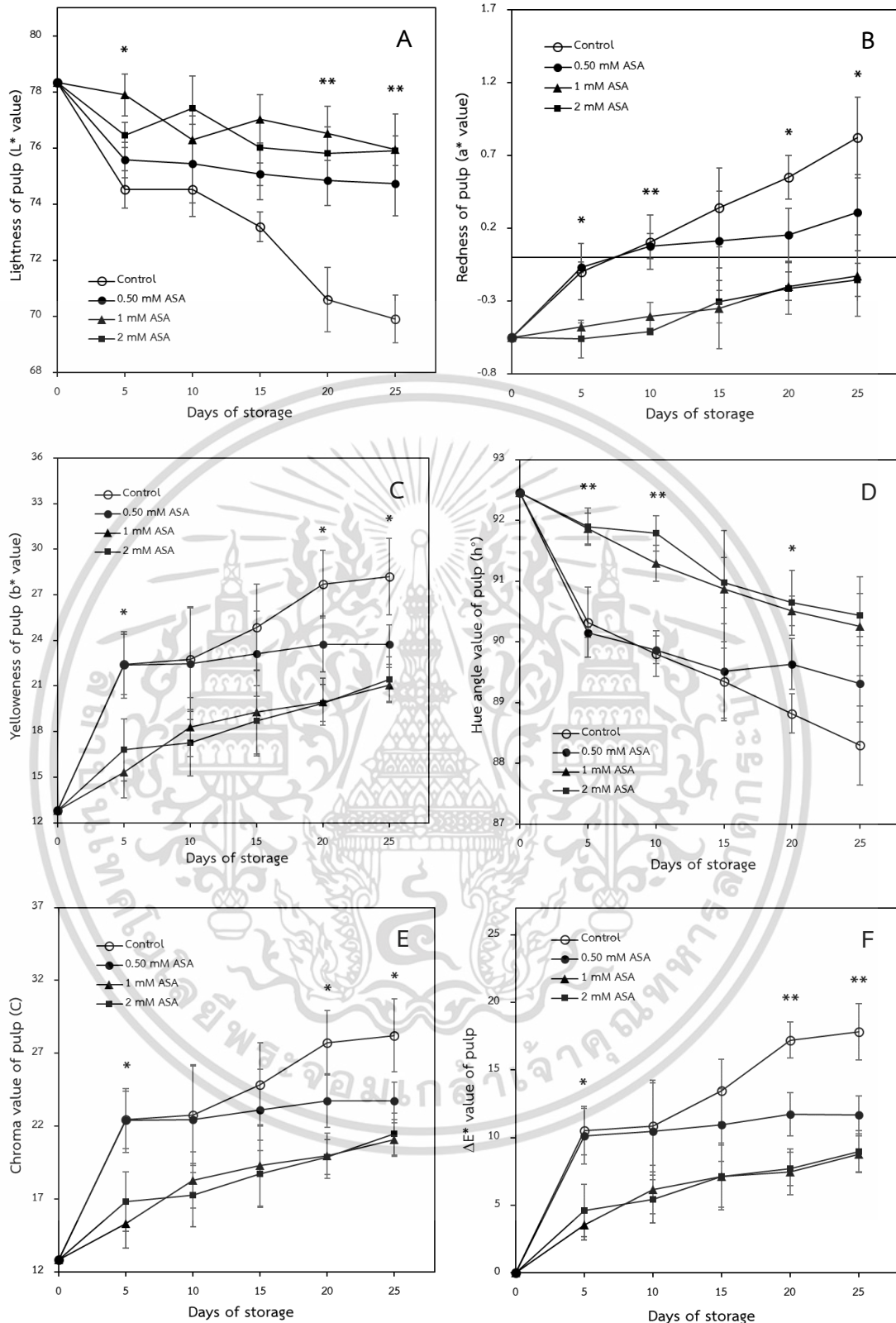
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ความสว่าง (L^*) ของเนื้อมะม่วงก่อนเก็บรักษาเท่ากับ 78.33 และมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4A) การจุ่มด้วย ASA 1 mM พบว่ามีค่า L^* ลดลงเพียงเล็กน้อยในวันที่ 5 ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA ความเข้มข้นอื่นมีค่า L^* ลดลงอย่างรวดเร็ว และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) หลังจากนั้น ค่า L^* ของชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้น มีค่า L^* ลดลงภายหลังจากวันที่ 5 เพียงเล็กน้อยตลอดการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$) วันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ในขณะเดียวกัน เนื้อของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าสีแดง (a^*) และสีเขียว (b^*) เพิ่มขึ้นภายหลังจากการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4B และ 4.4C) โดยค่า a^* และ b^* มีการผันแปรในลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM ช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a^* และ b^* และมีค่าต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา สำหรับค่าเฉดสี (h°) ของเนื้อมะม่วงก่อนเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 92.46° และลดลงต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4D) โดยการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM มีประสิทธิภาพรักษาค่าเฉดสีของเนื้อ เนื่องจากมีค่า h° สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา และมีค่า h° ในวันที่ 25 เท่ากับ 90.26° และ 90.44° ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ASA สามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ ซึ่งช่วยคงค่า h° ของสีเนื้อในตำแหน่งของเฉดสีเหลือง (90°) จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีค่า h° เข้าใกล้เฉดสีส้ม เท่ากับ 88.30° และ 89.31° ตามลำดับ และพบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 5 10 และ 20 สอดคล้องกับ Sasanam (2002) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงมหาชนกระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่าเนื้อมะม่วงมีสีเหลืองอมส้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้มีค่า L^* และ h° ลดลง ส่วนค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้น

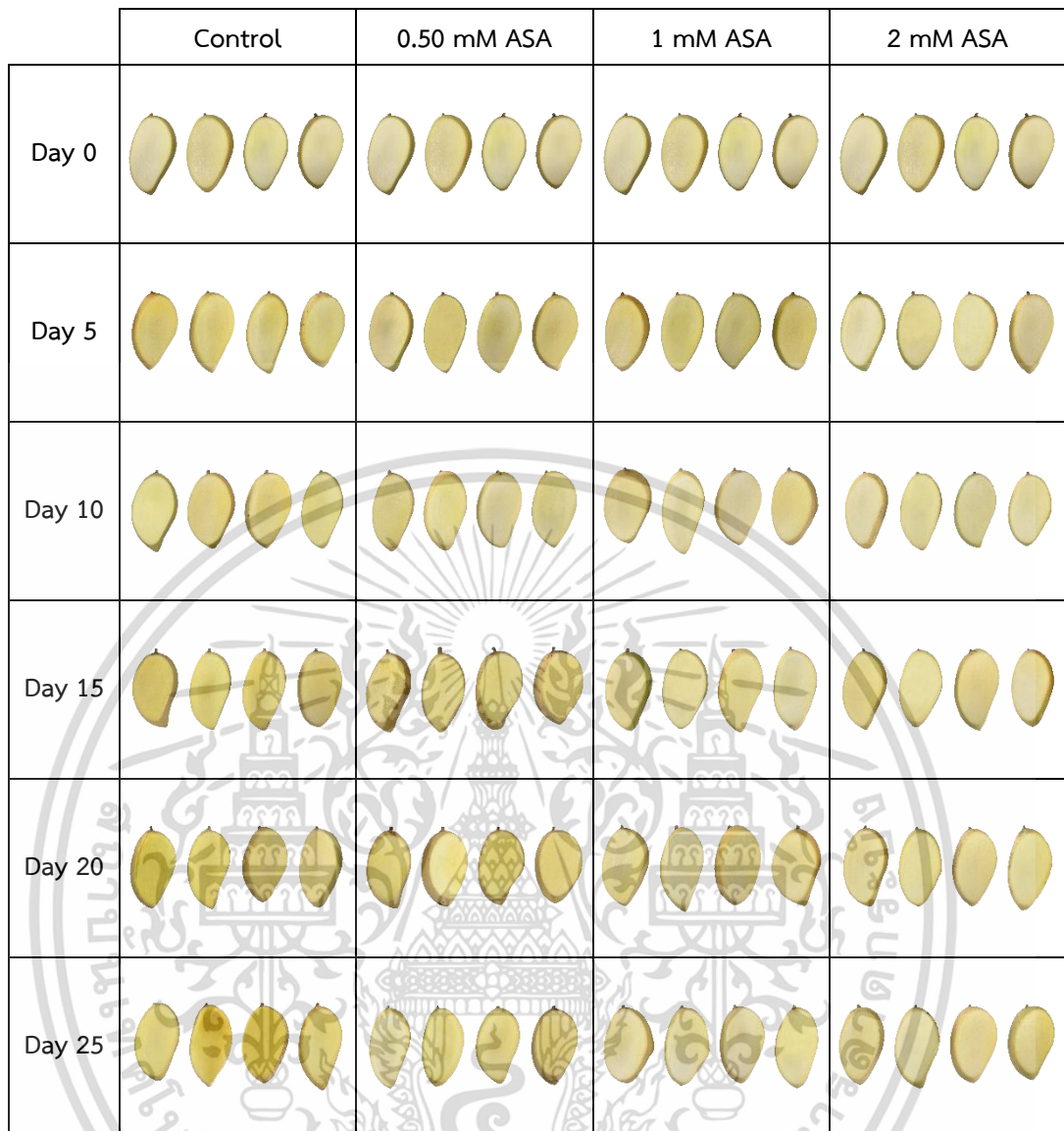
ค่าความเข้มสี (C) ของเนื้อมะม่วง พบว่าชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีค่า C เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีค่ามากกว่าการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM ตลอดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4E) อย่างไรก็ตาม ชุดควบคุมมีค่า C เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีการผันแปรเพียงเล็กน้อย และพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 20 และ 25 โดยการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีประสิทธิภาพในการชะลอค่า C ได้ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เนื้อมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4F) โดยการจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นช่วยรักษาสีเนื้อโดยรวม ซึ่งสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า ΔE^* ได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ชุดควบคุมมีค่า ΔE^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา



รูปที่ 4.4 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

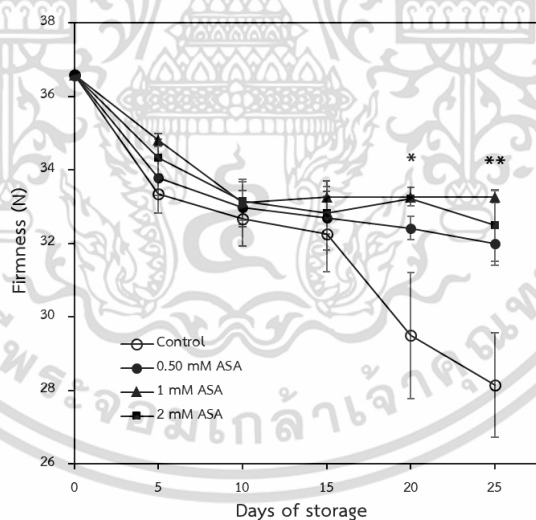


รูปที่ 4.5 ลักษณะปรากฏของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ความแน่นเนื้อ

มะม่วงทุกรวมวิธีมีการสูญเสียความแน่นเนื้อหลังจากเก็บรักษา (รูปที่ 4.6) โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติจนถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ซึ่งภายหลังจากนั้นพบว่าชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ และพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 20 และ 25 โดยชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 28.15 นิวตัน ส่วนการจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นมีค่าความแน่นเนื้อไม่ต่ำกว่า 32 นิวตัน สอดคล้องกับ Sayyari et al. (2011) รายงานการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลทับทิม หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 84 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พร้อมย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน พบว่าการจุ่มด้วย ASA 0.10 0.50 และ 1 mM มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 17.20 17.32 และ 16.95 นิวตัน ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 9.37 นิวตัน และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตรงกันข้ามกับการรายงานของ Yu et al. (2003) ศึกษาการจุ่มผลกีวีด้วย ASA 1 mmol/L และ Cai et al. (2006) ศึกษาการจุ่มผลโลควอทด้วย ASA 1 mmol/L โดยทั้ง 2 การศึกษาพบว่าการจุ่ม ASA ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้เพียงเล็กน้อย และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติตลอดการเก็บรักษา

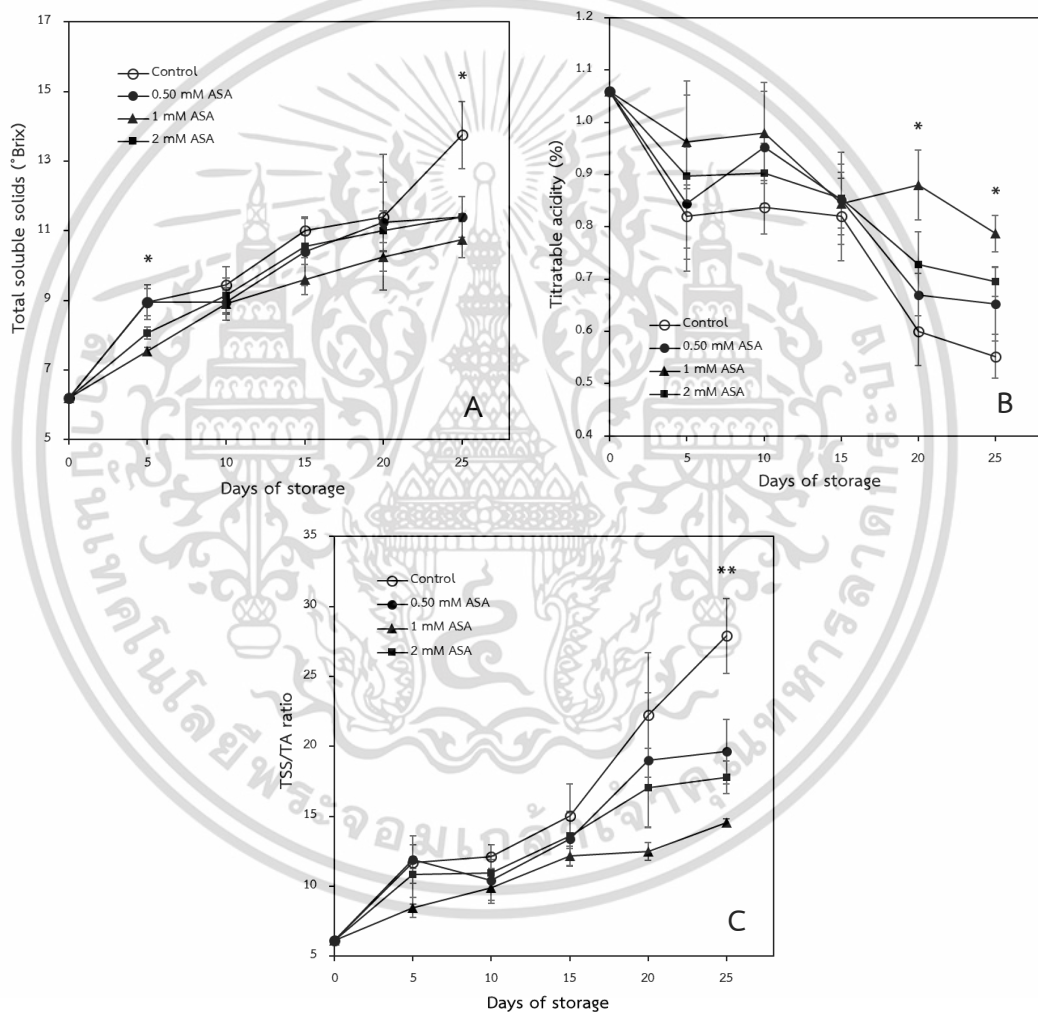


รูปที่ 4.6 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

4.1.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และอัตราส่วน TSS/TA

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) เพิ่มขึ้นต่อเนื่องหลังเก็บรักษา (รูปที่ 4.7A) และมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 5 และ 25 ของการเก็บรักษา สำหรับวันที่ 5 การจุ่มด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สว่นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASA 0.50 mM มีค่า TSS ใกล้เคียงกับชุดควบคุมและไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM มีค่า TSS ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้น วันที่ 25 พบว่า TSS ของชุดควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีค่าสูงกว่าการจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้น อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของ TSS แปรผกผันกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ที่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.7B) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา โดยค่า TA ของชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็ว เท่ากับ 0.55 และ 0.50% ตามลำดับ ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 1 mM ช่วยรักษาปริมาณ TA มีค่าเท่ากับ 0.83 และ 0.74% ตามลำดับ



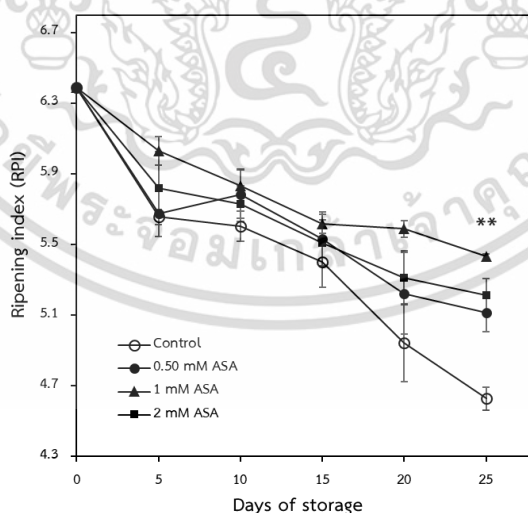
รูปที่ 4.7 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) และอัตราส่วน TSS/TA (C) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลไม่มีการเก็บสะสมอาหารในรูปของคาร์โบไฮเดรต โดยแบ่งเป็นสารอาหารหลักในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต พร้อมทั้งประกอบด้วยกลูโคสโพลีเมอร์ อะมิโลส และอะมิโลเพกติน เกิดเป็นโครงสร้างกิ่งฟลิกที่ซับซ้อนและมีเม็ดแป้งสะสมภายในพลาสติด (Xiao et al., 2018) เมื่อผลิตผลเข้าสู่ระยะสุกจะกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายแป้งหลายชนิด เช่น α -amylase β -amylase และ Starch phosphorylase อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดอินทรีย์มักมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลในทิศทางตรงกันข้าม โดยระหว่างการสุกจะเกิดการสลายตัวของแป้งเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลมากขึ้น ขณะที่ปริมาณกรดอินทรีย์ลดลงอย่างต่อเนื่อง (Batista-Silva et al., 2018) จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำตาล (TSS) ต่อปริมาณกรด (TA) ของมะม่วง พบว่า อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.7C) โดยชุดควบคุมมีอัตราส่วน TSS/TA สูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วน TSS/TA ได้ และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการจุ่มด้วย ASA ความเข้มข้น 0.5 1 และ 2 mM

4.1.6 ดัชนีการสุก

มะม่วงทุกกรรมวิธีมีการพัฒนาของผลและแสดงการสุกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้ค่าดัชนีการสุก (RPI) มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 4.8)



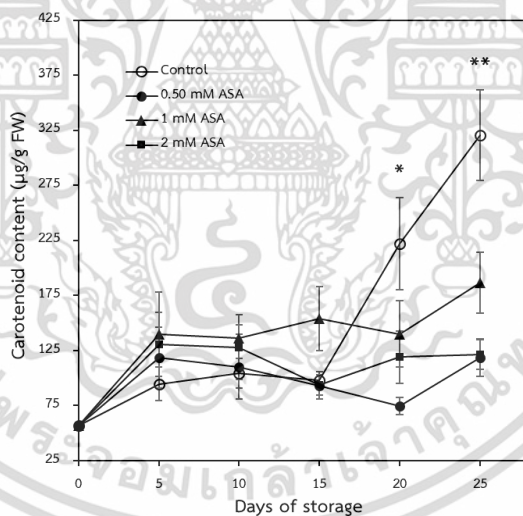
รูปที่ 4.8 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่าชุดควบคุมมีค่า RPI ต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา ส่วนการจุ่มด้วย ASA สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของผลมะม่วงได้ โดยเฉพาะการจุ่มด้วย ASA 1 mM มีค่า RPI สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการรายงานของ Vásquez-Caicedo, Srumsiri, Carle, & Neidhart (2005) พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาส่งผลให้ค่า RPI ของมะม่วงลดลง มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ก่อนเก็บรักษามีค่า RPI เท่ากับ 5.28 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน มีค่า RPI เท่ากับ 1.61

4.1.7 ปริมาณแคโรทีนอยด์

มะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 จากนั้นค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.9) ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา พบว่าชุดควบคุมมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มด้วย ASA ทุกความเข้มข้นมีการผันแปรเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้ชุดควบคุมมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา



รูปที่ 4.9 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

การเปลี่ยนแปลงรงควัตถุของผลิตผลส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และมีรงควัตถุชนิดอื่นมาแทนที่ เช่น แคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน อย่างไรก็ตาม ผลิตผลบางชนิดมีรงควัตถุชนิดอื่นอยู่แล้วตั้งแต่ระยะผลดิบและจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะสุก ซึ่งการ

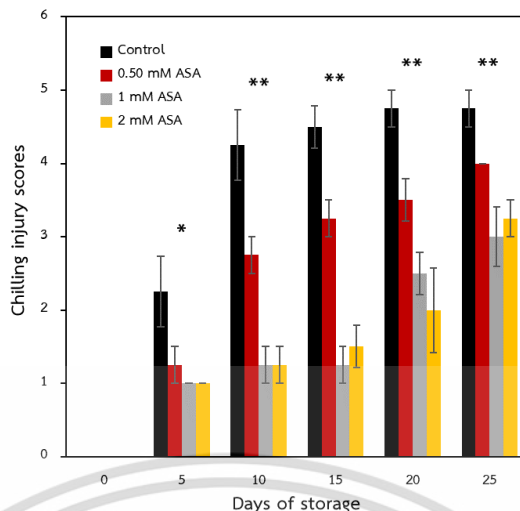
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงรงควัตถุมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมสภาพของคลอโรพลาสต์กลายเป็นโครโมพลาสต์ (Minguez-Mosquera & Hornero-Mendez, 1994) แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่สำคัญของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เนื่องจากมีผลสีเหลืองอ่อนตั้งแต่ระยะผลดิบ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์จะบ่งบอกถึงระยะการสุกของผล นอกจากนี้ แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในผลไม้ ช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระควบคู่กับสารประกอบอื่น ๆ เช่น ฟีนอล โทโคฟีรอล วิตามิน และคาเทชิน (Rodriguez-Amay, 2019) จากการเก็บรักษามะม่วงภายใต้ความเครียดอุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 4.9) พบว่าการจุ่มด้วย ASA มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าชุดควบคุมในช่วงแรก อาจเกิดจากคุณสมบัติของสารที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวและทนทานต่อความเครียดอุณหภูมิต่ำ โดยการสะสมปริมาณแคโรทีนอยด์ที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตาม พบว่าชุดควบคุมมีระยะสุกมากกว่ากรรมวิธีอื่นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา ส่งผลให้มีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงถึงระยะการสุกของผลมากกว่าการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก พบว่าชุดควบคุมมีค่า b^* และ C เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 20 และ 25 (รูปที่ 4.2C และ 4.2E) เนื่องจากผลมะม่วงชุดควบคุมพบการสุกเกิดขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าค่าดัชนีการสุกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 25 (รูปที่ 4.8)

4.1.8 การเกิดอาการสะท้อนหนาว

มะม่วงทุกระบบวิธีแสดงอาการสะท้อนหนาวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.10) จากการประเมินความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาว พบความแตกต่างทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมแสดงอาการสะท้อนหนาวอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 5 มีคะแนนเท่ากับ 2.25 หรือมีความรุนแรงของอาการประมาณ 40% ขณะที่อาการสะท้อนหนาวของมะม่วงที่จุ่มด้วย ASA 0.50 และ 1 mM มีคะแนนเท่ากับ 1 หรือมีความรุนแรงของอาการไม่เกิน 20% และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา พบว่าชุดควบคุมมีคะแนนความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวเท่ากับ 4.75 ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 1 mM มีคะแนนเท่ากับ 3 ซึ่งช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวลง 36.84% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สอดคล้องกับ Sayyari et al. (2011) รายงานการจุ่มผลทับทิมด้วย ASA 0.10 0.50 และ 1 mM พบว่า ASA ช่วยลดการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดย ASA ความเข้มข้น 1 mM มีคะแนนการเกิดอาการสะท้อนหนาวต่ำที่สุด นอกจากนี้ การศึกษา ASA กับพีช (Wang, Chen, Kong, Li, Archbold, 2006) ต้นกล้ามะเขือเทศ (Senaratna, Touchell, Bunn, Dixon, 2000) และต้นเมลอน (muskmelon) (Korkmaz, Uzunlu, Demirkiran, 2007) พบว่า ASA สามารถเพิ่มความทนทานต่อความเครียดอุณหภูมิต่ำได้ แต่การใช้ ASA ความเข้มข้นมากกว่า 1 mM ส่งผลให้มีประสิทธิภาพลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



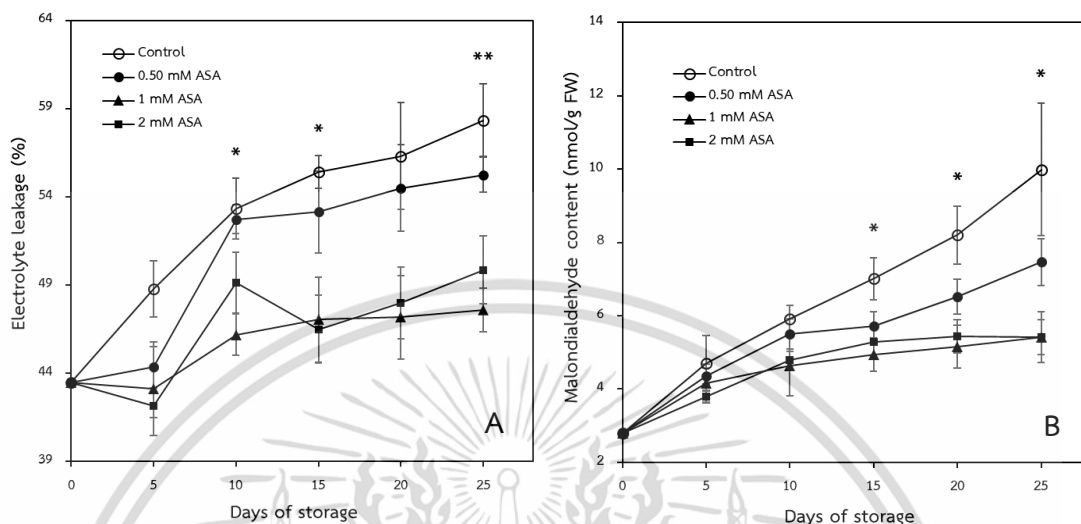
รูปที่ 4.10 คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

4.1.9 อัตราการรั่วไหลของประจุ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์

มะม่วงทุกกรรมวิธีมีอัตราการรั่วไหลของประจุ (EL) และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.11A และ 4.11B) โดย EL ก่อนเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 43.50% วันที่ 5 ของการเก็บรักษา พบว่าชุดควบคุมมีค่า EL เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เท่ากับ 48.79% ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 0.50 1 และ 2 mM มีค่าเท่ากับ 44.34 43.13 และ 42.17% ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 10 15 และ 25 ของการเก็บรักษา การจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีค่า EL เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และใกล้เคียงกับชุดควบคุมกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM สามารถชะลอการรั่วไหลของประจุได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ MDA โดยวันที่ 5 ของการเก็บรักษา มะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณ MDA ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้น ชุดควบคุมมีปริมาณ MDA เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีค่าสูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM มีปริมาณ MDA น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในวันที่ 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ผลการศึกษาที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากประสิทธิภาพของกรดซาลิไซลิก (SA) เนื่องจาก ASA เปลี่ยนเป็น SA ในเนื้อเยื่อของผลไม้ระหว่างเก็บรักษา (Cai et al., 2006) หลังจากนั้น SA ที่เกิดขึ้นจะไปกระตุ้นระบบต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความผิดปกติของเยื่อหุ้มเซลล์และการสะสมอนุมูลอิสระ (Reactive oxygen species; ROS) ส่งผลให้เกิดความทนทานต่อการสะท้านหนาวและเยื่อหุ้มเซลล์ทำงานได้ดีขึ้น (Aghdam, Asghari, Babalar, & Sarcheshmeh, 2016) สอดคล้องกับการใช้ SA จากภายนอกผล

Junmatong, Uthaibutra, Boonyakiat, Faiyue, & Saengnil (2012) รายงานประสิทธิภาพของเอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SA สามารถช่วยให้มะม่วงทนทานต่อความเครียดอุณหภูมิต่ำได้ โดยชะลอการรั่วไหลของประจุและการเกิด lipid peroxidation (ปริมาณ MDA)



รูปที่ 4.11 อัตราการรั่วไหลของประจุ (A) และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

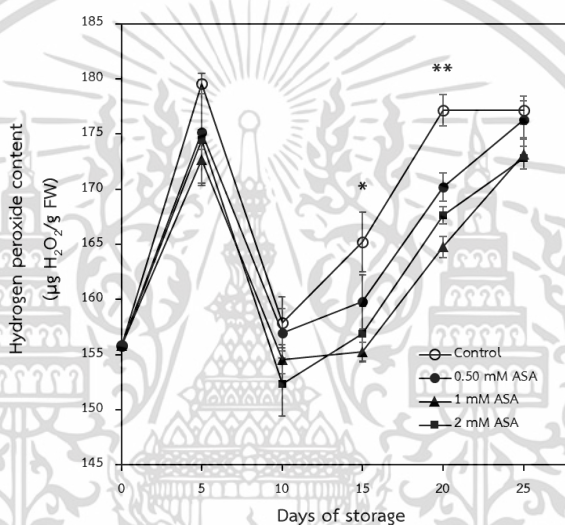
4.1.10 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

จากการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิต่ำ (6 ± 2 °C) พบว่ามะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้นฉับพลันในวันที่ 5 และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 หลังจากนั้นมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.12) ซึ่งการเพิ่มขึ้นฉับพลันในวันที่ 5 มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ SOD เนื่องจาก SOD ทำหน้าที่เปลี่ยน $O_2^{\cdot-}$ ไปเป็น H_2O_2 ดังนั้น การมีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.14A) นอกจากนี้พบว่า การลดลงของ H_2O_2 อย่างรวดเร็วในวันที่ 10 สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ CAT ในวันที่ 10 เนื่องจากเอนไซม์ CAT มีบทบาทช่วยลดการสะสมของ H_2O_2 (รูปที่ 4.14B) และเมื่ออยู่ภายใต้ความเครียดอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน ส่งผลให้ระบบการต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงมีประสิทธิภาพลดลง จึงพบการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 อย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM ช่วยลดการสะสมของ H_2O_2 ซึ่งมีปริมาณ H_2O_2 ต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 15 และ 20 สอดคล้องกับการรายงานของสารที่เป็นอนุพันธ์เดียวกันกับ ASA Junmatong et al. (2015) พบว่าการจุ่มด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) 1 mM ช่วยลดการสะสม H_2O_2 ภายในเซลล์ของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ส่งผลให้มีปริมาณ H_2O_2 น้อยกว่าชุด

ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญตลอดการเก็บรักษา อนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) มี 2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นแป๊ะไขประเขยขนดานการค

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทในพืช โดยสามารถควบคุมการเจริญเติบโต การพัฒนาและการป้องกันความเสียหายจากความเครียด แต่การสะสม ROS มากเกินไป จะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ (Apel & Hirt, 2004) ความเครียดออกซิเดชันเกิดจากการสะสม ROS ที่ไม่สมดุลกับการกำจัด ROS ซึ่งส่งผลต่อการสุกและการสั่ทานหนาวของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (Hodges, Lester, Munro, & Toivonen, 2004) นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยที่กระตุ้นการสะสม ROS และเร่งให้เกิดความเครียดออกซิเดชัน ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียหาย พร้อมทั้งแสดงอาการสั่ทานหนาว (Ding, Tian, Zheng, Zhou, & Xu, 2007) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง ดังนั้น การตรวจวัดปริมาณ H_2O_2 จึงสามารถบ่งบอกถึงความเครียดออกซิเดชันของผลไม้ได้



รูปที่ 4.12 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

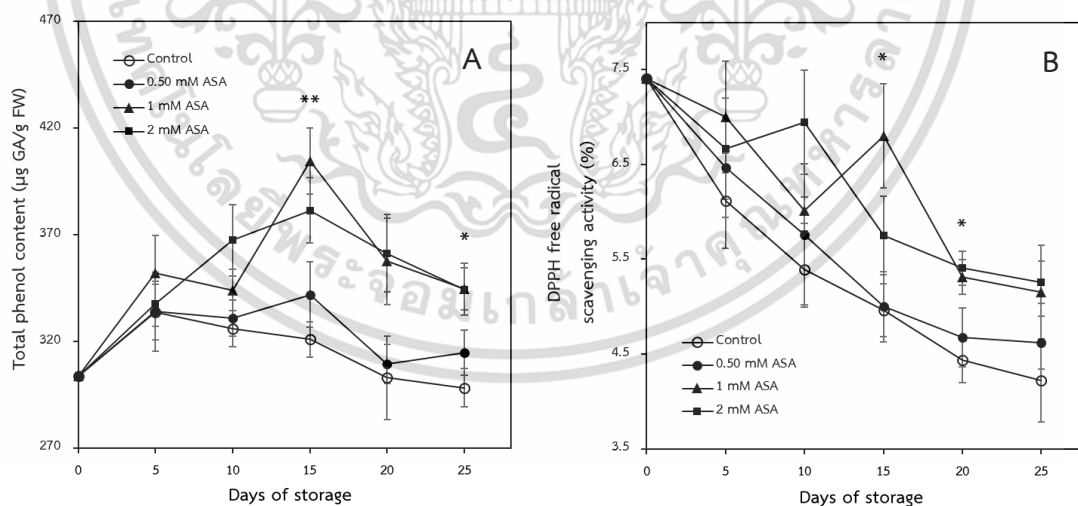
4.1.11 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

ความเครียดทั้งจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตสามารถส่งผลกระทบต่อสารประกอบฟีนอลสำหรับความเครียดจากอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้สารประกอบฟีนอลมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการตอบสนองของพืชเพื่อช่วยให้เกิดความทนทานต่อการสั่ทานหนาว (Lattanzio, Kroon, Quideau, & Treutter, 2008) จากการศึกษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองภายใต้สภาพอุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่ามะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟีนอลเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา และลดลงในตอนท้าย (รูปที่ 4.13A) โดยมะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟีนอลเพิ่มขึ้นในวันที่ 5 ซึ่งการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM มีปริมาณฟีนอลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในวันที่ 15 หลังจากนั้นพบว่าปริมาณฟีนอลมี

แนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์โดยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟีนอลลดลงตั้งแต่วันที่ 10 และลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 15 และ 25 ของการเก็บรักษา

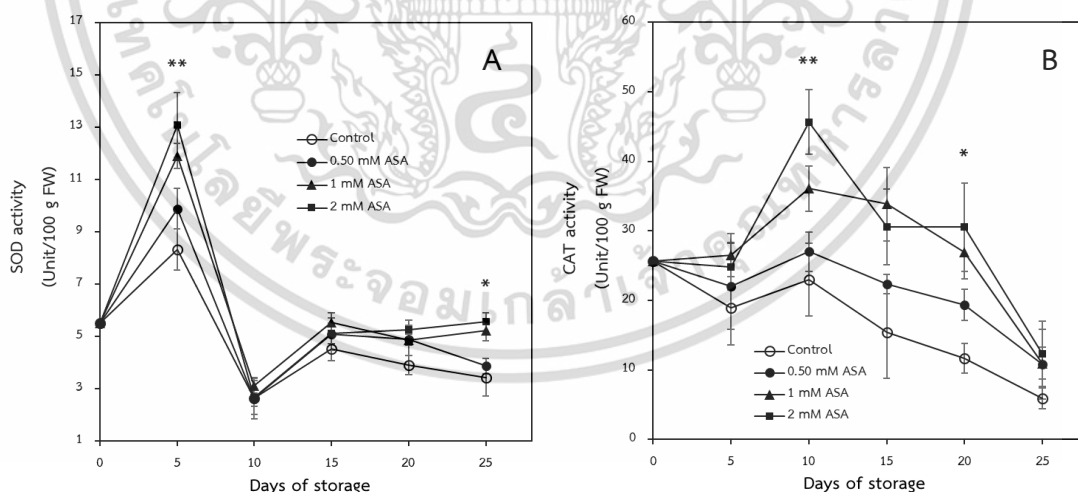
ผลไม้จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่อเข้าสู่การเสื่อมสภาพ (SriLaong & Tatsumi, 2003) สำหรับมะม่วง พบว่าเนื้อมะม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) มากกว่าบริเวณเปลือกตลอดระยะเวลาการพัฒนาของผล โดย DPPH ที่เนื้อจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมะม่วงแก่เต็มที่ และลดลงเมื่อเข้าสู่การเสื่อมสภาพ อย่างไรก็ตามการจุ่มด้วย *n*-propyl dihydrojasmonate สามารถกระตุ้นให้มะม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าชุดควบคุม พร้อมทั้งส่งผลให้เกิดความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ (Kondo, Kittikorn, Kanlayanarat, 2005) ในทิศทางเดียวกันจากการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าการจุ่มด้วย ASA สามารถกระตุ้นให้มะม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ได้ดีกว่าชุดควบคุม (รูปที่ 4.13B) โดยการจุ่มด้วย ASA 2 mM มี DPPH เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 10 และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 ส่วนการจุ่มด้วย ASA 1 mM พบการเพิ่มขึ้นของ DPPH สูงที่สุดในวันที่ 15 และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 20 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจุ่มด้วย ASA ความเข้มข้นสูงที่สุดจะส่งผลให้เกิดการกระตุ้น DPPH ไวกว่าความเข้มข้นที่ต่ำกว่า ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM พบว่า DPPH มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 และ 20 ของการเก็บรักษา



รูปที่ 4.13 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (A) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

4.1.12 กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

เอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) ทำหน้าที่เร่งให้อนุมูล $O_2^{\cdot -}$ เปลี่ยนเป็น H_2O_2 จากนั้น H_2O_2 จะถูกเอนไซม์ Catalase (CAT) เร่งปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนเป็นออกซิเจนและน้ำ ซึ่งสามารถป้องกันการสะสม H_2O_2 ในเซลล์มากเกินไป พร้อมทั้งช่วยลดความเสียหายที่อาจส่งผลกระทบต่อเซลล์ (Li et al., 2020) จากการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิต่ำ เอนไซม์ SOD ของมะม่วงทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 หลังจากนั้นพบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ซึ่งการลดลงของเอนไซม์ SOD อย่างฉับพลันสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 อย่างรวดเร็ว (รูปที่ 4.12) เนื่องจากการมีปริมาณ H_2O_2 สะสมภายในเซลล์มากเกินไป อาจส่งผลให้เอนไซม์ SOD หยุดทำงานโดยไม่สามารถย้อนกลับได้ (Bowler, Van Montagu, & Inze, 1992) ส่วนในวันที่ 25 พบว่าการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM มีเอนไซม์ SOD เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA 0.50 mM มีแนวโน้มของเอนไซม์ SOD ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เอนไซม์ CAT พบการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าเอนไซม์ SOD โดยเอนไซม์ CAT ของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในวันที่ 5 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 หลังจากนั้นพบการลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.14B) ซึ่งการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM สามารถกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ CAT ได้มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวันที่ 10 และ 20 ของการเก็บรักษา



รูปที่ 4.14 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD (A) และ Catalase; CAT (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

จากผลการทดลองพบว่าการจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถชะลอการสุกของผลอย่างชัดเจน ซึ่งคงความเป็นสีเหลืองอ่อนของเนื้อ รักษาความแน่นเนื้อ ชะลอการเปลี่ยนแปลงรสชาติ พร้อมทั้งชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ที่บริเวณเปลือก นอกจากนี้ การจุ่มด้วย ASA 1 และ 2 mM ช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาว โดยพบรอยคล้ำที่บริเวณเปลือกน้อยที่สุด สีเปลือกโดยรวมจึงมีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจาก ASA 1 และ 2 mM ช่วยรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ รวมทั้งการรั่วไหลของประจุและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยที่สุด พร้อมทั้งช่วยลดการสะสมอนุมูลอิสระ (H_2O_2) ภายในเซลล์ ขณะเดียวกัน ช่วยกระตุ้นระบบการต้านอนุมูลอิสระ มีปริมาณฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น รวมทั้งเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT อย่างไรก็ดีตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง ASA 1 และ 2 mM จึงเลือก ASA 1 mM ไปศึกษาเพิ่มเติม

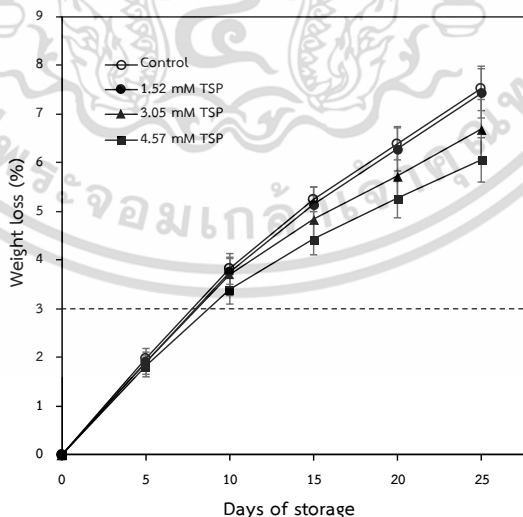


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการ สะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

4.2.1 การสูญเสียน้ำหนัก

อัตราการสูญเสียน้ำของผลไม้จะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ และขึ้นอยู่กับปัจจัยบางอย่างที่ส่งผลต่อการคายน้ำ ได้แก่ ปริมาตรหรือพื้นที่ผิวหรือมวลของผล โครงสร้างของผิวผล จำนวนหรือขนาดของปากใบและเลนทิเซล ความหนาและองค์ประกอบของเปลือก (cuticle) รวมถึงรอยแผลบริเวณขั้วผล (Díaz-Pérez, Muy-Rangel, & Mascorro, 2007) จากการศึกษาพบว่า มะม่วงทุกกรรมวิธีแสดงการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.15) โดยชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุดจนสิ้นสุดการเก็บรักษา เท่ากับ 7.53% เช่นเดียวกับการจุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต (TSP) 1.52 mM มีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกับชุดควบคุม เท่ากับ 7.43% ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM พบว่ามีประสิทธิภาพช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่า โดยมีค่าเท่ากับ 6.69 และ 6.07% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แม้ว่า TSP แสดงการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่า แต่ก็ยังไม่มี ความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Zhang et al. (2019) ที่ศึกษาการจุ่มผลพุทราด้วย TSP 0.50 g/L และ Ge, Y. (2019) ที่ศึกษาการจุ่มผลแอปเปิลด้วย TSP 0.50 g/L ซึ่งทั้ง 2 การศึกษาพบว่า TSP สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา



รูปที่ 4.15 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

เปลือกของมะม่วงก่อนเก็บรักษามีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 78.14 และมีค่าลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.16A) โดยการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 10 20 และ 25 นอกจากนี้ การจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีค่า L^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและใกล้เคียงกับการจุ่มด้วย TSP ความเข้มข้นอื่น ๆ ในวันที่ 20 และลดลงในวันที่ 25 อย่างไรก็ตาม สำหรับผลการศึกษารวม การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM ยังคงเป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการรักษาค่า L^* ของเปลือก

เปลือกมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.16B) โดยการจุ่มด้วย TSP ทุกความเข้มข้นมีค่า a^* ต่ำกว่าชุดควบคุม ยกเว้นวันที่ 15 พบว่าการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีค่า a^* มากกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย 4.57 mM ช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a^* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในวันที่ 25 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.43 ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 และ 3.05 mM มีค่าเท่ากับ 9.49 8.50 และ 6.98 ตามลำดับ

เปลือกมะม่วงก่อนเก็บรักษามีค่าสีเหลือง (b^*) เริ่มต้นเท่ากับ 37.32 และมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.16C) ภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน พบว่าการจุ่มด้วย TSP 4.57 mM มีค่า b^* สูงที่สุด ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 และ 3.05 mM มีค่า b^* ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นพบว่าการจุ่มด้วย TSP 3.05 mM มีค่า b^* เพิ่มขึ้นกระทั่งใกล้เคียงกับ TSP 4.57 mM จนสิ้นสุดการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 20 และ 25

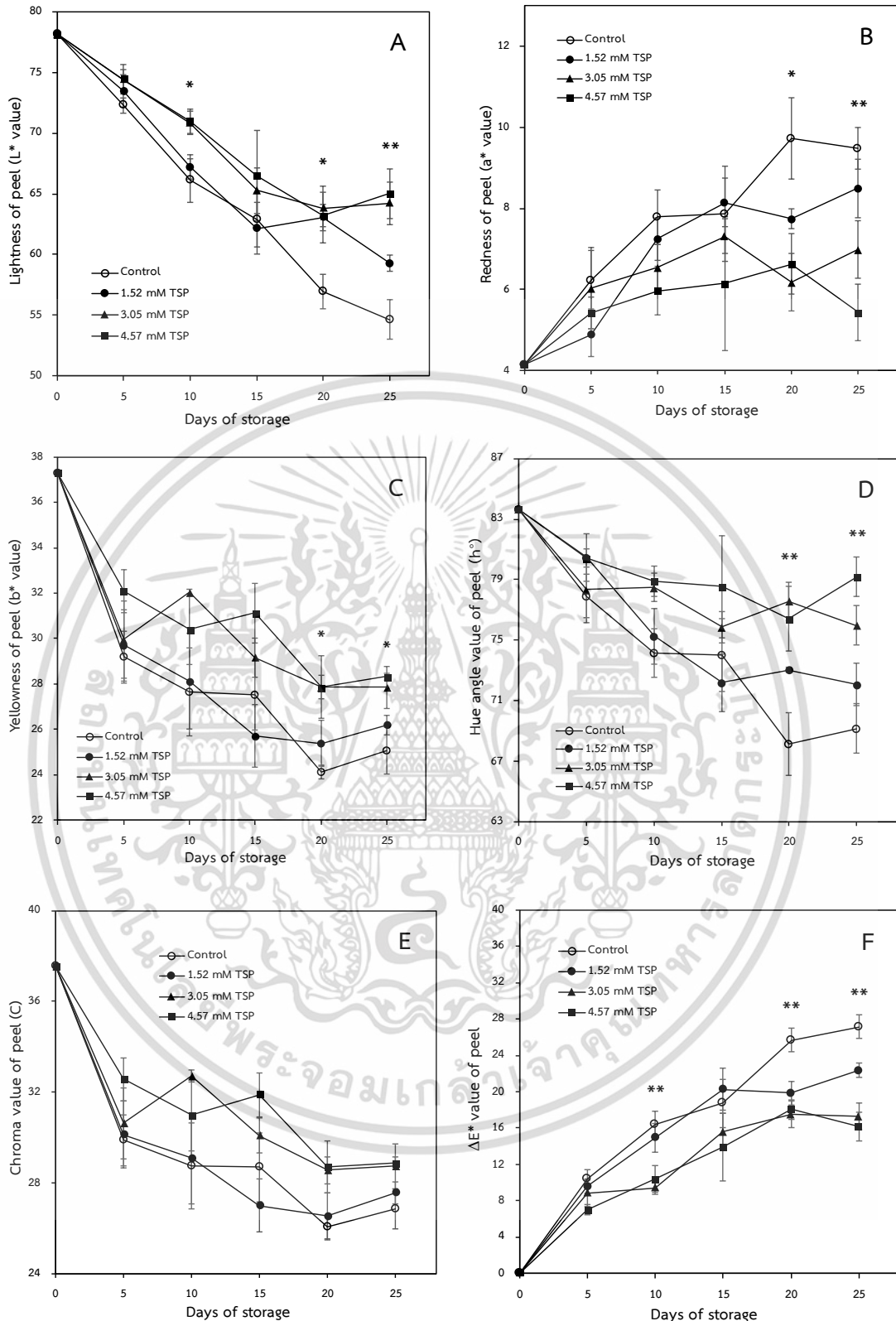
ค่าเฉดสี (h°) ของเปลือกมะม่วงมีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.16D) โดยค่า h° ก่อนเก็บรักษาเท่ากับ 83.66° ซึ่งเป็นค่าที่เข้าใกล้ตำแหน่งของเฉดสีเหลือง (90°) และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา พบค่า h° ต่ำที่สุดเท่ากับ 68.12° แสดงให้เห็นว่าสีเปลือกของมะม่วงเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา โดยออกห่างจากเฉดสีเหลืองและเข้าใกล้เฉดสีส้มมากขึ้น จากการศึกษาพบว่าการจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถรักษาค่า h° ได้ดีกว่าชุดควบคุม และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ในวันที่ 20 และ 25

ค่าความเข้มสี (C) ของเปลือกมะม่วง พบว่ามีความอึมตัวของสีลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.16E) แสดงให้เห็นว่าผลมะม่วงมีสีไม่สดใสหรือมีสีหม่น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถรักษาค่า C ได้ดีกว่าชุดควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

มะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (4.16F) ในวันที่ 5 พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่า ΔE^* ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นชุดควบคุมและการจุ่ม

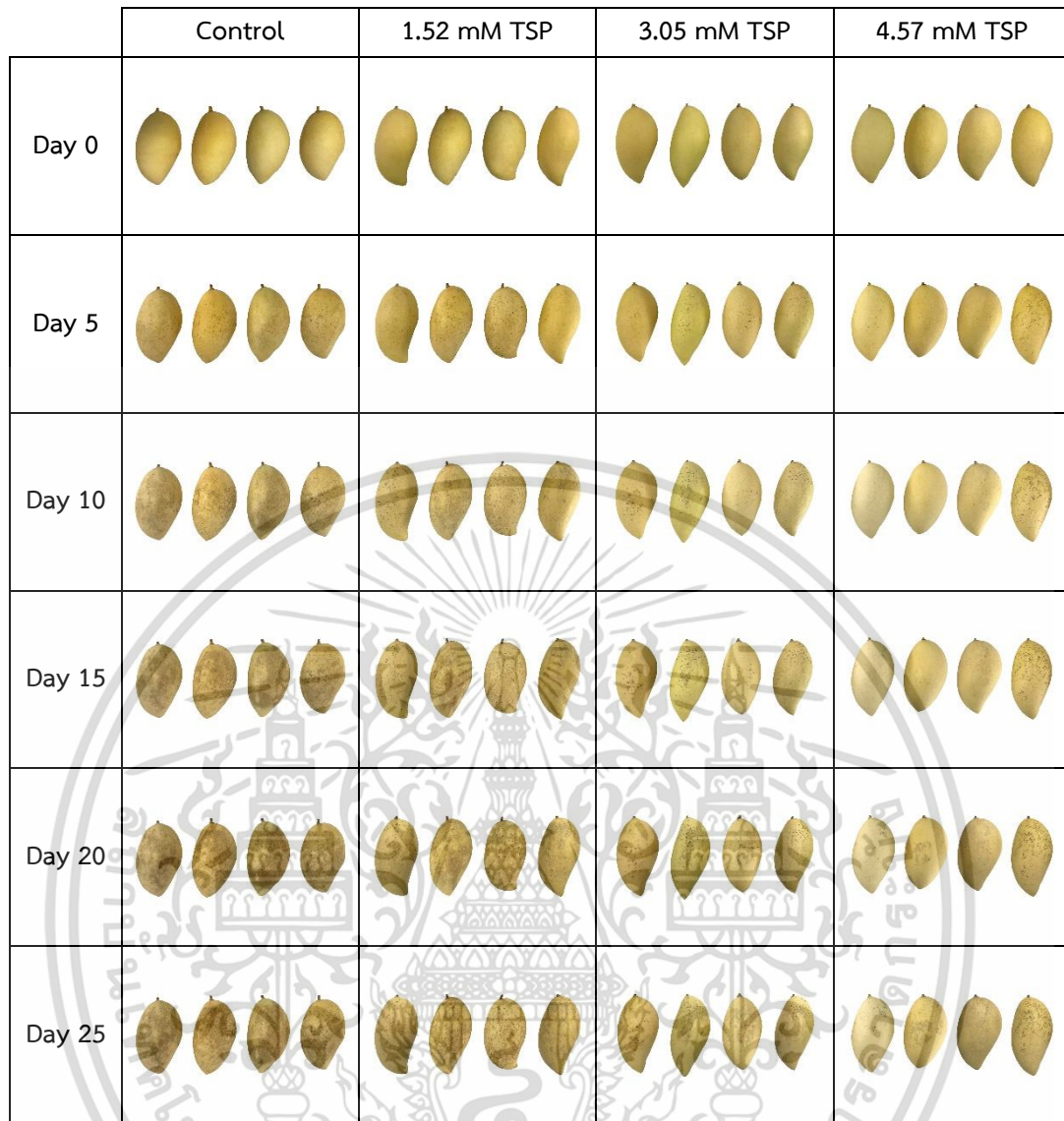
ด้วย TSP 1.52 mM มีค่า ΔE^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า ΔE^* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในวันที่ 10 20 และ 25 ของการเก็บรักษา

สีของผลไม้เป็นปัจจัยสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีผลระหว่างการสุก ส่วนใหญ่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง หรือบางพันธุ์เปลี่ยนเป็นสีแดง ขณะที่บางพันธุ์ยังคงเป็นสีเขียว (Lizada, 1993) Suwapanich (2006) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีผลของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากสีเขียวอมเหลืองเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในระหว่างการสุกหรือระหว่างการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ซึ่งตรงกันข้ามกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤติ) พบว่าสีผลของมะม่วงได้รับความเสียหายจากความเครียดที่อุณหภูมิต่ำ ในลักษณะของการเกิดสีน้ำตาลคล้ำที่บริเวณเปลือก สอดคล้องกับการศึกษาของ Charles & Tung (1973) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยพันธุ์ Volery เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะพบสีเหลืองของเปลือกน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งมีทิศทางเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มะม่วงแสดงความเสียหายในลักษณะอาการสีของเปลือกคล้ำ จึงมีค่า b^* และ C ลดลง เนื่องจากความคล้ำจากอาการสะท้อนหนาวไปบดบังความเป็นสีเหลืองของเปลือก และสีผลโดยรวมไม่สดใสหรือหม่นลง อย่างไรก็ตาม TSP มีประสิทธิภาพชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผลของมะม่วง ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติของ TSP ที่สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวได้ (Ge, W., et al., 2020) ส่งผลให้มะม่วงมีสีผลโดยรวมดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการแสดงอาการเปลือกสีคล้ำน้อยกว่า (รูปที่ 4.17)



รูปที่ 4.16 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



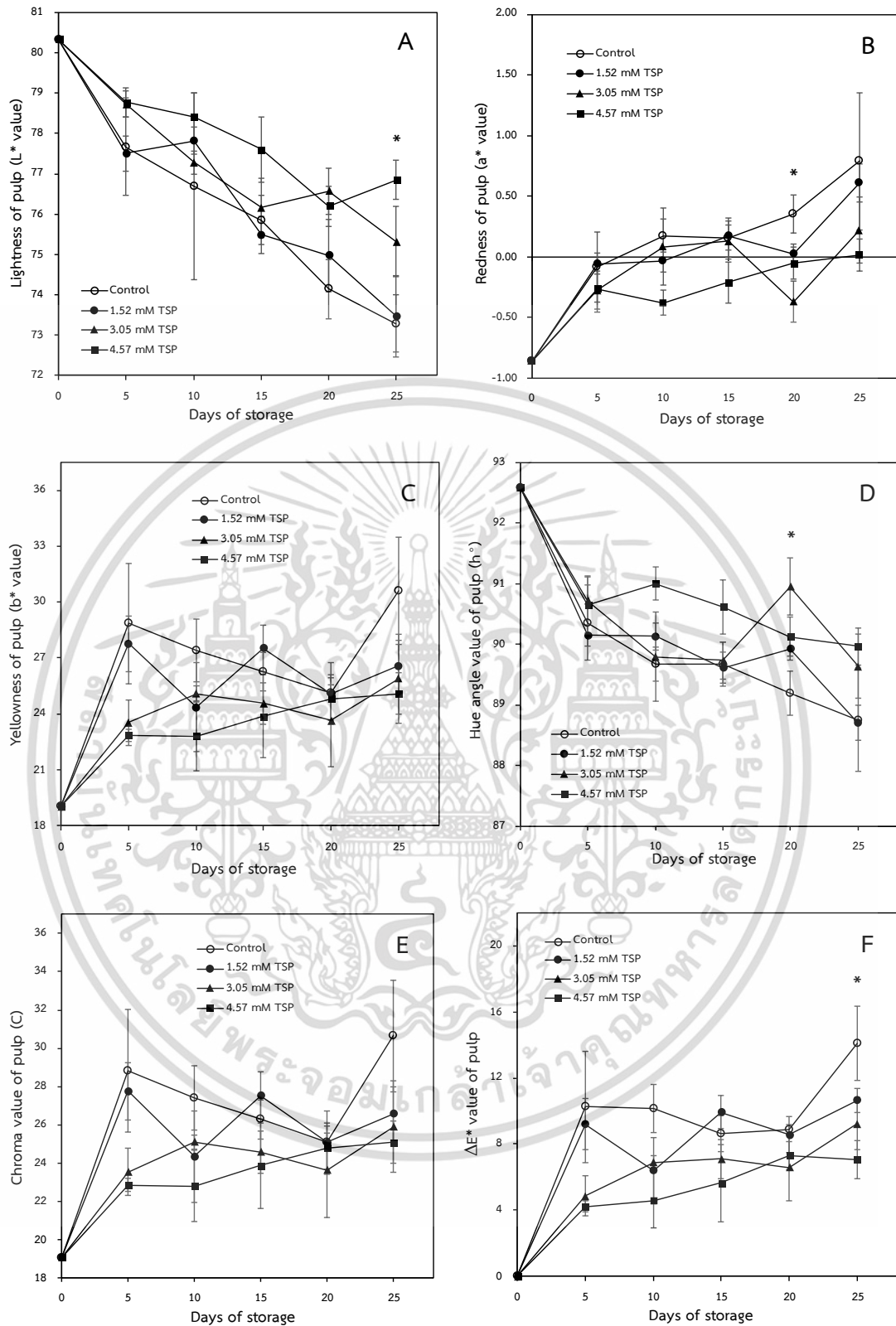
รูปที่ 4.17 ลักษณะปรากฏของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

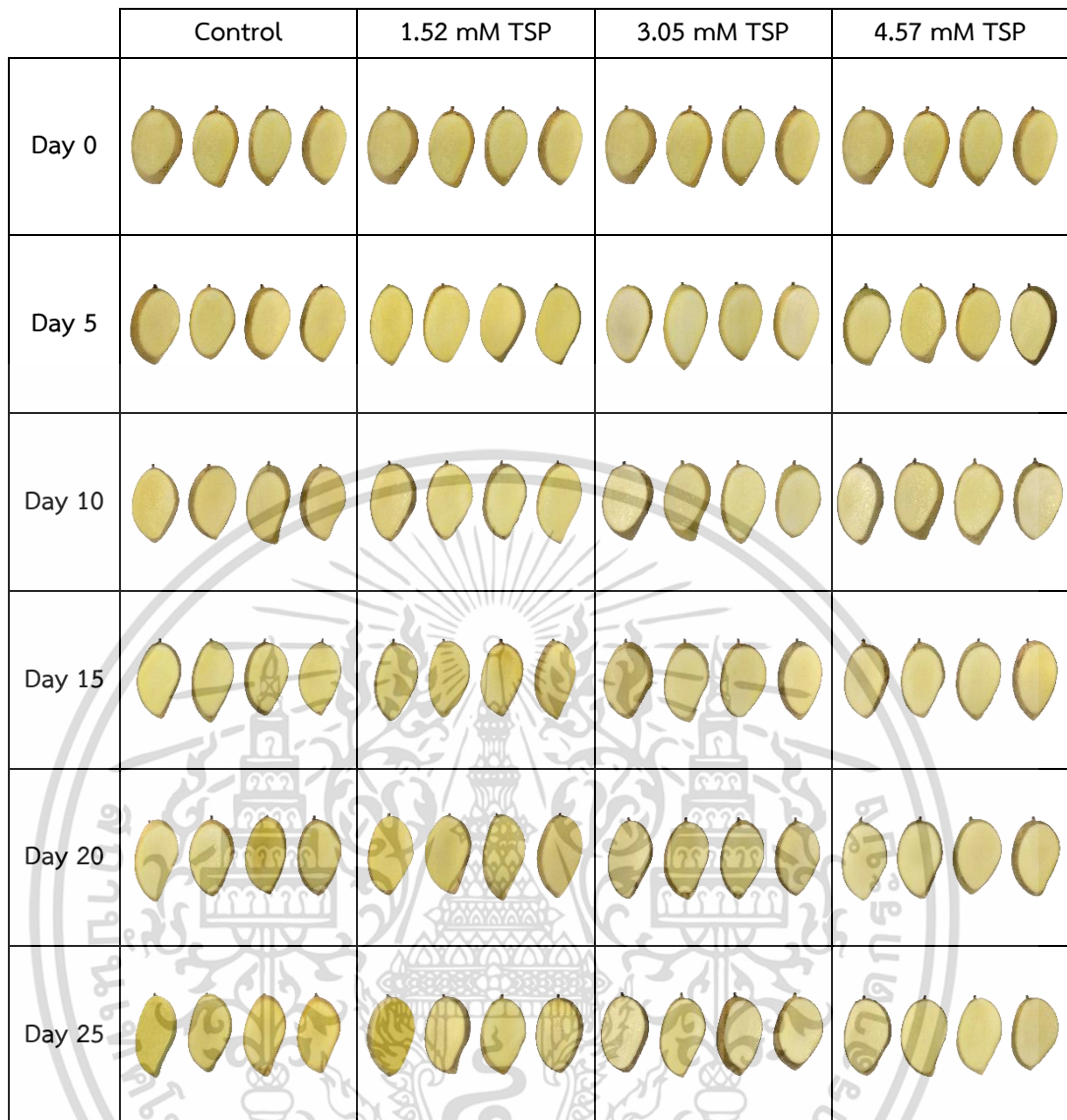
เนื้อมะม่วงมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.18A) โดยค่า L^* ของเนื้อมะม่วงมีการผันแปรอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้น การจุ่มด้วย TSP 4.57 mM ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* ส่งผลให้มีค่า L^* มากกว่าชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้ เนื้อมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a^*) และสีเขียว (b^*) ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บรักษา (รูปที่ 4.18B และ 4.18C) มะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา จากภาพรวมทั้งหมดพบว่าการจุ่มด้วย TSP 4.57 mM สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a^* และ b^* ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การผันแปรของค่า a^* พบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 20 ส่วนค่า b^* ไม่พบความแตกต่างทางสถิติตลอดการเก็บรักษา สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเฉดสี (h°) เนื้อมะม่วงก่อนเก็บรักษามีเฉดสีเหลือง (90°) และเข้าใกล้เฉดสีส้มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.18D) มะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่า h° เริ่มต้นเท่ากับ 92.52° โดยพบการลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 และลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ซึ่งการจุ่มด้วย TSP 4.57 mM มีประสิทธิภาพชะลอการสุกของผลมะม่วง จึงรักษาค่า h° ของเนื้อได้ดีที่สุด และมีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดการเก็บรักษา ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสี (C) (รูปที่ 4.18E) พบว่าการจุ่มด้วย TSP 4.57 mM ช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า C ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า h° และ C ไม่พบความแตกต่างทางสถิติตลอดการเก็บรักษา สอดคล้องกับ Karnsomwars (2002) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงมหาชนกระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) โดยการสุกส่งผลให้เนื้อเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มหรือเหลืองอมส้ม และเมื่อตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าค่า a^* และ b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง สัมพันธ์กับการลดลงของค่า h° ที่บ่งชี้ถึงการมีเฉดสีเข้าใกล้เฉดสีส้ม พร้อมทั้งสีเนื้อมีความอึดตัวสูง จึงมีค่า C เพิ่มขึ้นตามระยะการสุก อย่างไรก็ตาม เนื้อมะม่วงมีสีเข้มขึ้นส่งผลให้มีความสว่างลดลง (L^*)

ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) ของเนื้อมะม่วงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.18F) พบว่าการจุ่มด้วย TSP 4.57 mM มีประสิทธิภาพช่วยรักษาสีเนื้อโดยรวมได้ดีที่สุด ส่งผลให้มีค่า ΔE^* ต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 25 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ไตรโซเดียมฟอสเฟตไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วง (L^* a^* b^* C h° และ ΔE^*) เนื่องจากภาพรวมของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นบางวันเท่านั้น



รูปที่ 4.18 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมพอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

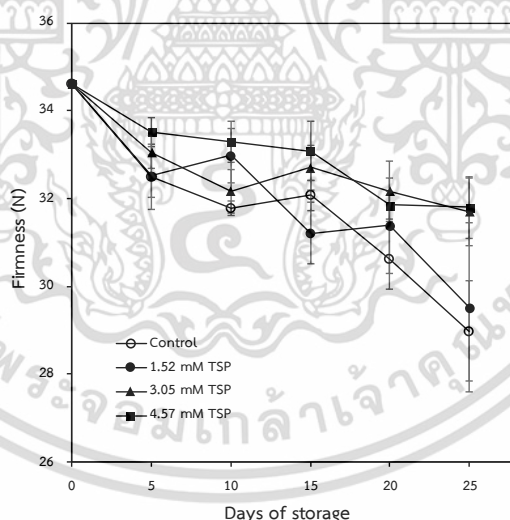


รูปที่ 4.19 ลักษณะปรากฏของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ความแน่นเนื้อ

การพัฒนาของผลไม้ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลไม้อ่อนนุ่ม เกิดจากการสลายตัวขององค์ประกอบภายในผนังเซลล์ ทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน และโปรตีน โดยถูกกระตุ้นจากเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง (Ghai, Gupta, & Gupta, 2016; Payasi, Mishra, Chaves, & Singh, 2009) จากการศึกษาพบว่าความแน่นเนื้อของมะม่วงทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.20) โดยวันที่ 5 ถึง 25 ของการเก็บรักษา ความแน่นเนื้อของทุกกรรมวิธีมีการผันแปรอย่างต่อเนื่อง และมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีความสอดคล้องกับการรายงานของ Ge, Y., et al. (2019) พบว่าการจุ่มด้วย TSP 0.50 mg/mL เป็นเวลา 10 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแอปเปิล โดยช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าที่ชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในขณะที่ Zhang et al. (2019) และ Ge, Y., et al. (2020) รายงานการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลพุทราสอดคล้องกัน คือ การจุ่มด้วย TSP 0.50 g/L เป็นเวลา 10 นาที ช่วยรักษาความแน่นเนื้อของผลพุทราได้ และพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา

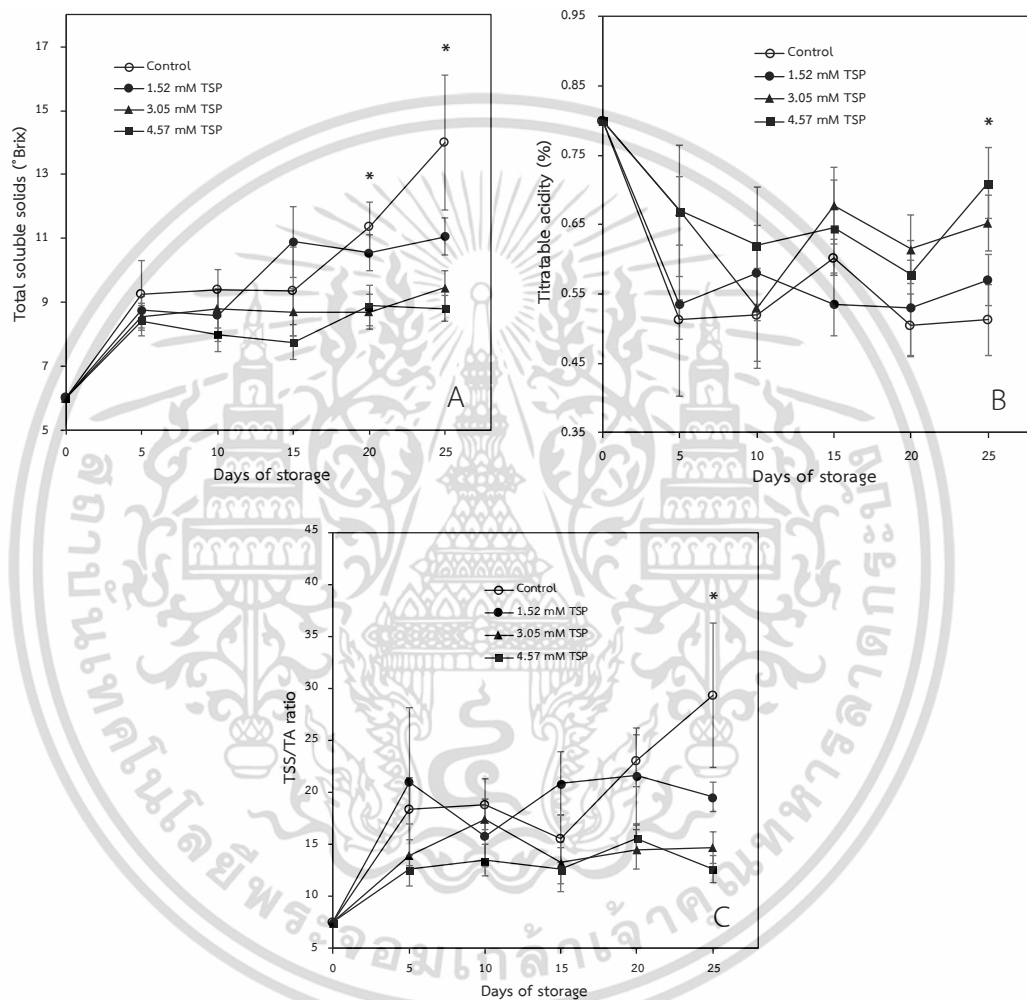


รูปที่ 4.20 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

4.2.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และอัตราส่วน TSS/TA

มะม่วงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้นระหว่างเก็บรักษา (รูปที่ 4.21A) การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของ TSS ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับชุดควบคุม และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) มีแนวโน้มลดลง (รูปที่ 4.21B) ซึ่งพบการผันแปรตลอดการเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจนถึงวันที่ 20 ส่วนวันที่ 25 พบว่าการจุ่มด้วย TSP 4.57 mM มีปริมาณ TA สูงที่สุดเท่ากับ 0.71% และชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.51% สอดคล้องกับการรายงานของ Ge, Y., et al. (2019) การจุ่มผลแอปเปิลด้วย TSP ช่วยชะลอการลดลงของปริมาณ TA



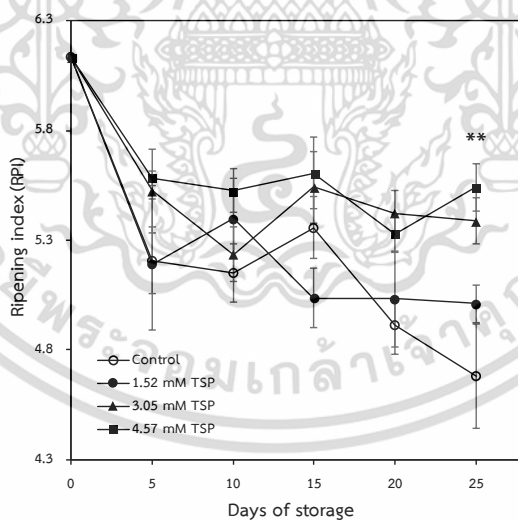
รูปที่ 4.21 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) และอัตราส่วน TSS/TA (C) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

ผลไม้ประเภท climacteric มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะสุก ซึ่งการหายใจเป็นกระบวนการย่อยสลายสารอาหารที่สะสมภายในผล ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล รวมทั้งการสลายตัวของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ระหว่างการสุกจึงพบว่าผลไม่มีปริมาณน้ำตาล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นและปริมาณกรดลดลง จากการศึกษาพบว่า ระหว่างการเก็บรักษามะม่วง ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นผกผันกับปริมาณกรดที่ลดลง ส่งผลให้อัตราส่วน TSS/TA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.21C) TSS/TA ของทุกกรรมวิธีในช่วง 20 วันแรกของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ชุดควบคุมมี TSS/TA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 25 พบว่าการจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของ TSS/TA ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สอดคล้องกับ Ketsa & Pota (1992) และ Sombatpraiwan, Tipyavimol, & Treeamnuak (2012) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว พบว่าการเก็บรักษามะม่วงนานขึ้นจนกระทั่งมะม่วงพัฒนาเข้าสู่ระยะสุก ส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้น ปริมาณกรดลดลง และอัตราส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้น

4.2.6 ดัชนีการสุก

มะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่า RPI ลดลงระหว่างการเก็บรักษา โดยพบการลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 จากนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงวันที่ 20 (รูปที่ 4.22) ในวันที่ 25 ค่า RPI ของชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มด้วย TSP ทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)



รูปที่ 4.22 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

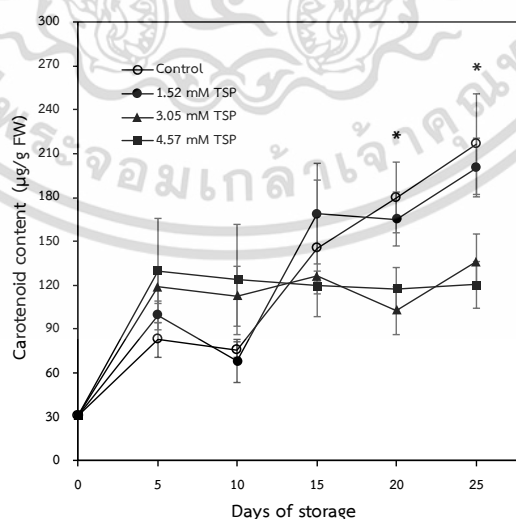
ดัชนีการสุก (RPI) เกิดจากการคำนวณค่าความแน่นเนื้อร่วมกับอัตราส่วนของปริมาณน้ำตาล

ต่อกรด ซึ่งหลักการคำนวณอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีที่สำคัญต่อการสุกของผลไม้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเนื้อสัมผัสและรสชาติ เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสุกที่สามารถรับรู้ได้ผ่านทางประสาทสัมผัส (Mahayothee, 2005) ทำให้การเปลี่ยนแปลงสีเป็นคุณสมบัติเฉพาะของผลไม้แต่ละพันธุ์ จึงไม่ถูกนำมาคำนวณหาดัชนีความสุก (Vásquez-Caicedo et al., 2005)

4.2.7 ปริมาณแคโรทีนอยด์

การเปลี่ยนแปลงรงควัตถุของผลไม้ระหว่างการสุก ส่งผลให้คลอโรพลาสต์เปลี่ยนเป็นโครโมพลาสต์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายคลอโรฟิลล์และมีแคโรทีนอยด์มาแทนที่ (Rodrigo, Alquézar, Alós, Lado, & Zacarias, 2013) แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่ทำให้มะม่วงมีสีเหลือง และเป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระที่สำคัญในผักและผลไม้หลายชนิด มะม่วงมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ขึ้นภายในผลและจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อสุก (Vásquez-Caicedo et al., 2005) การศึกษาก่อนหน้าของ Pakpot (2019) รายงานการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่าระยะผลสุกจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์มากกว่าระยะผลดิบ เช่นเดียวกับ Buanong & Kanlayanarat (2010) พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าแคโรทีนอยด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.23) โดยช่วง 15 วันแรกของการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากนั้นพบว่ามะม่วงชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM แสดงการสุกของผล ส่งผลให้เปลือกมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM มีการผันแปรเพียงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 20 และ 25

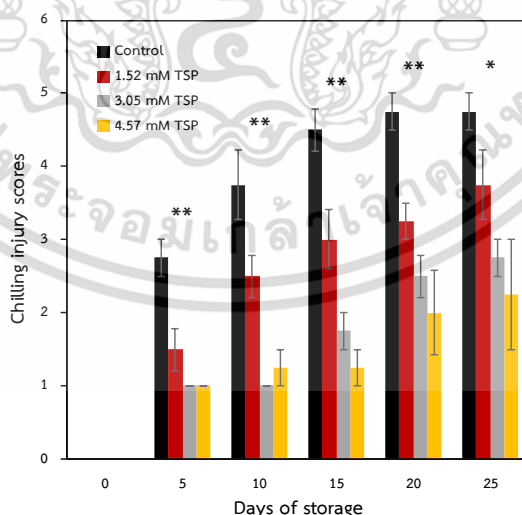


รูปที่ 4.23 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 การเกิดอาการสะท้านหนาว

การเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้มะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 4.24) จากการประเมินความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว และมีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีคะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวสูงที่สุด ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM มีคะแนนต่ำที่สุด วันที่ 5 ของการเก็บรักษา พบว่าชุดควบคุมมีความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว 40% (2.75 คะแนน) ขณะที่การจุ่มด้วย 3.05 และ 4.57 mM ช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้อย่างมีนัยสำคัญ พบความรุนแรงไม่เกิน 20% (1 คะแนน) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา พบว่าการจุ่ม TSP 3.05 และ 4.57 mM มีคะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 2.75 ซึ่งสามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ 42.10% เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีคะแนนเท่ากับ 4.75 สอดคล้องกับการรายงานผลของสารในกลุ่ม Generally recognized as safe (GRAS) เช่น การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ 1% ก่อนการเก็บเกี่ยว สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของพืชที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 1 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ได้ (Ali, Abbasi, & Ishfaq Hafiz, 2021) เช่นเดียวกับ Mekontso, Duan, Cisse, Chen, & Xu (2021) รายงานว่าการจุ่มผลมะเฟืองด้วย γ -aminobutyric acid (GABA) 2.50 mM สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยลดการรั่วไหลของประจุและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ ขณะที่กระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase, Peroxidase และ Catalase เพิ่มสูงขึ้น

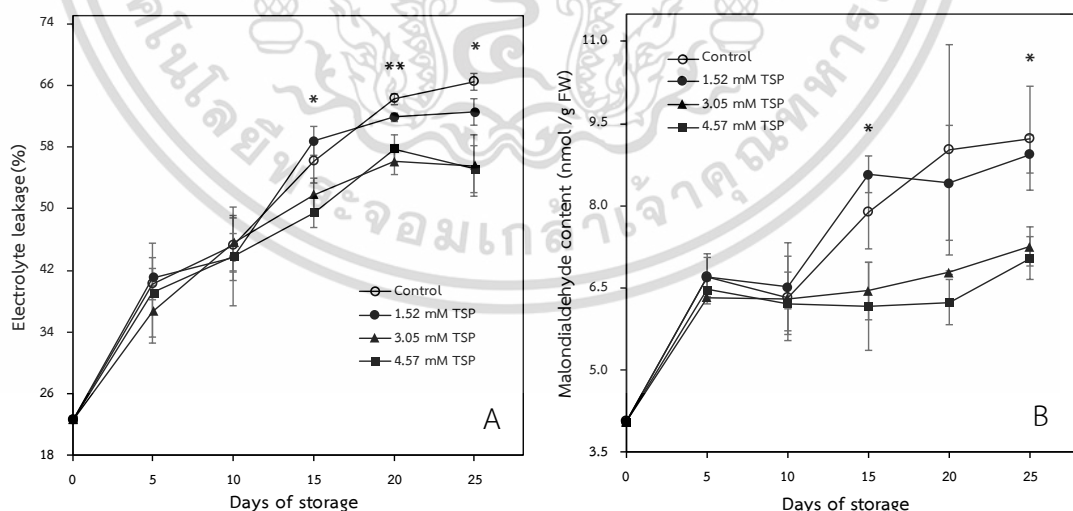


รูปที่ 4.24 คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการจุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 อัตราการรั่วไหลของประจุ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์

การรั่วไหลของสารเป็นลักษณะหนึ่งของการเสียหาย พบการรายงานครั้งแรกในมันเทศ (Lieberman, Craft, Audia, & Wilcox, 1958) อุณหภูมิต่ำ (chilling) ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการซึมผ่านมากขึ้น โดยตรวจวัดจากอัตราการดูดซับไอออนที่ลดลงหรือการรั่วไหลของสารที่เพิ่มขึ้น การวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกมา (King & Ludford, 1983) มะม่วงมีอัตราการรั่วไหลของประจุ (EL) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.25A) ช่วงแรกของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีการแปรผันค่า EL ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นพบว่าชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีค่า EL เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถชะลอการรั่วไหลของประจุได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่สองจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว และพบการเพิ่มปริมาณขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Zhao, Jiang, Cao, Zhao, & Gu, 2006) MDA จึงมักถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์พืชที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิต่ำ (Hodges, DeLong, Forney, & Prange, 1999) ปริมาณ MDA ของมะม่วงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่สัมผัสกับอุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 4.25B) โดยปริมาณ MDA ของทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 และค่อนข้างคงที่ในวันที่ 10 หลังจากนั้น ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีปริมาณ MDA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีค่ามากกว่าการจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 15 และ 25 ของการเก็บรักษา

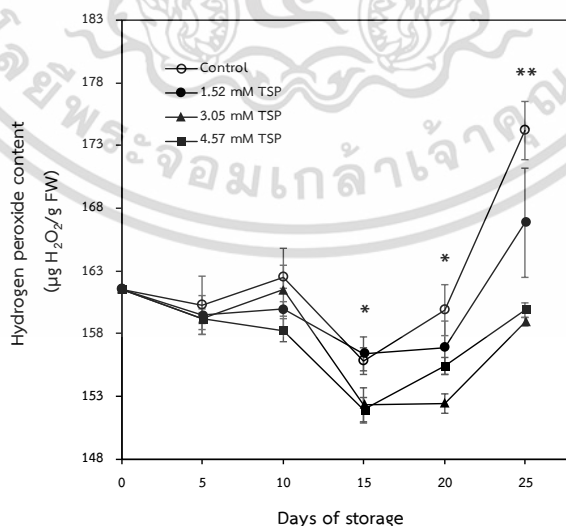


รูปที่ 4.25 อัตราการรั่วไหลของประจุ (A) และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.10 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่มีสาเหตุจากความเครียด เกิดจากการสะสมอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งรวมถึงอนุมูลอิสระชนิดออกซิเจน (reactive oxygen species; ROS) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็น ROS ที่เสถียร และเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณให้พืชตอบสนองต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม (Foyer, López-Delgado, Dat, & Scott, 1997) จากการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิต่ำ (6 ± 2 °C) พบว่าปริมาณ H_2O_2 ของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงในช่วง 15 วันแรกของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังจากนั้นจนกระทั่งวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.26) ปริมาณ H_2O_2 ลดลงเล็กน้อยหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน จากนั้น พบว่าชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 3.05 mM มีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 พร้อมกับกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 เพียงชั่วคราว จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้พืชเกิดกลไกการป้องกัน เพื่อปรับให้ทนต่ออุณหภูมิต่ำ (Prasad, Anderson, Martin, & Stewart, 1994) อย่างไรก็ตาม ชุดควบคุมมีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 20 จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM ชะลอการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 ได้อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาก่อนหน้า รายงานการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 ภายในเซลล์ สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ lipid peroxidation ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อพืช (Asada, 1992; Lacan & Baccou, 1998; Larrigaudière et al., 2004) สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากปริมาณ MDA เป็นตัวบ่งชี้ของปฏิกิริยา lipid peroxidation ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ MDA (รูปที่ 4.25B) มีทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลง H_2O_2 โดยชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM



รูปที่ 4.26 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต

ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C

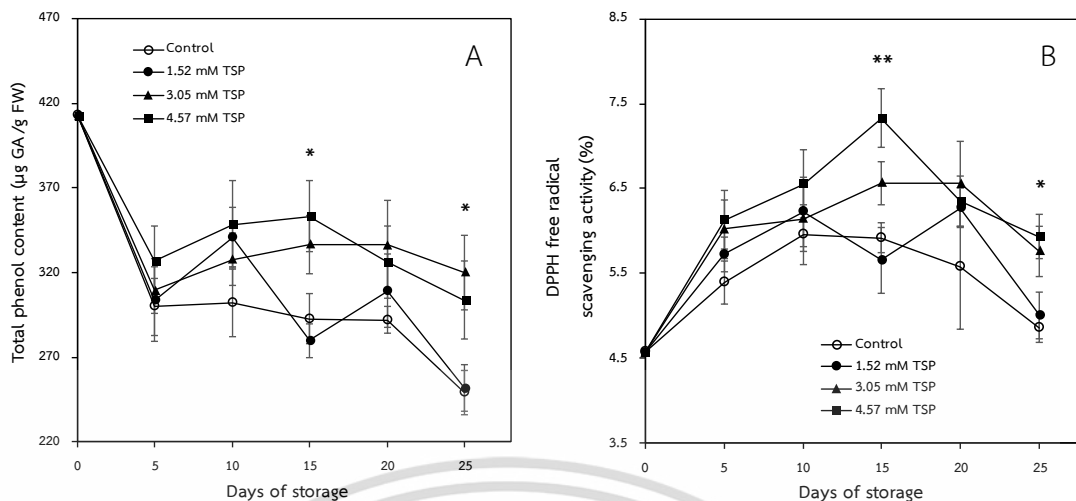
ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณ MDA และ H_2O_2 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM มีปริมาณ MDA และ H_2O_2 ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น TSP จึงอาจมีประสิทธิภาพในการช่วยลดความเครียดออกซิเดชันของผลไม้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

4.2.11 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถป้องกันผลกระทบที่เป็นอันตรายจากความเครียดออกซิเดชัน และทำหน้าที่เป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระหรือคีเลตโลหะ (metal chelating) (Agatonovic-Kustrin & Morton, 2016) ปริมาณฟีนอลที่เพิ่มขึ้นในผลไม้ สามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า มะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แครโทีนอยด์ และปริมาณกรดแอสคอร์บิก ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดความทนทานต่อการสะท้อนขาว (Barman & Asrey, 2014; Chongchatuporn, Ketsa, & Van Doorn, 2013) จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่า การจุ่มด้วย TSP ช่วยชะลอการลดลงของปริมาณฟีนอล (รูปที่ 4.27A) พร้อมทั้งกระตุ้นให้เกิดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) (รูปที่ 4.27B) ปริมาณฟีนอลของมะม่วงทุกกรรมวิธีพบการลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยการจุ่มด้วย TSP ทุกความเข้มข้นสามารถกระตุ้นให้มะม่วงเกิดการสะสมปริมาณฟีนอลได้มากกว่าชุดควบคุมในวันที่ 10 แต่หลังจากนั้นพบว่าการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีปริมาณฟีนอลลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 และมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุมจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM ยังคงรักษาปริมาณฟีนอลไว้ได้ และลดลงอย่างช้า ๆ ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 และ 25 ของการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า DPPH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 15 วันแรกของการเก็บรักษา และลดลงภายหลังจากนั้น (รูปที่ 4.27B) โดยมะม่วงทุกกรรมวิธีมี DPPH เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้น DPPH ของชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีแนวโน้มลดลงจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถชะลอการลดลงของ DPPH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังคงพบการเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 15 และมีแนวโน้มลดลงช้ากว่ากรรมวิธีอื่น และมีความแตกต่างกันทางสถิติวันที่ 15 และ 25 ของการเก็บรักษา



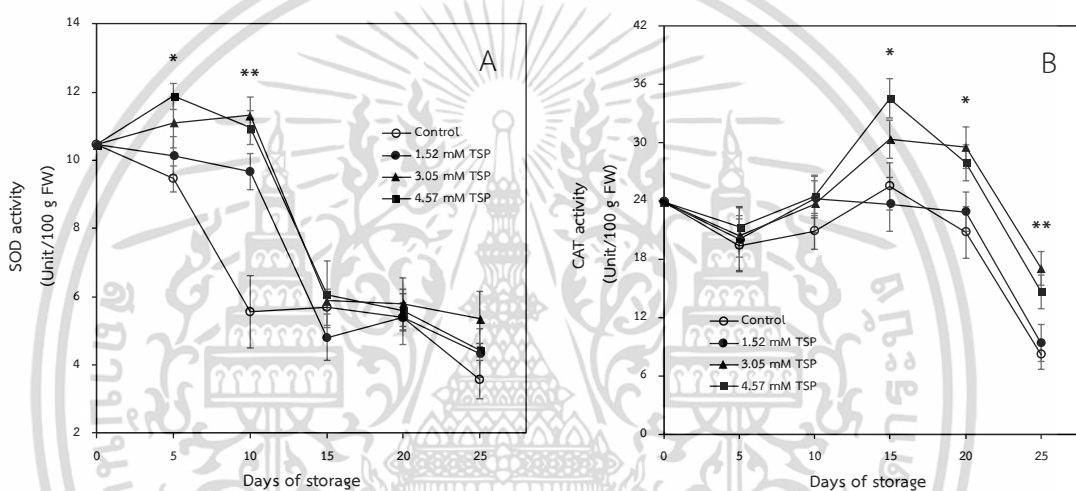
รูปที่ 4.27 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (A) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการจุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

4.2.12 กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

ความเครียดจากอนุมูลอิสระต่ำ รวมถึงความเครียดอื่น ๆ จะส่งผลต่อความสมดุลของอนุมูลอิสระชนิดออกซิเจน (reactive oxygen species; ROS) ทำให้พบการเพิ่มขึ้นของ ROS ภายในเซลล์ (Foyer, Descourvieres, Kunert, 1994; Hodges, 2003) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดความเครียดออกซิเดชัน และกระตุ้นให้เซลล์เกิดความเสียหายมากขึ้น พืชโดยทั่วไปมีความสามารถป้องกันตนเองต่อความเครียดเบื้องต้นได้ โดยพัฒนาระบบต้านอนุมูลอิสระเพื่อกำจัดหรือลดการสะสมของ ROS เอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) และ Catalase (CAT) เป็นส่วนหนึ่งของระบบต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันความเสียหายของเซลล์ จากการลดความรุนแรงและลดการสะสมของ ROS (Davies, 1986; Mittler, 2002)

กิจกรรมของเอนไซม์ SOD ลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.28A) ซึ่งการจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM ช่วยชะลอการลดลงของกิจกรรมของเอนไซม์ SOD ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษา ขณะที่ชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่วันที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย TSP 1.52 mM สามารถชะลอการลดลงของเอนไซม์ SOD ได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากชุดควบคุมมีเอนไซม์ SOD ลดลงอย่างรวดเร็วใน 10 ส่วนการจุ่มด้วย TSP 1.52 3.05 และ 4.57 mM พบการลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ SOD ของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการผันแปรใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตั้งแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 15 จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ CAT ซึ่งพบการเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.28B) มะม่วงทุกรวมวิธีมีกิจกรรมของเอนไซม์ CAT ลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา จากนั้นพบการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ CAT ได้มากกว่าชุดควบคุมและการจุ่มด้วย TSP 1.52 mM อย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 และ 20 นอกจากนี้ พบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เนื่องจากมะม่วงทุกรวมวิธีมีกิจกรรมของเอนไซม์ CAT ลดลงอย่างรวดเร็ว แต่การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM ยังคงกระตุ้นการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ CAT มากที่สุด



รูปที่ 4.28 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD (A) และ Catalase; CAT (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

จากผลการทดลองพบว่า การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด โดยช่วยชะลอการสุกของผล จากการคงคุณภาพของสีเปลือก ชะลอการเปลี่ยนแปลงรสชาติ พร้อมทั้งชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ นอกจากนี้ การจุ่มด้วย TSP 3.05 และ 4.57 mM สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวอย่างชัดเจน จากการช่วยคงความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยชะลอการเกิดรอยคล้ำที่บริเวณเปลือกน้อยที่สุด รวมทั้งมีการร่วงไหลของประจุและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยที่สุด และลดการสะสมปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และกระตุ้นระบบการต้านอนุมูลอิสระทั้งแบบไม่ใช้เอนไซม์และแบบเอนไซม์ โดยคงปริมาณฟีนอล ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT สูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง TSP 3.05 และ 4.57 mM จึงเลือก TSP 3.05 mM ไปศึกษาเพิ่มเติม

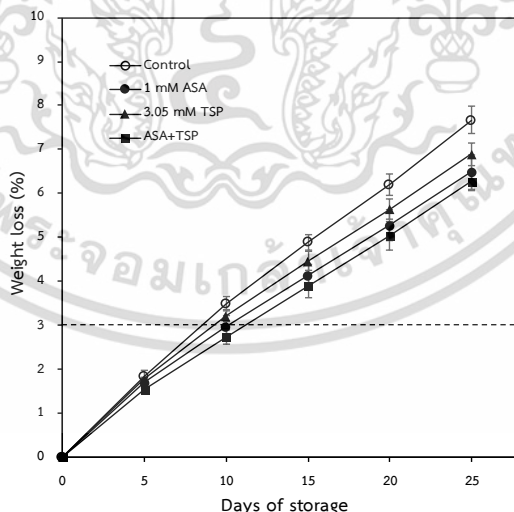
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลของกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

จากผลการศึกษาก่อนหน้า สามารถเลือกความเข้มข้นที่ดีที่สุดของแต่ละการศึกษาได้ดังนี้ กรดอะซิติกซาลิไซลิก 1 mM และไตรโซเดียมฟอสเฟต 3.05 mM โดยนำความเข้มข้นดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการศึกษาต่อไปนี้

4.3.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหลังการเก็บเกี่ยวมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล อาจส่งผลให้น้ำหนักสดลดลง และเกิดการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจ รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลเสียอย่างเห็นได้ชัด คือ สูญเสียความเต่ง ความแน่นเนื้อ สี รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ ยังเร่งให้เกิดการสุกและเสื่อมสภาพ ทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคและไวต่อการสะท้านหนาว ซึ่งมีการรายงานว่าเป็นผลจากการสูญเสียน้ำหนัก (Kays & Paull, 2004) จากการศึกษาพบว่า การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.29) ในช่วง 20 วันแรกของการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ หลังจากนั้น ในวันที่ 25



รูปที่ 4.29 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักที่สูงที่สุด ขณะที่การจุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก (ASA) ไตรโซเดียมฟอสเฟต (TSP) และกรดซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต (ASA+TSP) สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างกับการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว

การเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำอาจส่งผลให้เนื้อเยื่อพืชถูกทำลาย เนื่องจากอุณหภูมิต่ำส่งผลให้โครงสร้างของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเจลแข็ง โดยคาดว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการหดตัวและเกิดรอยหรือช่องเปิดที่นำไปสู่การรั่วไหลของประจุ พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถในการซึมผ่าน (Lyons, 1973) ซึ่งรวมไปถึงการซึมผ่านของน้ำภายในเซลล์ด้วย จากการศึกษาพบว่า ASA และ TSP มีประสิทธิภาพช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวได้ (รูปที่ 4.38) อาจช่วยรักษาความสมบูรณ์ของเนื้อเยื่อที่อยู่ภายใต้ความเครียดอุณหภูมิต่ำ และมีการสูญเสียของเหลวออกภายนอกเซลล์น้อยลง จึงสามารถรักษาน้ำหนักสดของผลได้ดีกว่าชุดควบคุม

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกมะม่วงก่อนเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 77 และลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.30A) ในช่วง 15 วันแรกของการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ภายหลังจากนั้น พบว่าชุดควบคุมมีค่า L^* ต่ำกว่าการจุ่มด้วย ASA TSP และ ASA+TSP ตลอดการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 20 และ 25 ซึ่งการจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยรักษาค่า L^* ของเปลือก มีค่าเท่ากับ 71.55 และ 70.96 ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมมีค่า L^* เท่ากับ 68.44 และ 67.02 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา พบว่ามีค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.30B) โดยชุดควบคุมมีค่า a^* สูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนการจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a^* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 5 20 และ 25 ของการเก็บรักษา

ค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกมะม่วงชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 5 ขณะที่การจุ่มด้วย ASA TSP และ ASA+TSP ช่วยชะลอการลดลงของค่า b^* โดยพบการลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 (รูปที่ 4.30C) นอกจากนี้ ในช่วงท้ายของการเก็บรักษาพบว่า การจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถรักษาความเป็นสีเหลืองของเปลือกได้ดีที่สุด ถัดมาคือ ASA และ TSP ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมมีค่า b^* ต่ำที่สุด จึงพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 5 20 และ 25 ของการเก็บรักษา

ค่าแฉะสี (h°) ของเปลือกมะม่วงก่อนเก็บรักษาอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับแฉะสีเหลือง (90°) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 87.16° หลังจากเก็บรักษาพบว่าค่า h° ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีแนวโน้มเข้าใกล้ตำแหน่งของแฉะสีส้ม (45°) (รูปที่ 4.30D) โดยการจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพในการรักษาค่า h° ได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นการจุ่มด้วย ASA และ TSP ตามลำดับ ซึ่งในทุกกรรมวิธีที่มีการจุ่มด้วยสารพบว่าค่า h° สูงกว่าชุดควบคุมอย่างชัดเจน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) วันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา

ค่าความเข้มสี (C) ของเปลือกมะม่วง พบว่ามะม่วงชุดควบคุมมีค่า C ลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 5 ขณะที่การจุ่มด้วย ASA TSP และ ASA+TSP มีค่า C ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 (รูปที่ 4.30E) หลังจากนั้น พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถรักษาค่า C ของสีผลได้ดีที่สุด โดยมีค่า C เท่ากับ 32.74 ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 28.63 อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

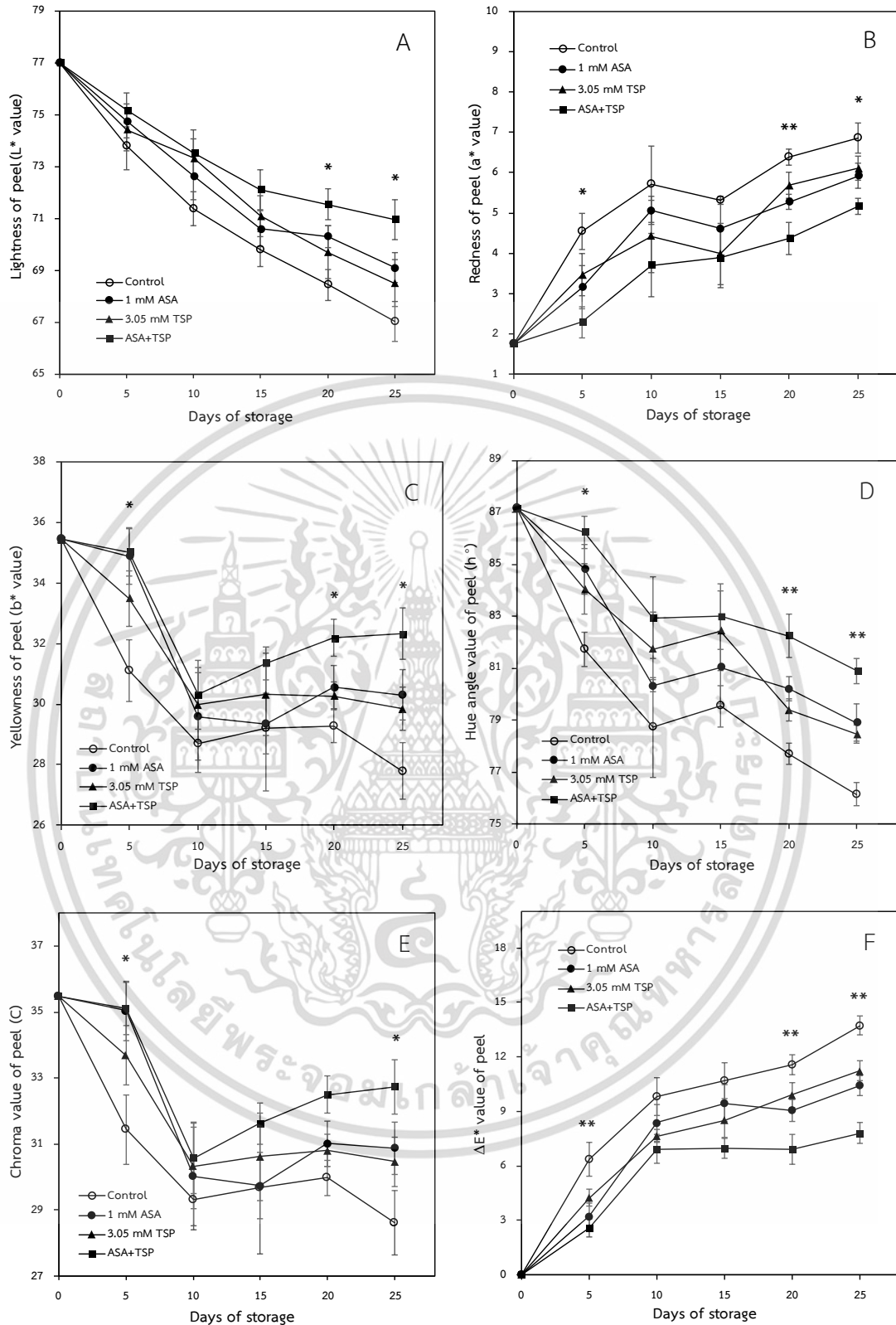
เปลือกมะม่วงมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.30F) ในช่วงแรกของการเก็บรักษา การจุ่มด้วย ASA TSP และ ASA+TSP มีค่า ΔE^* น้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) วันที่ 5 หลังจากนั้น พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพในการรักษาสีผลโดยรวมได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว และมีค่า ΔE^* ต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) วันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ซึ่งอาจเป็นผลจากคุณสมบัติของสารทั้ง 2 ชนิด เนื่องจาก ASA และ TSP สามารถลดการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ ดังนั้น การนำสารมาใช้ร่วมกันอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำ จึงช่วยลดการเกิดความคล้ำที่เปลือกมะม่วง และมีสีเปลือกโดยรวมดีกว่าการจุ่มด้วยสารเพียงชนิดเดียว

Rungpichayapichet, Mahayothee, Khuwijtjaru, Nagle, & Müller, (2015) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองระหว่างกระบวนการสุก โดยการเพิ่มขึ้นของค่า a^* และ b^* แสดงถึงการเปลี่ยนเป็นสีแดงและเหลือง เกิดจากสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้รงควัตถุชนิดแคโรทีนอยด์ปรากฏขึ้น นอกจากนี้ แคโรทีนอยด์ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการสุกของมะม่วง ส่งผลให้มีค่า C เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่า L^* และ h° ลดลง สำหรับการศึกษานี้ พบการเปลี่ยนแปลงค่า b^* และ C ต่างจากการรายงานข้างต้น เนื่องจากมีการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 6 ± 2 องศาเซลเซียส ซึ่งความเครียดจากอุณหภูมิต่ำส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก โดยแสดงอาการเปลือกสีคล้ำจากการสะท้อนหนาว จึงพบการลดลงของค่า b^* และ C ในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากอาการสะท้อนหนาวบดบังความเป็นสีเหลืองของเปลือก พร้อมทั้งส่งผลให้เปลือกมีสีส้มไม่สดใสหรือมีสีหม่น สอดคล้องกับ Suwapanich (2006) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของ

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่ามะม่วงแสดงอาการ สะท้อนหนาวจากความเครียดอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้เปลือกของมะม่วงมีค่า a^* เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b^* h° และ C ลดลง อย่างไรก็ตาม แม้ค่า L^* ของเปลือกมะม่วงแสดงแนวโน้มลดลงไม่ชัดเจน แต่เมื่อเทียบกับ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น (13 และ 25 °C) พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มะม่วงมีค่า L^* ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่น ๆ

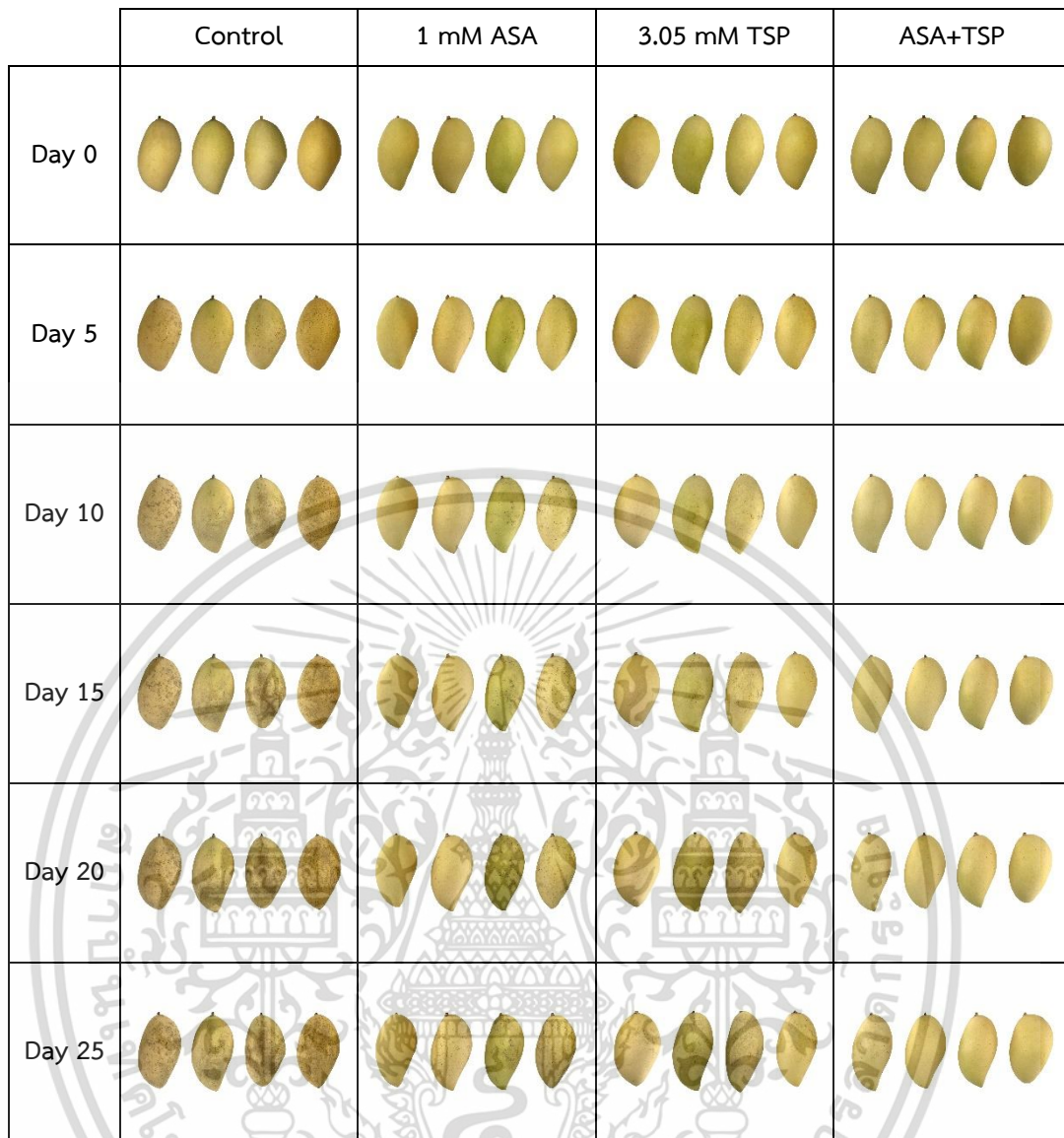


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



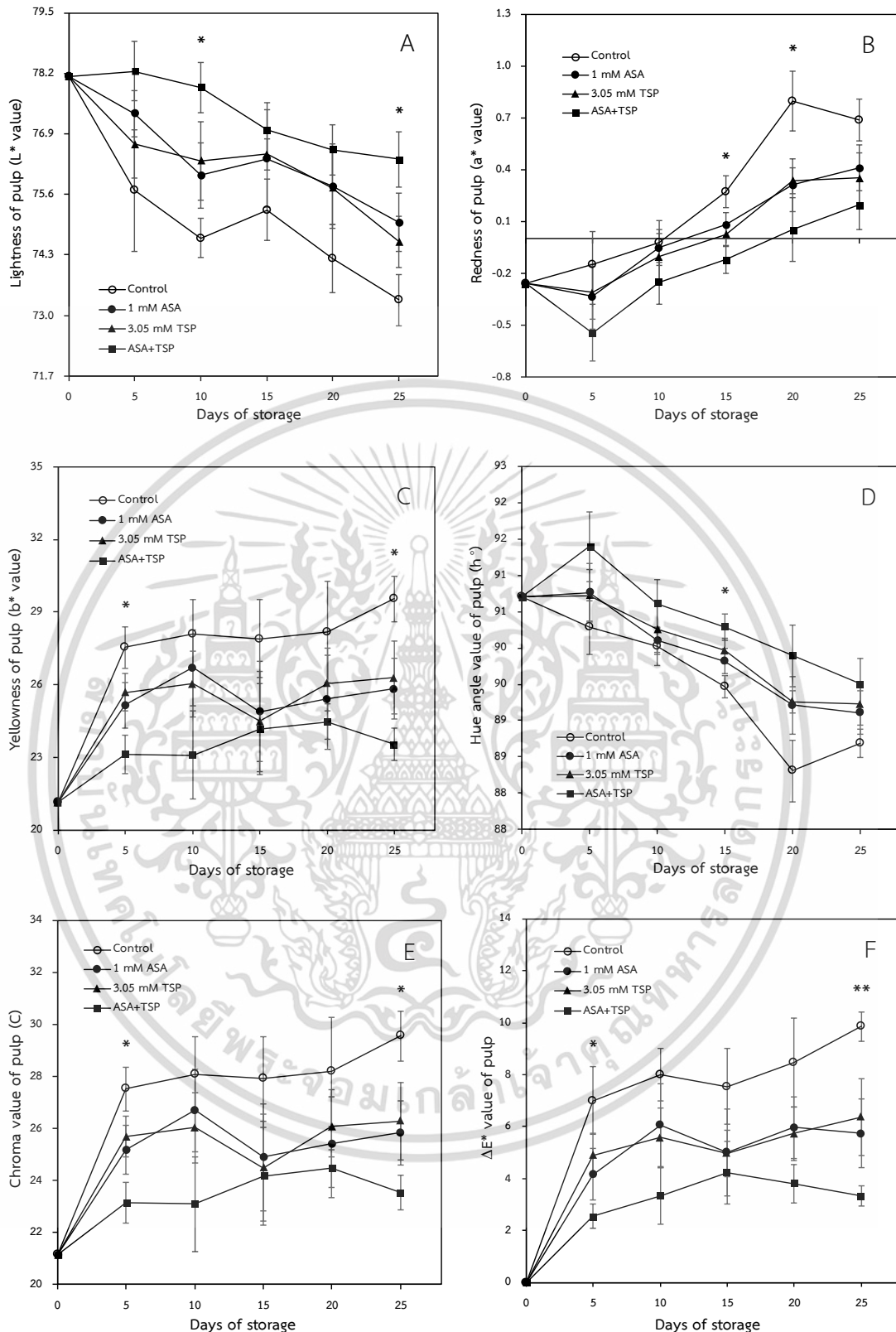
รูปที่ 4.31 ลักษณะปรากฏของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

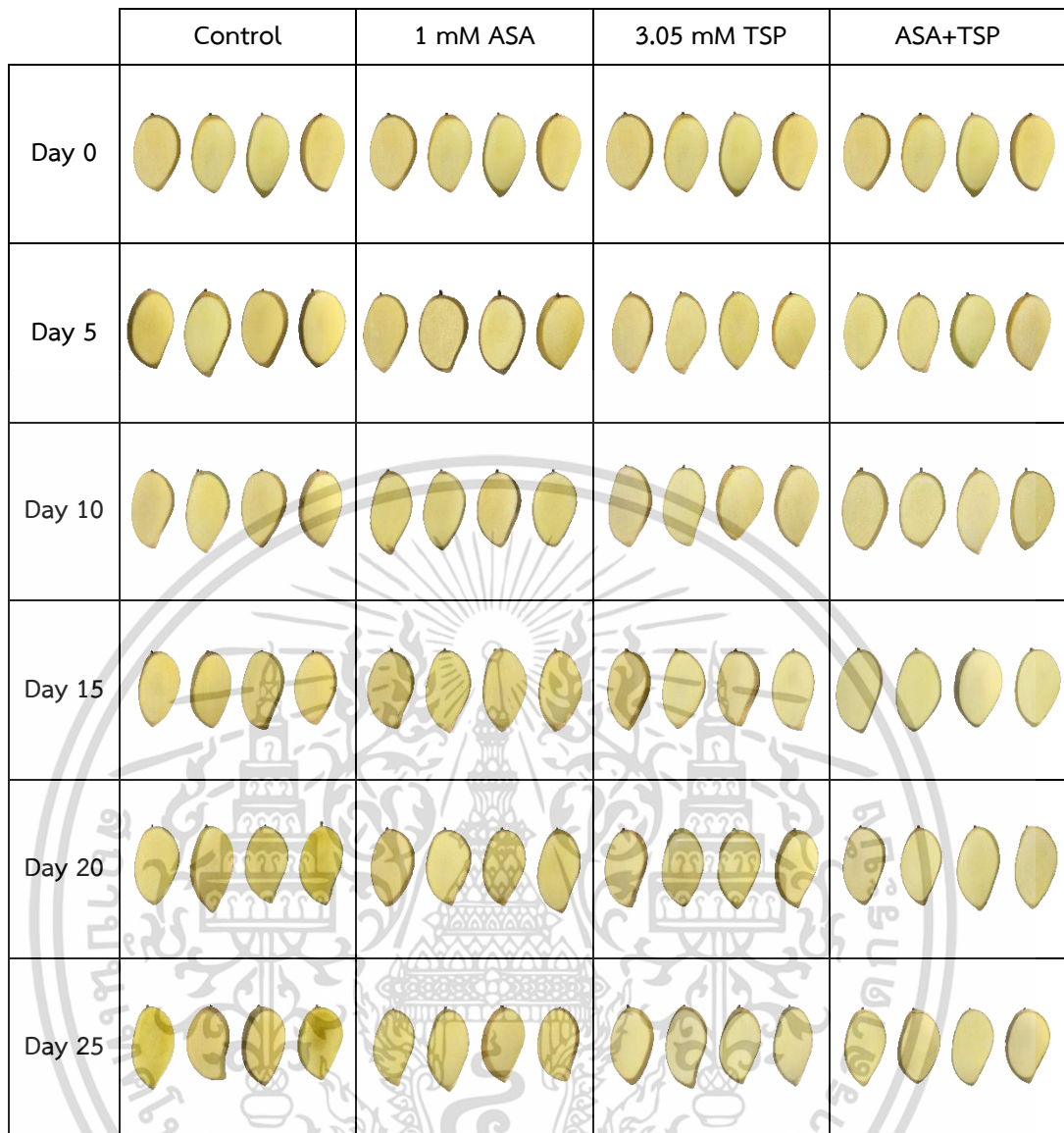
ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.32A) โดยพบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 10 และ 25 ของการเก็บรักษา เนื่องจากชุดควบคุมมีค่า L^* ต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA TSP และ ASA+TSP ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพในการรักษาค่า L^* ของเนื้อมะม่วงได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ เนื้อมะม่วงมีค่าสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.32B และ 4.32C) พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a^* และ b^* ขณะที่ชุดควบคุมมีค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยการเปลี่ยนแปลงค่า a^* พบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 และ 20 ส่วนค่า b^* พบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 5 และ 25 อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพในการรักษาค่า a^* และ b^* ของเนื้อมะม่วงได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว การเปลี่ยนแปลงเฉดสี (h°) ของเนื้อมะม่วง สัมพันธ์กับค่า a^* และ b^* โดยเนื้อมะม่วงมีเฉดสีเหลือง และเปลี่ยนเป็นเฉดสีเหลืองอมส้มหลังเก็บรักษา (รูปที่ 4.32D) มะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่า h° ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถรักษาค่าเฉดสีเหลืองของเนื้อมะม่วง ซึ่งมีค่า h° สูงกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสี (C) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.32E) ซึ่งมีทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลง h° ของเนื้อมะม่วง เนื่องจากเนื้อมะม่วงมีสีเหลืองเข้มหรือเหลืองอมส้มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยการเพิ่มขึ้นของค่า C บ่งชี้ว่าเนื้อมะม่วงมีความอึดตัวของสีสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP ชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า C ส่งผลให้มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุมและการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียวตลอดการเก็บรักษา และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 5 และ 25 สอดคล้องกับ Chaiyaranachote (2016) รายงานการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองระหว่างการบ่มให้สุก พบว่าเนื้อมีความสว่าง (L^*) ลดลงเนื่องจากมีสีเข้มขึ้นตามระยะการสุก (C) โดยเนื้อมะม่วงก่อนเก็บรักษามีสีเหลืองอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มเมื่อบ่มให้สุก ส่งผลให้ค่าเฉดสี (h°) จาก $91.29 \pm 1.89^\circ$ ลดลงเหลือเพียง $74.11 \pm 1.35^\circ$ ซึ่งมีทิศทางเดียวกับการเพิ่มขึ้นของสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*)

เนื้อมะม่วงมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.32F) โดยสีเนื้อโดยรวมของชุดควบคุมมีคุณภาพต่ำกว่าการจุ่มด้วย ASA TSP และ ASA+TSP ตลอดการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพในการรักษาสีเนื้อโดยรวมได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว และพบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 5 และ 25 ของการเก็บรักษา



รูปที่ 4.32 ค่าความสว่าง (A) ค่าสีแดง (B) ค่าสีเหลือง (C) ค่าเฉดสี (D) ค่าความเข้มสี (E) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (F) ของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

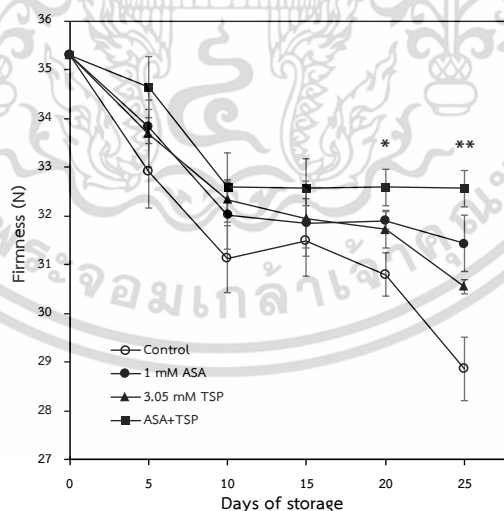


รูปที่ 4.33 ลักษณะปรากฏของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ลิซาลิไซลิก ร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ความแน่นเนื้อ

การอ่อนนุ่มของผล เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการยอมรับจากผู้บริโภค ซึ่งอายุการเก็บรักษา เชื้อโรค และความเสียหายทางกายภาพ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น (Goulao & Oliveira, 2008) การอ่อนนุ่มของผลเป็นลักษณะสำคัญที่เกิดจากกระบวนการสุก และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ ในการศึกษาทางชีวเคมี พบว่าการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ระหว่างการสุกเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของเพคติน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส (Seymour, Colquhoun, Dupont, Parsley, & Selvendran, 1990) โดยถูกกระตุ้นจากเอนไซม์ย่อยสลายผนังเซลล์หลายชนิด เช่น Polygalacturonase (PG), Pectin methylesterase (PME), Pectate lyase (PL) และ β -galactosidase (β -Gal) (Amnuaysin, Jones, & Seraypheap, 2012) จากการศึกษาพบว่า ความแน่นเนื้อของมะม่วงทุกกรรมวิธีลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.34) โดยความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา ส่วนวันที่ 15 พบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นพบว่าความแน่นเนื้อของชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่การจุ่มสารช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ ส่งผลให้มีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 20 และ 25 ซึ่งการจุ่มด้วย ASA+TSP เป็นกรรมวิธีที่สามารถรักษาความแน่นเนื้อของมะม่วงได้ดีที่สุดเท่ากับ 3.32 และ 3.32 นิวตัน ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 3.14 และ 2.94 นิวตัน ตามลำดับ

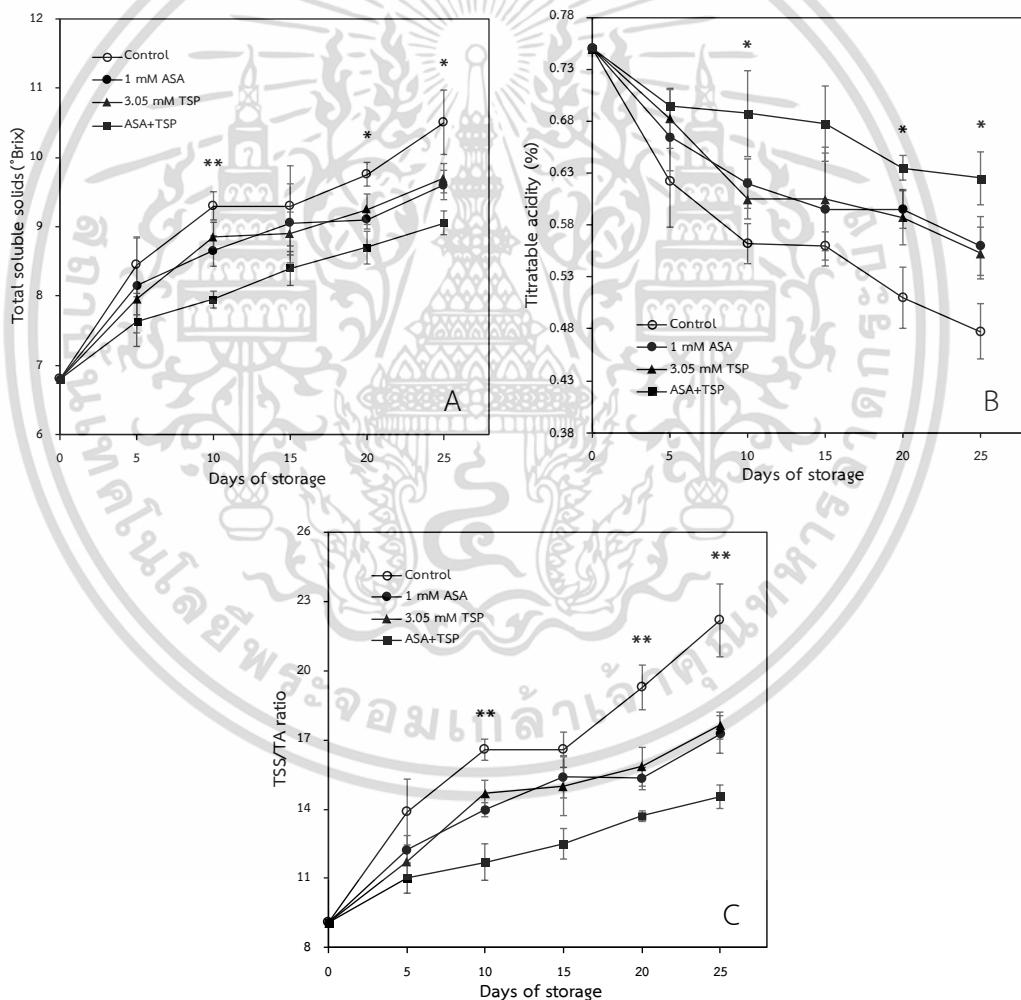


รูปที่ 4.34 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และอัตราส่วน TSS/TA

ระหว่างการเก็บรักษาพบว่ามะม่วงทุกรวมวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 4.35A) และพบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 10 20 และ 25 ของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีค่า TSS สูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของ TSS ได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของ TSS แปรผกผันกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) โดย TA มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.35B) แต่มีการผันแปรคล้ายคลึงกัน คือ พบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 10 20 และ 25 ของการเก็บรักษา และชุดควบคุมมีค่า TA ต่ำที่สุด ขณะที่การจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถรักษาค่า TA ได้ดีที่สุด



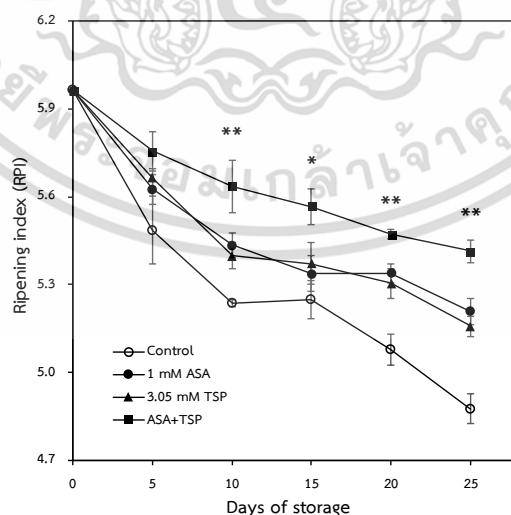
รูปที่ 4.35 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) และอัตราส่วน TSS/TA (C) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารตั้งต้นของกระบวนการหายใจที่สำคัญของผลไม้ส่วนใหญ่คือ คาร์โบไฮเดรตและกรดอินทรีย์ (Gundewadi, Reddy, & Bhimappa, 2018) ระหว่างการพัฒนาของผลไม้ ปริมาณกรดอินทรีย์มักจะแปรผกผันกับปริมาณน้ำตาล โดยเมื่อผลไม้สุก ปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการสลายตัวของแป้งจะมีการสะสมมากขึ้น ขณะที่ปริมาณกรดอินทรีย์จะลดลงอย่างต่อเนื่อง (Seymour, Østergaard, Chapman, Knapp, & Martin, 2013) จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำตาล (TSS) ต่อปริมาณกรด (TA) ของมะม่วง พบว่าทุกกรรมวิธีมีอัตราส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.35C) โดยชุดควบคุมมี TSS/TA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีค่าสูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วยสารสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของ TSS/TA ได้ อย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP ให้ผลไม่แตกต่างกับการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว

4.3.6 ดัชนีการสุก

การศึกษาเบื้องต้นของ Chaiyaratnatchote (2016) รายงานการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการสุก (RPI) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง พบว่าก่อนเก็บรักษามีค่า RPI เท่ากับ 6.19 และเมื่อบ่มเป็นเวลา 7 วัน ส่งผลให้ค่า RPI ลดลงอย่างมาก เท่ากับ 1.31 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า RPI มีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามะม่วงทุกกรรมวิธีเข้าสู่ระยะสุกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาและมีค่า RPI ลดลงอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 4.36) ก่อนเก็บรักษามีค่า RPI เท่ากับ 5.96 และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษามีค่า RPI ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.87 โดยชุดควบคุมพบค่า RPI ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดการเก็บรักษา



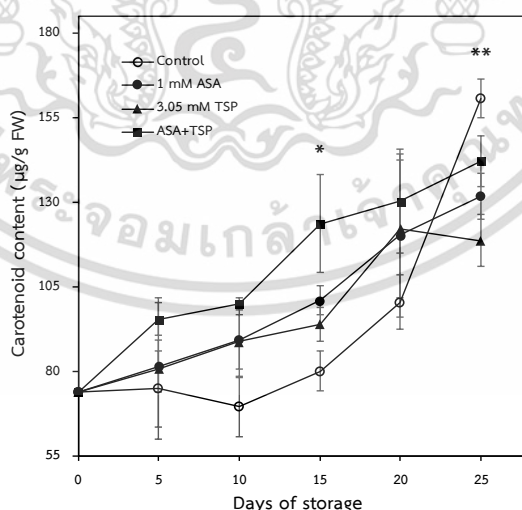
รูปที่ 4.36 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่การจุ่มด้วยสารสามารถชะลอการลดลงของค่า RPI ได้อย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่วันที่ 10 ถึงวันที่ 25 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว

4.3.7 ปริมาณแคโรทีนอยด์

ผลมะม่วงโดยทั่วไปมีสีเขียว สีเหลือง และสีแดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุสำคัญที่ทำให้ผลไม้มีสีเหลืองหรือสีแดง (Luo et al., 2019) สีเปลือกมักใช้เป็นตัวบ่งชี้ระยะการสุกของผล มะม่วงส่วนใหญ่จะเปลี่ยนสีเปลือกจากเขียวไปเป็นเหลืองหรือเหลืองส้มหรือแดงอมชมพู แต่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นพันธุ์ที่มีผลสีเหลืองสดตั้งแต่ระยะผลอ่อน และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทองเมื่อสุกเต็มที่ (Penchaiya & Tijksens, 2015) นอกจากนี้ แคโรทีนอยด์มีอิทธิพลต่อการทนทานความเครียดออกซิเดชันของผลไม้ การศึกษาก่อนหน้าพบว่าเกรปฟรุ้ตพันธุ์สีขาว (white grapefruit) มีปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมในเปลือกน้อยมาก และมีแนวโน้มที่จะเกิดการสลายตัวมากกว่าเกรปฟรุ้ตพันธุ์สีแดง (red grapefruit) (Lado, Rodrigo, Cronje, & Zacarias, 2015) สอดคล้องกับการรายงานของ Lado, Rodrigo, López-Climent, Gómez-Cadenas, & Zacarias (2016) การสะสมปริมาณแคโรทีนอยด์ในเกรปฟรุ้ตแดงช่วยเพิ่มความทนทานต่อการเกิดอาการสลายเนื้อ ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง พร้อมทั้งมีความสามารถในการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygen) และกิจกรรมของเอนไซม์ Catalase เพิ่มขึ้น



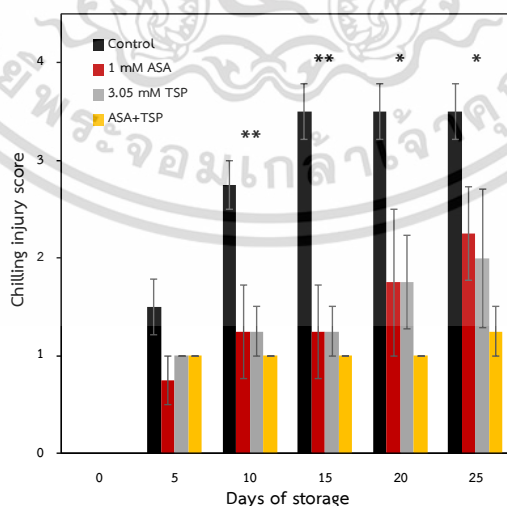
รูปที่ 4.37 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแคโรทีนอยด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 4.37) โดยวันที่ 5 ถึง 20 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีปริมาณแคโรทีนอยด์น้อยที่สุด ขณะที่การจุ่มด้วย ASA+TSP มีการสะสมปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด จากคุณสมบัติของ ASA และ TSP สามารถลดความเครียดจากอนุมูลอิสระได้ เมื่อนำมาใช้ร่วมกันอาจช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพให้เกิดการทนทานต่อความเครียดมากกว่าการเลือกจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว จึงกระตุ้นให้เกิดการสะสมปริมาณแคโรทีนอยด์มากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดควบคุมมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผลมะม่วงชุดควบคุมมีระยะเวลาการสุกมากกว่ากรรมวิธีอื่น

4.3.8 การเกิดอาการสะท้อนหนาว

มะม่วงชุดควบคุมมีความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวมากกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดการเก็บรักษา โดยการจุ่มด้วยสารสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 4.38) จากการประเมินความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาว พบความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา สำหรับวันที่ 10 ถึง 20 พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP แสดงอาการสะท้อนหนาวไม่แตกต่างกับการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว ส่วนวันที่ 25 พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP แสดงความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวเพียง 20% (1.25 คะแนน) ซึ่งน้อยกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP ที่มีความรุนแรง 40% (2.25 และ 2 คะแนน ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวได้ 64.29% เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มี



รูปที่ 4.38 คะแนนการเกิดอาการสะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก

ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

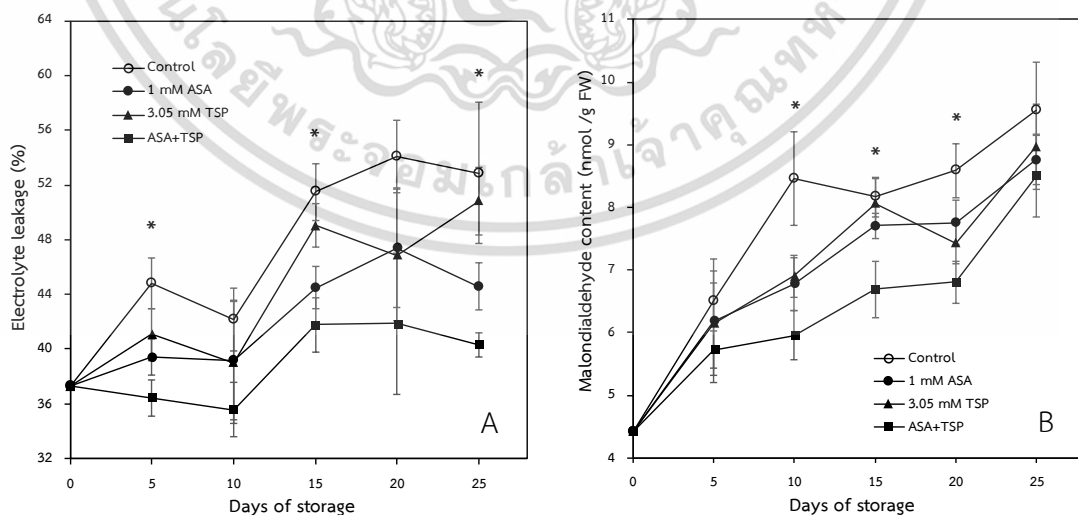
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความรุนแรงเท่ากับ 3.50 อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลจากกรดซาลิไซลิก (SA) เนื่องจาก ASA ถูกเปลี่ยนเป็น SA ในเนื้อเยื่อของผลิตผล ซึ่ง SA มีประสิทธิภาพลดการเกิดอาการสะท้อนหนาวในผลทับทิมได้ (Sayyari, Babalar, Kalantari, Serrano, & Valero, 2009) สอดคล้องกับ Ge, W. (2020) รายงานประสิทธิภาพการใช้ TSP ร่วมกับ SA พบว่าการจุ่มด้วย TSP+SA สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้อนหนาวของพริกหยวกได้ดีกว่าการจุ่มด้วย TSP หรือ SA เพียงชนิดเดียว และมี CI index ต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา

4.3.9 อัตราการรั่วไหลของประจุ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์

ผลิตผลที่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ และนำไปสู่การรั่วไหลของประจุที่เพิ่มขึ้น (Raison & Orr, 1990; Shadmania, Ahmada, Saarib, Dinga, & Tajidin, 2015) สอดคล้องกับผลการศึกษาของมะม่วง พบว่าอัตราการรั่วไหลของประจุ (EL) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 4.39A) ช่วงแรกของการเก็บรักษาพบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จากนั้นมะม่วงทุกระบบวิธีมีค่า EL เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 15 จนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยมะม่วงชุดควบคุมมีค่า EL สูงที่สุด ขณะที่การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ส่งผลให้มีค่า EL ต่ำที่สุด และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) วันที่ 5 15 และ 25 ของการเก็บรักษา ซึ่งความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นผลจากปฏิกิริยา Lipid peroxidation เนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้รับผลกระทบจากอนุมูล



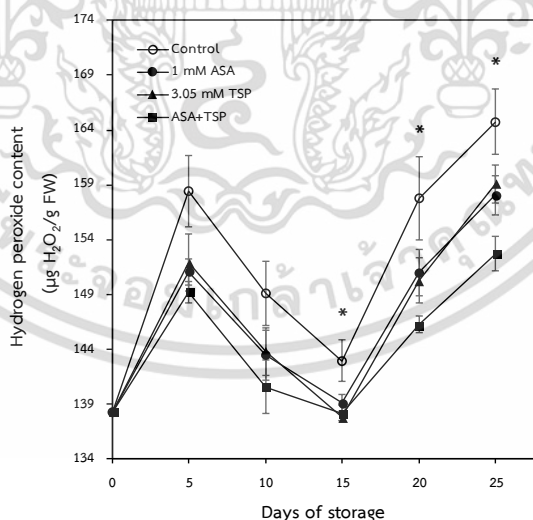
รูปที่ 4.39 อัตราการรั่วไหลของประจุ (A) และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิสระ (reactive oxygen species) (Liu et al. 2015) และการตรวจวัด Malondialdehyde (MDA) 4-Hydroxynonenal (HNE) และ F2-isoprostanes ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของความเครียดออกซิเดชัน (ปฏิกิริยา lipid peroxidation) (Tsikas, 2017) จากการศึกษาพบว่า ปริมาณ MDA เพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.39B) โดยชุดควบคุมมีปริมาณ MDA สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของ MDA ได้อย่างมีนัยสำคัญ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 10 15 และ 20 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพช่วยลดการเกิดความเครียดออกซิเดชันได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว

4.3.10 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ความเครียดจากอุณหภูมิต่ำจะกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ จากลักษณะของเหลว (liquid crystalline) เปลี่ยนเป็นเจลแข็ง (solid gel) ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการรั่วไหลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเปลี่ยนสถานะของเยื่อหุ้มเซลล์เกี่ยวข้องกับการเกิด lipid peroxidation จากการสะสมอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) มากเกินไป เช่น singlet oxygen, $O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 และ $\cdot OH$ ซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียโครงสร้างและคุณสมบัติการเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ (Sevillano, Sanchez-Ballesta, Romojaro, & Floresco, 2009)



รูปที่ 4.40 คะแนนการเกิดอาการระส่ำระสนวนของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

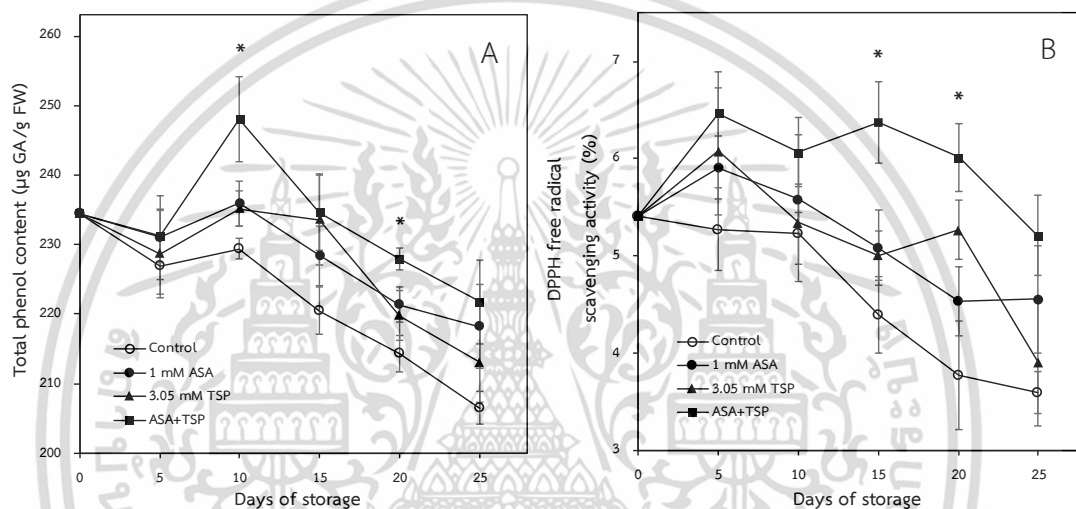
จากการศึกษาพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เพิ่มขึ้นฉับพลันเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 และ 15 จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.40) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 อย่างฉับพลันในวันที่ 5 อาจบ่งชี้ถึงการเกิดความเครียดออกซิเดชัน เป็นการตอบสนองของผลมะม่วงต่อการสะท้อนหนาวในช่วงแรกของการเก็บรักษา (Shewfelt & del Rosario, 2000) อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 และมีปริมาณต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา นอกจากนี้ การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพบความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) วันที่ 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา

4.3.11 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

สารประกอบฟีนอลเป็นหนึ่งในสารต้านอนุมูลอิสระแบบไม่ใช้เอนไซม์ที่สำคัญที่สุดในมะม่วง ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันระหว่างปริมาณฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ตอบสนองต่ออนุมูลที่ลดลง โดยปริมาณฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะลดลงตามระยะเวลาที่สัมผัสกับอนุมูลต่ำ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของปริมาณฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ สามารถช่วยให้พืชทนทานต่อการสะท้อนหนาว (Barman & Asrey, 2014; Tarabih, 2020) สอดคล้องกับผลการศึกษา พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่สัมผัสกับอนุมูลต่ำ นอกจากนี้ การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยรักษาปริมาณฟีนอลและ DPPH ได้อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 4.41A และ 4.41B) ซึ่งสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวที่ลดลง (รูปที่ 4.38)

ปริมาณฟีนอลของมะม่วงทุกกรรมวิธีลดลงในวันที่ 5 และเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 โดยการจุ่มด้วย ASA+TSP พบการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นพบว่ามะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณฟีนอลลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การจุ่มด้วย ASA+TSP ยังคงสามารถรักษาปริมาณฟีนอลได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดการเก็บรักษา ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติวันที่ 10 และ 20 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.41A) ซึ่งสารประกอบฟีนอลและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลจะอยู่แยกจากกันในช่องเซลล์ที่ล้อมรอบเซลล์ด้วยเยื่อหุ้มเฉพาะ โดยความเครียดอนุมูลต่ำจะกระตุ้นให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ ส่งผลให้สารตั้งต้นและเอนไซม์รั่วไหลออกจากเซลล์มาอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน จึงเกิดกิจกรรมของเอนไซม์และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Huang, Jian, Jiang, Duan, & Qu, 2016; Promyou, Ketsa, Doorn, 2008) เนื่องจากสารประกอบฟีนอลเป็นสารตั้งต้นหลักของปฏิกิริยานี้ ปริมาณของสารประกอบฟีนอลจึงลดลงระหว่างการเก็บรักษาที่อนุมูลต่ำ (Luo et al., 2015; Huang et al., 2016) นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของ

DPPH สัมพันธ์กับปริมาณฟีนอล พบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 4.41B) โดย DPPH ของชุดควบคุมพบการลดลงตั้งแต่ช่วงแรกของการเก็บรักษา และลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA, TSP และ ASA+TSP ช่วยกระตุ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และพบการเพิ่มขึ้นของ DPPH ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นพบว่า การจุ่มด้วย ASA หรือ TSP มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา ขณะที่การจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถชะลอการลดลงของ DPPH ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบการลดลงของ DPPH ในวันที่ 25 ส่งผลให้พบความแตกต่างทางสถิติวันที่ 15 และ 20 ของการเก็บรักษา



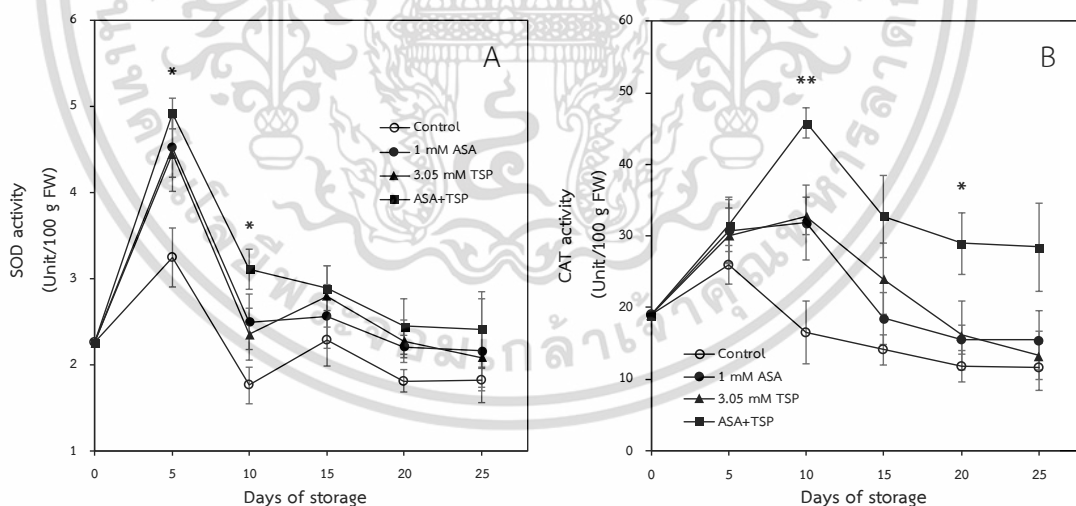
รูปที่ 4.41 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (A) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซัลไฟด์ร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

4.3.12 กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาก่อนหน้า รายงานผลกระทบของอุณหภูมิต่ำต่อเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยพบว่า การเก็บรักษา มะม่วงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส (Chongchatuporna et al., 2013) อย่างไรก็ตาม การกระตุ้นหรือการคงไว้ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT สามารถลดการสะสมอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) และช่วยให้มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทนทานต่อการสั่ทำนหนาว (Junmatong et al., 2015) สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบว่า การจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT เพิ่มขึ้น (รูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.42A และ 4.42B) ซึ่งส่งผลให้มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีความรุนแรงของอาการระเหี่ยวหนวดลดน้อยลง (รูปที่ 4.38) สำหรับการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) พบการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 หลังจากนั้นลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.42A) โดยพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วันที่ 5 และ 10 ของการเก็บรักษา เนื่องจากการจุ่มด้วย ASA+TSP ช่วยกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ SOD สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา และมีประสิทธิภาพดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ในทำนองเดียวกัน กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase (CAT) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกับ SOD โดยเอนไซม์ CAT เพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษา จากนั้นลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (รูปที่ 4.42A) มะม่วงทุกกรรมวิธีมีกิจกรรมของเอนไซม์ CAT เพิ่มขึ้นในวันที่ 5 แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP มีกิจกรรมของเอนไซม์ CAT เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ซึ่งมากกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว ขณะที่เอนไซม์ CAT ของชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้พบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในวันที่ 10 นอกจากนี้ ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา พบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP สามารถชะลอการลดลงของเอนไซม์ CAT ได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา



รูปที่ 4.42 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD (A) และ Catalase; CAT (B) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

จากผลการทดลองพบว่าการจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพรักษาคุณภาพและลดความรุนแรงจากความเครียดที่อุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าการจุ่มด้วย ASA หรือ TSP เพียงชนิดเดียว โดยการจุ่มด้วย ASA+TSP ส่งผลให้มะม่วงเข้าสู่ระยะการสุกช้าลง สัมพันธ์กับการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ และรสชาติ พร้อมทั้งชะลอการเพิ่มขึ้นของแคโรทีนอยด์ที่เป็นตัวบ่งชี้ระยะการสุกของผล นอกจากนี้ การจุ่มด้วย ASA+TSP เป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด เนื่องจากช่วยลดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีค่าการรั่วไหลของประจุและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ลดน้อยลง พร้อมทั้งช่วยลดการสะสมอนุมูลอิสระชนิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ขณะที่ปริมาณฟีนอล ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT มีมากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดความสมดุลภายในเซลล์มากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลของกรดอะซิติกซาลิไซลิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การจุ่มด้วย ASA 1 mM นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวลง 36.84% ลดการร่วงไหลของประจุ มาลอนไดอัลดีไฮด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพิ่มการสะสมปริมาณฟีนอล กระตุ้นความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ และกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT พร้อมทั้งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงรสชาติ (TSS, TA & TSS/TA) ดัชนีการสุก และปริมาณแคโรทีนอยด์

5.1.2 ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การจุ่มด้วย TSP 3.05 mM นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวลง 42.10% ลดการร่วงไหลของประจุ มาลอนไดอัลดีไฮด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพิ่มการสะสมปริมาณฟีนอล กระตุ้นความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ และกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT พร้อมทั้งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเปลี่ยนแปลงรสชาติ (TSS, TA & TSS/TA) ดัชนีการสุก และปริมาณแคโรทีนอยด์

5.1.3 ผลของกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การจุ่มด้วย ASA+TSP มีประสิทธิภาพดีกว่าการเลือกจุ่มด้วยสารเพียงชนิดเดียว โดยช่วยลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวลง 64.29% เนื่องจากสามารถชะลอการร่วงไหลของประจุ ลดการสะสมของมาลอนไดอัลดีไฮด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ขณะเดียวกัน ช่วยเพิ่มการสะสมปริมาณฟีนอล กระตุ้นความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT นอกจากนี้ การลดความรุนแรงจากอาการสะท้านหนาวมีผลต่อการคงคุณภาพของมะม่วง ซึ่งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกและเนื้อ ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงรสชาติ (TSS, TA & TSS/TA) ดัชนีการสุก และปริมาณแคโรทีนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ขั้นตอนคัดเลือกระยะเวลาความแก่ของผลมะม่วงโดยถ่วงน้ำเกลือความเข้มข้น 2% ควรถ่วงน้ำเกลือ 3% ร่วมด้วย และไม่นำผลที่จมน้ำเกลือ 3% ไปใช้ในการศึกษา เนื่องจากมีระยะความแก่เกินกว่ามาตรฐาน (maturity) อาจส่งผลให้แสดงการสุกไม่พร้อมกัน หรือเกิดการสุกแม้อยู่ภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำ (6 ± 2 °C)

5.2.2 การจุ่มด้วยสารอาจเป็นวิธีการที่ยังไม่ครอบคลุมต่อปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวทั้งหมด จึงควรนำวิธีการอื่นมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจุ่มด้วยสาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพของผลมะม่วงต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- Aebi, H. (1984). Catalase *in Vitro*. In: Colowick, S. P., Packer, L., & Kaplan, N. O. **Methods in Enzymology** (pp. 121-126). Florida: Academic Press.
- Agatonovic-Kustrin, S. & Morton, D. W. (2016). Determination of free phenolic acids in plant-derived foods by high-performance thin-layer chromatography with direct 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay. **Journal of Planar Chromatography - Modern TLC**. 29, 121-126.
- Aghdam, M. S, Asghari, M., Babalar, M., & Sarcheshmeh, M. A. A. (2016). Impact of salicylic acid on postharvest physiology of fruits and vegetables. In: Siddiqui, M. W. **Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality** (pp. 243-268). Amsterdam: Elsevier Science.
- Alam, S. M. K., Rahman, M. A., Reza, M. H., Amin, M. N., & Hussen, M. A. M. (2019). Postharvest loss assessment of mango at different stages of supply chain through traditional and improved handling practices. **Advances in Plants & Agriculture Research**. 9(3), 384-388.
- Ali, I., Abbasi, N. A., & Hafiz, I. (2021). Application of calcium chloride at different phenological stages alleviates chilling injury and delays climacteric ripening in peach fruit during low-temperature storage. **International Journal of Fruit Science**. 21(1), 1040-1058.
- Amnuaysin, N., Jones, M. L., & Seraypheap, K. (2012). Changes in activities and gene expression of enzymes associated with cell wall modification in peels of hot water treated bananas. **Scientia Horticulturae**. 142, 98-104.
- AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. USA: Maryland.
- Apel, K. & Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**. 55, 373-399
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**. 24(1), 1-15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Asada, K. (1992). Ascorbate peroxidase-a hydrogen-scavenging enzyme in plants. **Physiologia Plantarum**. 85, 235-241.
- Aung, Y. L., Lorjaroenphon, Y., Rumpagaporn, P., Sae-tan, S., & Jom, K. N. (2021). Comparative investigation of combined metabolomics-flavoromics during the ripening of mango (*Mangifera indica* L.) cv. 'Nam Dok Mai Si Thong' and 'Nam Dok Mai No. 4'. **Plants**. 10(10), 1-16.
- Baldwin, M. (2021). **khwām tæktāng rawāng Salicylic Acid læ Acetylsalicylic Acid** [Difference Between Salicylic Acid and Acetylsalicylic Acid]. Retrieved from: <https://th.strephonsays.com/salicylic-acid-and-acetylsalicylic-acid-10220>.
- Barman, K. & Asrey, R. (2014). Salicylic acid pre-treatment alleviates chilling injury, preserves bioactive compounds and enhances shelf life of mango fruit during cold storage. **Journal of Scientific & Industrial Research**. 73, 713-718.
- Batista-Silva, W., et al. (2018). Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation?. **Frontiers in Plant Science**. 9, 1-20.
- Beckers, G. J. M. & Spoel, S. H. (2006). Fine-tuning plant defence signalling: salicylate versus jasmonate. **Plant Biology**. 8, 1-10.
- Belwal, T., Pandey, A., Bhatt, I. D., Rawal, R. S., & Luo, Z. (2019). Trends of polyphenolics and anthocyanins accumulation along ripening stages of wild edible fruits of Indian Himalayan region. **Scientific Reports**. 9(1), 1-11.
- Ben-Yehoshua, S. & Rodov, V. (2003). Transpiration and water stress. In: Bartz, J. A. & J. K. Brecht. **Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables** (pp. 111-159). New York: Marcel Dekker.
- Bokhary, S. U., Wang, L., Zheng, Y., & Jin, P. (2020). Pre-storage hot water treatment enhances chilling tolerance of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) squash by regulating arginine metabolism. **Postharvest Biology and Technology**. 166, 1-10.
- Bowler, C., Van Montagu, M., & Inze, D. (1992). Superoxide dismutase and stress tolerance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. 43, 83-116.

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*. 28(1), 25-30.
- Brecht, J. K., Nascimento Nunes, M. C., & Maul, F. (2010). **Time-temperature combinations that induce chilling injury of mangos**. Retrieved from: https://www.mango.org/wp-content/uploads/2017/10/Chilling_Injury_Final_Report_Eng.pdf.
- Buanong, M. & Kanlayanarat, S. (2010). Role of methyl jasmonate on changes in carotenoid and beta-carotene contents of mango Fruits (*Mangifera indica* Linn.) 'Nam Dok Mai' after harvest. *Postharvest Newsletter*. 9(4), 1-3. Retrieved from <https://www.phtnet.org/newsletter/download/Issue23.pdf>
- Bunsiri, A. & Siriphanich, J. (2007). **song 'oḵ mamuāng pai tāngprathēt tham yāngrai** [How do I export mangoes to foreign countries?]. Bangkok: Text and Journal Publication Company Limited.
- Cai, C., Li, X., & Chen, K. (2006). Acetylsalicylic acid alleviates chilling injury of postharvest loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. *European Food Research and Technology*. 223, 533-539.
- Chaiyarattanachote, N. (2016). **Near infrared spectroscopy and hyperspectral imaging techniques for detecting internal quality and beta-carotene in mango cv. Nam Dok Mai subcv. Si Thong**. Master's thesis. Silpakorn University.
- Charles, R. J. & Tung, M. A. (1973). Physical, theological and chemical properties of bananas during ripening. *Journal of Food Science*. 38, 456-459.
- Chaudhary, P. R., Jayaprakasha, G. K., Porat, R., & Patil, B. S. (2014). Low temperature conditioning reduces chilling injury while maintaining quality and certain bioactive compounds of 'Star Ruby' grapefruit. *Food Chemistry*. 153, 243-249.
- ChemicalBook. (2023). Properties of trisodium phosphate. Retrieved from: https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB4364607.htm.
- Chen, N. M. & Paull, R. E. (1986). Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 111(2): 639-643.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Chongchatuporn, U., Ketsa, S., & Van Doorn, W. G. (2013). Chilling injury in mango (*Mangifera indica*) fruit peel: Relationship with ascorbic acid concentrations and antioxidant enzyme activities. *Postharvest Biology and Technology*. 86, 409-417.
- Chutichudet, B. (2013). Chilling Injury. In: Radanachalee, T., Kumpoun, W., & Jaroenkit, T. *Mamūāng kānphalit læ theknōyī lang kānkep kīeo* [Mango, Production and postharvest technology] (pp. 137-148). Chiang Mai: Wanidā kānphim.
- Concellón, A., Añón, M., & Chaves, A. (2005). Effect of chilling on ethylene production in eggplant fruit. *Food Chemistry*. 92(1), 63-69.
- Davies, K. J. (1986). Intracellular proteolytic systems may function as secondary antioxidant defense: a hypothesis. *Free Radical Biology and Medicine*. 2, 155-173.
- Díaz-Pérez, J. C., Muy-Rangel, M. D., & Mascorro, A. G. (2007). Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87, 68-73.
- Ding, Z. S., Tian, S. P., Zheng, X. L., Zhou, Z. W., & Xu, Y. (2007). Responses of reactive oxygen metabolism and quality in mango fruit to exogenous oxalic acid or salicylic acid under chilling temperature stress. *Physiologia Plantarum*. 130, 112-121.
- Duangpæn, D. (2023). *mamūāng namdoḁmai sī thōḁ* ['Namdokmai Sithong' mango]. Retrieved from: <https://agrimark.dit.go.th/frontendV1/productDetail.php?submit=init&bidOfferCode=40868>.
- Endo, H., Miyazaki, K., Ose, K., & Imahori, Y. (2019). Hot water treatment to alleviate chilling injury and enhance ascorbate-glutathione cycle in sweet pepper fruit during postharvest cold storage. *Scientia Horticulturae*. 257, 1-10.
- Esguerra, E. B. & Rolle, R. (2018). **Post-harvest management of mango for quality and safety assurance**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fan, X., et al. (2018). Improving fresh apricot (*Prunus armeniaca* L.) quality and antioxidant capacity by storage at near freezing temperature. *Scientia Horticulturae*. 231, 1-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Food and Drug Administration. (2018). kham chīchāēng prakāsok ra sūāng sāthāranasuk lēk thī 389 PhōṀSoṀ 2561 rūāng wātthu chūāpon ‘āhān (chabap thī 5) [Explanation of Notification of the Ministry of Public Health No. 389 B.E. 2561 Re: Food Additives (Issue 5)]. Retrieved from: http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_fda/389_FoodAdditives5.pdf.
- Foyer, C. H., Descourvieres, P., & Kunert, K. J. (1994). Protection against oxygen radicals: an important defense mechanism studied in transgenic plants. **Plant, Cell and Environment**. 17, 507-523.
- Foyer, C. H., López-Delgado, H., Dat, J., & Scott, I. (1997). Hydrogen peroxide and glutathione-associated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signaling. **Physiologia Plantarum**. 100, 241-254.
- Ge, W., et al. (2020). Combining salicylic acid and trisodium phosphate alleviates chilling injury in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) through enhancing fatty-acid desaturation efficiency and water retention. **Food Chemistry**. 327, 1-10.
- Ge, Y., et al. (2019). Effect of trisodium phosphate dipping treatment on the quality and energy metabolism of apples. **Food Chemistry**. 274, 324-329.
- Ge, Y., et al. (2020). Trisodium phosphate delays softening of jujube fruit by inhibiting cell wall degrading enzyme activities during ambient storage. **Scientia Horticulturae**. 262, 1-6.
- Germano, T. A., et al. (2019). Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of ‘paluma’ guava. **Postharvest Biology and Technology**. 149, 9-17.
- Ghai, K., Gupta, P. K., & Gupta, A. K. (2016). Physiochemical behavior changes during ripening in fruits of *Trewia nudiflora* Linn. **Perspectives in Science**. 8, 596-598.
- Goulao, L. F., & Oliveira, C. M. (2008). Cell wall modifications during fruit ripening: when a fruit is not the fruit. **Trends in Food Science & Technology**. 19, 4-25.
- Gundewadi, G., Reddy, V. R., & Bhimappa, B. B. (2018). Physiological and biochemical basis of fruit development and ripening - a review. **Journal of Hill Agriculture**. 9(1), 7-21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Habibi, F. & Ramezani, A. (2017). Vacuum infiltration of putrescine enhances bioactive compounds and maintains quality of blood orange during cold storage. **Food Chemistry**. 227, 1-8.
- Hayat, S., Ali, B., & Ahmad, A. (2007). **Salicylic Acid: A Plant Hormone**. Dordrecht: Springer.
- Hodges, D. M. (2003). Overview: oxidative stress and postharvest produce. In: Hodges, D.M. **Postharvest Oxidative Stress in Horticultural Crops** (pp. 1-12). New York: Food Products Press.
- Hodges, D. M., DeLong, J. M., Forney, C. F., & Prange, R. K. (1999). Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. **Planta**. 207, 604-611.
- Hodges, D. M., Lester, G. E., Munro, K. D., & Toivonen, P. T. A. (2004). Oxidative stress: importance for postharvest quality. **HortScience**. 39, 924-929
- Hoque, M. I., Chowhan, S., & Kamruzzaman, M. (2017). Physiological changes and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) influenced by post-harvest treatments. **SAARC Journal of Agriculture**. 15(2): 219-226.
- Huang, H., Jian, Q., Jiang, Y., Duan, X., & Qu, H. (2016). Enhanced chilling tolerance of banana fruit treated with malic acid prior to low-temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**. 111, 209-213.
- Islam, B., Rab, A., Shah, F., & Ali, A. (2018). Chilling injury and physico-chemical attributes of mango fruit influenced by low temperature storage. **Journal of Animal and Plant Sciences**. 28(3), 761-769.
- Jackman, R. L., Yada, R. Y., Marangoni, A., Parkin, K. L. & Stanley, D. W. (1998). Chilling injury. A review of quality aspects. **Journal of Food Quality**. 11(4), 253-278.
- Jing, W., et al. (2018). Oxalic acid pretreatment reduces chilling injury in hami melons (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.) by regulating enzymes involved in antioxidative pathways. **Scientia Horticulturae**. 241, 201-208.

- Junmatong, C., et al. (2015). Cold storage in salicylic acid increases enzymatic and non-enzymatic antioxidants of Nam Dok Mai No. 4 mango fruit. **ScienceAsia**. 41, 12-21.
- Junmatong, C., Uthaibutra, J., Boonyakiat, D., Faiyue, B., & Saengnil, K. (2012). Reduction of chilling injury of 'Nam Dok Mai No. 4' mango fruit by treatments with salicylic acid and methyl jasmonate. **The Journal of Agricultural Science**. 4, 126-136.
- Karnsomwars, J. (2002). **Effects of fruit maturity and storage temperature on postharvest changes of Mahajanaka mango fruit**. Master's thesis. Chiang Mai University.
- Kays, S. J. & Paull, R. E. (2004). Stress in harvested products. In: Kays, S. J. & R. E. Paull. **Postharvest biology** (pp. 355-414). Athens: Exon Press.
- Ketsa, S. & Pota, S. (1992). Ripening quality and physico-chemical changes of 'Nam Dok Mai' mango fruits harvested at different stages of maturity. **Agriculture and Natural Resources**. 26(1), 12-18.
- King, M. M. & Ludford, P. M. (1983). Chilling injury and electrolyte leakage in fruit of different tomato cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 108(1), 74-77.
- Kondo, S., Kittikorn, M., & Kanlayanarat, S. (2005). Preharvest antioxidant activities of tropical fruit and the effect of low temperature storage on antioxidants and jasmonates. **Postharvest Biology and Technology**. 36, 309-318
- Korkmaz, A., Uzunlu, M., & Demirkiran, A. R. (2007). Acetyl salicylic acid alleviates chilling-induced damage in muskmelon seedlings. **Canadian Journal of Plant Science**. 87, 581-585.
- Kunyamee, S. (2005). **Chilling injury in various mango cultivars and its relation to hydrogen peroxide and antioxidant content**. Master's thesis. Kasetsart University.
- Lacan, D. & Baccou, J. (1998). High levels of anti-oxidant enzymes correlate with delayed senescence in nonnetted muskmelon fruits. **Planta**. 204, 377-382.

- Lado, J., Rodrigo, M. J., Cronje, P., & Zacarías, L. (2015). Involvement of lycopene in the induction of tolerance to chilling injury in grapefruit. **Postharvest Biology and Technology**. 100, 176-186.
- Lado, J., Rodrigo, M. J., López-Climent, M., Gómez-Cadenas, A., & Zacarías, L. (2016). Implication of the antioxidant system in chilling injury tolerance in the red peel of grapefruit. **Postharvest Biology and Technology**. 111, 214-223.
- Larrigaudière, C., Vilaplana, R., Soria, Y., & Recasens, I. (2004). Oxidative behaviour of Blanquilla pears treated with 1 - methylcyclopropene during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 84, 1871-1877.
- Lattanzio, V., Kroon, P. A., Quideau, S., & Treutter, D. (2008). Plant phenolics-secondary metabolites with diverse functions. In: Daayf, F. & V. Lattanzio. **Recent Advances in Polyphenol Research** (pp. 1-35). New York, USA: Blackwell Publishing Ltd.
- Li, C., et al. (2020). The role of glucose-6-phosphate dehydrogenase in reactive oxygen species metabolism in apple exocarp induced by acibenzolar-S-methyl. **Food Chemistry**. 308, 125663.
- Li, P., Yin, F., Song, L., & Zheng, X. (2016). Alleviation of chilling injury in tomato fruit by exogenous application of oxalic acid. **Food Chemistry**. 202, 125–132.
- Li, X., Yang, H., & Lu, G. (2018). Low-temperature conditioning combined with cold storage inducing rapid sweetening of sweetpotato tuberous roots (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) while inhibiting chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**. 142, 1-9.
- Li, Z., et al. (2020). Effects of exogenous calcium and calcium chelant on cold tolerance of postharvest loquat fruit. **Scientia Horticulturae**. 269, 1-9.
- Lieberman, M., Craft, C. C., Audia, W. V., & Wilcox, M. S. (1958). Biochemical studies of chilling injury in sweet potatoes. **Plant Physiology**. 33, 307-311.
- Liu, L., et al. (2015). Intermittent warming improves postharvest quality of bell peppers and reduces chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**. 101(1), 18-25.

- Lizada, M. C. C. (1993). Mango. In: Seymour, G. B., Taylor, J. E., & Tucker, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening** (pp. 255-271). London: Chapman & Hall.
- Luo, F., et al. (2019). Chlorophyll degradation and carotenoid biosynthetic pathways: gene expression and pigment content in broccoli during yellowing. **Food Chemistry**. 297, 1-9.
- Lyons, J. M. & Breidenbach, R. W. (1987). Chilling injury. In: J. Weichmann. **Postharvest Physiology of Vegetables** (pp. 305-326). New York: Marcel Dekker.
- Lyons, J. M. (1973). Chilling injury in plants. **Annual Review of Plant Physiology**. 24, 445-466.
- Ma, Q., et al. (2014). Effect of hot water treatments on chilling injury and expression of a new C-repeat binding factor (CBF) in 'Hongyang' kiwifruit during low temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**. 97, 102-110.
- Mahayothee, B. (2005). **The influence of raw material on the quality of dried mango slices (*Mangifera indica* L.) with special reference to postharvest ripening**. Doctoral thesis. University of Hohenheim.
- Mahayothee, B., Neidhart, S., Carle, R., & Mühlbauer, W. (2007). Effects of variety, ripening condition and ripening stage on the quality of sulphite-free dried mango slices. **European Food Research and Technology**. 225(5), 723-732.
- Maldonado-Celis, M. E., et al. (2019). Chemical composition of mango (*Mangifera indica* L.) fruit: nutritional and phytochemical compounds. **Frontiers in Plant Science**. 10, 1-21.
- Mann, S. S. & Singh, R. N. (1976). The cold storage life of Dashehari mango. **Scientia Horticulturae**. 5, 249-254.
- Mathaba, N. (2012). **The cascade of physiological events leading to chilling injury: the effect of post-harvest hot water and molybdenum applications to lemon (*Citrus limon*) fruit**. Doctoral thesis. University of KwaZulu-Natal.
- Mekontso, F. N., Duan, W., Cisse, E. H. M., Chen, T., & Xu, X. (2021). Alleviation of postharvest chilling injury of carambola fruit by γ -aminobutyric acid: physiological, biochemical, and structural characterization. **Frontiers in Nutrition**. 8, 1-16.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Merck KGaA. (2023). **Acetylsalicylic acid**. Retrieved from: <https://www.sigmaaldrich.com/TH/en/product/sigma/a5376>.
- Minguez-Mosquera, M. I. & Hornero-MBndez, D. (1994). Changes in carotenoid esterification during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv. Bola. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 42, 640-644.
- Ministry of Public Health. (2013). **prakāsok ra sūāng sathāranasuk (chabap thī 350) PhōSō 2556 rūāng nom khō̄** [Announcement of the Ministry of Public Health (No. 350) B.E. 2556 Re: Cow's Milk]. Retrieved from: http://www.rapat.or.th/images/column_1344938304/%BB%C3%D0%A1%D2%C8%A1%C3%D0%B7%C3%C7%A7%CA%D2%B8%D2%C3%B3%CA%D8%A2%20%A9%BA%D1%BA%B7%D5%E8%20350%20%E0%C3%D7%E8%CD%A7%B9%C1%E2%A4.pdf.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**. 7, 405-410.
- National Research Council of Thailand. (2023). **kañ plūk mamuāng namdōkmai sī thōng** ['Namdokmai Sithong' mango plantation]. Retrieved from: <https://www.agi.nu.ac.th/postharvest/>.
- Office of Agricultural Economics. (2023). **Export Statistics 2020-2022. Mango**. Retrieved from: <https://impexpth.oae.go.th/>.
- Office of Plant Varieties Protection. (2001). **Plant Germplasm Database for Mango**. Bangkok: Department of Agriculture.
- Office of the Permanent Secretary, Ministry of Commerce. (2023). **Foreign trade statistics of Thailand. Principal exports by destination, 101050103: Mango**. Retrieved from: <http://traderreport.moc.go.th/Report/ReportEng.aspx?Report=MenucomTopNRecode&imexthype=1&Option=3&Lang=Eng>.
- Pakpot, W. (2019). **Chemical composition of mango 'Nam Dok Mai No. 4' peels and brownie product development**. Master's thesis. Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

- Palma, F., Carvajal, F., Ramos, J. M., Jamilena, M., & Garrido, D. (2015). Effect of putrescine application on maintenance of zucchini fruit quality during cold storage: Contribution of GABA shunt and other related nitrogen metabolites. **Postharvest Biology and Technology**. 99, 131-140.
- Park, M. H., Sangwanankul, P., & Choi, J. W. (2018). Reduced chilling injury and delayed fruit ripening in tomatoes with modified atmosphere and humidity packaging. **Scientia Horticulturae**. 231, 66-72.
- Payasi, A., Mishra, N. N., Chaves, A. L. S., & Singh, R. (2009). Biochemistry of fruit softening : an overview. **Physiology and Molecular Biology of Plants**. 15(2), 103-113.
- Penchaiya, P. & Tijskens, L. M. M. (2015). Assessing the peel colour behaviour of mango 'Nam Dok Mai See Thong' during cool storage. **Acta Horticulturae**. 1154, 207-212.
- Phakawatmongkol, W., Ketsa, S., & van Doorn, W. G. (2004). Variation in fruit chilling injury among mango cultivars. **Postharvest Biology and Technology**. 32, 115-118.
- Pohsomboon, M. & Radanachaless, T. (2013). Commercial Thai Mango Cultivars. In: Radanachaless, T., Kumpoun, W., & Jaroenkit, T. **Mamūang kānphalit læ theknōlōyī lang kānkep kīeo** [Mango, Production and postharvest technology] (pp. 157-190). Chiang Mai: Wanidā kānphim.
- Prasad, T. K., Anderson, M. D., Martin, B. A., & Stewart, C. R. (1994). Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide. **Plant Cell**. 6, 65-74.
- Promyou, S., Ketsa, S., & Van Doorn, W. G. (2008). Hot water treatments delay cold-induced banana peel blackening. **Postharvest Biology and Technology**. 48, 132-138.
- PubChem. (2023). **Compound summary Trisodium phosphate**. Retrieved from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Trisodium-phosphate>.
- Raison, J. K. & ORR, G. R. (1990). Proposals for a better understanding of the molecular basis of chilling injury. In: WANG, C. **Chilling injury of horticultural crops** (pp. 145-164). Boca Raton: CRC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rasouli, M., Saba, M. K., & Ramezani, A. (2019). Inhibitory effect of salicylic acid and aloe vera gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit. *Scientia Horticulturae*. 247, 27-34.
- Rimkeeree, K. & Charoenrein, S. (2014). Effect of cultivar and ripening stage on quality and microstructure of frozen mangoes (*Mangifera indica* Linn). *International Journal of Food Properties*. 17(5), 1093-1108.
- Rodrigo, M. J., Alquézar, B., Alós, E., Lado, J., & Zacarías, L. (2013). Biochemical bases and molecular regulation of pigmentation in the peel of citrus fruit. *Scientia Horticulturae*. 163, 42-62.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2019). Update on natural food pigments-a minireview on carotenoids, anthocyanins, and betalains. *Food Research International*. 124, 200-205.
- Ruan, J., et al. (2015). UV-B irradiation alleviates the deterioration of cold-stored mangoes by enhancing endogenous nitric oxide levels. *Food Chemistry*. 169, 417-423.
- Rungpichayapichet, P., Mahayothee, B., Khuwijtjaru, P., Nagle, M., & Müller, J. (2015). Non-destructive determination of β -carotene content in mango by near infrared spectroscopy compared with colorimetric measurements. *Journal of Food Composition and Analysis*. 38, 32-41.
- Sagisaka, S. (1976). The occurrence of peroxide in a perennial plant, *Populus gelrical*¹. *Plant Physiology*. 57(2), 308-309.
- Sangprayoon, P., Supapvanich, S., Youryon, P., Wongs-Aree, C., & Boonyaritthongchai, P. (2020). Chilling injury alleviation of Queen pineapple cv. 'Sawi' fruit by acetyl salicylate immersion. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 61, 83-92.
- Sasananum, W. (2002). **Effect of hot water and chitosan on postharvest quality and shelf life of mango cv. Mahajanaka**. Master's thesis. Chiang Mai University.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*. 53, 152-154.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H. M., & Serrano, M. (2011). Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. **Postharvest Biology and Technology**. 60, 136-142.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., & Dixon, K. (2000). Acetyl salicylic (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. **Plant Growth Regulation**. 30, 157-161.
- Sevillano, L., Sanchez-Ballesta, M. T., Romojaro, F., & Floresco, F. B. (2009). Physiological, hormonal and molecular mechanisms regulating chilling injury in horticultural species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 89, 555-573.
- Seymour, G. B., Colquhoun, I. J., Dupont, M. S., Parsley, K. R., & Selvendran, R. R. (1990). Composition and structural features of cell wall polysaccharides from tomato fruits. **Phytochemistry**. 29, 725-731.
- Seymour, G. B., Østergaard, L., Chapman, N. H., Knapp, S., & Martin, C. (2013). Fruit development and ripening. **Annual Review of Plant Biology**. 64, 11.1-11.23.
- Shadmania, N., Ahmada, S. H., Saarib, N., Dinga, P., & Tajidin, N. E. (2015). Chilling injury incidence and antioxidant enzyme activities of *Carica papaya* L. 'Frangi' as influenced by postharvest hot water treatment and storage temperature. **Postharvest Biology and Technology**. 99(1), 114-119.
- Shewfelt, R. L. & del Rosario, B. A. (2000). The role of lipid peroxidation in storage disorders of fresh fruits and vegetables. **Hortscience**. 35, 575-9.
- Sieme, H., Oldenhof, H., & Wolkers, W. F. (2015). Sperm membrane behaviour during cooling and cryopreservation. **Reproduction in Domestic Animals**. 50(3), 20-26.
- Singh, S. P., Singh, Z., & Swinny, E. E. (2009). Postharvest nitric oxide fumigation delays fruit ripening and alleviates chilling injury during cold storage of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). **Postharvest Biology and Technology**. 53(3), 101-108.

- Siriphanich, J. & Chaiwong, S. (2002). khwām tæktāng thāng sarīrawitthayā lang kānkep kīeo læ khunnaphāp phon mamuāng phan namdoḱmai læ namdoḱmai sī thoṅg [Differences in postharvest physiology and fruit quality of mango varieties Nam Dok Mai and Nam Dok Mai Thong]. In **Post-harvest Technology Research and Graduate Studies Project 2000-2001**. (pp. 87-100). Chiang Mai: Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University.
- Siriphanich, J. (2006). **Postharvest Biology and Plant Senescence**. Nakhon Pathom: Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus.
- Sivankalyani, V., et al. (2016). Transcriptome dynamics in mango fruit peel reveals mechanisms of chilling stress. **Frontiers in Plant Science**. 7(889), 1-17.
- Slinkard, K. & Singleton, V. L. (1997). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**. 28, 49-55.
- Soliman, M. H., Alayafi, A. A. M., Kelish, A. A. E., & Abu-Elsaoud, A. M. (2018). Acetylsalicylic acid enhance tolerance of *Phaseolus vulgaris* L. to chilling stress, improving photosynthesis, antioxidants and expression of cold stress responsive genes. **Botanical Studies**. 59(6), 1-17.
- Solovchenko, A., Yahia, E. M., & Chen, C. (2019). Chapter 11 - Pigments. In: Yahia, E. M. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables** (pp. 225-52). India: Woodhead Publishing.
- Sombatpraiwan, S., Tipyavimol, T., & Treeamnuk, K. (2012). Postharvest changes in quality characteristics of Nam Dokmai mango (*Mangifera indica* L.). In **The 13th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering**. (pp. 518-525). Imperial Mae Ping Hotel, Chiang Mai: Chiang Mai University.
- Srilaong, V. & Tatsumi, Y. (2003). Changes in respiratory and antioxidative parameters in cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.) stored under high and low oxygen concentrations. **The Japanese Society for Horticultural Science**. 72, 525-532.
- Srivichien, S. (2006). **Polyphenoloxidase activity and effect in methyl jasmonate on chilling injury in mango fruit cv. Nam Dok Mai See Thong**. Master's thesis. Chiang Mai University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Stewart, R. R. C. & Bewley, J. D. (1980). Lipid peroxidation associated aging of soybean axes. *Plant Physiology*. 65(2), 245-248.
- Suamuang, N. (2019). **Effects of preharvest salicylic and oxalic acid treatments on enhancing bioactive compounds and alleviating chilling injury of holy basil and lemon basil during cold storage**. Master's thesis. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Surindra Rajabhat University. (2015). **Lab 2 acid base titration and applications**. Retrieved from: <https://www.slideshare.net/mndssfrees/lab-2-acid-base-titration-and-applications>.
- Suwapanich, R. (2006). **Application of thermal properties to monitor chilling injury of mango fruit cv. NAM DOK MAI SI THONG**. Doctoral thesis. Chiang Mai University.
- Tangthanaphōnsakun, N. (2023). **mamūāng namdōkmai sī thōng** ['Namdokmai Sithong' mango]. Retrieved from: <https://www.xn--12ca9cdcza1fboh6b4ca0evmxcuh.com/p/1599/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%94%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%AD%E0%B8%87.html>.
- Tarabih, M. (2020). Maintenance quality and reduce chilling injury of Naomi mango fruits during cold quarantine. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 23(2), 190-205.
- Tsikis, D. (2017). Assessment of lipid peroxidation by measuring malondialdehyde (MDA) and relatives in biological samples: Analytical and biological challenges. *Analytical Biochemistry*. 524, 13-30.
- USDA-FSIS. (2022). **Safe and Suitable ingredients used in the production of meat, poultry and egg products**. Retrieved from: <https://www.fsis.usda.gov/policy/fsis-directives/7120.1>.
- Vásquez-Caicedo, A. L., Neidhart, S., & Carle, R. (2004). Postharvest ripening behavior of nine Thai mango cultivars and their suitability for industrial applications. *Acta Horticulturae*. 645, 617-625.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vásquez-Caicedo, A. L., Sruamsiri, P., Carle, R., & Neidhart, S. (2005). Accumulation of all-*trans*- β -carotene and its 9-*cis* and 13-*cis* stereoisomers during postharvest ripening of nine Thai mango cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 53, 4827-4835.
- Vongkamjan, S. (2013). Mango Classification. In: Radanachaless, T., Kumpoun, W., & Jaroenkit, T. **Mamūāng kānphalit læ theknōloyī lang kānkep kīeo** [Mango, Production and postharvest technology] (pp. 3-16). Chiang Mai: Wanidā kānphim.
- Wang, C. Y. (1994). Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**. 29(9), 986-988.
- Wang, J., et al. (2017). Low temperature conditioning alleviates peel browning by modulating energy and lipid metabolisms of ‘Nanguo’pears during shelf life after cold storage. **Postharvest Biology and Technology**. 131, 10-15.
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S., & Archbold, D. D. (2006). Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**. 41, 244-251.
- Whangchai, K., Kumpoun, W., Chuajedton, A., & Uthaibut, C. (2010). phon khōng raya boṛibūn læ ‘unhaphūm tam nai kānkep raksa to khunnaphāp khōng phon mamūāng phan mahāchanok lang kānkep kīeo [Effects of maturity and low storage temperature on postharvest fruit quality of mango cv. Mahachanok]. **Agricultural Science Journal**. 41(Special), 231-234.
- Wikipedia. (2022). **Trisodium phosphate**. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Trisodium_phosphate.
- World of chemicals. (2023). **Trisodium Phosphate Properties**. Retrieved from: <https://www.worldofchemicals.com/chemicals/chemical-properties/Trisodium-Phosphate.html>.
- Wrolstad, R. E. & Culver, C. A. (2012). Alternatives to those artificial FD&C food colorants. **Annual Review of Food Science and Technology**. 3, 59-77.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

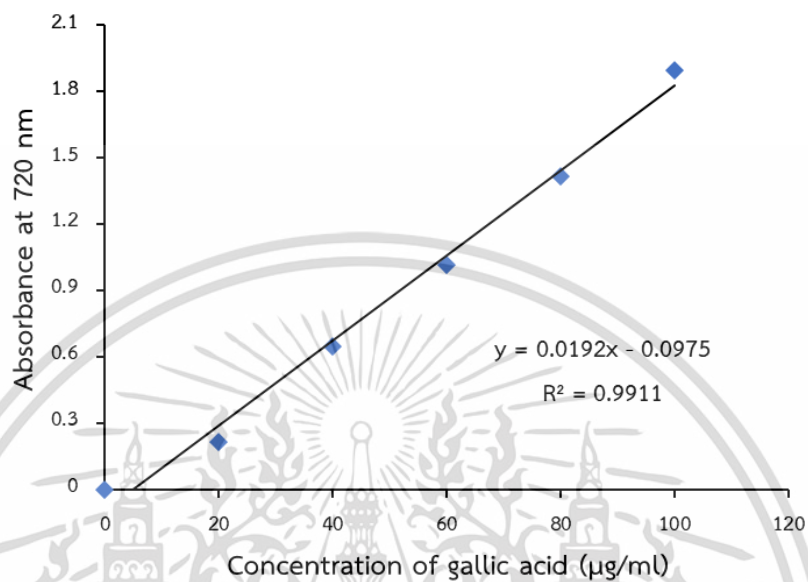
- Xiao, Y., et al. (2018). A comprehensive investigation of starch degradation process and identification of a transcriptional activator MabHLH6 during banana fruit ripening. **Plant Biotechnology Journal**. 16, 151-164.
- Yu, Z., Qing-Jun, C., Shang-Long, Z., & Yi-Ping, R. (2003). Effect of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. **Acta Botanica Sinica**. 45(12), 1447-1452.
- Zhang, J., et al. (2019). Effects of trisodium phosphate treatment after harvest on storage quality and sucrose metabolism in jujube fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 9 (12), 5526-5532.
- Zhang, W., Jiang, H., Cao, J., & Jiang, W. (2021). Advances in biochemical mechanisms and control technologies to treat chilling injury in postharvest fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**. 113(1), 355-365.
- Zhang, X., Ma, M., Ye, B., Liu, L., & Ji, S. (2021). Calcium ion improves cold resistance of green peppers (*Capsicum annuum* L.) by regulating the activity of protective enzymes and membrane lipid composition. **Scientia Horticulturae**. 277, 1-9.
- Zhao, H., et al. (2019). Near-freezing temperature storage enhances chilling tolerance in nectarine fruit through its regulation of soluble sugars and energy metabolism. **Food Chemistry**. 289, 426-435.
- Zhao, Z., Jiang, W., Cao, J., Zhao, Y., & Gu, Y. (2006). Effect of cold-shock treatment on chilling injury in mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Wacheng') fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 86, 2458-2462.



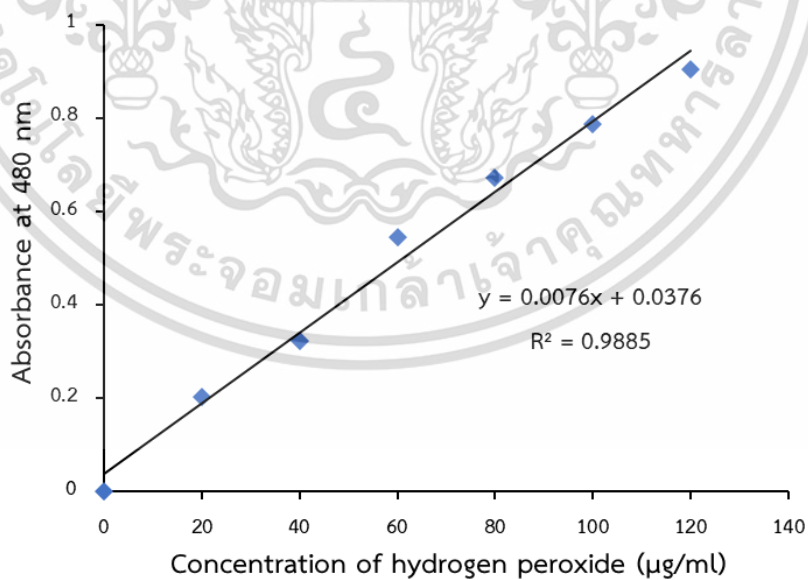
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

กราฟมาตรฐาน



รูปผนวกที่ ก.1 กราฟมาตรฐาน Gallic acid



รูปผนวกที่ ก.2 กราฟมาตรฐาน Hydrogen peroxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Weight loss (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	1.02	1.85	2.68	3.48	4.55
0.50 mM ASA	0.00	0.99	1.76	2.50	3.21	4.28
1 mM ASA	0.00	0.90	1.59	2.26	2.95	3.92
2 mM ASA	0.00	0.95	1.61	2.35	3.08	4.09
F-test	.	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	0.52	1.08	1.1	1.55	1.62

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.2 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	L* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	79.59	76.29	75.75	74.74 ^b	74.22	73.06 ^b
0.50 mM ASA	79.59	76.70	76.36	75.43 ^{ab}	74.33	73.94 ^{ab}
1 mM ASA	79.59	77.09	76.44	75.99 ^a	74.90	74.70 ^a
2 mM ASA	79.59	76.62	76.34	75.56 ^{ab}	74.57	74.43 ^a
F-test	.	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	.	0.25	0.35	4.01	0.19	4.41

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.3 ค่าสีแดงของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	a* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	1.29	2.78	4.44	4.90	6.43 ^a	6.80 ^a
0.50 mM ASA	1.29	2.10	3.98	4.03	4.86 ^b	4.62 ^b
1 mM ASA	1.29	1.08	2.78	3.44	3.84 ^b	3.73 ^b
2 mM ASA	1.29	1.33	2.19	2.44	3.57 ^b	3.60 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	**	**
C.V. (%)	.	0.78	2.53	1.71	9.25	6.47

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.4 ค่าสีเหลืองของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	b* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	36.89	30.99	29.41 ^b	29.80	32.47	32.89 ^a
0.50 mM ASA	36.89	31.43	31.39 ^{ab}	29.89	29.05	27.35 ^b
1 mM ASA	36.89	33.42	32.49 ^a	32.38	31.31	29.86 ^{ab}
2 mM ASA	36.89	32.61	31.35 ^{ab}	30.38	29.32	28.61 ^b
F-test	.	ns	*	ns	ns	*
C.V. (%)	.	0.6	3.68	0.86	0.72	4.82

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.5 ค่าเฉลี่ยของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hue angle value of peel (°)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	88.00	84.82	81.34	80.84	78.67	78.25 ^a
0.50 mM ASA	88.00	86.34	82.78	82.37	80.45	80.40 ^{ab}
1 mM ASA	88.00	88.05	85.15	83.81	82.74	82.87 ^a
2 mM ASA	88.00	87.72	86.05	85.22	82.90	82.82 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	0.86	3.15	1.59	3.43	4.13

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.6 ค่าความเข้มสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chroma value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	36.91	31.16	29.77	30.27	33.13	33.63 ^a
0.50 mM ASA	36.91	31.54	31.64	30.17	29.47	27.74 ^b
1 mM ASA	36.91	33.47	32.63	32.58	31.56	30.09 ^b
2 mM ASA	36.91	32.66	31.45	30.50	29.55	28.84 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	0.54	3.23	0.76	0.87	5.74

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.7 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	ΔE^* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	7.20	9.05 ^a	9.71	8.94	9.61
0.50 mM ASA	0.00	6.91	7.07 ^b	8.70	10.28	11.65
1 mM ASA	0.00	5.30	5.93 ^b	6.38	8.48	9.01
2 mM ASA	0.00	5.70	6.75 ^b	7.94	9.53	10.16
F-test	.	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	0.90	5.76	1.74	0.26	1.52

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.8 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	L* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	78.33	74.52 ^b	74.52	73.19	70.59 ^b	69.90 ^b
0.50 mM ASA	78.33	75.57 ^b	75.43	75.07	74.85 ^a	74.73 ^a
1 mM ASA	78.33	77.89 ^a	76.30	77.04	76.53 ^a	75.95 ^a
2 mM ASA	78.33	76.47 ^{ab}	77.41	76.03	75.80 ^a	75.91 ^a
F-test	.	*	ns	ns	**	**
C.V. (%)	.	5.10	1.24	2.29	7.16	8.32

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.9 ค่าสีแดงของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	a* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	-0.55	-0.10 ^a	0.11 ^a	0.34	0.55 ^a	0.82 ^a
0.50 mM ASA	-0.55	-0.07 ^a	0.08 ^a	0.11	0.16 ^{ab}	0.31 ^{ab}
1 mM ASA	-0.55	-0.48 ^b	-0.41 ^b	-0.35	-0.20 ^b	-0.13 ^b
2 mM ASA	-0.55	-0.56 ^b	-0.51 ^b	-0.31	-0.21 ^b	-0.16 ^b
F-test	.	*	**	ns	*	*
C.V. (%)	.	4.61	7.82	1.56	5.32	3.54

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.10 ค่าสีเหลืองของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	b* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	12.82	22.44 ^a	22.76	24.85	27.71 ^a	28.20 ^a
0.50 mM ASA	12.82	22.38 ^a	22.47	23.12	23.75 ^{ab}	23.72 ^{ab}
1 mM ASA	12.82	15.31 ^b	18.29	19.29	19.97 ^b	21.06 ^a
2 mM ASA	12.82	16.81 ^{ab}	17.27	18.72	19.88 ^b	21.45 ^a
F-test	.	*	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	3.53	0.95	1.22	4.56	3.79

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.11 ค่าเฉลี่ยของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hue angle value of pulp (°)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	92.46	90.32 ^b	89.80 ^b	89.35	88.82 ^b	88.30
0.50 mM ASA	92.46	90.15 ^b	89.87 ^b	89.52	89.64 ^{ab}	89.31
1 mM ASA	92.46	91.86 ^a	91.29 ^a	90.87	90.51 ^a	90.26
2 mM ASA	92.46	91.89 ^a	91.79 ^a	90.97	90.65 ^a	90.44
F-test	.	**	**	ns	*	ns
C.V. (%)	.	7.27	11.05	1.39	4.64	2.44

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.12 ค่าความเข้มสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chroma value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	12.83	22.44 ^a	22.76	24.86	27.72 ^a	28.22 ^a
0.50 mM ASA	12.83	22.38 ^a	22.47	23.12	23.75 ^{ab}	23.73 ^{ab}
1 mM ASA	12.83	15.31 ^b	18.29	19.30	19.97 ^b	21.06 ^b
2 mM ASA	12.83	16.82 ^{ab}	17.27	18.72	19.88 ^b	21.45 ^b
F-test	.	*	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	3.52	0.95	1.22	4.57	3.81

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.13 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	ΔE^* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0	10.51 ^a	10.85	13.46	17.22 ^a	17.82 ^a
0.50 mM ASA	0	10.11 ^a	10.45	10.93	11.71 ^b	11.66 ^b
1 mM ASA	0	3.55 ^b	6.14	7.13	7.47 ^b	8.78 ^b
2 mM ASA	0	4.60 ^b	5.44	7.14	7.68 ^b	8.99 ^b
F-test	.	*	ns	ns	**	**
C.V. (%)	.	4.2	1.04	1.6	9.7	6.81

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.14 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Firmness (N)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	36.58	33.34	32.68	32.26	29.49 ^b	28.15 ^b
0.50 mM ASA	36.58	33.79	32.98	32.68	32.41 ^a	32.00 ^a
1 mM ASA	36.58	34.81	33.10	33.27	33.27 ^a	33.27 ^a
2 mM ASA	36.58	34.32	33.15	32.83	33.22 ^a	32.49 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	*	**
C.V. (%)	.	2.06	0.13	0.31	4.14	6.33

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Total soluble solids (°Brix)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	6.20	8.95 ^a	9.45	11.00	11.40	13.75 ^a
0.50 mM ASA	6.20	8.95 ^a	8.95	10.40	11.25	11.40 ^b
1 mM ASA	6.20	7.55 ^b	8.90	9.60	10.25	10.75 ^b
2 mM ASA	6.20	8.06 ^{ab}	9.15	10.55	11.00	11.40 ^b
F-test	.	*	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	4.39	0.29	0.98	0.20	3.73

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.16 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Titratable acidity (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	1.01	0.77	0.79	0.77	0.55 ^b	0.50 ^b
0.50 mM ASA	1.01	0.80	0.90	0.80	0.62 ^b	0.60 ^{ab}
1 mM ASA	1.01	0.91	0.93	0.80	0.83 ^a	0.74 ^a
2 mM ASA	1.01	0.85	0.85	0.81	0.68 ^{ab}	0.65 ^{ab}
F-test	.	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	0.28	0.58	0.05	3.97	4.35

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.17 อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	TSS/TA ratio					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	6.14	11.70	12.12	15.00	22.24	27.89 ^a
0.50 mM ASA	6.14	11.91	10.44	13.40	19.03	19.63 ^b
1 mM ASA	6.14	8.48	9.89	12.17	12.50	14.58 ^b
2 mM ASA	6.14	10.83	10.94	13.61	17.03	17.77 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	.	1.23	0.65	0.44	1.31	9.28

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.18 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Ripening index					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	6.39	5.65	5.60	5.40	4.94	4.63 ^c
0.50 mM ASA	6.39	5.67	5.78	5.53	5.22	5.11 ^b
1 mM ASA	6.39	6.03	5.83	5.62	5.59	5.43 ^a
2 mM ASA	6.39	5.82	5.73	5.51	5.31	5.21 ^{ab}
F-test	.	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	.	1.76	0.86	0.49	2.21	18.54

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.19 ปริมาณแคโรทีนอยด์จากเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Carotenoid content ($\mu\text{g/g}$ FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	57.00	94.50	104.25	98.00	222.25 ^a	320.50 ^a
0.50 mM ASA	57.00	118.75	110.25	93.25	74.50 ^b	118.50 ^b
1 mM ASA	57.00	139.75	136.50	154.00	140.00 ^{ab}	186.50 ^b
2 mM ASA	57.00	130.75	128.00	93.50	119.00 ^b	121.25 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	*	**
C.V. (%)	.	0.47	0.44	3.16	4.68	12.2

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.20 คะแนนการเกิดอาการสะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chilling injury scores					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	2.25 ^a	4.25 ^a	4.50 ^a	4.75 ^a	4.75 ^a
0.50 mM ASA	0.00	1.25 ^b	2.75 ^b	3.25 ^b	3.50 ^b	4.00 ^{ab}
1 mM ASA	0.00	1.00 ^b	1.25 ^c	1.25 ^c	2.50 ^{bc}	3.00 ^c
2 mM ASA	0.00	1.00 ^b	1.25 ^c	1.50 ^c	2.00 ^c	3.25 ^{bc}
F-test	.	*	**	**	**	**
C.V. (%)	.	4.86	19.80	32.29	10.48	8.57

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ * หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.21 อัตราการรั่วไหลของประจุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	43.50	48.79	53.34 ^a	55.41 ^a	56.32	58.34 ^a
0.50 mM ASA	43.50	44.34	52.73 ^a	53.14 ^{ab}	54.50	55.25 ^a
1 mM ASA	43.50	43.13	46.20 ^b	47.04 ^{bc}	47.19	47.59 ^b
2 mM ASA	43.50	42.17	49.14 ^{ab}	46.49 ^c	47.99	49.86 ^b
F-test	.	ns	*	*	ns	**
C.V. (%)	.	3.01	5.59	4.99	3.40	9.22

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.22 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Malondialdehyde content (nmol/g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	2.80	4.69	5.90	7.01 ^a	8.20 ^a	9.98 ^a
0.50 mM ASA	2.80	4.36	5.50	5.71 ^{ab}	6.52 ^{ab}	7.46 ^{ab}
1 mM ASA	2.80	4.15	4.64	4.94 ^b	5.15 ^b	5.41 ^b
2 mM ASA	2.80	3.80	4.78	5.29 ^b	5.43 ^b	5.41 ^b
F-test	.	ns	ns	*	*	*
C.V. (%)	.	0.60	1.32	3.83	5.50	4.30

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.23 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hydrogen peroxide content ($\mu\text{g H}_2\text{O}_2/\text{g FW}$)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	155.84	179.58	157.93	165.23 ^a	177.17 ^a	177.17
0.50 mM ASA	155.84	175.14	156.94	159.79 ^{ab}	170.21 ^b	176.35
1 mM ASA	155.84	172.68	154.58	155.24 ^b	164.78 ^c	173.17
2 mM ASA	155.84	174.49	152.39	156.88 ^b	167.63 ^{bc}	172.84
F-test	.	ns	ns	*	**	ns
C.V. (%)	.	1.18	1.20	3.80	21.72	2.67

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข. 24 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Total phenol content ($\mu\text{g GA/g FW}$)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	303.88	333.80	326.05	320.85 ^c	302.85	298.20 ^b
0.50 mM ASA	303.88	333.85	331.00	341.90 ^{bc}	309.35	314.55 ^{ab}
1 mM ASA	303.88	351.85	344.00	404.45 ^a	357.55	344.55 ^a
2 mM ASA	303.88	337.50	367.45	381.30 ^{ab}	361.20	344.3 ^a
F-test	.	ns	ns	**	ns	*
C.V. (%)	.	0.32	2.64	7.35	3.18	4.79

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.25 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซัลฟิวริกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	DPPH free radical scavenging activity (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	7.41	6.12	5.40	4.96 ^b	4.44 ^b	4.22
0.50 mM ASA	7.41	6.47	5.76	5.00 ^b	4.68 ^{ab}	4.62
1 mM ASA	7.41	7.00	6.02	6.80 ^a	5.31 ^a	5.16
2 mM ASA	7.41	6.67	6.95	5.75 ^{ab}	5.41 ^a	5.26
F-test	.	ns	ns	*	*	ns
C.V. (%)	.	0.47	1.70	4.32	4.10	1.67

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.26 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซัลฟิวริกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	SOD activity (Unit/100 g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	5.50	8.33 ^c	2.63	4.53	3.91	3.43 ^c
0.50 mM ASA	5.50	9.88 ^{bc}	2.63	5.09	4.88	3.86 ^b
1 mM ASA	5.50	11.90 ^{ab}	3.13	5.53	4.85	5.21 ^{ab}
2 mM ASA	5.50	13.09 ^a	2.66	5.11	5.26	5.55 ^a
F-test	.	**	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	6.02	0.20	0.77	2.06	4.83

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.27 กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase; CAT ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.50 1 และ 2 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	CAT activity (Unit/100 g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	25.63	18.96	22.98 ^b	15.43	11.63 ^b	5.90
0.50 mM ASA	25.63	22.04	26.99 ^b	22.37	19.31 ^{ab}	10.84
1 mM ASA	25.63	26.53	36.08 ^{ab}	33.84	26.96 ^a	10.94
2 mM ASA	25.63	24.83	45.67 ^a	30.57	30.51 ^a	12.31
F-test	.	ns	**	ns	*	ns
C.V. (%)	.	0.49	6.02	2.65	4.32	0.58

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.28 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Weight loss (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	2.00	3.85	5.26	6.40	7.53
1.52 mM TSP	0.00	1.91	3.76	5.15	6.29	7.43
3.05 mM TSP	0.00	1.90	3.71	4.84	5.73	6.69
4.57 mM TSP	0.00	1.82	3.40	4.44	5.27	6.07
F-test	.	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	0.14	0.38	1.00	1.41	1.79

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.29 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	L* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	78.14	72.28	66.11 ^b	62.87	56.95 ^b	54.64 ^b
1.52 mM TSP	78.14	73.48	67.22 ^{ab}	62.14	63.05 ^a	59.28 ^b
3.05 mM TSP	78.14	74.43	70.85 ^a	65.30	63.81 ^a	64.25 ^a
4.57 mM TSP	78.14	74.43	70.99 ^a	66.49	63.21 ^a	65.02 ^a
F-test	.	ns	*	ns	*	**
C.V. (%)	.	1.00	4.08	0.61	3.90	8.98

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.30 ค่าสีแดงของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	a* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	4.15	6.23	7.78	7.87	9.73 ^a	9.49 ^a
1.52 mM TSP	4.15	4.89	7.25	8.14	7.74 ^{ab}	8.50 ^{ab}
3.05 mM TSP	4.15	6.03	6.54	7.31	6.17 ^b	6.98 ^{bc}
4.57 mM TSP	4.15	5.42	5.97	6.14	6.62 ^b	5.43 ^c
F-test	.	ns	ns	ns	*	**
C.V. (%)	.	0.75	1.80	0.67	4.66	7.15

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.31 ค่าสีเหลืองของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	b* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	37.32	29.19	27.65	27.50	24.1 ^b	25.07 ^b
1.52 mM TSP	37.32	29.70	28.12	25.69	25.37 ^{ab}	26.19 ^{ab}
3.05 mM TSP	37.32	29.96	32.04	29.17	27.86 ^a	27.85 ^a
4.57 mM TSP	37.32	32.10	30.39	31.12	27.87 ^a	28.33 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	0.87	1.58	3.19	4.37	4.14

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.32 ค่าเฉดสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hue angle value of peel (°)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	83.66	77.91	74.12	74.00	68.12 ^b	69.14 ^c
1.52 mM TSP	83.66	80.46	75.26	72.18	73.02 ^{ab}	72.06 ^{bc}
3.05 mM TSP	83.66	78.35	78.48	75.87	77.56 ^a	75.96 ^{ab}
4.57 mM TSP	83.66	80.42	78.90	78.53	76.41 ^a	79.19 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	**	**
C.V. (%)	.	0.74	2.88	1.34	6.86	9.55

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.33 ค่าความเข้มสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chroma value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	37.55	29.88	28.75	28.68	26.04	26.84
1.52 mM TSP	37.55	30.13	29.08	27.00	26.53	27.56
3.05 mM TSP	37.55	30.63	32.71	30.09	28.55	28.73
4.57 mM TSP	37.55	32.56	30.98	31.89	28.70	28.87
F-test	.	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	0.87	1.34	3.29	2.46	1.87

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.34 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	ΔE^* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	10.41	16.34 ^a	18.70	25.68 ^a	27.16 ^a
1.52 mM TSP	0.00	9.59	14.93 ^a	20.27	19.86 ^b	22.37 ^b
3.05 mM TSP	0.00	8.87	9.42 ^b	15.56	17.47 ^b	17.25 ^c
4.57 mM TSP	0.00	7.00	10.36 ^b	13.86	18.02 ^b	16.15 ^c
F-test	.	ns	**	ns	**	**
C.V. (%)	.	2.01	6.05	1.12	8.52	14.69

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.35 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ลุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	L* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	80.33	77.67	76.69	75.86	74.14	73.20 ^b
1.52 mM TSP	80.33	77.51	77.82	75.49	74.98	73.47 ^b
3.05 mM TSP	80.33	78.73	77.28	76.16	76.57	75.32 ^{ab}
4.57 mM TSP	80.33	78.78	78.42	77.61	76.20	76.85 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	0.97	0.37	1.96	2.59	4.54

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.36 ค่าสีแดงของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ลุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	a* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	-0.86	-0.09	0.17	0.15	0.35 ^a	0.79
1.52 mM TSP	-0.86	-0.06	-0.03	0.17	0.03 ^{ab}	0.61
3.05 mM TSP	-0.86	-0.28	0.08	0.13	-0.37 ^b	0.22
4.57 mM TSP	-0.86	-0.26	-0.38	-0.21	-0.05 ^{ab}	0.02
F-test	.	ns	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	.	0.35	1.68	1.47	4.57	1.15

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.37 ค่าสีเหลืองของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	b* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	19.03	28.84	27.42	26.28	25.09	30.62
1.52 mM TSP	19.03	27.75	24.34	27.52	25.09	26.58
3.05 mM TSP	19.03	23.53	25.09	24.57	23.63	25.88
4.57 mM TSP	19.03	22.85	22.78	23.85	24.79	25.08
F-test	.	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	2.54	1.22	1.25	0.19	1.41

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.38 ค่าเฉดสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hue angle value of pulp (°)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	92.59	90.36	89.67	89.67	89.19 ^b	88.75
1.52 mM TSP	92.59	90.15	90.13	89.61	89.93 ^b	88.71
3.05 mM TSP	92.59	90.72	89.80	89.74	90.95 ^a	89.64
4.57 mM TSP	92.59	90.65	91.00	90.62	90.13 ^{ab}	89.97
F-test	.	ns	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	.	0.35	1.95	1.85	4.28	1.36

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.39 ค่าความเข้มสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chroma value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	19.05	28.84	27.42	26.28	25.10	30.64
1.52 mM TSP	19.05	27.75	24.34	27.52	25.09	26.58
3.05 mM TSP	19.05	23.53	25.09	24.57	23.63	25.88
4.57 mM TSP	19.05	22.85	22.79	23.86	24.79	25.08
F-test	.	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	2.54	1.22	1.25	0.19	1.41

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.40 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	ΔE^* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	10.26	10.16	8.62	8.86	14.10 ^a
1.52 mM TSP	0.00	9.21	6.39	9.94	8.55	10.65 ^{ab}
3.05 mM TSP	0.00	4.86	6.88	7.09	6.57	9.24 ^{ab}
4.57 mM TSP	0.00	4.22	4.58	5.63	7.31	7.067 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	2.41	2.40	1.54	0.77	3.72

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.41 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Firmness (N)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	34.62	32.48	31.77	32.07	30.62	29.03
1.52 mM TSP	34.62	32.51	32.97	31.21	31.38	29.54
3.05 mM TSP	34.62	33.05	32.17	32.71	32.17	31.70
4.57 mM TSP	34.62	33.51	33.29	33.07	31.85	31.80
F-test	.	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	0.94	2.25	1.99	0.81	0.64

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข.42 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Total soluble solids (°Brix)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	6.00	9.25	9.40	9.35	11.35 ^a	14.00 ^a
1.52 mM TSP	6.00	8.75	8.60	10.90	10.55 ^{ab}	11.05 ^{ab}
3.05 mM TSP	6.00	8.55	8.80	8.70	8.70 ^b	9.45 ^b
4.57 mM TSP	6.00	8.42	8.00	7.75	8.90 ^b	8.80 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	0.31	0.79	1.75	4.09	4.11

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.43 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Titratable acidity (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.80	0.51	0.52	0.60	0.51	0.51 ^b
1.52 mM TSP	0.80	0.54	0.58	0.54	0.53	0.57 ^{ab}
3.05 mM TSP	0.80	0.67	0.53	0.68	0.62	0.65 ^{ab}
4.57 mM TSP	0.80	0.67	0.62	0.65	0.58	0.71 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	0.97	0.36	1.43	0.82	3.73

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.44 อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	TSS/TA ratio					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	7.50	18.42	18.87	15.54	23.01	29.34 ^a
1.52 mM TSP	7.50	21.04	15.79	20.88	21.60	19.57 ^{ab}
3.05 mM TSP	7.50	13.97	17.45	13.26	14.53	14.75 ^b
4.57 mM TSP	7.50	12.62	13.50	12.60	15.60	12.67 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	0.88	1.04	2.44	2.23	4.03

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.45 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Ripening index					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	6.13	5.21	5.15	5.36	4.91	4.68 ^c
1.52 mM TSP	6.13	5.19	5.40	5.04	5.03	5.01 ^{bc}
3.05 mM TSP	6.13	5.52	5.24	5.54	5.42	5.39 ^{ab}
4.57 mM TSP	6.13	5.58	5.52	5.61	5.33	5.54 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	.	1.13	1.46	2.87	2.84	6.92

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.46 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Carotenoid content ($\mu\text{g/g}$ FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	31.00	82.75	76.00	145.25	179.75 ^a	216.25 ^a
1.52 mM TSP	31.00	99.50	68.00	168.75	165.00 ^{ab}	200.50 ^{ab}
3.05 mM TSP	31.00	118.75	112.75	126.25	103.00 ^c	136.00 ^{bc}
4.57 mM TSP	31.00	130.00	124.00	119.50	117.50 ^{bc}	120.50 ^c
F-test	.	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	1.08	1.42	0.57	3.89	4.07

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.47 คะแนนการเกิดอาการสะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chilling injury scores					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	2.75 ^a	3.75 ^a	4.50 ^a	4.75 ^a	4.75 ^a
1.52 mM TSP	0.00	1.50 ^b	2.50 ^b	3.00 ^b	3.25 ^b	3.75 ^{ab}
3.05 mM TSP	0.00	1.00 ^b	1.00 ^c	1.75 ^c	2.50 ^{bc}	2.75 ^b
4.57 mM TSP	0.00	1.00 ^b	1.25 ^c	1.25 ^c	2.00 ^c	2.25 ^b
F-test	.	**	**	**	**	*
C.V. (%)	.	18.71	17.11	22.44	10.62	5.36

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ * หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.48 อัตราการรั่วไหลของประจุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	22.67	40.23	45.29	56.08 ^{ab}	64.21 ^a	66.48 ^a
1.52 mM TSP	22.67	41.09	43.72	58.75 ^a	61.88 ^a	62.53 ^{ab}
3.05 mM TSP	22.67	36.71	45.58	51.85 ^{ab}	56.09 ^b	55.61 ^b
4.57 mM TSP	22.67	39.11	43.84	49.46 ^b	57.8 ^b	55.20 ^b
F-test	.	ns	ns	*	**	*
C.V. (%)	.	0.23	0.05	3.62	7.96	4.06

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$, ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.49 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Malondialdehyde content (nmol/g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	4.06	6.69	6.32	7.89 ^{ab}	9.02	9.23 ^a
1.52 mM TSP	4.06	6.70	6.52	8.57 ^a	8.41	8.94 ^{ab}
3.05 mM TSP	4.06	6.33	6.31	6.45 ^b	6.78	7.26 ^{bc}
4.57 mM TSP	4.06	6.47	6.22	6.17 ^b	6.24	7.05 ^c
F-test	.	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	.	0.37	0.04	3.55	1.39	3.89

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.50 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hydrogen peroxide content ($\mu\text{g H}_2\text{O}_2/\text{g FW}$)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	161.57	160.28	162.54	155.79 ^{ab}	159.90 ^a	174.21 ^a
1.52 mM TSP	161.57	159.46	159.95	156.40 ^a	156.88 ^{ab}	166.86 ^{ab}
3.05 mM TSP	161.57	159.25	161.49	152.34 ^b	152.45 ^b	158.92 ^b
4.57 mM TSP	161.57	159.19	158.26	151.90 ^b	155.41 ^{ab}	159.90 ^b
F-test	.	ns	ns	*	*	**
C.V. (%)	.	0.12	1.05	3.66	4.03	8.18

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$, ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.51 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วย ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Total phenol content ($\mu\text{g GA/g FW}$)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	412.53	299.75	301.80	292.70 ^{bc}	291.95	249.20 ^b
1.52 mM TSP	412.53	303.60	340.85	279.90 ^c	309.15	251.85 ^b
3.05 mM TSP	412.53	309.65	327.85	336.50 ^{ab}	336.45	320.05 ^a
4.57 mM TSP	412.53	326.75	348.50	353.15 ^a	326.05	303.65 ^{ab}
F-test	.	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	.	0.38	1.04	4.57	0.91	3.83

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.52 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วย ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	DPPH free radical scavenging activity (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	4.57	5.39	5.96	5.92 ^b	5.57	4.86 ^c
1.52 mM TSP	4.57	5.73	6.23	5.66 ^b	6.27	5.01 ^{bc}
3.05 mM TSP	4.57	6.02	6.15	6.57 ^{ab}	6.56	5.76 ^{ab}
4.57 mM TSP	4.57	6.13	6.56	7.33 ^a	6.35	5.94 ^a
F-test	.	ns	ns	**	ns	*
C.V. (%)	.	1.26	0.41	6.07	0.80	4.35

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$, ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.53 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	SOD activity (Unit/100 g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	10.46	9.46 ^b	5.58 ^b	5.69	5.41	3.59
1.52 mM TSP	10.46	10.14 ^b	9.68 ^a	4.81	5.41	4.35
3.05 mM TSP	10.46	11.11 ^{ab}	11.33 ^a	5.89	5.80	5.35
4.57 mM TSP	10.46	11.89 ^a	10.95 ^a	6.08	5.60	4.44
F-test	.	*	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	3.90	14.52	0.71	0.08	1.37

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$, ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.54 กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase; CAT ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 1.52 3.05 และ 4.57 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	CAT activity (Unit/100 g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	23.80	19.39	20.81	25.50 ^b	20.71 ^b	8.14 ^c
1.52 mM TSP	23.80	20.03	24.25	23.63 ^b	22.84 ^{ab}	9.35 ^{bc}
3.05 mM TSP	23.80	20.35	23.65	30.29 ^{ab}	29.48 ^a	17.01 ^a
4.57 mM TSP	23.80	21.25	24.41	34.53 ^a	27.93 ^a	14.61 ^{ab}
F-test	.	ns	ns	*	*	**
C.V. (%)	.	0.09	0.57	4.47	3.60	5.94

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$, ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.55 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Weight loss (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	1.83	3.50	4.88	6.21	7.67 ^a
1 mM ASA	0.00	1.68	2.96	4.12	5.27	6.49 ^b
3.05 mM TSP	0.00	1.77	3.20	4.45	5.63	6.90 ^{ab}
ASA+TSP	0.00	1.52	2.73	3.90	5.03	6.26 ^b
F-test	.	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	1.77	3.30	3.23	3.01	4.30

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.56 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	L* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	77.00	73.79	71.37	69.81	68.44 ^b	67.02 ^b
1 mM ASA	77.00	74.76	72.64	70.61	70.31 ^{ab}	69.10 ^{ab}
3.05 mM TSP	77.00	74.43	73.33	71.10	69.69 ^{ab}	68.50 ^{ab}
ASA+TSP	77.00	75.18	73.55	72.12	71.55 ^a	70.96 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	0.58	1.49	1.74	3.49	4.53

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.57 ค่าสีแดงของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	a* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	1.76	4.55 ^a	5.71	5.31	6.38 ^a	6.86 ^a
1 mM ASA	1.76	3.15 ^{ab}	5.06	4.61	5.27 ^{bc}	5.92 ^{ab}
3.05 mM TSP	1.76	3.47 ^{ab}	4.43	3.99	5.68 ^{ab}	6.11 ^{ab}
ASA+TSP	1.76	2.30 ^b	3.71	3.89	4.37 ^c	5.17 ^b
F-test	.	*	ns	ns	**	*
C.V. (%)	.	3.84	1.22	1.04	8.24	5.30

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.58 ค่าสีเหลืองของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	b* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	35.45	31.11 ^b	28.70	29.20	29.29 ^b	27.79 ^b
1 mM ASA	35.45	34.89 ^a	29.59	29.35	30.57 ^{ab}	30.30 ^{ab}
3.05 mM TSP	35.45	33.50 ^{ab}	29.98	30.32	30.28 ^b	29.85 ^{ab}
ASA+TSP	35.45	35.03 ^a	30.32	31.36	32.20 ^a	32.32 ^a
F-test	.	*	ns	ns	*	*
C.V. (%)	.	3.95	0.34	0.54	4.21	4.95

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.59 ค่าเฉลี่ยของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hue angle value of peel (°)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	87.16	81.71 ^b	78.73	79.54	77.70 ^c	76.15 ^c
1 mM ASA	87.16	84.81 ^a	80.32	81.03	80.21 ^b	78.90 ^b
3.05 mM TSP	87.16	84.04 ^{ab}	81.74	82.44	79.39 ^{bc}	78.46 ^b
ASA+TSP	87.16	86.23 ^a	82.94	82.99	82.24 ^a	80.89 ^a
F-test	.	*	ns	ns	**	**
C.V. (%)	.	5.35	1.60	1.47	11.14	13.93

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.60 ค่าความเข้มสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลีไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chroma value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	35.49	31.44 ^b	29.31	29.68	29.98	28.63 ^b
1 mM ASA	35.49	35.05 ^a	30.02	29.74	31.02	30.88 ^{ab}
3.05 mM TSP	35.49	33.69 ^{ab}	30.34	30.62	30.81	30.47 ^{ab}
ASA+TSP	35.49	35.11 ^a	30.58	31.62	32.50	32.74 ^a
F-test	.	*	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	3.55	0.20	0.46	3.30	4.01

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.61 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	ΔE^* value of peel					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	6.37 ^a	9.81	10.71	11.57 ^a	13.72 ^a
1 mM ASA	0.00	3.23 ^b	8.39	9.44	9.05 ^b	10.43 ^b
3.05 mM TSP	0.00	4.25 ^b	7.64	8.51	9.91 ^{ab}	11.22 ^b
ASA+TSP	0.00	2.59 ^b	6.93	6.96	6.91 ^c	7.80 ^c
F-test	.	**	ns	ns	**	**
C.V. (%)	.	5.95	2.07	3.07	8.19	19.85

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.62 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	L* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	78.13	75.69	74.66 ^b	75.26	74.23	73.33 ^b
1 mM ASA	78.13	77.34	76.01 ^{ab}	76.37	75.78	75.00 ^{ab}
3.05 mM TSP	78.13	76.68	76.33 ^{ab}	76.46	75.74	74.59 ^{ab}
ASA+TSP	78.13	78.24	77.90 ^a	76.98	76.56	76.35 ^a
F-test	.	ns	*	ns	ns	*
C.V. (%)	.	1.60	4.24	1.05	1.66	4.63

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.63 ค่าสีแดงของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	a* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	-0.26	-0.15	-0.02	0.27 ^a	0.80 ^a	0.69
1 mM ASA	-0.26	-0.34	-0.05	0.08 ^{ab}	0.31 ^{ab}	0.41
3.05 mM TSP	-0.26	-0.31	-0.11	0.03 ^{ab}	0.34 ^{ab}	0.35
ASA+TSP	-0.26	-0.55	-0.25	-0.12 ^b	0.05 ^b	0.20
F-test	.	ns	ns	*	*	ns
C.V. (%)	.	0.86	0.63	4.33	4.13	2.31

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.64 ค่าสีเหลืองของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	b* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	21.14	27.53 ^a	28.08	27.90	28.18	29.55 ^a
1 mM ASA	21.14	25.16 ^{ab}	26.69	24.89	25.41	25.83 ^b
3.05 mM TSP	21.14	25.69 ^{ab}	26.04	24.48	26.06	26.29 ^{ab}
ASA+TSP	21.14	23.12 ^b	23.10	24.16	24.47	23.53 ^b
F-test	.	*	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	4.66	1.81	0.80	0.93	4.78

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.65 ค่าเฉลี่ยของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hue angle value of pulp (°)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	90.70	90.28	90.02	89.46 ^b	88.31	88.68
1 mM ASA	90.70	90.76	90.10	89.82 ^{ab}	89.21	89.11
3.05 mM TSP	90.70	90.72	90.26	89.96 ^{ab}	89.26	89.23
ASA+TSP	90.70	91.40	90.61	90.29 ^a	89.89	89.50
F-test	.	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	.	1.28	0.83	3.98	3.15	1.40

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.66 ค่าความเข้มสีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chroma value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	21.14	27.53 ^a	28.08	27.90	28.19	29.55 ^a
1 mM ASA	21.14	25.16 ^{ab}	26.69	24.89	25.41	25.83 ^b
3.05 mM TSP	21.14	25.69 ^{ab}	26.04	24.48	26.06	26.29 ^{ab}
ASA+TSP	21.14	23.13 ^b	23.10	24.16	24.47	23.53 ^b
F-test	.	*	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	.	4.66	1.81	0.80	0.94	4.79

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.67 ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	ΔE^* value of pulp					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	7.00 ^a	8.00	7.56	8.49	9.86 ^a
1 mM ASA	0.00	4.16 ^{ab}	6.06	5.01	5.97	5.74 ^b
3.05 mM TSP	0.00	4.90 ^{ab}	5.57	4.97	5.74	6.37 ^b
ASA+TSP	0.00	2.55 ^b	3.35	4.23	3.81	3.32 ^b
F-test	.	*	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	.	3.76	2.40	1.18	2.49	6.66

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.68 ความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Firmness (N)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	35.30	32.90	31.11	31.48	30.79 ^b	28.86 ^c
1 mM ASA	35.30	33.83	32.02	31.85	31.90 ^{ab}	31.43 ^{ab}
3.05 mM TSP	35.30	33.69	32.34	31.94	31.72 ^{ab}	30.55 ^b
ASA+TSP	35.30	34.64	32.58	32.56	32.58 ^a	32.56 ^a
F-test	.	ns	ns	ns	*	**
C.V. (%)	.	1.33	1.04	0.46	4.24	10.59

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.69 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Total soluble solids (°Brix)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	6.80	8.45	9.30 ^a	9.30	9.75 ^a	10.50 ^a
1 mM ASA	6.80	8.15	8.65 ^b	9.05	9.10 ^b	9.60 ^{ab}
3.05 mM TSP	6.80	7.95	8.85 ^{ab}	8.90	9.25 ^{ab}	9.70 ^{ab}
ASA+TSP	6.80	7.63	7.95 ^c	8.40	8.70 ^b	9.05 ^b
F-test	.	ns	**	ns	*	*
C.V. (%)	.	0.58	8.02	0.70	4.97	4.26

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.70 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Titratable acidity (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.75	0.62	0.56 ^b	0.56	0.51 ^b	0.48 ^b
1 mM ASA	0.75	0.67	0.62 ^{ab}	0.60	0.60 ^a	0.56 ^{ab}
3.05 mM TSP	0.75	0.68	0.61 ^{ab}	0.61	0.59 ^a	0.55 ^{ab}
ASA+TSP	0.75	0.70	0.69 ^a	0.68	0.64 ^a	0.63 ^a
F-test	.	ns	*	ns	*	*
C.V. (%)	.	0.97	3.59	1.41	5.31	5.17

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.71 อัตราส่วน TSS/TA ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	TSS/TA ratio					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	9.07	13.88	16.57 ^a	16.58	19.27 ^a	22.20 ^a
1 mM ASA	9.07	12.23	13.98 ^b	15.40	15.33 ^b	17.25 ^b
3.05 mM TSP	9.07	11.71	14.67 ^b	14.99	15.85 ^b	17.63 ^b
ASA+TSP	9.07	11.02	11.70 ^c	12.49	13.70 ^b	14.54 ^b
F-test	.	ns	**	ns	**	**
C.V. (%)	.	1.82	12.85	3.39	11.63	10.79

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.72 ดัชนีการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Ripening index					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	5.96	5.49	5.24 ^c	5.25 ^b	5.08 ^c	4.87 ^c
1 mM ASA	5.96	5.63	5.43 ^b	5.34 ^b	5.40 ^b	5.21 ^b
3.05 mM TSP	5.96	5.66	5.40 ^{bc}	5.37 ^{ab}	5.30 ^b	5.16 ^b
ASA+TSP	5.96	5.76	5.64 ^a	5.57 ^a	5.47 ^a	5.41 ^a
F-test	.	ns	**	*	**	**
C.V. (%)	.	2.34	8.95	4.32	15.65	27.00

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.73 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ลุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Carotenoid content ($\mu\text{g/g}$ FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	74.00	74.75	69.50	80.00 ^b	100.50	160.7 ^{5a}
1 mM ASA	74.00	81.50	89.25	101.00 ^{ab}	120.25	132.00 ^{bc}
3.05 mM TSP	74.00	80.75	88.75	94.00 ^b	122.25	118.75 ^c
ASA+TSP	74.00	95.50	100.00	123.75 ^a	130.25	142.25 ^{ab}
F-test	.	ns	ns	*	ns	**
C.V. (%)	.	0.47	2.47	4.65	0.49	6.46

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.74 คะแนนการเกิดอาการสะท้อนหนาวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ลุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Chilling injury scores					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	0.00	1.50	2.75 ^a	3.50 ^a	3.50 ^a	3.50 ^a
1 mM ASA	0.00	0.75	1.25 ^b	1.25 ^b	1.75 ^b	2.25 ^{ab}
3.05 mM TSP	0.00	1.00	1.25 ^b	1.25 ^b	1.75 ^b	2.00 ^{ab}
ASA+TSP	0.00	1.00	1.00 ^b	1.00 ^b	1.00 ^b	1.25 ^b
F-test	.	ns	**	**	*	*
C.V. (%)	.	2.71	7.24	14.67	5.14	4.00

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.01$

ตารางผนวกที่ ข.75 อัตราการรั่วไหลของประจุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Electrolyte leakage (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	37.31	44.80 ^a	42.19	51.50 ^a	54.08	52.86 ^a
1 mM ASA	37.31	39.41 ^b	39.18	44.49 ^{bc}	47.39	44.58 ^{ab}
3.05 mM TSP	37.31	41.08 ^{ab}	39.03	49.03 ^{ab}	46.86	50.83 ^a
ASA+TSP	37.31	36.44 ^b	35.56	41.78 ^c	41.86	40.33 ^b
F-test	.	*	ns	*	ns	*
C.V. (%)	.	4.61	0.61	5.80	1.33	3.62

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.76 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Malondialdehyde content (nmol/g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	4.42	6.50	8.46 ^a	8.16 ^a	8.58 ^a	9.55
1 mM ASA	4.42	6.18	6.78 ^b	7.71 ^{ab}	7.76 ^{ab}	8.76
3.05 mM TSP	4.42	6.15	6.90 ^b	8.06 ^a	7.43 ^{ab}	8.97
ASA+TSP	4.42	5.73	5.96 ^b	6.69 ^b	6.81 ^b	8.50
F-test	.	ns	*	*	*	ns
C.V. (%)	.	0.22	4.39	3.56	4.11	0.48

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.77 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Hydrogen peroxide content ($\mu\text{g H}_2\text{O}_2/\text{g FW}$)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	138.24	158.41	149.08	142.94 ^a	157.78 ^a	164.76 ^a
1 mM ASA	138.24	151.07	143.48	139.07 ^b	151.02 ^{ab}	158.06 ^{ab}
3.05 mM TSP	138.24	151.90	143.80	137.75 ^b	150.25 ^{ab}	159.10 ^{ab}
ASA+TSP	138.24	149.22	140.54	138.14 ^b	146.25 ^b	152.70 ^b
F-test	.	ns	ns	*	*	*
C.V. (%)	.	3.19	2.09	4.62	3.85	5.61

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.78 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติก ซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	Total phenol content ($\mu\text{g GA/g FW}$)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	234.48	226.85	229.40 ^b	220.50	214.35 ^b	206.50
1 mM ASA	234.48	231.00	235.90 ^b	228.45	221.35 ^{ab}	218.20
3.05 mM TSP	234.48	228.70	235.15 ^b	233.60	219.80 ^{ab}	213.00
ASA+TSP	234.48	231.25	248.02 ^a	234.59	227.90 ^a	221.75
F-test	.	ns	*	ns	*	ns
C.V. (%)	.	0.16	4.29	1.65	4.26	1.58

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ($n=4$) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.79 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	DPPH free radical scavenging activity (%)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	5.41	5.27	5.24	4.40 ^b	3.77 ^c	3.60
1 mM ASA	5.41	5.91	5.58	5.08 ^b	4.53 ^{bc}	4.56
3.05 mM TSP	5.41	6.08	5.34	5.01 ^b	5.27 ^{ab}	3.91
ASA+TSP	5.41	6.46	6.07	6.37 ^a	6.01 ^a	5.21
F-test	.	ns	ns	*	*	ns
C.V. (%)	.	1.10	0.66	5.07	5.65	2.15

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.80 กิจกรรมของเอนไซม์ Superoxide dismutase; SOD ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85\pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	SOD activity (Unit/100 g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	2.26	3.25 ^b	1.76 ^b	2.29	1.81	1.83
1 mM ASA	2.26	4.53 ^a	2.50 ^{ab}	2.56	2.21	2.16
3.05 mM TSP	2.26	4.45 ^a	2.36 ^{ab}	2.80	2.28	2.09
ASA+TSP	2.26	4.93 ^a	3.11 ^a	2.89	2.45	2.41
F-test	.	*	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	.	4.63	4.18	0.69	1.48	0.33

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P\leq 0.05$

ตารางผนวกที่ ข.81 กิจกรรมของเอนไซม์ Catalase; CAT ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จุ่มด้วยกรดอะซิติกซาลิไซลิกร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟต เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ เป็นระยะเวลา 25 วัน

Treatment	CAT activity (Unit/100 g FW)					
	Days of storage					
	0	5	10	15	20	25
Control	18.98	26.01	16.49 ^c	14.13	11.79 ^b	11.63
1 mM ASA	18.98	30.76	31.86 ^b	18.46	15.54 ^b	15.44
3.05 mM TSP	18.98	30.09	32.78 ^b	24.00	16.11 ^b	13.30
ASA+TSP	18.98	31.45	45.79 ^a	32.71	28.91 ^a	28.41
F-test	.	ns	**	ns	*	ns
C.V. (%)	.	0.42	9.96	3.46	4.30	3.03

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย (n=4) โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สัญลักษณ์ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$ และ ** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวรัตติยากร กันจนะ	
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤษภาคม 2541	
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 15 หมู่ 6 บ้านบางท่าช้าง ตำบลโพนางคำออก อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2562 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์	เกรดเฉลี่ย 3.70
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษา	
ประวัติการทำงาน	-	
ผลงานทางวิชาการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ganjana, R. & Kramchote, S. (2022). Effect of acetylsalicylic acid on quality changes of 'Nam Dok Mai Sithong' mango during cold storage. In The 19th National Horticultural Congress. (pp. 81-88). The Twin Lotus Hotel, Nakhon Si Thammarat: Thaksin University. 2. Ganjana, R. & Kramchote, S. (2022). The Combinations of Acetylsalicylic Acid and Trisodium Phosphate on Quality Changes of 'Namdokmai Sithong' Mango during Low Temperature Storage. Thai Science and Technology Journal. 30(6), 75-88. 	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้