

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาโท

หลักสูตรพืชสวน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช



1115417

เรื่อง

ผลของสาร 1-methylcyclopropene ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและ

อายุการเก็บรักษาในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย

Effect of 1-methylcyclopropene on physiological changes and shelf life of

'Khak Dam' and 'Pak Mai Lai' papaya

โดย

นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ลำแพน ขวัญพุด

เลขทะเบียน 115417  
วัน,เดือน,ปี - 2 ส.ค. 2554

เสนอ

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

หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาโท  
หลักสูตรพืชสวน  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของสาร 1-methylcyclopropene ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและ  
อายุการเก็บรักษาในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย  
Effect of 1-methylcyclopropene on physiological changes and shelf life of  
'Khak Dam' and 'Pak Mai Lai' papaya

โดย

นายกันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



(ดร.ลำแพน ขวัญพุด)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ ๑ เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๖

รับรองโดยหลักสูตรพืชสวน



(รศ.สมภพ ชูตะวสันต์)

ประธานบริหารหลักสูตรพืชสวน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

รับรองโดยสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช



(รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์)

ประธานสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 23 เดือน ๘ พ.ศ. ๖๖

## คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณทุกท่านซึ่งผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณ ดร. ถัมภ์ แพน ขวัญพล ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือ แก้ไขเพิ่มเติม ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ได้อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความรู้แก่ผู้จัดทำตลอดมาและขอบคุณหลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้การศึกษาศาสนาและสถานที่ในการปฏิบัติงาน

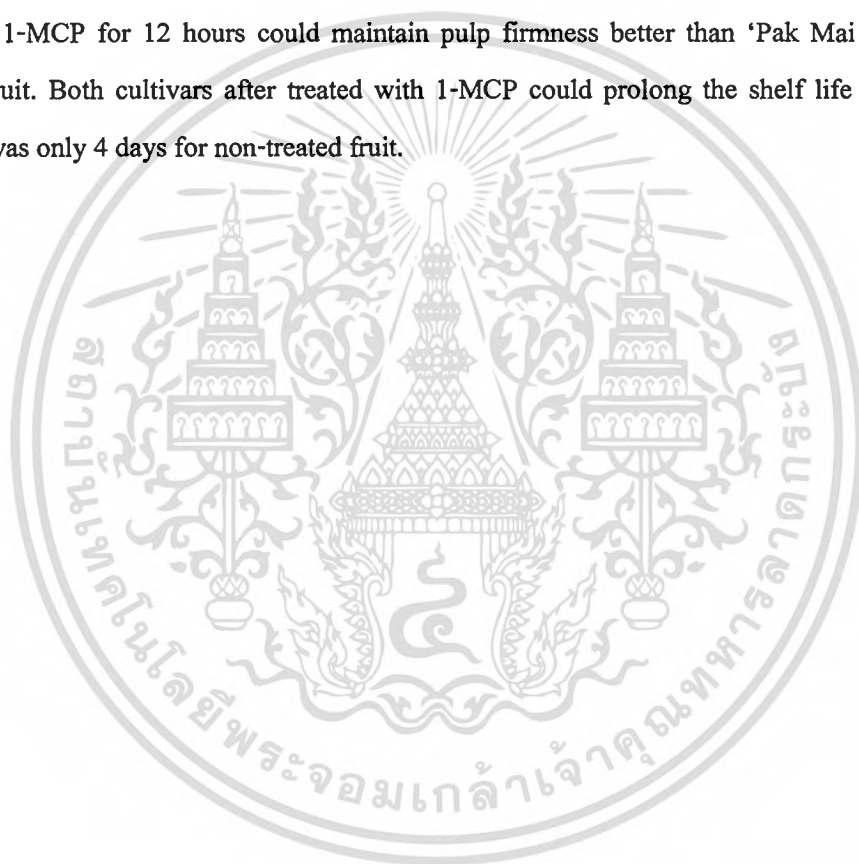
ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและให้โอกาสทางการศึกษามาโดยตลอด จนกระทั่งข้าพเจ้าสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวัง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่คอยให้การช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ์  
พฤศจิกายน 2552

ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักระหว่างผลที่รมและไม่ได้รับสาร 1-MCP พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าผลมะละกอมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประเมินค่า TSS, TA และสัดส่วนปริมาณ TSS/TA พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลที่รมและไม่ได้รับสาร และผลที่รมสาร 1-MCP มีอายุเก็บรักษา 16 วัน ขณะที่ผลที่ไม่ได้รับสาร มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน เมื่อเปรียบเทียบผลของการรมสาร 1-MCP โดยทริทเมนต์ที่ดีที่สุดจากการทดลองหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP คือ 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง ในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย พบว่ามะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายในทริทเมนต์ที่ไม่ได้รับสารและที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลเร็วกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำ แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเมื่อประเมินการอ่อนนุ่มของผล พบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีการอ่อนนุ่มช้ากว่าผลที่ไม่ได้รับสาร โดยมีความแน่นเนื้อมากกว่าประมาณ 142.26 และ 120.45 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 6.19 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประเมินค่า TSS, TA และสัดส่วนปริมาณ TSS/TA พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลที่รมและไม่ได้รับสาร โดยผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ส่วนผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รับสารมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน

fruit. The comparison of using 1-MCP on fruit ripening between 'Khak Dam' and 'Pak Mai Lai' papaya was also determined. This study showed that, 'Khak Dam' and 'Pak Mai Lai' papaya after treated with 500 ppb 1-MCP for 12 hours could delayed peel color changed and gave higher in pulp firmness than non-treated fruit at approximately 142.26 and 120.45 N, respectively at the end of storage. They were no difference in percentage of weight loss, which was 6.19 and 5.33% during storage duration for 'Khak Dam' and 'Pak Mai Lai' papaya, respectively. 1-MCP had no affect on TSS, TA contents and TSS/TA ratio in both cultivars. 'Khak Dam' papaya treated with 500 ppb 1-MCP for 12 hours could maintain pulp firmness better than 'Pak Mai Lai' papaya treated fruit. Both cultivars after treated with 1-MCP could prolong the shelf life for 10 days, while it was only 4 days for non-treated fruit.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
คำนิยาม	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	15
วิจารณ์ผลการทดลอง	58
สรุปผลการทดลอง	61
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	64



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	65
ค่าเฉลี่ยของค่าสีเปลือกของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	65
ตารางที่ 2	66
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	66
ตารางที่ 3	66
ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	66
ตารางที่ 4	67
ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	67
ตารางที่ 5	67
ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	67
ตารางที่ 6	67
ค่าเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	67
ตารางที่ 7	68
ค่าเฉลี่ยของค่าสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	68
ตารางที่ 8	69
ค่าเฉลี่ยของค่าสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	69

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	70
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	70
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	71
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดที่โคเรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	71
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่โคเรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	71
ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำเปลือกและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	72
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำเปลือกและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	73
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	74

## สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 17	ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	74
ตารางที่ 18	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	75
ตารางที่ 19	ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดที่โคเรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	75
ตารางที่ 20	ค่าเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่โคเรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	76

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กลไกการทำงานของสาร 1-MCP.....	6
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการรมสาร 1-MCP.....	12
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	16
ภาพที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 0 วัน.....	17
ภาพที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 2 วัน.....	18
ภาพที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 4 วัน.....	19
ภาพที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 6 วัน.....	20
ภาพที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 8 วัน.....	21
ภาพที่ 9 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 10 วัน.....	22
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (กรัม) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	24

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 11	ค่าความแน่นเนื้อ (นิเวตน์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	24
ภาพที่ 12	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	26
ภาพที่ 13	สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	27
ภาพที่ 14	การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก มะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	29
ภาพที่ 15	การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ มะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	31
ภาพที่ 16	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 0 วัน.....	32
ภาพที่ 17	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 4 วัน .....	33
ภาพที่ 18	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 8 วัน.....	34

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 19	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 12 วัน.....	35
ภาพที่ 20	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 16 วัน.....	36
ภาพที่ 21	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (กรัม) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและ ที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	38
ภาพที่ 22	ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	38
ภาพที่ 23	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	40
ภาพที่ 24	สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอ พันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้อง นาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน.....	41
ภาพที่ 25	การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้ รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	43
ภาพที่ 26	การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รม และที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	45

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 27	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 0 วัน.....	46
ภาพที่ 28	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 2 วัน.....	47
ภาพที่ 29	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 4 วัน.....	48
ภาพที่ 30	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 6 วัน.....	49
ภาพที่ 31	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 8 วัน.....	50
ภาพที่ 32	ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 10 วัน.....	51
ภาพที่ 33	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (กรัม) ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	53
ภาพที่ 34	ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	53

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 35 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	56
ภาพที่ 36 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน.....	57

## คำนำ

มะละกอเป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง อวบน้ำ ไม่มีแกนกลาง ใบหยักลึก ดอกสีขาว มีทั้งดอกตัวผู้ ดอกตัวเมียและดอกสมบูรณ์เพศ ผลยาวรีปลายค่อนข้างแหลม มะละกอดิบมีเปลือกสีเขียว เนื้อแข็งกรอบ เมื่อสุกมีเปลือกสีเหลือง หรือสีส้มเหลือง เนื้อนิ่ม สีเหลืองและสีส้ม รสหวาน (นิตดา หงษ์วิวัฒน์ และทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2550) สำหรับพันธุ์ที่นิยมปลูกมีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ เช่น มะละกอพันธุ์แขกคำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน มีเนื้อแน่นและกรอบ เมื่อสุกเนื้อมีสีแดงส้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยจึงมีผู้นิยมบริโภคสุกกินมาก (โกศล มารมย์, 2548) และมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลาย เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับรับประทานสุก ติดผลดกผลรูปร่างทรงกระบอก เนื้อหนาสีแดง ให้ผลผลิตเร็ว สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกสภาพแต่ต้องมีการระบายน้ำได้ดี (วัชรินทร์ เขจรวงศ์, 2552) ขนาดของผลใหญ่ปานกลาง เนื้อสีแดงอมส้ม ที่สำคัญไม่ละ และมีความหวานมาก (วิศิษฐ์ สิทธิเกษร, 2552) ปริมาณผลผลิตมะละกอซึ่งนอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2549-2550 มีปริมาณการส่งออกมะละกอ 1,600 และ 1,335 ตัน คิดเป็นมูลค่า 19.351 และ 14.088 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) แต่จากการที่ผลมะละกามีอายุสั้น ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน (short shelf life) ทั้งนี้เพราะมะละกอเป็นผลไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Climacteric fruits ซึ่งสามารถผลิตและตอบสนองต่อเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วในระหว่างที่เกิดการสุก ซึ่งเอทิลีนเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการเร่งกระบวนการสุกของผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการลดปริมาณเอทิลีนเพื่อชะลอการสุกของมะละกอ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารดูดซับเอทิลีน การใช้สารยับยั้งการผลิตและการทำงานของเอทิลีน เช่น Silver Thiosulphate (STS) และ Aminoethoxyvinylglycine (AVG) (Blankenship, 2001) แต่สาร Silver Thiosulphate (STS) ไม่สามารถนำมาใช้กับผลไม้ได้เพราะเป็นพิษกับผู้บริโภค ในขณะที่สาร Aminoethoxyvinylglycine (AVG) ในปัจจุบันได้รับการอนุญาตให้ใช้ในแปลงแอปเปิลก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อชะลอการบริบูรณ์และเพิ่มคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา แต่ยังไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้หลังการเก็บเกี่ยวโดยตรง ในปัจจุบันสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) เป็นสารอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยมีความสามารถในการแย่งพื้นที่จับกับตัวรับเอทิลีนได้ดีกว่าเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงาน จึงสามารถชะลอกระบวนการสุก ทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น สำหรับสาร 1-MCP มีรายงานว่าไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก โดยมีค่า LD<sub>50</sub> น้อยกว่า 165 mg/kg จึงได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration: FDA) ให้สามารถนำสาร 1-MCP มาใช้กับผลิตผลทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้และยังได้รับการยกเว้นจากสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency: US EPA) ในเรื่องของข้อกำหนดในการระบุปริมาณผลตกค้างที่จะยอมรับได้ (Exemption from the requirement of a tolerance) ในผลิตผลจำพวกผักและผลไม้สด (จริงแท้ศิริพานิช, 2550) ที่ผ่านมามีรายงานการใช้สาร 1-MCP ในการชะลอการสุกของผลไม้หลายชนิดรวมทั้งมะละกอ เช่นการศึกษาในมะละกอพันธุ์โซโล พบว่าผลที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลได้นานกว่าผลที่ไม่ได้รมสารถึง 5 วัน และชะลอการอ่อนนุ่มได้นาน 10 วัน (Manenoi *et al.*, 2007) แต่ไม่พบความแตกต่างกันในส่วนของคุณภาพ TSS และจากรายงานของ Jacomino *et al.* (2002) พบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รม มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำกว่า และสามารถชะลอการสุกได้ 4-6 วัน และนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการใช้สาร 1-MCP สามารถชะลอการสุกของกล้วย (Jiang *et al.*, 1999) มะม่วง (Penchaiya *et al.* 2006) และแอปเปิล (Beaudry and Watkins, 2001) เป็นต้น จากประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีนและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค งานทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของการรมสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและอายุการเก็บรักษาของผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย เพื่อที่จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการสูญเสียของผลมะละกอหลังการเก็บเกี่ยว

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลมะละกอพันธุ์แขกคำและพันธุ์ปลักไม้ลาย
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สาร 1-MCP ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลมะละกอพันธุ์แขกคำและพันธุ์ปลักไม้ลาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### 1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya L.* ชื่อวงศ์ CARICACEAE และมีชื่อสามัญคือ Papaya เป็นไม้ผลัดใบขนาดกลาง มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้ (โกศล มารมย์, 2548)

#### ลำต้น

ลำต้นมะละกอมีความสูงระหว่าง 5-20 ฟุต ลำต้นอวบน้ำ ลำต้นมะละกอมีลักษณะเป็นลำต้นสูงชะลูดขึ้นไป มักพบเป็นลำเดี่ยว ภายในลำต้นกลวง ยกเว้นตรงส่วนข้อต่อ ขนาดของลำต้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-30 เซนติเมตร บริเวณส่วนปลายของลำต้นมีใบเกิดเรียงตัวกันแบบเกลียว มีรอยแผลของก้านใบส่วนที่สัมผัสกับลำต้นมีใบอย่างชัดเจน ส่วนลำต้นมีท่อน้ำและท่ออาหารอัดแน่นอยู่เป็นจำนวนมากและมีเส้นใยอยู่น้อย

#### ใบ

มะละกอมีใบขนาดใหญ่และกว้างประมาณ 25-75 เซนติเมตร ลักษณะคล้ายกับใบปาล์มแต่มีเนื้อผิวอ่อนกว่า ส่วนของใบประกอบด้วยก้านใบที่ยาว และกลวง ก้านใบมีสีเขียวอ่อน หรือเขียวสีม่วง แผ่นใบเป็นรูปคล้ายหัวใจ ลักษณะเป็นแฉก ๆ แต่ละใบมีประมาณ 7-8 แฉก ขนาดเล็กและเป็นซี่กว้าง

#### ดอก

ดอกมะละกอมะจะเจริญเติบโตที่บริเวณส่วนล่างของลำต้น ดอกอาจมีดอกเดี่ยวหรือมากกว่าหนึ่งดอกในหนึ่งก้านดอก ดอกของมะละกอมีอยู่ 3 ชนิดคือ ดอกตัวผู้ (Staminate or male flower) ดอกตัวเมีย (Pistillate or female flower) และดอกกะเทย (hermaphroditic flower) มะละกอดั้นเดี่ยวอาจมีดอกชนิดเดี่ยว สองชนิดหรืออาจ สามชนิดก็ได้ ส่วนของก้านดอกตัวเมียจะสั้นกว่าดอกกะเทย และดอกตัวผู้ ซึ่งมีก้านดอกยาวถึง 50-100 เซนติเมตร

#### ผล

ผลเป็นแบบผลเดี่ยว ยาวประมาณ 7-10 เซนติเมตร อาจมีน้ำหนักมากถึง 9 กิโลกรัม ผลมะละกอมีผิวเปลือกบางเรียบ เมื่ออ่อนมีสีเขียวหรือเขียวคล้ำ เมื่อสุกมีสีเหลืองหรือเหลืองส้ม เนื้อมีสีส้ม หรือสีส้มปนแดง เนื้อรับประทานได้มีรสชาติดี ตรงกลางผลมีช่องว่างที่มี 5 ร่องปรากฏอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของผล ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ และชนิดของดอก เมล็ดมีจำนวนมาก และติดอยู่กับผนังด้านในของรังไข่ เมล็ดรูปร่างกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร มีสีดำหรือเทา ผิวเปลือกขุ่น และมีเชื้อหุ้มอยู่ซึ่งประกอบด้วยสารยับยั้งการงอกของเมล็ด โดยใน 1 ผลมีประมาณ 500-800 เมล็ด

มะละกอกเป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ มะละกอกใช้ผลบริโภคทั้งผลดิบ และผลสุก โดยทั่วไปมะละกอกเป็นพืชที่ไม่ค่อยมีแมลงรบกวน และปลูกได้ดีในดินทั่วไป แต่ต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ขังแฉะ และมีอินทรีย์วัตถุมากพอสมควร มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 130-150 วันหลังจากปลูกด้วยเมล็ด และสามารถให้ผลผลิต 3-4 ปี ถ้าไม่มีปัญหาโรค และแมลงทำลาย สามารถเก็บเกี่ยวผลดิบได้เมื่ออายุ 3-4 เดือน และเก็บเกี่ยวผลสุกได้เมื่ออายุ 5-6 เดือนหลังดอกบาน มะละกอก 1 ต้น สามารถให้ผลผลิตประมาณ 25-30 กก./ปี หรือ 2,966 กก./ไร่ น้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 0.7-2.50 กก. มะละกอกเป็นไม้ผลที่คนทั่วไปนิยมรับประทาน โดยผลดิบนำมาปรุงอาหาร ส่วนผลสุกมักใช้รับประทานสด น้ำคั้นมีรสชาติดหวานหอม มีวิตามินเอ และแคลเซียมสูง (โกศล มารมย์, 2548) โดยมีแหล่งที่ปลูกมากที่จังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และชุมพร เป็นต้น (สุเมธ วรธรรมพุกษ์, 2551) นอกจากนี้จะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2549-2550 มีปริมาณการส่งออกมะละกอก 1,600 และ 1,335 ตัน คิดเป็นมูลค่า 19.351 และ 14.088 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

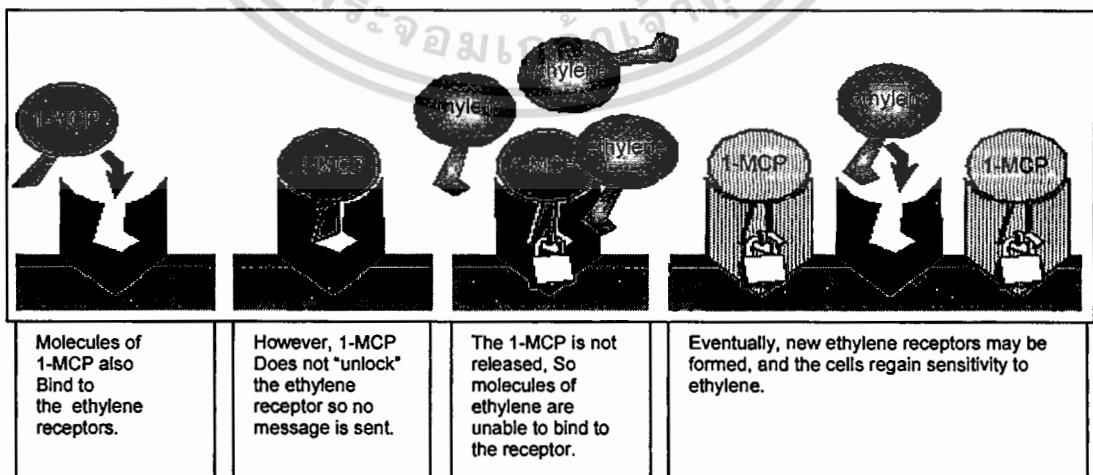
มะละกอกพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ลักษณะทั่วไปของมะละกอกพันธุ์แขกดำคือมีลักษณะต้นเตี้ย แข็งแรง ความสูงประมาณ 2-4 เมตร ก้านใบสีเขียวอ่อน ลักษณะสั้น และแข็งแรง ก้านใบตั้งตรงยาวประมาณ 60-80 เซนติเมตร ใบหนากว่าพันธุ์อื่นๆ มีเส้นใบ 9-11 แฉก มีการออกดอกติดผลเร็ว ผลมีขนาดปานกลาง ส่วนหัว และปลายผลมีขนาดเท่ากัน ผลยาวประมาณ 25-35 เซนติเมตร ผลโตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 1.5-2 กิโลกรัม ส่วนหัวและปลายผลเกือบมีขนาดเท่ากันตลอด เปลือกของผลหนามีสีเขียวเข้ม เนื้อแน่นและกรอบ ผลในขณะที่ยังดิบมีเปลือกสีเขียวเข้ม เปลือกหนา เนื้อหนาประมาณ 2.5-3 เซนติเมตร ผลสุกมีสีส้มอมแดง เนื้อสีแดงเข้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยมีน้ำหนักผลประมาณ 0.60-1.70 กิโลกรัม เหมาะสำหรับบริโภคสุกและดิบ (โกศล มารมย์, 2548)

มะละกอกพันธุ์ปลักไม้ตาย เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับรับประทานสุก นำเข้าจากต่างประเทศ มาปลูกในประเทศไทยเมื่อ ปี 2543 ลักษณะประจำพันธุ์ ลำต้นใหญ่แข็งแรง รากใหญ่ ใบมี 9-11 แฉก และมีใบชงอยู่ตรงกลาง ติดผลคดผลรูปร่างทรงกระบอกเนื้อหนาสีแดงอมส้ม ค่อนข้าง

ต้านทานโรคใบด่าง ต้นเดียวให้ผลผลิตเร็ว อายุการเก็บเกี่ยว 8 เดือนหลังการปลูก สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกสภาพแต่ต้องมีการระบายน้ำได้ดี ควรเป็นที่น้ำท่วมไม่ถึง และอยู่ใกล้แหล่งน้ำ มีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 (วัชรินทร์ เขจรวงศ์, 2552) มะละกอพันธุ์ปลูกไม้กลายเป็นพันธุ์ที่นิยมรับประทานผลสุก มีน้ำหนักต่อผลเฉลี่ย 0.8-2 กิโลกรัม ขนาดของผลใหญ่ปานกลาง ผลผลิต 1 ต้น ในช่วงเวลาเก็บเกี่ยว 10 เดือน มีปริมาณ 60-80 กิโลกรัม เนื้อผลหนาประมาณ 2.5-3 เซนติเมตร เนื้อสีแดงอมส้ม ที่สำคัญไม่ละและและมีความหวานมาก (วิศิษฐ์ สติทธิเกษร, 2552)

## 2. บทบาทของสาร 1-MCP

1-MCP อยู่ในกลุ่มสาร cyclopropane เป็นสารไม่มีกลิ่น และไม่เป็นพิษ ซึ่งในปี 1999 ได้รับการยอมรับจาก Environmental Protection Agency (EPA) สำหรับใช้ในดอกไม้ ใช้ชื่อทางการค้าว่า Ethyl bloc<sup>®</sup> และยังมีพัฒนาการใช้ในผลิตผลรับประทานสดโดยใช้ชื่อการค้าว่า Smart Fresh<sup>™</sup> สาร 1-MCP เมื่อรวมตัวกับ  $\gamma$ -cyclodextrin เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้อยู่ในสภาพเสถียร และเมื่อถูกแทนที่ด้วยน้ำจะทำให้สาร 1-MCP ออกฤทธิ์ในรูปของก๊าซ โดยการแย่งจับกับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ (Watkins, 2006 ; Blankenship, 2001) (ภาพที่ 1) สาร 1-MCP ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก จึงได้รับการรับรองจากองค์การอาหาร และยา (Food and Drug Administration: FDA) ให้สามารถนำ 1-MCP มาใช้กับผลิตผลทางการเกษตรได้ และยังได้รับการยกเว้นจาก U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) ในเรื่องของการกำหนดในการระบุปริมาณผลตกค้างที่จะยอมรับได้ (Exemption from the requirement of a tolerance) ในผลิตผลจำพวกผัก และผลไม้สด (จริงแท้ สิริพานิช, 2550)



ภาพที่ 1 กลไกการทำงานของสาร 1-MCP (ที่มา: Blankenship, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ผลของสาร 1-MCP ที่มีต่อผลิตผลสดทางการเกษตร

1-MCP สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในผัก และผลไม้ จึงช่วยชะลอการเปลี่ยนสี การหลุดร่วง และการเกิดโรคจึงทำให้ผัก และผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น 1-MCP ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพืชดังนี้

1. ยับยั้งการทำงานของเอทิลีน ซึ่งเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผลไม้สุก การใช้สารยับยั้งการสังเคราะห์ และการทำงานของคลอโรพลาสต์กำจัดเอทิลีนออกไปจากผลไม้ ช่วยชะลอการเกิดกระบวนการสุก ในขณะเดียวกันการให้เอทิลีนจากภายนอกช่วยให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น 1-MCP ยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้เนื่องจากสามารถจับกับตัวรับสัญญาณของเอทิลีนทำให้การทำงานของเอทิลีนลดลง (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก, 2550)

2. ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของผัก และผลไม้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการชราภาพ ส่วนใหญ่การเปลี่ยนสีจะเริ่มจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเขียวหายไป จากนั้นจะเกิด สีเหลือง ส้ม แดง น้ำเงิน และสีอื่นๆ ขึ้น การที่ 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนสีได้นั้น เนื่องจาก 1-MCP สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้ เอทิลีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้คลอโรฟิลล์สลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสีอย่างรวดเร็ว เมื่อ 1-MCP ไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีน จึงทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ลดลงทำให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้ (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก, 2550)

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

4. ลดการเกิดโรค การสุก และการหลุดร่วง หรือแม้กระทั่งการลุกลามของบาดแผลของผัก และผลไม้ที่มีเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้น เร่งให้มีการหลุดร่วงของขั้วผลให้เร็วขึ้น จุลินทรีย์เข้าทำลายบริเวณขั้วผลได้เร็วขึ้น ทำให้เกิดโรคได้เร็วกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผัก และผลไม้เกิดโรคคือ การเข้าทำลายของจุลินทรีย์ และ 1-MCP ไม่ได้ลดการเกิดโรคโดยตรง แต่ 1-MCP ช่วยชะลอการสุก ลดการหลุดร่วงของผล ทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ช้าลง จึงลดการเกิดโรคได้ (มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และอุษณา ไตรนอก, 2550)

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกเร็วหลังเก็บเกี่ยว จึงมีการหาวิธียืดอายุการเก็บรักษาและลดความเสียหายหลังจากการเก็บเกี่ยว โดยมีการศึกษาในผลมะละกอพันธุ์ Sunrise Solo ที่เก็บเกี่ยวในสองระยะ คือระยะผลสีเขียว และระยะผลสีเหลือง นำมารมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0, 30, 90 และ 270 ppb เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20°C จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C พบว่าผลมะละกอรยะสีเขียวที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 270 ppb สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ดีกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่ผลมะละกอทั้งสองระยะที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 90 และ 270 ppb มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะละกอที่ระยะผลสีเขียวได้ 4-6 วัน และยืดอายุการเก็บรักษาของระยะผลสีเหลืองได้ 2-4 วัน เพราะฉะนั้นสาร 1-MCP จึงมีประสิทธิภาพในการชะลอการสุกของผลมะละกอพันธุ์ Sunrise Solo (Jacomino *et al.*, 2002) ขณะที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 23°C ให้กับผลมะละกอพันธุ์ Golden พบว่าการรมสาร 1-MCP ช่วยชะลอการอ่อนนุ่มของผลระหว่างการเก็บรักษา การรมสาร 1-MCP ในระยะผลสีเขียว สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของผล ชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ส่วนปริมาณกรด Ascorbic ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Bron *et al.*, 2006) สำหรับการศึกษาค่าผลของสาร 1-MCP ต่อการสุก และคุณภาพของผลมะละกอสุกทานสดหั่นชิ้นพันธุ์ Sunrise Solo โดยรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2.5 ppm พบว่ามีอัตราการผลิตเอทิลีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทรีทเมนต์ โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าผลมะละกอทานสดหั่นชิ้นที่รม 1-MCP และพบว่าการเปลี่ยนแปลงการอ่อนนุ่มของผลมะละกอทานสดหั่นชิ้นที่รม 1-MCP มีการอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น 50% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รมสารซึ่งมีการอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น 75% และการร่วงไหลของประจุมีปริมาณต่ำ โดยชุดที่ไม่ได้รมสาร มีการร่วงไหลของประจุเพิ่มขึ้นสูงกว่าผลมะละกอทานสดหั่นชิ้นที่รม 1-MCP และไม่มี ความแตกต่างในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ และผลมะละกอทานสดหั่นชิ้นที่รม 1-MCP สามารถยืดอายุในการเก็บรักษาได้ 6 วัน ในขณะที่ชุดที่ไม่ได้รมสารสามารถเก็บรักษาได้ 2-3 วัน (Ergun *et al.*, 2006) การศึกษาค่าคุณภาพของเอทิลีนกับสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนคือสาร 1-MCP เพื่อชะลอการสุกของอโวคาโดพันธุ์ Hass น้อยหน้าพันธุ์ African Pride มะม่วงพันธุ์ Kensington Pride และมะละกอพันธุ์ Solo โดยรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 25 ppm เป็นเวลา 14 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20°C และรมด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C พบว่าการรมสาร 1-MCP เพียงอย่างเดียวสามารถชะลอการสุกของอโวคาโด น้อยหน้า มะม่วง และมะละกอได้ 4.4, 3.4, 5.1 และ 15.6 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รมสาร โดยการรมสาร 1-MCP ก่อนที่จะรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอทรีลีนสามารถป้องกันการเร่งให้เกิดการสุกจากเอทรีลีน ในส่วนของจำนวนวันของการสุกของผลไม้ที่รมทั้งสาร 1-MCP และเอทรีลีน และผลไม้ที่รมสาร 1-MCP เพียงอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างกัน (Hofman *et al.*, 2001) การใช้ประโยชน์จากสาร 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวต่อผลมะละกอพันธุ์ Gold และ Rainbow โดยรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 50–1,000 ppb ในช่วงระยะเวลา 4 และ 24 ชั่วโมง และให้ ethephon ทั้งก่อนและหลังการรม 1-MCP พบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง สามารถชะลอการอ่อนนุ่ม และการสุกได้ดีกว่าผลที่ไม่ได้รม 1-MCP โดยการรม 1-MCP เป็นเวลา 4 หรือ 24 ชั่วโมง ในส่วนของการผลิตเอทรีลีนและอัตราการหายใจถูกชะลอและยับยั้งในผลที่รมสาร 1-MCP เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 22°C สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ 7 วัน ในระยะผลเริ่มเปลี่ยนสี และชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว แต่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผลมะละกอที่รม 1-MCP ที่ระยะผลเริ่มเปลี่ยนสีมีการเปลี่ยนแปลงความอ่อนนุ่มน้อยกว่า และมีอาการที่เรียกว่า rubbery เกิดขึ้น ส่วนผลมะละกอที่ระยะผิวสีเหลืองมากกว่า 25% ที่รม 1-MCP มีการสุกตามปกติ ขณะที่การเก็บรักษาผลมะละกอระยะผิวสีเหลือง 10% ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 7 วัน ก่อนหรือหลังจากการรม 1-MCP ไม่มีผลต่อความอ่อนนุ่ม ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ก่อนหรือหลังจากที่ได้รับสาร ethephon พบว่าผลมะละกอมีการอ่อนนุ่มไม่แตกต่างกัน (Manenoi *et al.*, 2007)

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

#### 1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดสี Color Flex

1.2 เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Penetrometer

1.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก ตาชั่ง 7 กิโลกรัม

1.4 Hand Refractrometer

1.5 ถังน้ำขนาด 60 ลิตร

1.6 บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร

1.7 ไมโครปิเปตต์ขนาด 5 มิลลิลิตร

1.8 บีกเกอร์

1.9 อุปกรณ์ตัดแต่ง

1.10 อุปกรณ์ถ่ายภาพ

#### 2. สารเคมี

2.1 สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ชื่อทางการค้าคือ ไบ โอลีน (Biolene)

2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N

2.3 ฟีนอพทาลีน (Phenopthalene) ความเข้มข้น 1%

2.4 น้ำกลั่น

### วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมในการชะลอการสุกของมะละกอพันธุ์แขกดำ

โดยนำผลมะละกอระยะผลสีเขียวมีเต็มเหลืองที่ผิวผลประมาณ 5 % มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมารมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppb และ 1,000 ppb เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับผลมะละกอที่ไม่ได้รรมสาร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 10 วัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ทรีทเมนต์ คือ

1) ไม่รรมสาร (ชุดควบคุม)

2) รม 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง

3) รม 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง

โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ โดย 1 ผลคิดเป็น 1 ซ้ำ ทำการบันทึกสีผิวผล ในระบบ CIE

L a b color space โดยค่า L\* คือค่าความสว่าง มีค่าเข้าใกล้ 0 คือสีดำ และเข้าใกล้ 100 คือสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า a\* โดยถ้าวัดค่า a\* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a\* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b\* โดยถ้าวัดค่า b\* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b\* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (กรัม) ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable acidity; TA) และอายุการเก็บรักษา (วัน)

**การทดลองที่ 2** ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ โดยนำผลมะละกอระยะผลสีเขียวมีแต่มะละกอที่ผิวผลประมาณ 5 % มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมารรมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppb เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง บันทึกรวมผลทุก 4 วัน เป็นระยะเวลา 16 วัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ทริทเมนต์ คือ

- 1) ไม่รมสาร (ชุดควบคุม)
- 2) รม 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 6 ชั่วโมง
- 3) รม 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง

แต่ละหน่วยทดลองมี 5 ซ้ำ โดย 1 ผลคิดเป็น 1 ซ้ำ บันทึกรวมผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

**การทดลองที่ 3** ศึกษาเปรียบเทียบผลของการรมสาร 1-MCP ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย

โดยนำผลมะละกอระยะผลสีเขียวมีแต่มะละกอที่ผิวผลประมาณ 5 % มาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมารรมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppb เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบกับผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง บันทึกรวมผลทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 10 วัน โดยออกแบ่งเป็น 4 ทริทเมนต์ คือ

- 1) มะละกอพันธุ์แขกดำไม่รมสาร (ชุดควบคุม)
- 2) มะละกอพันธุ์แขกดำรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง
- 3) มะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายไม่รมสาร (ชุดควบคุม)
- 4) มะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง

แต่ละหน่วยทดลองมี 3 ซ้ำ โดย 1 ผลคิดเป็น 1 ซ้ำ บันทึกรวมผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

### ขั้นตอนการรมสาร 1-MCP

นำสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่เตรียมไว้ใส่ลงในบีกเกอร์เติมน้ำกลั่นลงไปปริมาณ 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวางในถังน้ำขนาด 60 ลิตร ที่บรรจุมะละกอไว้ จากนั้นปิดฝาถังที่มีพัดลมติดไว้เพื่อเป่าให้อากาศภายในถังหมุนเวียนได้ ปิดฝาดังให้สนิท โดยรมสาร 1-MCP ไว้ตามเวลาที่กำหนดไว้ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการรมสาร 1-MCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การบันทึกผล

การวัดสีเปลือก และสีเนื้อ ในระบบ CIE L a b color space โดยค่า L\* คือค่าความสว่าง มีค่าเข้าใกล้ 0 คือสีดำ และเข้าใกล้ 100 คือสีขาว ค่า a\* โดยถ้าค่า a\* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a\* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b\* โดยถ้าค่า b\* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b\* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน โดยใช้เครื่องวัดสี Color Flex โดยวัดค่าสีเปลือกทุกวัน และวัดค่าสีเนื้อทุก 3, 4 และ 2 วัน ตามกำหนดของแต่ละการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก โดยซึ่งผลมะละกอด้วยตาชั่งน้ำหนัก และบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกวัน ตลอดอายุการเก็บรักษา จากนั้นจึงนำค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยใช้สูตรดังนี้

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

ความแน่นเนื้อ ทำการบันทึกผลของค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Penetrometer ใช้หัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร โดยใช้ตัวอย่างของมะละกอกที่ผ่าแบ่งเป็น 2 ซีก แล้วหั่นเป็นชิ้น ซีกละ 5 ชิ้น ใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อกดลงไปบริเวณเนื้อมะละกอลงประมาณ 1 เซนติเมตร บันทึกผล โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Hand Refractometer ด้วยการนำตัวอย่างของมะละกอลงประมาณ 50 กรัม มาคั้นน้ำ จากนั้นนำน้ำคั้นของมะละกอลงลงบน Hand Refractometer จำนวน 1 หยด อ่านค่าที่ได้ โดยมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์

ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ โดยการนำน้ำคั้นของมะละกอลงประมาณ 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 20 มิลลิลิตร แล้วหยด ฟีนอล์ฟทาเลิน (Phenolphthalein) ความเข้มข้น 1% ลงไป 3 หยด แล้วนำมาไทเตรตด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N ที่เตรียมใส่บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร ไว้ หยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ลงในน้ำคั้น สังเกตจุดสีของน้ำคั้นที่เปลี่ยนไปเป็นสีชมพูอ่อนๆ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที จนสีของน้ำคั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ โดยใช้สูตรดังนี้

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

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

### การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาทำการทดลอง

ระยะการดำเนินงาน เดือนกุมภาพันธ์ 2552 - เดือนสิงหาคม 2552

## ผลการทดลอง

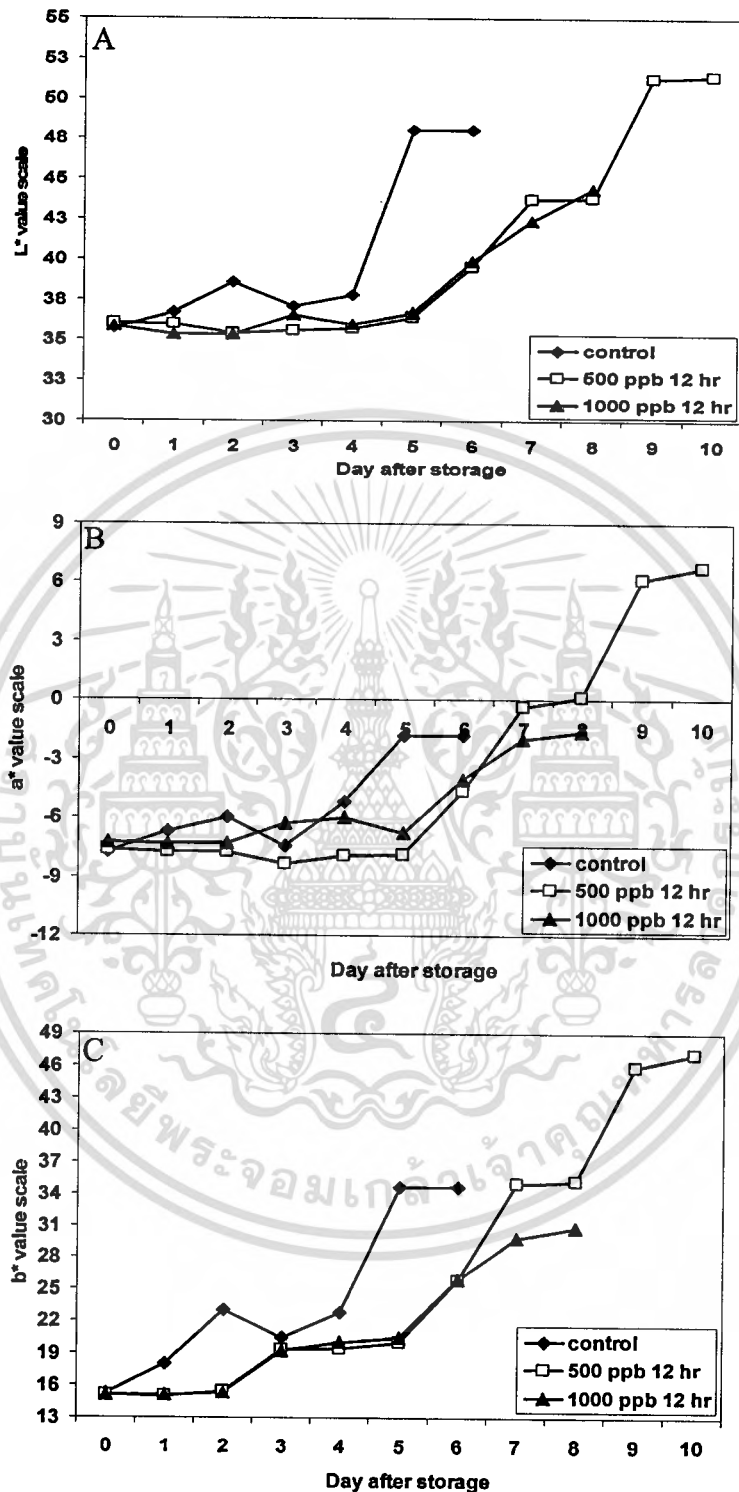
### ผลการทดลองที่ 1

#### การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่าง 3 ทริทเมนต์ พบว่าชุดควบคุมมีค่า  $L^*$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 35.76 ถึง 48.07 ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง ค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่าทั้งสองความเข้มข้นมีค่า  $L^*$  มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันคือ ค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 36.07 ถึง 51.58 และ 35.85 ถึง 44.39 ตามลำดับ (ภาพที่ 3A)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  พบว่าชุดควบคุมมีค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จาก -7.73 ถึง -1.81 ส่วนที่ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันคือ ในช่วงแรกของการเก็บรักษามีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ก่อนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากการเก็บรักษาที่ 6 วัน และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb มีค่า  $a^*$  สูงกว่าที่ความเข้มข้น 500 ppb แสดงว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb มีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเร็วกว่าที่ความเข้มข้น 500 ppb โดยมีค่าอยู่ในช่วง -7.62 ถึง 6.78 และ -7.27 ถึง -1.60 ตามลำดับ (ภาพที่ 3B)

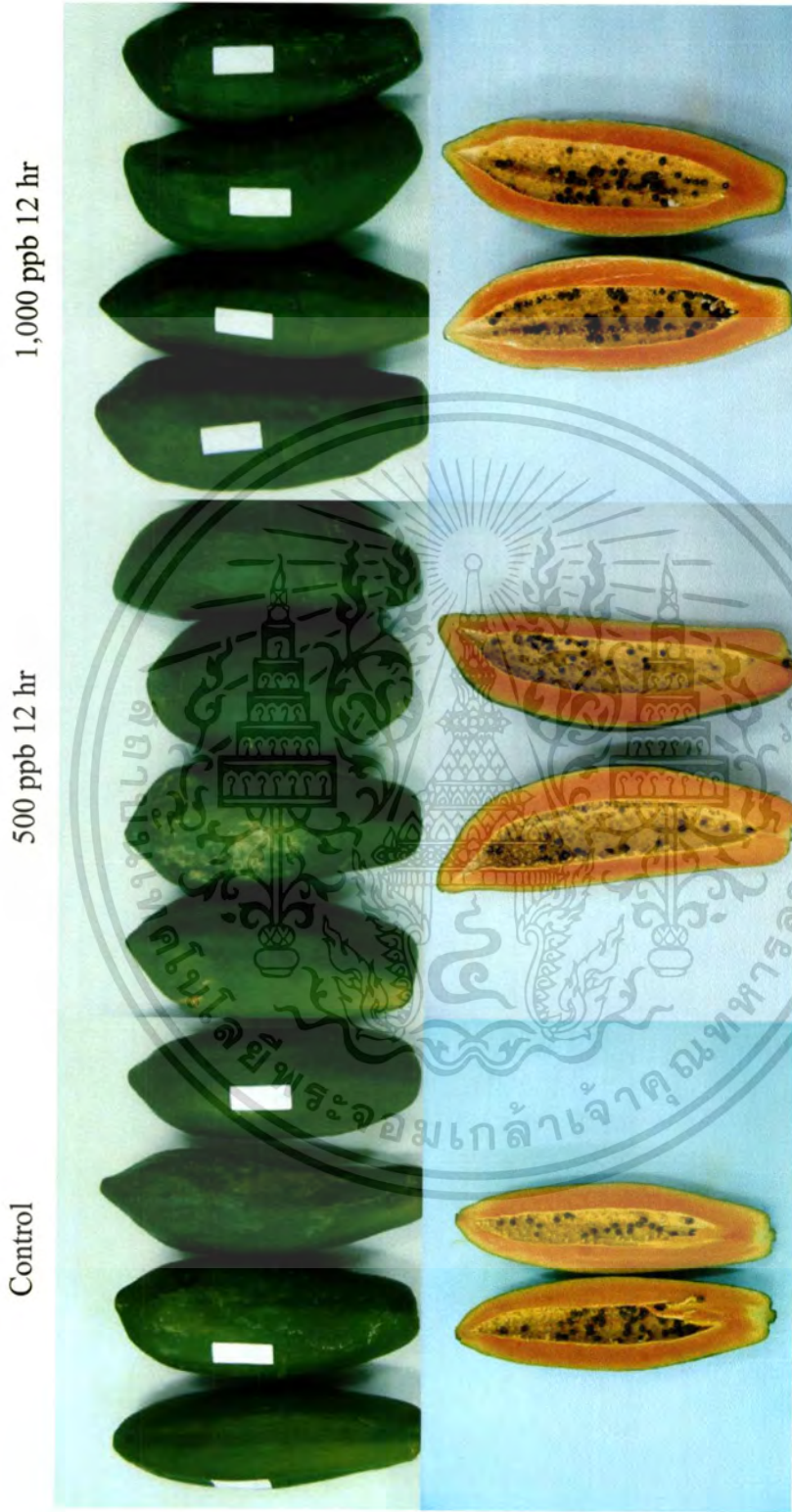
เมื่อประเมินค่า  $b^*$  พบว่าชุดควบคุมมีค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นไปในทางเดียวกันกับค่า  $L^*$  และ  $a^*$  คือ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.19 ถึง 34.63 ส่วนการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ทำให้ค่า  $b^*$  ค่อยๆ เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 6 หลังจากการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.07 ถึง 47.06 ส่วนการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb มีค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 8 หลังจากการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.12 ถึง 30.83 (ภาพที่ 3C)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลง ค่า L\* (A) ค่า a\* (B) และค่า b\* (C) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ต้นกหลอกสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของมะงะกอกที่พันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษา 0 วัน

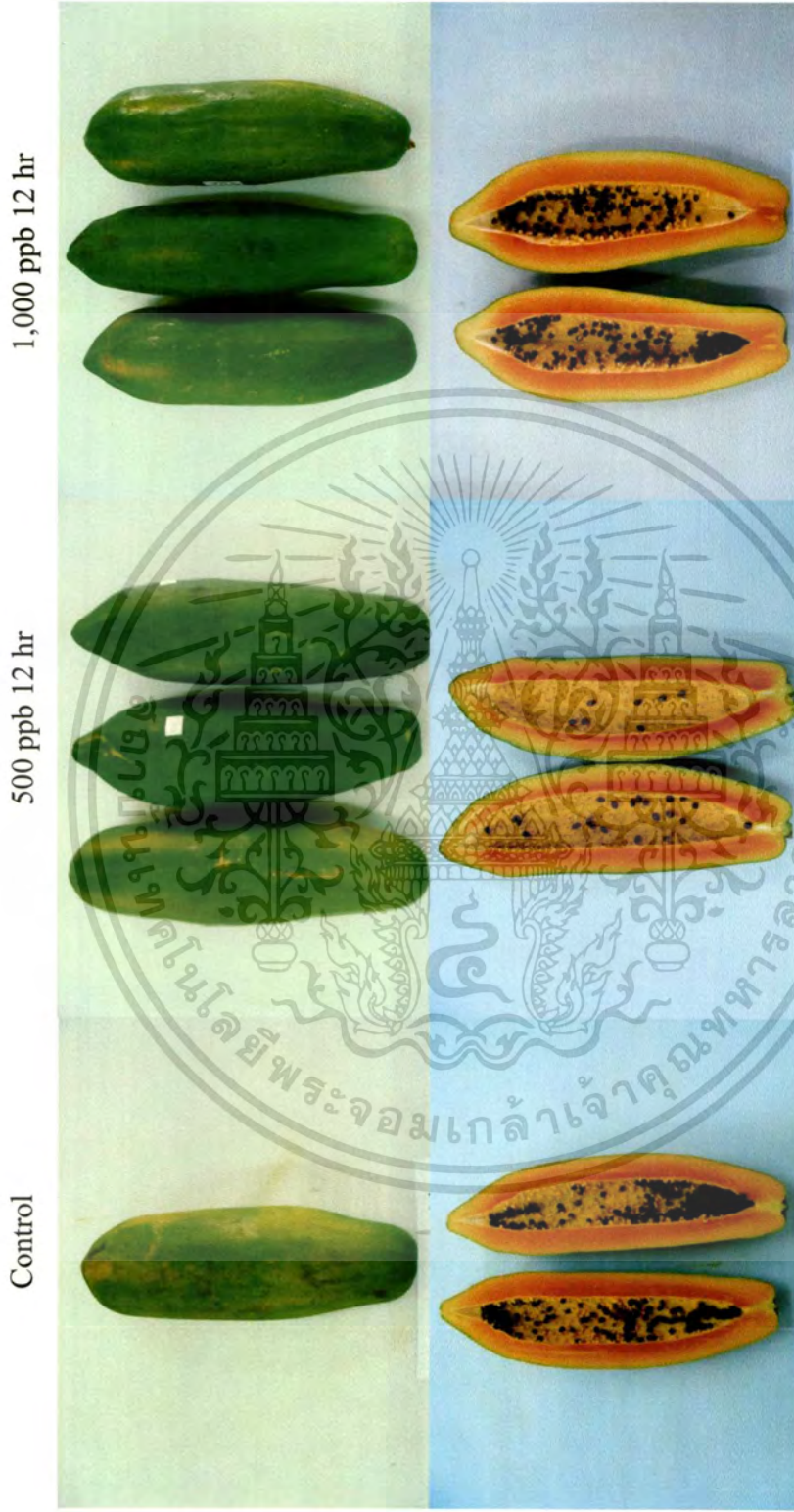
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **115417** การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

หลังการเก็บรักษา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

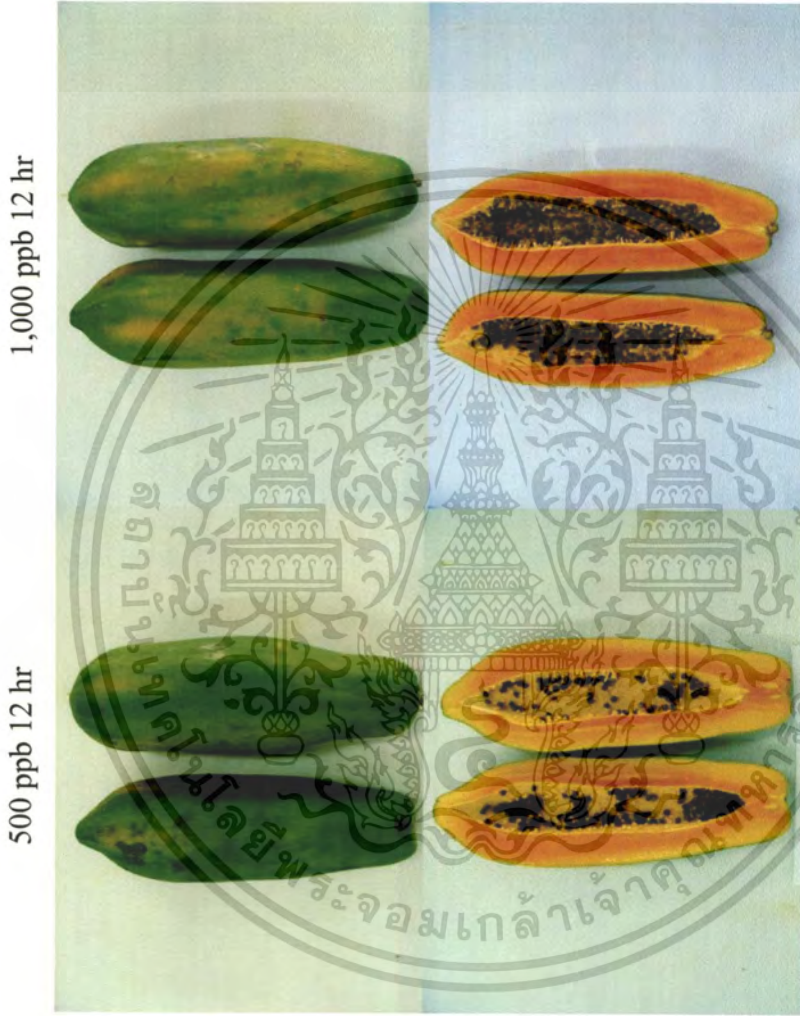
หลังการเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับรมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของมะกอกอพันธ์แก่ดำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  
หลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  
หลังการเก็บรักษา 10 วัน

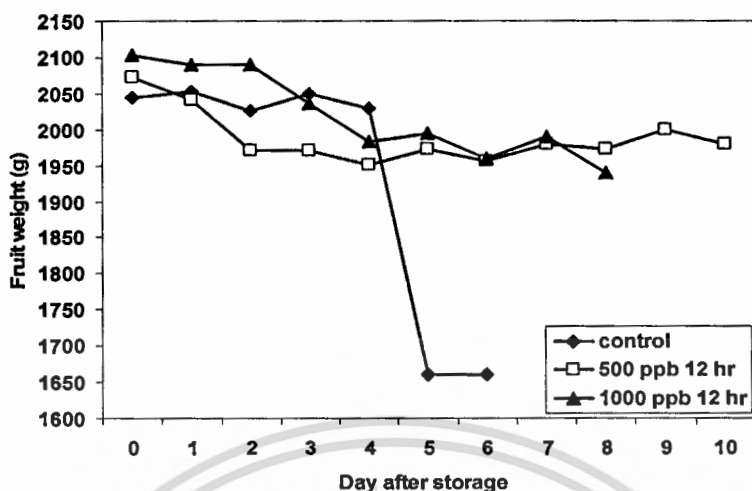
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)

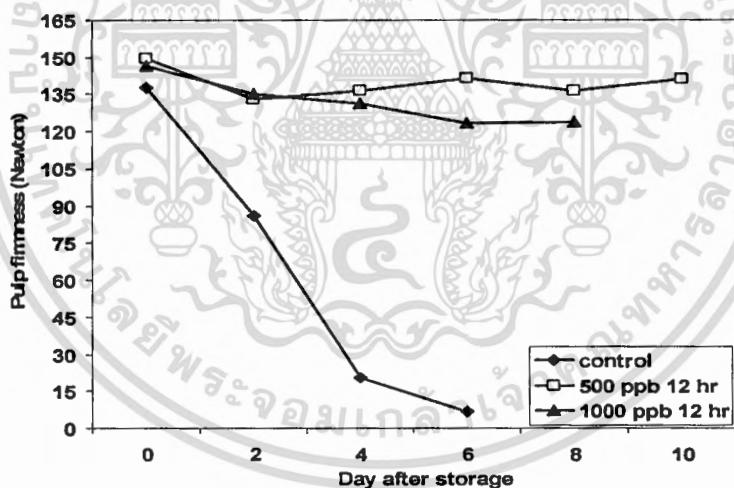
จากการทดลองพบว่าน้ำหนักของชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็ว จาก 2,050 เป็น 1,660 กรัม โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 19.02 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 2,070 เป็น 1,980 และจาก 2,100 เป็น 1,940 กรัม ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 4.35 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb พบว่าที่ความเข้มข้น 500 ppb น้ำหนักลดลงน้อยกว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb (ภาพที่ 10)

### การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิวัติน)

ผลมะละกอชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 137.65 เป็น 6.88 นิวัติน ภายในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ในขณะที่การรมผลมะละกอด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงไม่มากนักในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 149.37 เป็น 141.14 นิวัติน ส่วนที่ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 146.91 เป็น 123.97 นิวัติน และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างสองความเข้มข้น พบว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าที่ความเข้มข้น 500 ppb ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา ประมาณ 17.18 นิวัติน (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (กรัม) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 11 ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS)

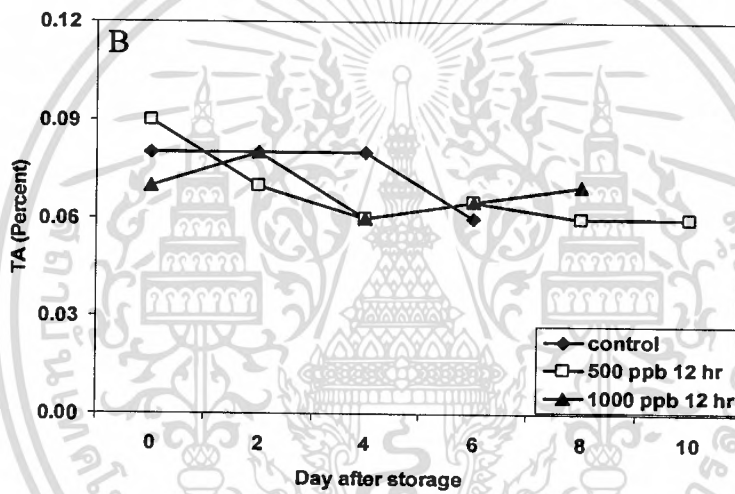
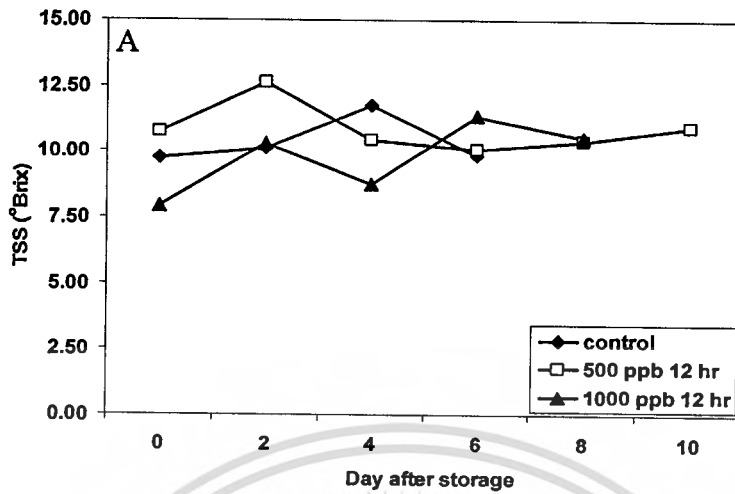
ปริมาณ TSS ของชุดควบคุมและชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยเพิ่มขึ้นจาก 9.74 เป็น 9.82 องศาบริกซ์ และจาก 10.76 เป็น 10.94 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงแรกของการเก็บรักษา โดยเพิ่มขึ้นจาก 7.90 เป็น 10.54 องศาบริกซ์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb พบว่าที่ความเข้มข้น 500 ppb มีปริมาณ TSS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นน้อยกว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb (ภาพที่ 12A)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable acidity; TA)

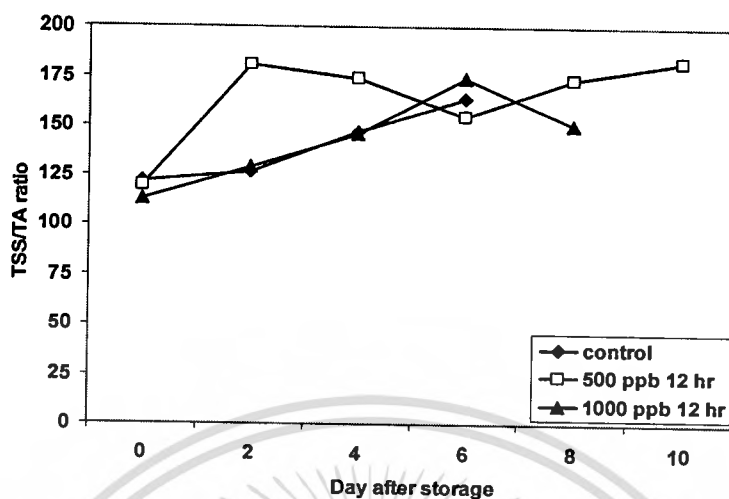
ปริมาณ TA ของชุดควบคุมมีแนวโน้มค่อยๆ ลดลง จาก 0.08 เป็น 0.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb มีปริมาณ TA ลดลงจาก 0.09 เป็น 0.06 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 1,000 ppb มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยมีค่าเท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตลอดอายุการเก็บรักษา และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างสองความเข้มข้น พบว่าปริมาณ TA เมื่อรมที่ความเข้มข้น 500 ppb มีแนวโน้มลดลงมากกว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb (ภาพที่ 12B)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA)

สำหรับค่าสัดส่วน TSS/TA ของชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 121.75 เป็น 163.67 ในขณะที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 119.56 เป็น 182.33 ส่วนที่ความเข้มข้น 1,000 ppb มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นจาก 112.86 เป็น 150.57 และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างสองความเข้มข้น พบว่าที่ความเข้มข้น 500 ppb มีค่าสัดส่วน TSS/TA เพิ่มขึ้นมากกว่าที่ความเข้มข้น 1,000 ppb (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) (A) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) (B) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 13 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกคำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

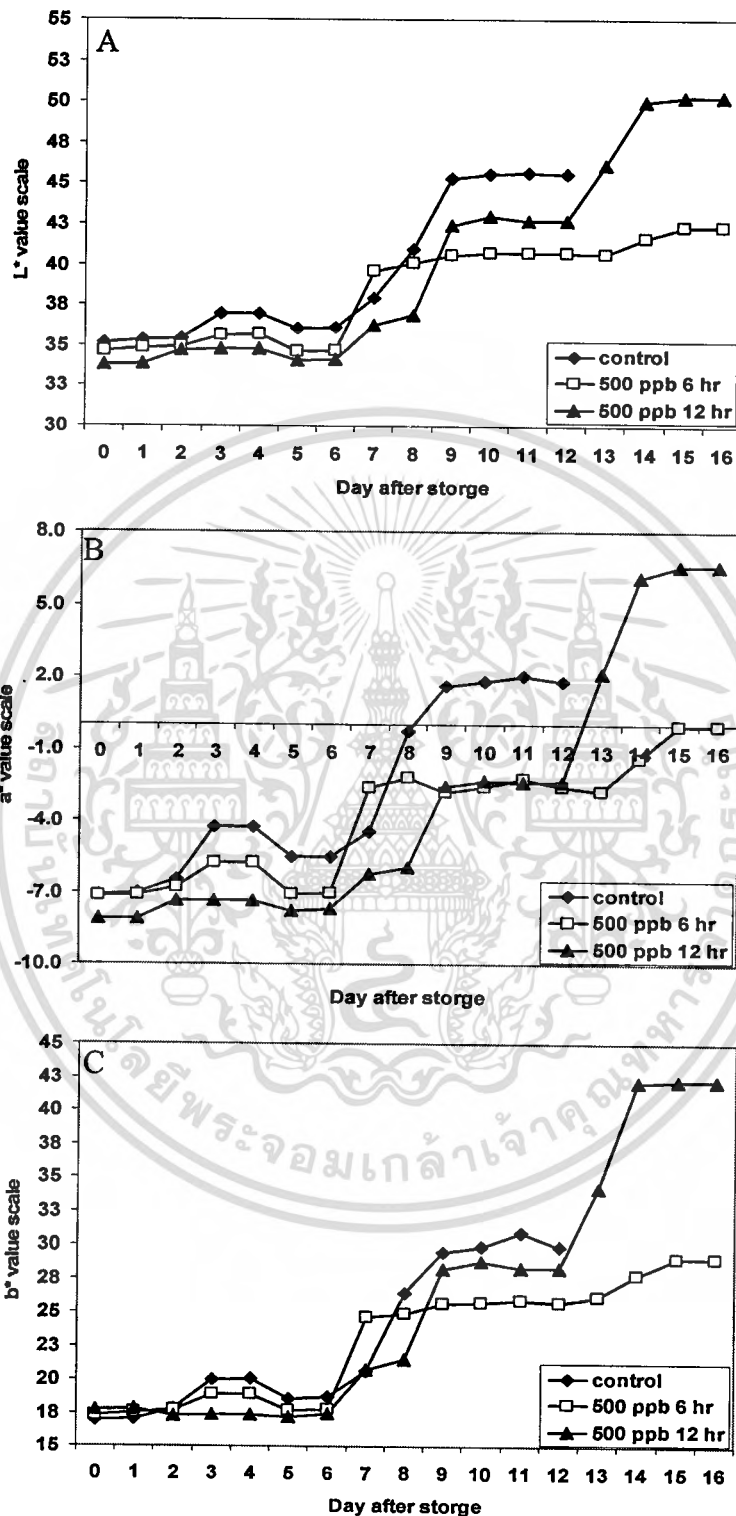
## ผลการทดลองที่ 2

### การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีค่า  $L^*$  สูงกว่าผลที่รมสาร 1-MCP ตลอดการเก็บรักษา โดยในช่วง 6 วันของการเก็บรักษา ทั้งผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีค่า  $L^*$  ค่อยๆ เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นพบว่าค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 35 เป็น 45 ในผลที่ไม่ได้รม ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นจาก 35 เป็น 40 และ 43 ตามลำดับ ก่อนจะมีค่าคงที่ในวันที่ 9-12 ของการเก็บรักษา โดยผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีค่า  $L^*$  สูงกว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 6 ชั่วโมง โดยเฉพาะในวันที่ 13-16 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 14A)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  พบว่าผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีแนวโน้มค่า  $a^*$  สูงกว่าผลที่รมสาร 1-MCP โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 6-9 ของการเก็บรักษา พบว่าผลที่ไม่ได้รมสารมีค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นจาก -5 เป็น 2.3 ขณะที่ผลที่รมสารนาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นจาก -7.5 เป็น -2.5 จากนั้นการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ในทุกทริทเมนต์มีค่าคงที่จนกระทั่งวันที่ 12 ของการเก็บรักษา สำหรับค่า  $a^*$  ในผลที่รมสารเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 0 และ 7.0 เมื่อรมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ (ภาพที่ 14B)

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา พบว่าผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  เพียงเล็กน้อยก่อนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 6-9 และคงที่ในช่วงวันที่ 9-12 ของการเก็บรักษา โดยผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีการเพิ่มของค่า  $b^*$  มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผลที่รมสาร 1-MCP 500 ppb นาน 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่าผลที่รมสาร 1-MCP นาน 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  เร็วกว่าผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 14C)



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลง ค่า L\* (A) ค่า a\* (B) และค่า b\* (C) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แจกด้าที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน

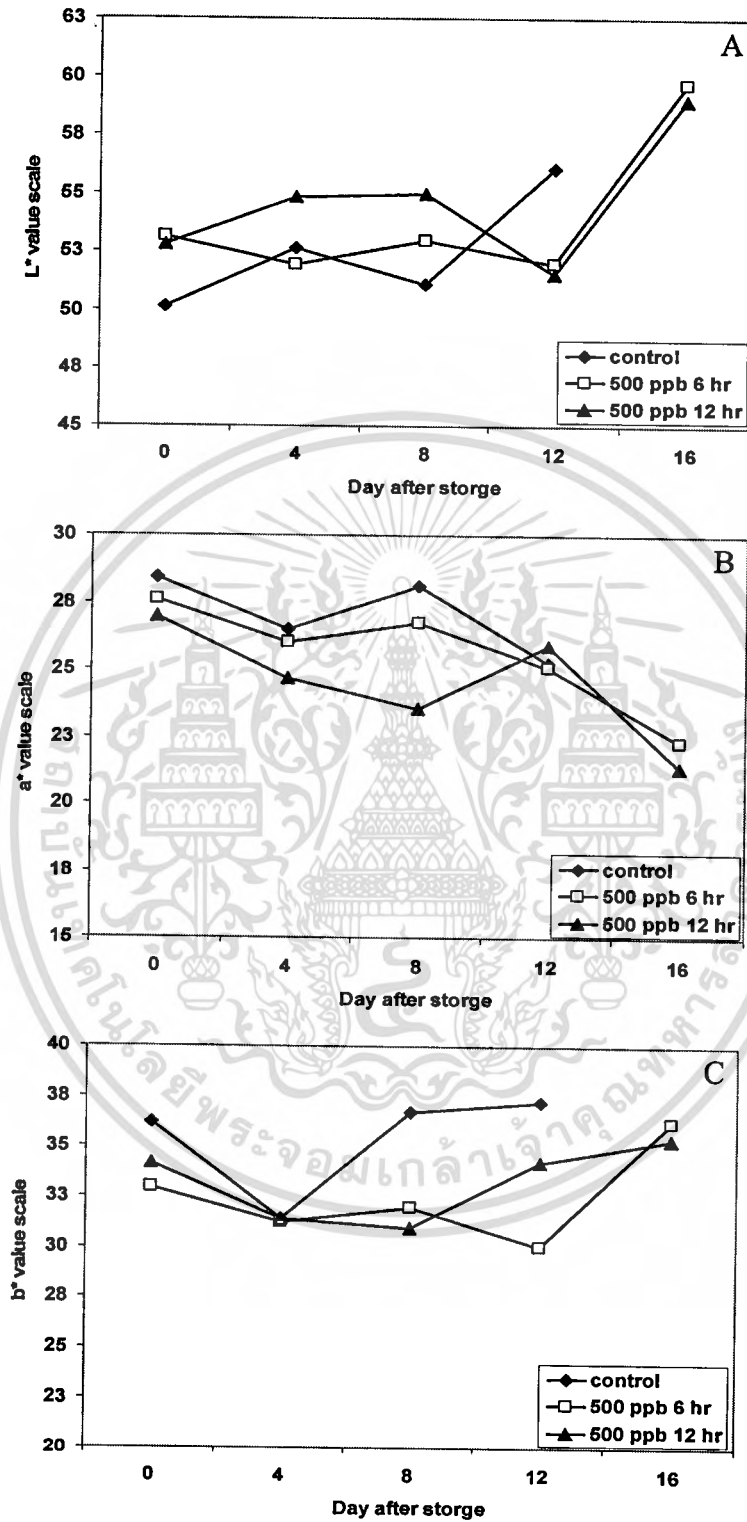
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ค่าความสว่างของสีเนื้อในช่วง 8 วันของการเก็บรักษา ในผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP และผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 ชั่วโมง มีค่า  $L^*$  เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ขณะที่ผลที่รมสาร 1-MCP นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หลังจากวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าผลที่ไม่ได้รมมีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ผลที่รมสาร 1-MCP มีค่า  $L^*$  ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผลที่รมสาร 1-MCP 500 ppb นาน 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่าทั้งสองทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยในช่วงวันที่ 12-16 ของการเก็บรักษาพบว่าผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง ทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีเนื้อมะละกอ ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 60 (ภาพที่ 15A)

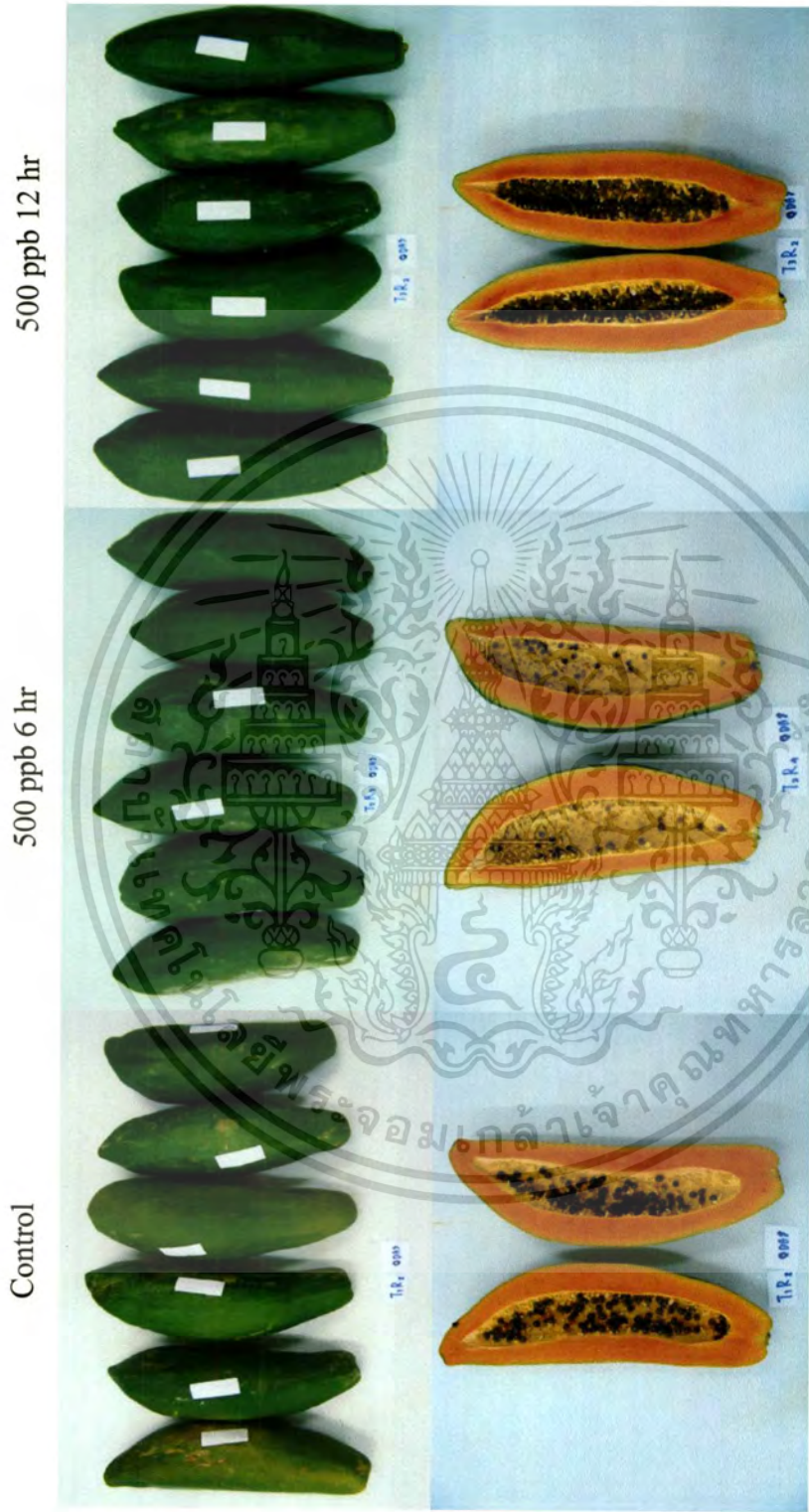
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  ระหว่างผลที่รมและไม่รมสาร 1-MCP ไม่มีความแตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ จาก 27 เป็น 25 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่เริ่มต้นการเก็บรักษา และสำหรับผลที่รมสารนาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่า  $a^*$  ประมาณ 23 ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 15B)

ระหว่างกรรมและไม่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  ไม่แตกต่างกันในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33 หลังจากนั้นพบว่าผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนที่ผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  เพียงเล็กน้อยในช่วง 8 วันของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 37 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 38 (ภาพที่ 15C)



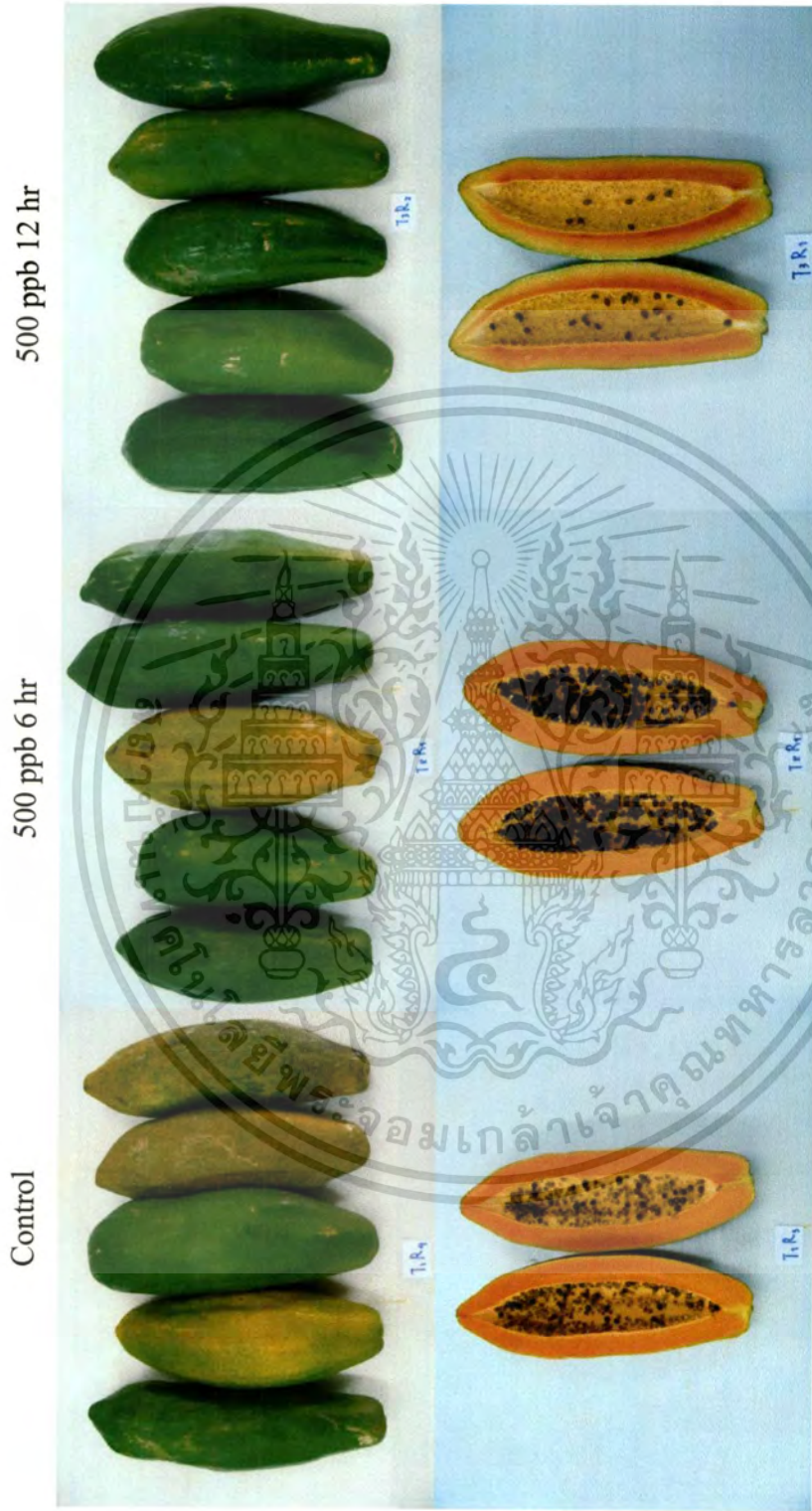
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลง ค่า L\* (A) ค่า a\* (B) และค่า b\* (C) ของทีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



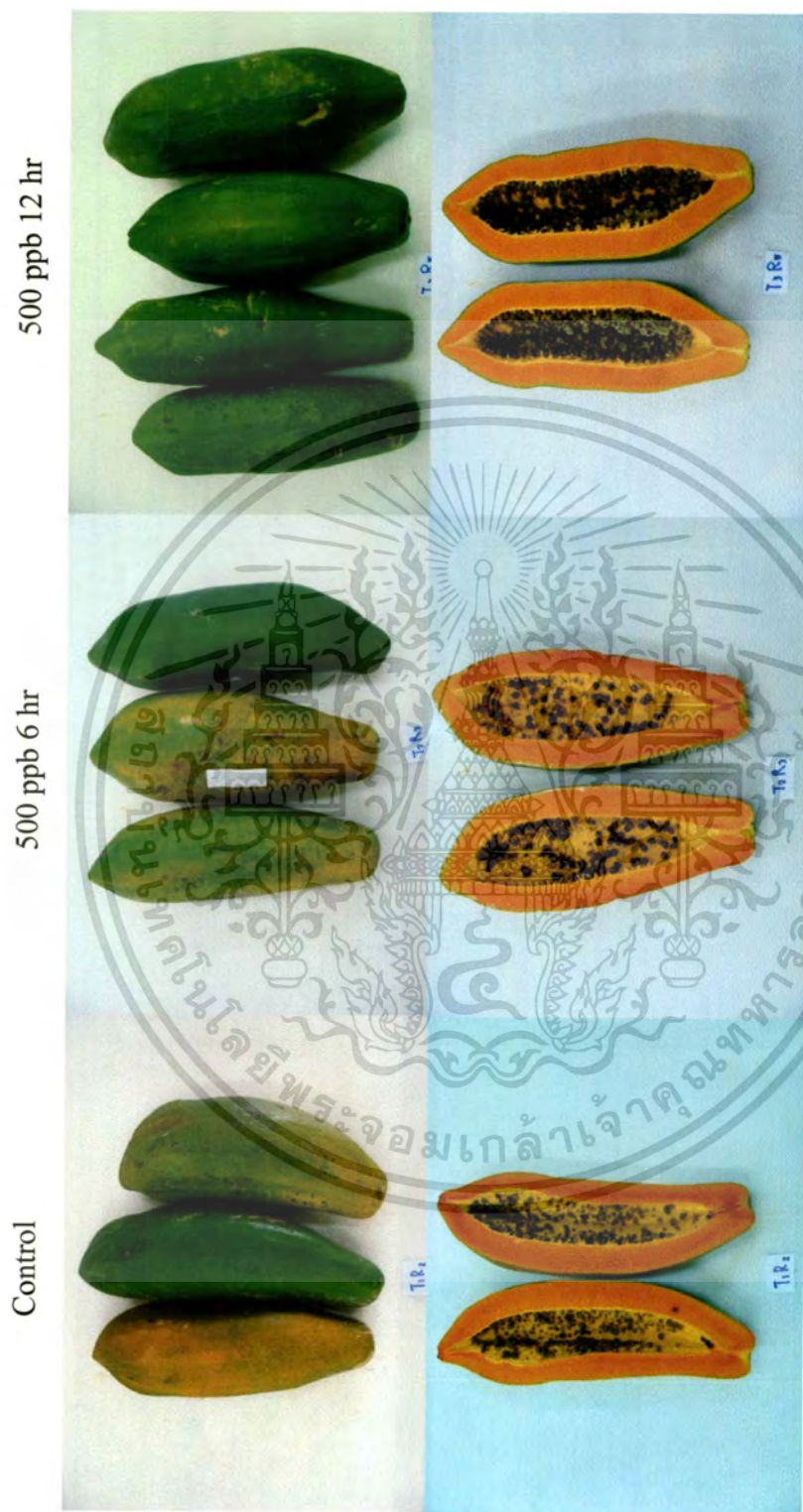
ภาพที่ 16 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับและไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



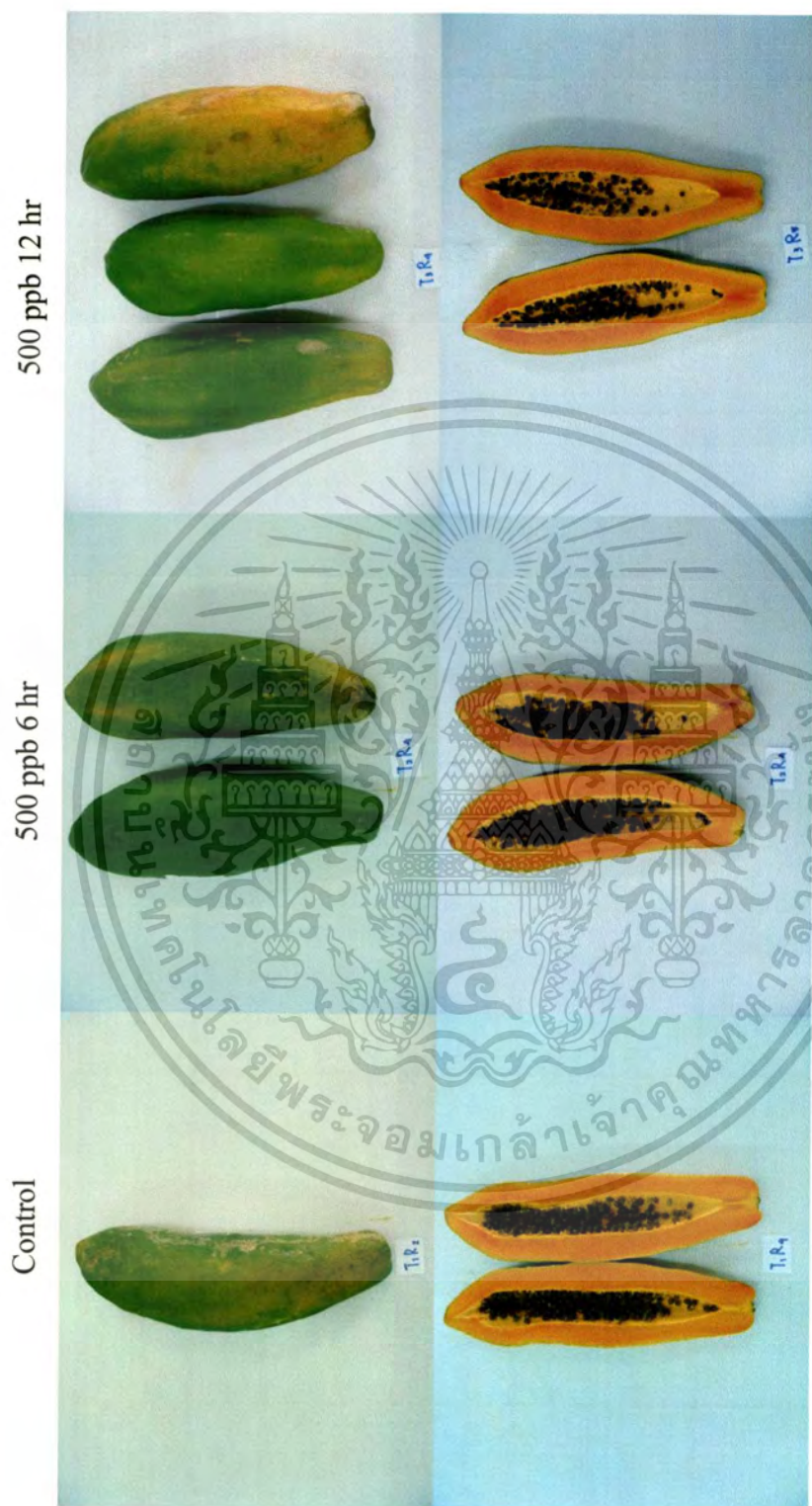
ภาพที่ 17 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับแสงและไม่ได้รับน้ำที่ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  
หลังการเก็บรักษา 16 วัน

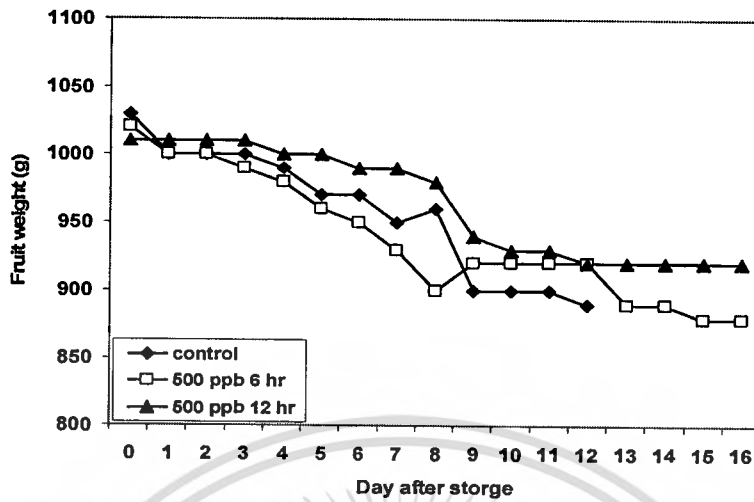
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)

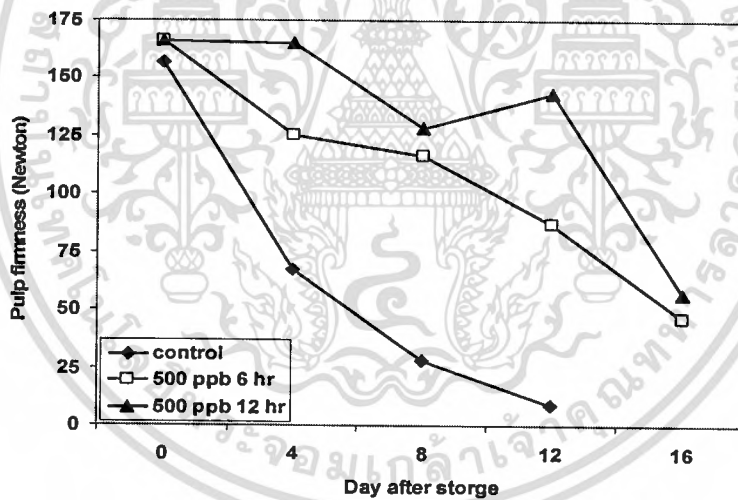
น้ำหนักของผลมะละกอที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักไม่มากนัก และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,200 กรัม และมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยเท่ากับ 900 กรัม ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 21)

### การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิเวตตัน)

ความแน่นเนื้อของผลมะละกอที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วจาก 156.5 เป็น 8.71 นิเวตตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 12) ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ และผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้ดีกว่าผลที่ความเข้มข้นเดียวกันแต่รมนาน 6 ชั่วโมง โดยมีความแน่นเนื้อลดลงจาก 165 เป็น 56 และ 46 นิเวตตัน เมื่อรมนาน 12 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (กรัม) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน



ภาพที่ 22 ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS)

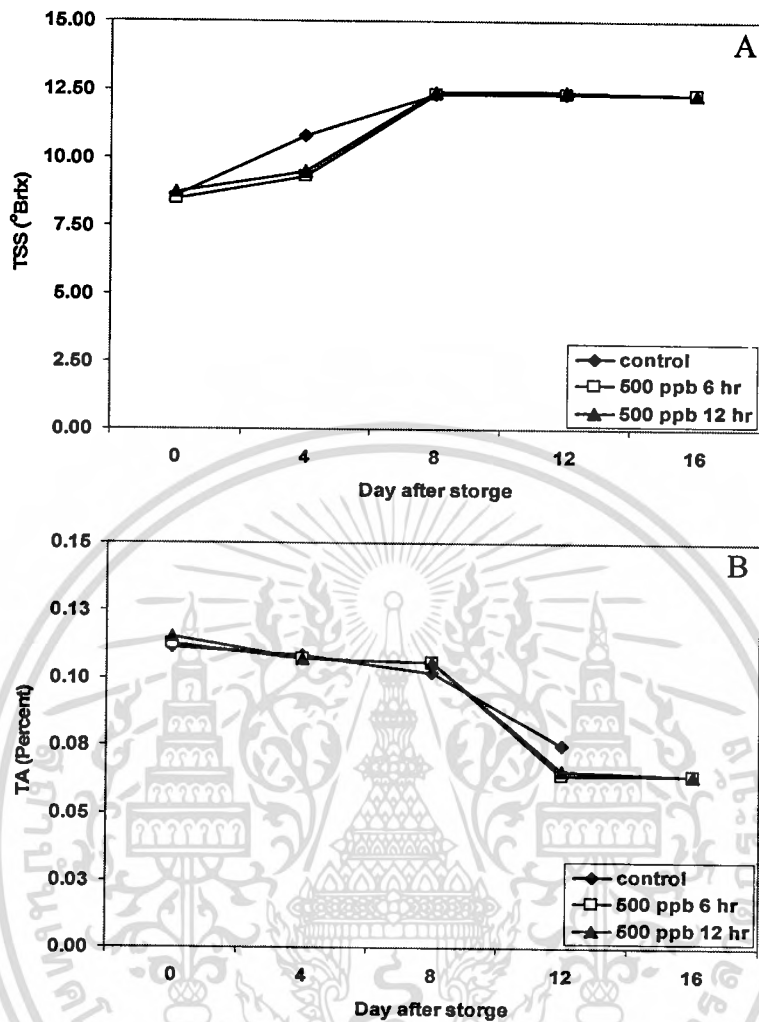
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ณ วันที่ 0 (วันแรก) ของการเก็บรักษาเท่ากับ 8.4 องศาบริกซ์ ก่อนที่จะเพิ่มเป็น 12 องศาบริกซ์ ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเร็วกว่าในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 11 องศาบริกซ์ ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเท่ากับ 9 องศาบริกซ์ ในช่วงหลังจากวันที่ 8 ถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือ วันที่ 16 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS มีค่าคงที่เท่ากับ 12 องศาบริกซ์ (ภาพที่ 23A)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable acidity; TA)

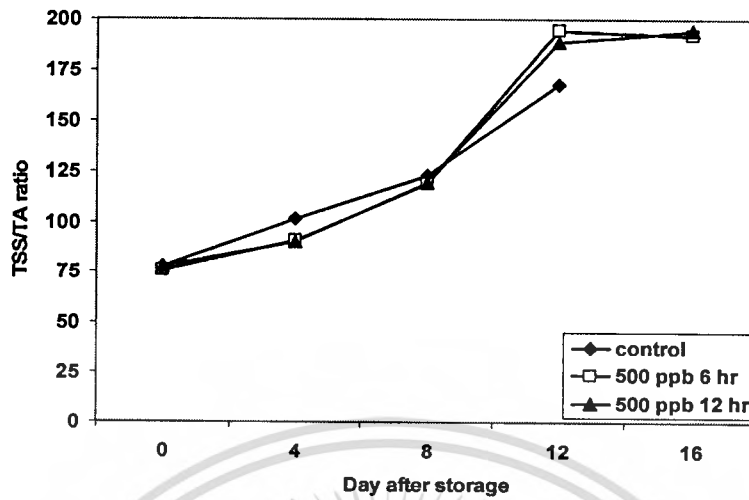
ปริมาณ TA ของผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในวันที่ 12 โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ลดลงช้ากว่าผลที่รมสาร 1-MCP แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทริทเมนต์ โดยมีค่า TA เริ่มต้นประมาณ 0.11 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เริ่มต้นอยู่ที่ 0.11 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเท่ากับ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 23B)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA)

ค่าสัดส่วนปริมาณ TSS/TA ของผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทริทเมนต์ โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีสัดส่วนปริมาณ TSS/TA เริ่มต้นอยู่ที่ 77 และมีค่าเท่ากับ 167 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP มีสัดส่วนปริมาณ TSS/TA เริ่มต้นอยู่ที่ 76 และมีค่าเท่ากับ 193 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 23 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) (A) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) (B) ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน



ภาพที่ 24 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลองที่ 3

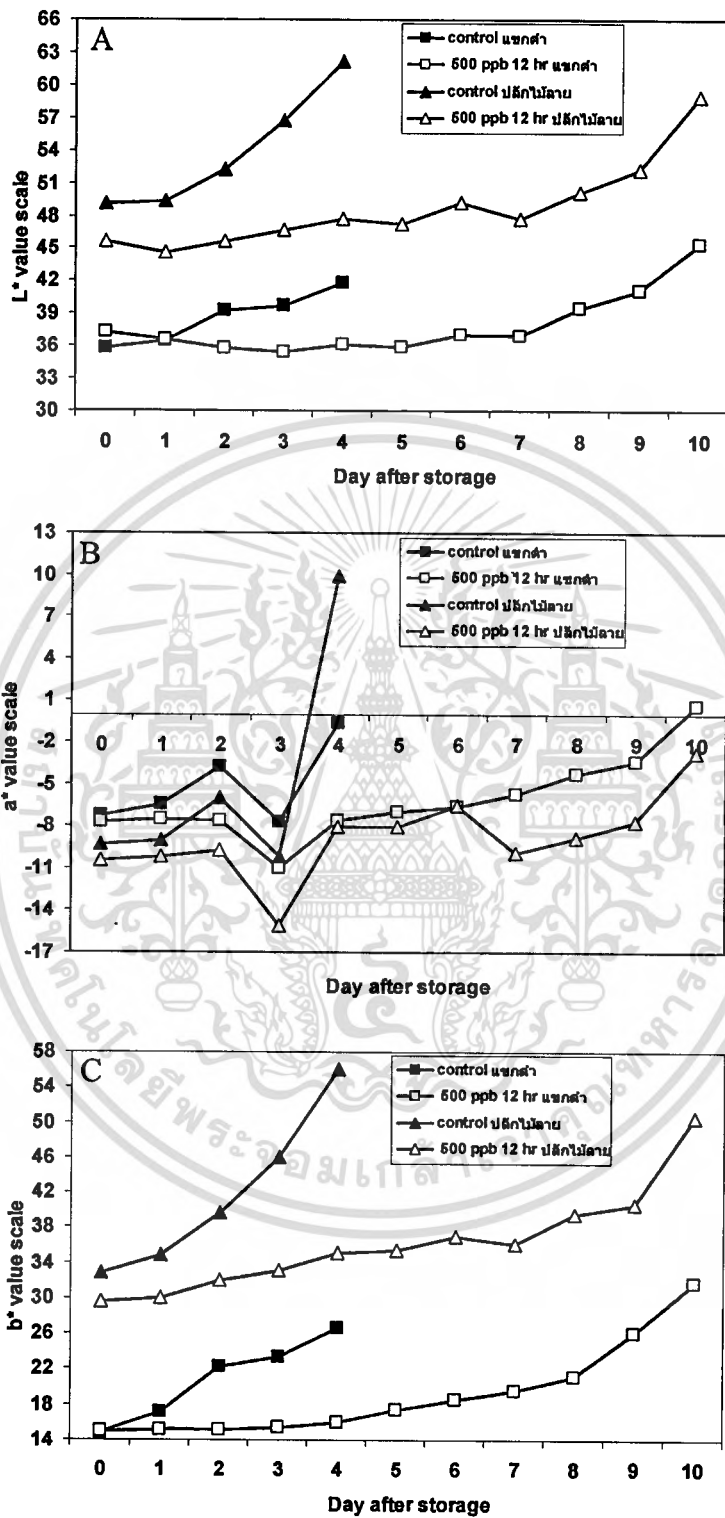
#### การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

การเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของผิวผลมะละกอพันธุ์แขกคำสำหรับชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 35.79 ถึง 41.86 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกคำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 35.24 ถึง 45.38 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของผิวผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายสำหรับชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 49.12 ถึง 62.14 ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 45.66 ถึง 58.99 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอพันธุ์แขกคำที่ไม่ได้รมสารและที่รมสารมีค่า  $L^*$  ต่ำกว่า ผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมสารและที่รมสาร (ภาพที่ 25A)

การเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ของผิวผลมะละกอพันธุ์แขกคำสำหรับชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง -7.31 ถึง -0.70 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกคำที่รมสาร 1-MCP พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง -7.72 ถึง 0.61 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ของผิวผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายสำหรับชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง -9.35 ถึง 9.90 ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสารมีแนวโน้มของค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง -10.46 ถึง -2.81 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยผลมะละกอที่ไม่ได้รมสารมีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  เร็วกว่าผลที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 25B)

การเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ของผิวผลมะละกอพันธุ์แขกคำสำหรับชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 14.87 ถึง 26.64 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกคำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.00 ถึง 31.70 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ของผิวผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายสำหรับชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32.82 ถึง 55.98 ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 29.58 ถึง 50.53 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอพันธุ์แขกคำที่ไม่ได้รมสารและที่รมสารมีค่า  $b^*$  ต่ำกว่า ผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมสารและที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 25C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลง ค่า L\* (A) ค่า a\* (B) และค่า b\* (C) ของสีเปลือกมะละกอพันธุ์แยกคำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

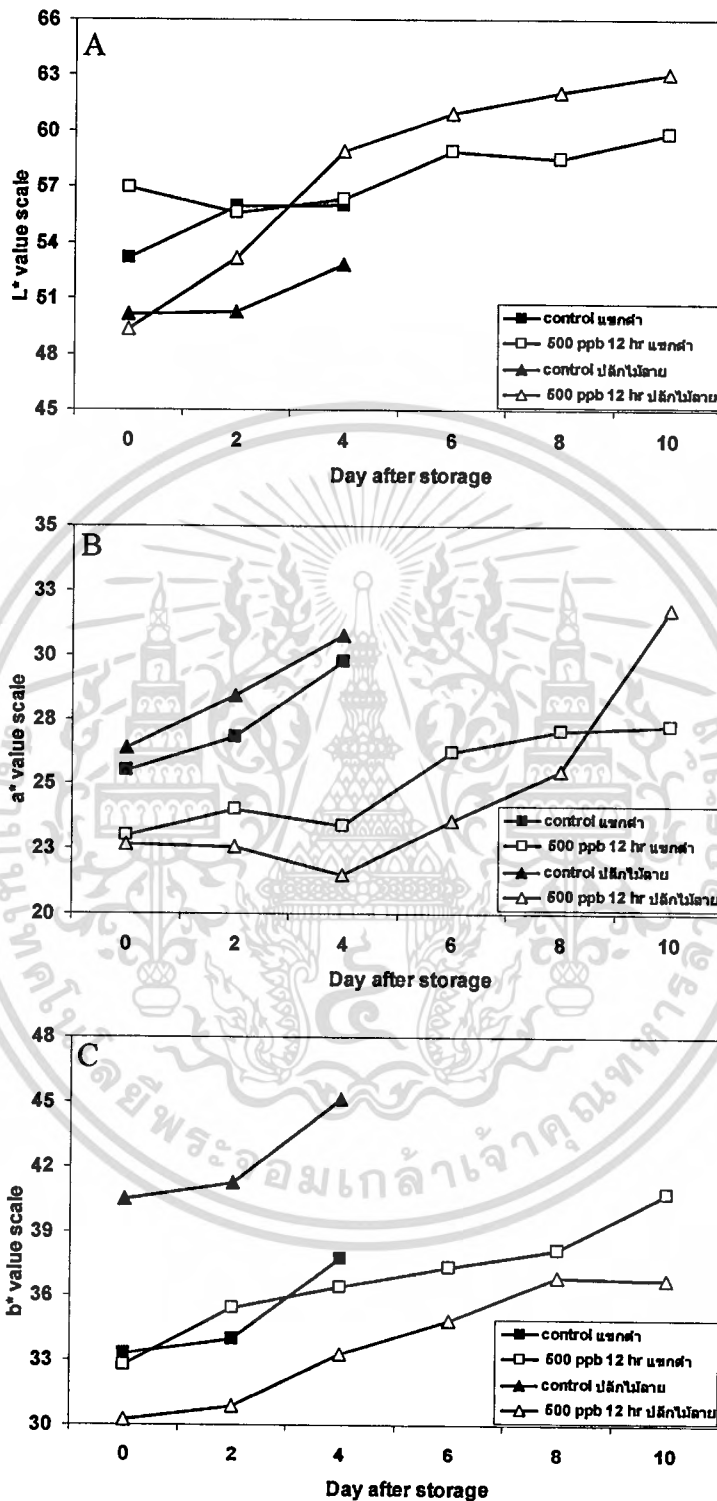
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 53.19 ถึง 56.01 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 56.92 ถึง 59.85 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายสำหรับชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 50.16 ถึง 52.86 ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 49.35 ถึง 63.13 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 26A)

การเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 25.51 ถึง 29.75 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 22.98 ถึง 27.21 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายสำหรับชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 26.38 ถึง 30.75 ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกและมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 22.67 ถึง 31.76 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยผลมะละกอที่ไม่ได้รมสารมีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  เร็วกว่าผลที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 26B)

การเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำสำหรับชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 33.28 ถึง 37.75 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32.80 ถึง 40.76 ส่วนของการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ของสีเนื้อมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายสำหรับชุดควบคุม พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าอยู่ในช่วง 40.46 ถึง 45.11 ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 30.22 ถึง 36.78 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมสารและที่รมสารมีค่า  $b^*$  ต่ำกว่าผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมสารและที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 26C)



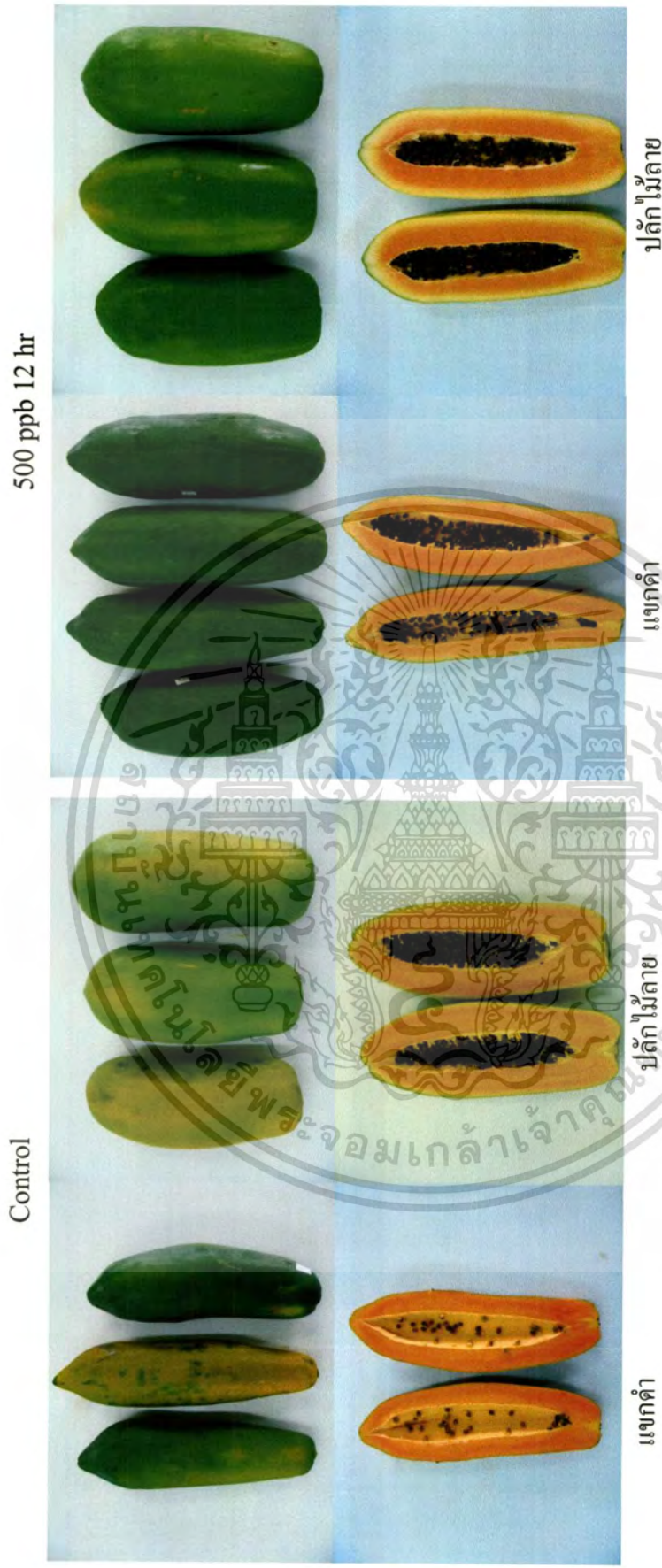
ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลง ค่า L\* (A) ค่า a\* (B) และค่า b\* (C) ของเนื้อมะละกอพันธุ์แรกด้าและพันธุ์ปลั๊กไมลายนที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



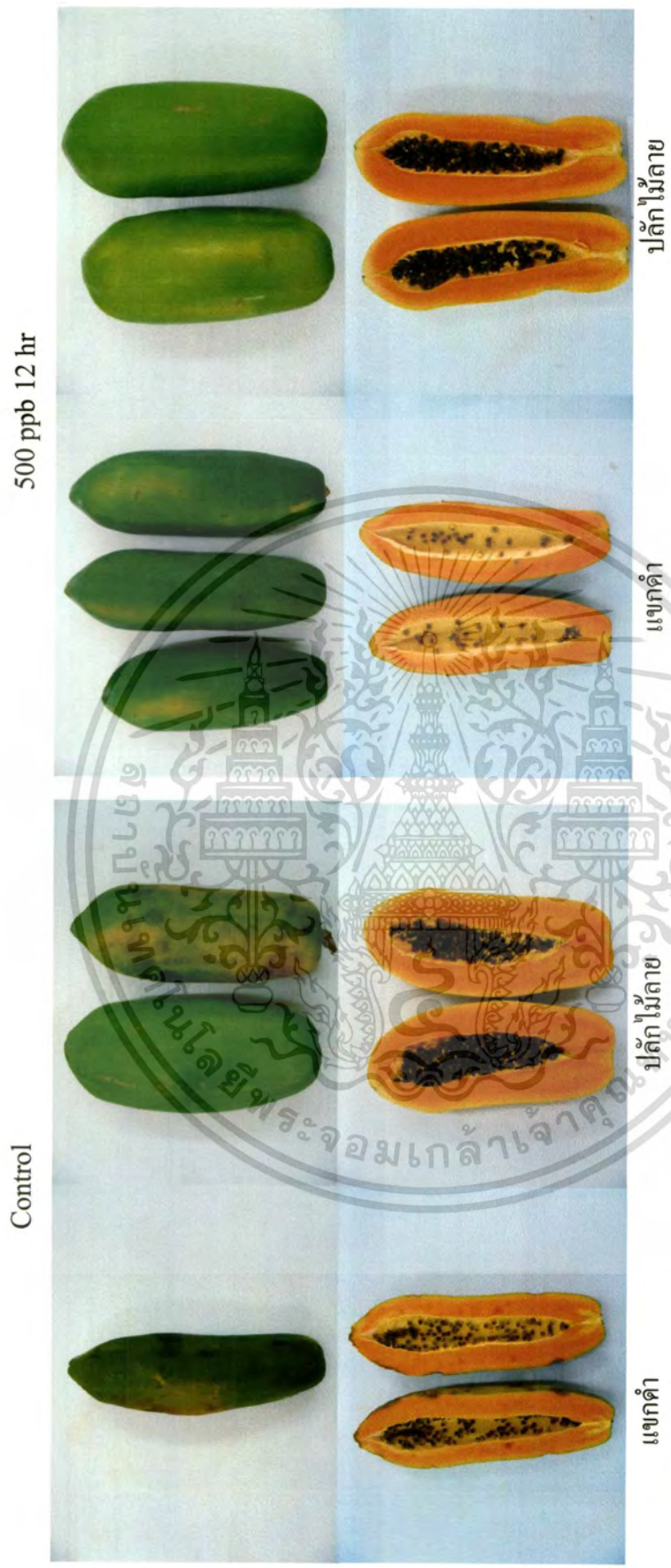
ภาพที่ 27 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แจกดำและพันธุ์เปลือกไม่ลายที่ไม่ได้รับและที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 28 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ตายที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษา 2 วัน

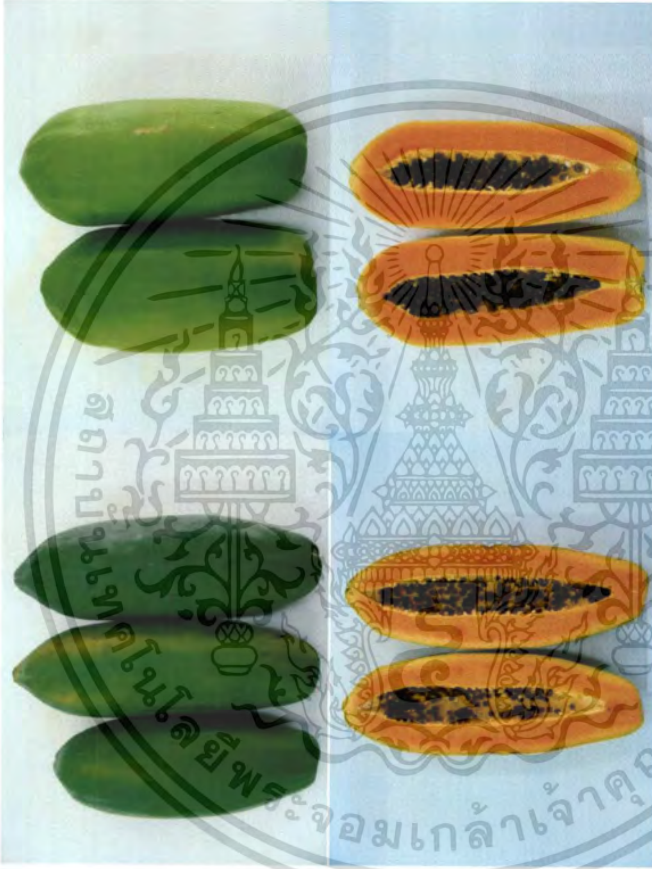
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 29 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แจกดำและพันธุ์เปลือกไม่ลายที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

500 ppb 12 hr



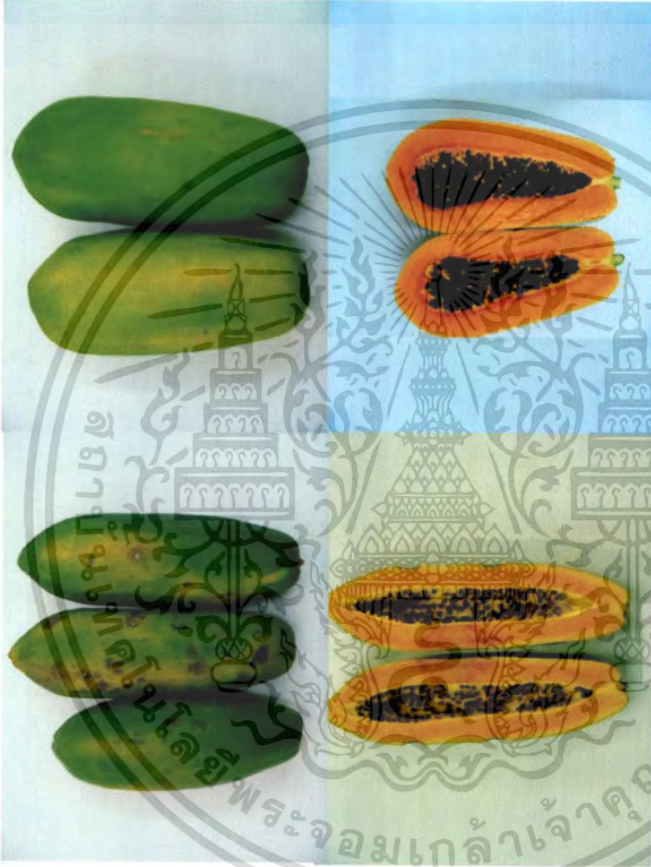
ปลักไม่ตาย

แตกดำ

ภาพที่ 30 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แตกดำและพันธุ์ปลักไม่ตายที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

500 ppb 12 hr

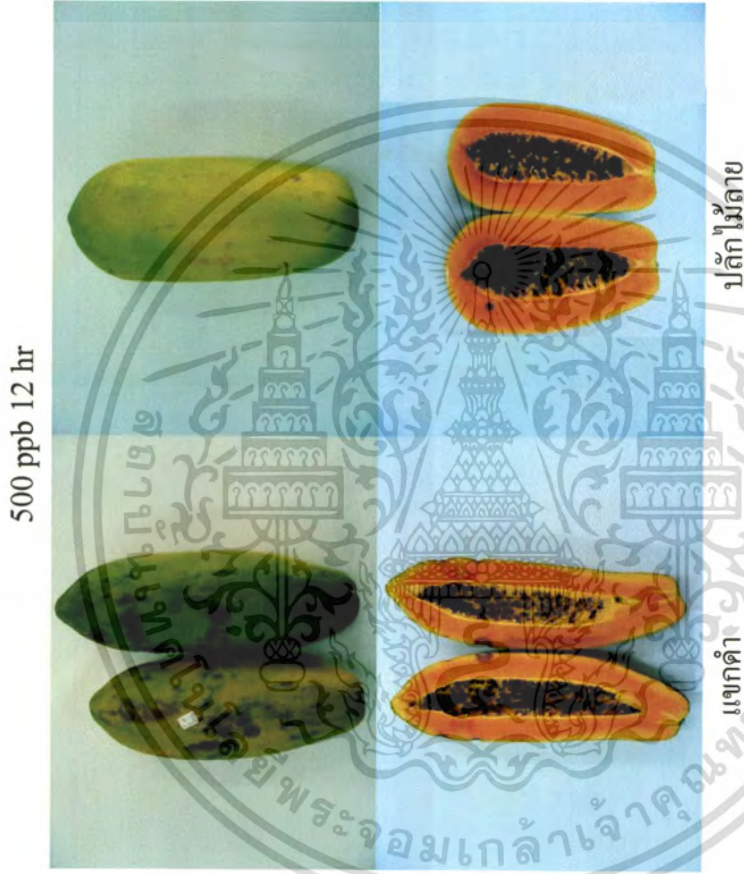


ปลักไม่ลาย

แขกดำ

ภาพที่ 31 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม่ลายที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 32 ลักษณะทางกายภาพของมะละกอพันธุ์แยกค้ำและพันธุ์เปลือกไม่ละลายที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องระหว่างการเก็บรักษา 10 วัน

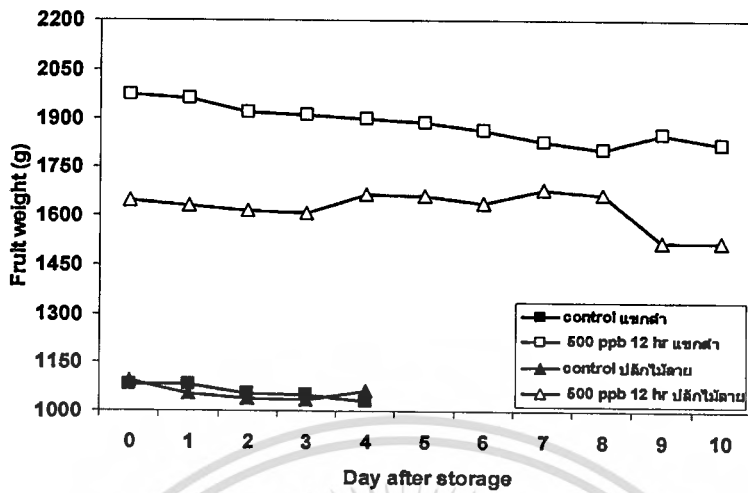
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)

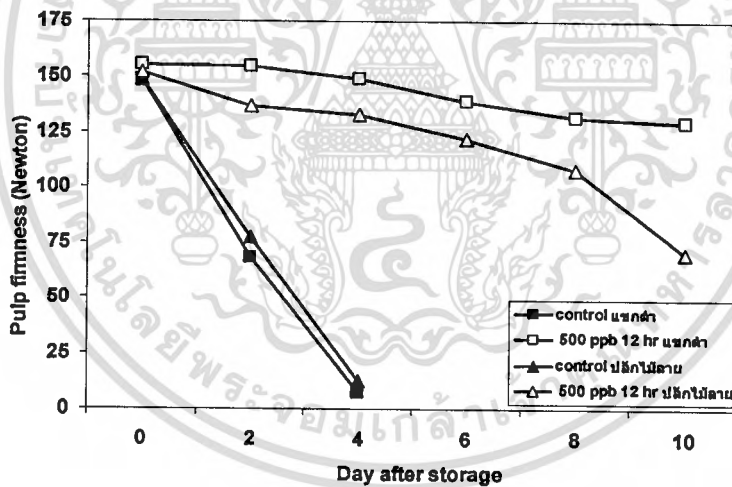
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์แขกดำ มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1,080 ถึง 1,030 กรัม โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 4.62% ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1,973 ถึง 1,820 กรัม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 7.75% ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลาย พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1,093 ถึง 1,060 กรัม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3.01% ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1,646 ถึง 1,520 กรัม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 7.65% เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยผลมะละกอที่ไม่ได้รมสารมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักลดลงน้อยกว่าผลที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 33)

### การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (นิเวศ)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์แขกดำ มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าลดลงจาก 148.47 เป็น 7.13 นิเวศ ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 155.49 เป็น 129.50 นิเวศ ส่วนการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลาย พบว่ามีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าลดลงจาก 148.79 เป็น 12.31 นิเวศ ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 151.88 เป็น 69.71 นิเวศ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยผลมะละกอที่ไม่ได้รมสารมีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงเร็วกว่าผลที่รมสาร 1-MCP (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 33 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (กรัม) ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 34 ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ของชุดควบคุมสำหรับมะละกอพันธุ์แขกดำ มีค่าลดลงในช่วงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 10.60 เป็น 9.70 องศาบริกซ์ ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 9.10 เป็น 10.14 องศาบริกซ์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลาย พบว่ามีค่าลดลงในช่วงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 12.48 เป็น 11.86 องศาบริกซ์ ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 8.12 เป็น 11.82 องศาบริกซ์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอของชุดควบคุมทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือมีค่าลดลงในช่วงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 35A)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable acidity; TA)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ของชุดควบคุมสำหรับมะละกอพันธุ์แขกดำ มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าลดลงจาก 1.00 เป็น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 0.25 เป็น 0.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลาย พบว่ามีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าลดลงจาก 0.78 เป็น 0.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าลดลงจาก 0.40 เป็น 0.10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสองพันธุ์ พบว่าผลมะละกอของชุดควบคุมทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ลดลงตามอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 35B)

สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA)

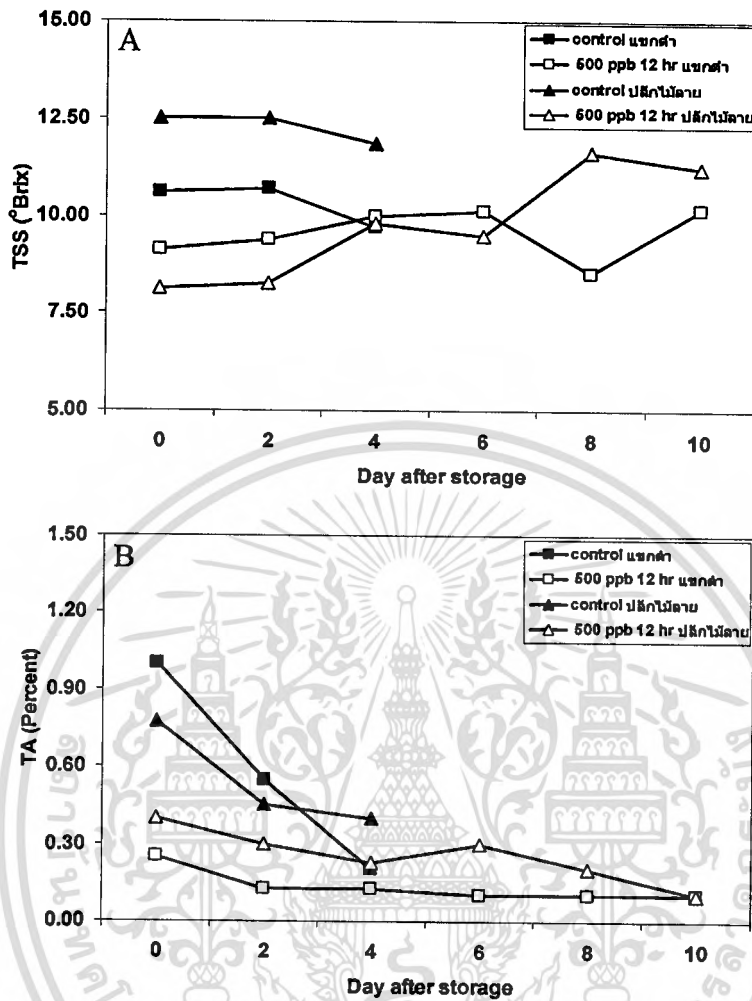
สัดส่วนปริมาณ TSS/TA ของชุดควบคุมสำหรับมะละกอพันธุ์แขกดำ มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10.60 เป็น 48.50 ส่วนมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 36.40 เป็น 101.40 ส่วนสัดส่วนปริมาณ TSS/TA ของชุดควบคุมมะละกอพันธุ์ปลักไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

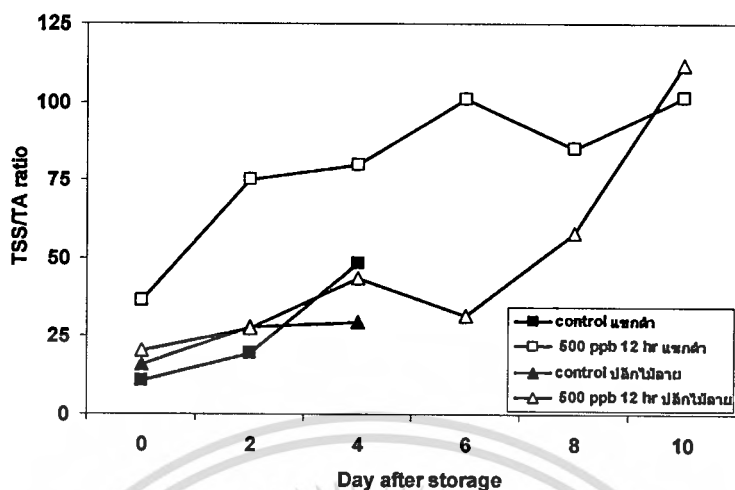
ลาย พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 16.10 เป็น 29.65 ส่วนมะละกอ พันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุ การเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 20.30 เป็น 112.00 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมะละกอทั้งสอง พันธุ์ พบว่าผลมะละกอทั้งสองพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บ รักษา (ภาพที่ 36)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 35 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) (A) และปริมาณกรดที่โคเรตได้ (เปอร์เซ็นต์) (B) ของมะละกอพันธุ์แยกค้ำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 36 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่โคเรตที่ได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลั๊กไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง ต่อการสุกของมะละกอพันธุ์แขกดำ พบว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล การอ่อนนุ่มของเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักซีกว่าผลที่ไม่ได้รมสาร และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองความเข้มข้น พบว่าไม่มีความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีผิว แต่ผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้นานกว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผล ปริมาณ TSS และ TA ระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร โดยผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีอายุการเก็บรักษา 10 และ 8 วัน ส่วนผลที่ไม่ได้รมสารมีอายุการเก็บรักษา 6 วัน จากผลการทดลองพบว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง มีคุณภาพดีที่สุดในเมื่อเปรียบเทียบกับทริทเมนต์อื่นๆ โดยที่ผ่านมามีการศึกษาในบรอกโคลีที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0-5.0 ppm นาน 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20°C พบว่าบรอกโคลีที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2.5 ppm มีคุณภาพดีที่สุดในที่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้นานกว่าความเข้มข้นอื่นๆ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 4.2 วัน (Mei and Win, 2002) และมีการศึกษาผลของความเข้มข้นของ 1-MCP ต่อการสุกในทุเรียนหอมทองโดยการรมผลทุเรียนด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 1 และ 2 ppm ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้นทั้งสองระดับ สามารถชะลอการสุกของผลทุเรียนได้ไม่แตกต่างกัน คือทุเรียนสุกช้ากว่าปกติประมาณ 6 วัน นอกจากนี้ทุเรียนยังมีการพัฒนาสีผลและกลิ่นหอมช้ากว่าผลทุเรียนที่ปกติ และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดและคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากทุเรียนปกติ (เบญจมาศ รัตนชินกร และคณะ, 2550) และมีการศึกษาในผลพลัมพันธุ์ Santa Rosa ที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 0.75 ppm นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 18°C พบว่าผลที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนสีและการอ่อนนุ่ม แต่ไม่แตกต่างในส่วนของการสูญเสียน้ำหนัก และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 5 และ 8 วัน ตามลำดับ (Salvador *et al.*, 2003) ซึ่งผลของการรมสาร 1-MCP ที่ให้ผลดีที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความเข้มข้นที่ใช้กับผลิตผลทางการเกษตรจะอยู่ในช่วง 0.5 ppb-100 ppm โดยความเข้มข้นที่ใช้ขึ้นอยู่กับ ระยะเวลาการรม อุณหภูมิ และชนิดของผลิตผลที่นำมาใช้ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิประมาณ 20-25°C และระยะเวลาที่มีการตอบสนองดีที่สุดตั้งแต่ 12-24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ระยะเวลาพัฒนาและความสุกแก่ของผลิตผล และระยะเวลาตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนกระทั่งรมสาร (Blankenship and Dole, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ โดยใช้ความเข้มข้นที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุดในการทดลองที่ 1 คือ ความเข้มข้น 500 ppb ที่ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ทำให้ผลมะละกอมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล และการอ่อนนุ่มของเนื้อซ้ากว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร เนื่องจากมีรายงานว่าสาร 1-MCP เข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase และกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ เช่น polygalacturonase, pectinesterase และ cellulase เป็นต้น ทำให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีและการอ่อนนุ่มได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2550) แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผล ปริมาณ TSS และ TA ระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร โดยผลที่รมสาร 1-MCP มีอายุการเก็บรักษา 16 วัน ส่วนผลที่ไม่ได้รมสารมีอายุการเก็บรักษา 12 วัน สอดคล้องกับการศึกษาในมะละกอพันธุ์โชโล ซึ่งพบว่าผลที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลได้นานกว่าผลที่ไม่ได้รมสารถึง 5 วัน และชะลอการอ่อนนุ่มได้นาน 10 วัน (Manenoi *et al.*, 2007) และจากรายงานของ Jacomino *et al.* (2002) พบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รม มีอัตราการหายใจและการผลิตเอนไซม์ต่ำกว่า และสามารถชะลอการสุกได้ 4-6 วัน และนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการใช้สาร 1-MCP สามารถชะลอการสุกของกล้วย (Jiang *et al.*, 1999) มะม่วง (Penchaiya *et al.* 2006) และแอปเปิล (Beaudry and Watkins, 2001)

เมื่อเปรียบเทียบการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง ในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย พบว่า มะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมสารและที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลเร็วกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมสารและที่รมสาร 1-MCP แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ แต่พบความแตกต่างในส่วนของการอ่อนนุ่ม โดยพบว่ามะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงการอ่อนนุ่มซ้ากว่าผลที่ไม่ได้รมสาร และมะละกอพันธุ์แขกดำที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงการอ่อนนุ่มซ้ากว่ามะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP แต่ไม่พบความแตกต่างกันในการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ ปริมาณ TSS และ TA โดยผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่รมสาร 1-MCP มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ส่วนผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมสารมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน โดยที่ผ่านมามีการศึกษาการรมสาร 1-MCP ในผลแพร์พันธุ์ Williams, Packham และ Beurre D Anjou โดยพบว่าผลแพร์พันธุ์ Williams ที่รมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 100, 200, 400, 600 ppb สามารถชะลอการสุก การเปลี่ยนแปลงสี และการอ่อนนุ่มได้ และสามารถชะลอการสุกได้นานกว่า 20 วัน ในขณะที่ผลแพร์พันธุ์ Packham และ Beurre D Anjou ที่รมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 400 และ 600 ppb สามารถชะลอการสุก การเปลี่ยนแปลงสี และการอ่อนนุ่มได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานประมาณ 14 วัน (Calvo, 2002) อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้ยังเป็นงานวิจัยเบื้องต้นเพื่อหาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP สำหรับช็อคอายุการเก็บรักษามะละกอพันธุ์แขกดำ และพันธุ์ปลักไม้ลาย ซึ่งในอนาคตควรมีการศึกษาถึงเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เช่น chlorophyllase และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ในผลมะละกอที่รมและไม่รมสาร 1-MCP รวมทั้งอัตราการผลิตเอทิลีนในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลาย เพื่อที่จะให้เข้าใจกลไกการทำงานของสาร 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และจะสามารถชะลอการเสื่อมสภาพและการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวได้ดียิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP พบว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล การอ่อนนุ่ม ได้นานกว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb แต่การรมสารไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของผล ปริมาณ TSS และ TA เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รมสาร โดยผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าชุดควบคุม (ไม่รมสาร) ถึง 4 และ 2 วัน ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ พบว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ 6 วัน และการอ่อนนุ่มได้ 10 วันซึ่งนานกว่าผลที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 6 ชั่วโมง แต่ไม่พบความแตกต่างกันในการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ ปริมาณ TSS และ TA ระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร

การทดลองที่ 3 ศึกษาการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง ในมะละกอพันธุ์แขกดำและปลักไม้ลาย พบว่าทริทเมนต์ที่รมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ และปลักไม้ลาย สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลได้ 6 วัน และชะลอการอ่อนนุ่มได้ 8 วัน โดยมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมสารและที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลและการอ่อนนุ่มเร็วกว่ามะละกอพันธุ์แขกดำ แต่ไม่พบความแตกต่างกันในการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ ปริมาณ TSS และ TA และมะละกอทั้งสองสายพันธุ์ที่รมสาร 1-MCP สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าชุดควบคุมถึง 6 วัน

## เอกสารอ้างอิง

- โกศล มารมย์. 2548. การปลูกไม้ผล 9 ชนิด. สำนักพิมพ์ภูมิปัญญา. กรุงเทพฯ. 168 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.
- นิตดา หงษ์วิวัฒน์ และ ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. 2550. ผลไม้ 111 ชนิด คุณค่าทางอาหารการกิน. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ. 324 หน้า.
- เบญจมาศ รัตนชินกร, อุมาภรณ์ สุจริตทวิสุข และอนุวัตร แจ่มชัด. 2550. ผลของความเข้มข้นของ 1-methylcyclopropene ต่อการสุกของผลทุเรียน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร(ฉบับพิเศษ). 38: 95-98.
- มาระศรี เป็เทียนศิริชัย และ อุษณา ไตรนอก. 2550. ผลของ 1-MCP ที่มีต่อผักและผลไม้. [Online]. Available:[http://www.journal.msu.ac.th/index.php?option=com\\_content&task=view&id=116&Itemid=38](http://www.journal.msu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=116&Itemid=38). 28 กันยายน 2552.
- วัชรินทร์ เขจรวงศ์. 2552. ปลูกไม้ผลมะละกอรับประทานสุกแห่งเมืองสุพรรณบุรี. [Online]. Available: <http://gotoknow.org/blog/singkhon/209847>. 5 พฤศจิกายน 2552.
- วิศิษฐ์ ติทธิเกษร. 2552. พันธุ์ไม้ช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัย. [Online]. Available: <http://gotoknow.org/blog/stou2499000863/167689>. 5 พฤศจิกายน 2552.
- สุเมธ วรรณพฤกษ์. 2551. วิกฤตส้มตำอีสาน เมื่อมะละกอกำลังขาดแคลน. [Online]. Available: [http://www.askmedia.co.th/book/webboard\\_reply.php?id=4782](http://www.askmedia.co.th/book/webboard_reply.php?id=4782). 17 พฤศจิกายน 2552.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ผลไม้และผลิตภัณฑ์: ปริมาณและมูลค่าสินค้าขาออกเกษตรกรรม. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.
- Beaudry, R. and C. Watkins. 2001. Use of 1-MCP on Apples. *Perishables Handling Quarterly*. 108: 12-16.
- Blankenship, S. 2001. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*. 108: 2-4.
- Blankenship, S. and J. M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology* 28: 1-25.s
- Bron, I. U., A. P. Jacomino and A. L. Pinheiro. 2006 Influence of ripening stage on physical and chemical attributes of 'Golden' papaya fruit treated with 1- methycyclopropene. *Bragantia Campinas*.65: 553-558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Calvo, G. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on pear maturity and quality [Online]. Available:[http://74.125.153.132/search?q=cache:SCNo\\_Z7CdAJ:www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/investigacion/poscosecha/pdf/CALVO\\_1-MCP\\_pera\\_Totonto\\_2002.pdf+1-mcp&cd=155&hl=th&ct=clnk&gl=th](http://74.125.153.132/search?q=cache:SCNo_Z7CdAJ:www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/investigacion/poscosecha/pdf/CALVO_1-MCP_pera_Totonto_2002.pdf+1-mcp&cd=155&hl=th&ct=clnk&gl=th). 9 พฤศจิกายน 2552.
- Ergun, M., D. J. Huber and J. A. Bartz. 2006. Extended shelf life and quality of fresh-cut papaya derived from ripe fruit treated with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 131: 97-103.
- Hofman, P. J., M. Jobin-Decor, G. F. Meiburg, A. J. Macnish and D. C. Joyce. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41: 567-572.
- Jacomino, A. P., R. A. Kluge, A. Brackmann and P. R. de Castro. 2002. Ripening and senescence of papaya with 1- methylcyclopropene. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 59: 303-308.
- Jiang, Y., D. C. Joyce and A. J. Macnish. 1999. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. *Plant Growth Regulation*. 28: 77-82.
- Manenoi, A., E. R. V. Bayogan, S. Thumdee and R. E. Paull. 2007. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. *Postharvest Biology and Technology*. 44: 55-62.
- Mei, Q. W. and K. K. Win. 2002. Effect of 1-MCP on storage life, quality and antioxidant enzyme activities of broccoli. *Agric & Life Science*. 28: 507-512.
- Penchaiya, P., R. Jansasithorn and S. Kanlavanarat. 2006. Effect of 1-MCP on physiological changes in mango 'Nam Dokmai'. *Acta Horticulturae*. 712:717-722.
- Salvador, A., J. Cuquerella, and J.M. Martiacutenez-Jacutavega. 2003. 1-MCP Treatment Prolongs Postharvest Life of 'Santa Rosa' Plums. *Journal of Food Science*. 68: 1504-1510.
- Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*. 24: 389-409.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเปลือกของมะละกอที่พันธุ์แคทที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Peel color	0 DAS	1 DAS	2 DAS	3 DAS	4 DAS	5 DAS	6 DAS	7 DAS	8 DAS	9 DAS	10 DAS
L*											
Control	35.8±1.5 <sup>yz</sup>	36.7±1.2	38.6±3.0	37.1±2.2	37.8±40.9	48.1±0.0a <sup>z</sup>					
500 ppb 12 hr	36.1±2.5	36.0±2.5	35.4±1.4	35.6±1.3	35.7±1.5	36.5±1.6b	39.5±5.9	43.7±10.0	43.8±10.1	51.3±0.0	51.6±0.0
1,000 ppb 12 hr	35.9±2.4	35.3±2.1	35.3±2.1	36.5±2.8	36.0±2.3	36.7±0.5b	39.9±2.5	42.4±1.8	44.4±1.8		
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-	-
a*											
Control	-7.7±0.6	-6.7±0.3	-6.0±0.3	-7.5±0.0	-5.2±0.9a	-1.8±0.0a					
500 ppb 12 hr	-7.6±0.7	-7.7±0.6	-7.7±0.6	-8.4±0.5	-8.0±0.6b	-7.9±0.7b	-4.7±3.4	-0.3±7.0a	0.1±6.8a	6.1±0.0	6.8±0.0
1,000 ppb 12 hr	-7.3±1.0	-7.4±1.0	-7.3±1.0	-6.3±1.1	-6.0±1.7a	-6.8±1.0b	-4.1±2.2	-2.0±0.7b	-1.6±0.8b		
F-test	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	*	*	-	-
b*											
Control	15.2±3.4	18.1±1.0	23.1±1.0a	20.5±0.4	22.8±5.2	34.6±0.0a					
500 ppb 12 hr	15.1±3.9	15.1±3.7	15.5±3.8b	19.4±2.0	19.5±2.8	20.0±3.4b	25.8±10.1	34.9±15.3a	35.2±15.2a	45.9±0.0	47.1±0.0
1,000 ppb 12 hr	15.1±2.5	15.2±2.8	15.3±2.8b	19.2±1.2	20.0±2.3	20.5±1.2b	25.9±5.1	29.8±3.1b	30.8±1.6b		
F-test	ns	ns	*	ns	ns	**	ns	**	**	-	-

<sup>yz</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>a</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธีแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของมะละกอที่พันธุ์เชกคี่ที่ไม่ได้รับแสงที่รวมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Weight	0 DAS	1 DAS	2 DAS	3 DAS	4 DAS	5 DAS	6 DAS	7 DAS	8 DAS	9 DAS	10 DAS
Control	2.1±0.4 <sup>u</sup>	2.1±0.4	2.1±0.4	2.1±0.5	2.0±0.5	1.6±0.0b <sup>z</sup>	1.6±0.0b				
500 ppb 12 hr	2.1±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2a	2.0±0.2a	2.0±0.1	2.0±0.1	2.0±0.0	2.0±0.0
1,000 ppb 12 hr	2.1±0.2	2.1±0.3	2.1±0.3	2.0±0.3	2.0±0.3	2.0±0.3a	2.0±0.2a	2.0±0.2	1.9±0.1		
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	-	-

<sup>u</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายทศนิยม คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>z</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของมะละกอพันธุ์เชกคี่ที่ไม่ได้รับแสงที่รวมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

Firmness	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control	137.7±0.0b <sup>u</sup>	86.0±0.0b <sup>z</sup>	20.7±0.0 b	6.9±0.0 b		
500 ppb 12 hr	149.4±0.0a	132.9±0.0a	136.4±0.0a	141.4±2.9a	136.3±7.6a	141.1±0.0
1,000 ppb 12 hr	146.5±0.0a	135.1±0.0a	131.3±10.3a	123.4±18.0ab	124.0±4.3b	
F-test	*	**	**	**	*	-

<sup>u</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายทศนิยม คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>z</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

TSS	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control	9.7±0.0a <sup>1</sup>	10.1±0.0b <sup>2</sup>	11.8±0.0a	9.8±0.0		
500 ppb 12 hr	10.8±0.0a	12.6±0.0a	10.4±0.0a	10.1±0.6	10.4±0.5	10.9±0.0
1,000 ppb 12 hr	7.9±0.0b	10.3±0.0b	8.7±0.0b	11.3±0.0	10.5±0.3	
F-test	*	*	**	ns	ns	-

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

TA	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control	0.1±0.0 <sup>1</sup>	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0		
500 ppb 12 hr	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0
1,000 ppb 12 hr	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	-

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

TSS/TA	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control	121.8±13.2a <sup>1</sup>	126.6±39.8b <sup>2</sup>	147.0±28.4b	163.7±6.1ab		
500 ppb 12 hr	119.6±17.2a	180.6±96.6a	174.0±77.6a	154.6±34.4b	173.3±42.7a	182.3±19.3
1,000 ppb 12 hr	112.9±21.5b	128.8±13.0b	145.7±25.7b	174.2325.3a	150.6±82.7b	
F-test	*	**	**	*	**	-

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเปลือกมะละกอดำพันธุ์เงาคำที่ไม่ได้รับแสงที่รมสาร I-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมงและเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

Peel color	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS	12 DAS	14 DAS	16 DAS
L*									
Control	35.1±2.8 <sup>u</sup>	35.4±3.0	36.9±4.1	36.1±4.0	41.0±4.5	45.6±3.9a <sup>z</sup>	45.6±3.9a		
500 ppb 6 hr	34.6±2.1	34.9±2.7	35.7±3.4	34.7±1.5	40.1±5.3	40.7±4.3b	40.7±4.3b	41.6±1.2b	42.4±1.4b
500 ppb 12 hr	33.79±1.8	34.74±2.7	34.78±2.7	34.17±2.1	36.85±4.5	42.96±4.5ab	42.68±4.6ab	50.04±5.9a	50.27±6.0a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	**	**
a*									
Control	-7.1±1.1a	-6.5±1.5a	-4.3±1.5a	-5.5±1.4a	-0.3±3.6a	1.8±3.1a	1.8±3.1a		
500 ppb 6 hr	-7.2±1.0	-6.8±1.8ab	-5.7±1.3a	-7.0±0.7b	-2.2±4.1ab	-2.6±4.0b	-2.6±4.6b	-1.4±5.0b	-0.0±6.3b
500 ppb 12 hr	-8.1±1.3b	-7.4±1.8b	-7.3±1.5b	-7.7±0.8b	-6.0±2.5b	-2.4±3.9b	-2.4±4.9b	6.1±6.4a	6.6±5.9a
F-test	**	*	**	**	*	*	*	**	**
b*									
Control	17.0±2.5	17.8±3.5	20.1±6.1	18.7±5.6	26.4±8.1	29.9±7.0a	29.9±7.0a		
500 ppb 6 hr	17.3±2.9	17.7±3.6	18.9±5.1	17.8±2.9	24.9±8.6	25.7±6.3b	25.7±6.3b	27.8±3.2b	29.1±3.9b
500 ppb 12 hr	17.7±2.3	17.3±2.9	17.3±2.9	17.4±3.0	21.5±6.6	28.8±6.7a	28.3±6.9a	42.1±8.6a	42.2±8.6a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	**	**

<sup>u</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>z</sup> ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

Pulp color	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
<b>L*</b>					
Control	50.1±3.5 <sup>μ</sup>	52.7±1.1	51.1±3.5b <sup>z</sup>	56.1±5.5a	
500 ppb 6 hr	53.1±1.5	52.0±1.2	53.0±1.9ab	52.0±0.9b	59.7±0.7
500 ppb 12 hr	52.8±3.0	54.9±2.7	55.0±3.8a	51.6±3.0b	59.0±5.1
F-test	ns	ns	**	*	ns
<b>a*</b>					
Control	28.4±4.7	26.5±2.9	28.1±4.1	25.2±5.3	
500 ppb 6 hr	27.6±2.5	26.0±1.5	26.8±1.9	25.1±2.3	22.3±1.9
500 ppb 12 hr	27.0±3.6	24.7±3.2	23.5±3.1	25.9±4.3	21.4±4.5
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
<b>b*</b>					
Control	36.2±3.0	31.4±2.1	36.7±3.1a	37.2±3.4a	
500 ppb 6 hr	32.9±2.9	31.2±1.7	32.0±2.7b	30.0±0.3b	36.2±1.0
500 ppb 12 hr	34.1±2.5	31.4±1.7	30.9±1.8b	34.2±3.0ab	35.3±3.3
F-test	ns	ns	**	**	ns

<sup>μ</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>z</sup> ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธีเปรียบเทียบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของมะละกอที่ปนเปื้อนเชื้อราที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

Weight	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS	12 DAS	14 DAS	16 DAS
Control	1.0±0.1 <sup>1</sup>	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1b <sup>2</sup>	1.0±0.1a	1.0±0.0	0.9±0.0		
500 ppb 6 hr	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1b	0.9±0.1b	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.0	0.9±0.0
500 ppb 12 hr	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1a	1.0±0.1a	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1
F-test	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของมะละกอที่ปนเปื้อนเชื้อราที่ไม่ได้รับและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

Firmness	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
Control	156.5±3.7 <sup>1</sup>	67.5±3.8b <sup>2</sup>	28.3±5.3b	8.7±2.4c	
500 ppb 6 hr	165.9±3.2	125.5±4.6a	116.6±6.8a	87.0±4.2b	46.8±13.3a
500 ppb 12 hr	165.8±3.1	164.8±2.7a	128.3±5.8a	143.4±4.4a	57.0±21.4a
F-test	ns	**	**	**	*

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 11** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะละกอพันธุ์แขกคำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

TSS	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
Control	8.6±0.6 <sup>1L</sup>	10.8±0.9a <sup>2L</sup>	12.3±0.3	12.3±0.4	
500 ppb 6 hr	8.5±0.4	9.3±0.5b	12.3±0.4	12.3±0.3	12.3±0.2
500 ppb 12 hr	8.7±0.4	9.5±0.6b	12.4±0.3	12.4±0.3	12.3±0.2
F-test	ns	**	ns	ns	ns

<sup>1L</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2L</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 12** ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดที่ไคเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกคำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

TA	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
Control	0.1±0.1b <sup>2L</sup>	0.1±0.1 <sup>1L</sup>	0.1±0.1	0.1±0.1	
500 ppb 6 hr	0.1±0.1b	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1
500 ppb 12 hr	0.1±0.1a	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1
F-test	**	ns	ns	ns	ns

<sup>1L</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2L</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 13** ค่าเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไคเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกคำที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 และ 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

TSS/TA	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
Control	77.8±9.5 <sup>1L</sup>	101.3±15.0a <sup>2L</sup>	123.1±19.5	167.8±18.4b	
500 ppb 6 hr	75.9±8.2	91.0±11.7b	119.1±19.2	194.6±20.0a	192.5±20.9
500 ppb 12 hr	77.8±8.2	90.1±13.4b	119.4±19.9	188.8±19.6a	194.5±20.6
F-test	ns	*	ns	*	ns

<sup>1L</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2L</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเปลือกมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รับและที่รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

Peel color	0 DAS	1 DAS	2 DAS	3 DAS	4 DAS	5 DAS	6 DAS	7 DAS	8 DAS	9 DAS	10 DAS
L*											
Control (แขกดำ)	35.8±2.8b <sup>u</sup>	36.5±3.7b <sup>z</sup>	39.2±5.1b	39.7±7.2b	41.9±4.4b						
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	37.2±1.6b	36.5±1.9b	35.8±1.8b	35.4±2.0b	36.1±2.0b	35.9±2.4b	37.0±3.3b	37.0±2.4b	39.4±4.0b	41.1±1.7b	45.4±1.4b
Control (ปลักไม้ลาย)	49.1±2.3a	49.3±1.2a	52.2±2.8a	56.7±5.2a	62.1±2.0a						
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	45.7±1.2a	44.6±1.3a	45.6±0.9a	46.7±1.6a	47.7±1.9b	47.2±0.3a	49.3±1.0a	47.7±1.7a	50.1±1.6a	52.3±5.9a	59.0±4.9a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
a*											
Control (แขกดำ)	-7.3±0.6a	-6.5±0.8a	-3.8±4.9a	-7.7±2.3a	-0.7±3.0a						
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	-7.7±0.4a	-7.5±0.5a	-7.6±0.5b	-11.0±0.9b	-7.6±0.9b	-7.0±1.1	-6.6±1.2	-5.8±1.8a	-4.4±2.0a	-3.4±1.1a	0.6±1.4a
Control (ปลักไม้ลาย)	-9.3±1.5b	-9.1±1.2b	-6.0±4.1b	-10.2±1.7b	9.9±4.3b						
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	-10.5±0.6b	-10.2±0.5b	-9.8±1.0b	-15.1±1.0b	-8.1±2.3b	-8.1±0.4	-6.6±1.1	-10.0±1.6b	-8.9±2.1b	-7.7±2.3b	-2.8±2.6b
F-test	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**	**
b*											
Control (แขกดำ)	14.9±3.4b	17.1±6.1b	22.2±10.1b	23.3±8.5b	26.6±5.6ab						
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	15.0±1.5b	15.2±2.2b	15.1±1.3b	15.5±1.9b	15.9±1.7b	17.3±1.7b	18.6±3.1b	19.6±3.5b	21.1±3.2b	26.0±1.4b	31.7±1.6b
Control (ปลักไม้ลาย)	32.8±2.6a	34.8±1.8a	39.6±4.3a	46.0±7.6a	56.0±4.1a						
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	29.6±0.5a	30.0±0.8a	32.0±0.6a	33.2±1.2a	35.1±4.6ab	35.4±3.0a	36.9±4.0a	36.0±5.1a	39.5±4.1a	40.6±7.3a	50.5±5.5a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

<sup>u</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>z</sup> ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยของค่าสีเนื้อมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

Pulp color						
L*	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control (แขกดำ)	53.2±2.7a <sup>1</sup>	55.9±3.5a <sup>2</sup>	56.0±3.7a			
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	56.9±1.5a	55.6±2.3a	56.4±1.1a	58.9±2.5b	58.5±2.7b	59.9±1.1b
Control (ปลักไม้ลาย)	50.2±2.9b	50.3±5.1b	52.9±1.6b			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	49.4±4.1b	53.2±5.7a	58.9±9.1a	61.0±3.3a	62.1±1.5a	63.1±2.9a
F-test	*	*	*	*	*	*
a*						
Control (แขกดำ)	25.5±1.5a	26.8±2.5a	29.7±1.7a			
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	23.0±1.4b	24.0±2.0b	23.4±2.6b	26.2±1.6a	27.1±2.2a	27.2±1.8a
Control (ปลักไม้ลาย)	26.4±2.4a	28.4±4.6a	30.7±0.3a			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	22.7±3.2b	22.6±2.8b	21.5±5.8b	23.6±3.1b	25.5±0.8b	31.8±2.4b
F-test	*	*	*	*	*	*
b*						
Control (แขกดำ)	33.3±1.4b	34.0±1.6b	37.7±1.8b			
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	32.8±1.4b	35.4±1.4b	36.4±1.6b	37.3±1.8a	38.2±1.2a	40.8±1.3a
Control (ปลักไม้ลาย)	40.5±1.7a	41.2±3.1a	45.1±0.3a			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	30.2±1.2b	30.9±.8b	33.3±0.1b	34.9±2.2b	36.9±3.3b	36.8±1.7b
F-test	*	*	*	*	*	*

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของมละกอยพันธุ์แยกค่าและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รับและที่รวมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

Weight	0 DAS	1 DAS	2 DAS	3 DAS	4 DAS	5 DAS	6 DAS	7 DAS	8 DAS	9 DAS	10 DAS
Control (แยกค่า)	1.1±0.1b <sup>1/</sup>	1.1±0.1b <sup>2/</sup>	1.1±0.1b	1.1±0.1b	1.0±0.1b						
500 ppb 12 hr (แยกค่า)	2.0±0.1a	2.0±0.1a	1.9±0.1a	1.9±0.1a	1.9±0.1a	1.9±0.1 a	1.9±0.1a	1.8±0.1	1.8±0.1	1.9±0.0 a	1.8±0.0a
Control (ปลักไม้ลาย)	1.1±0.2b	1.1±0.1b	1.0±0.2b	1.0±0.2b	1.1±0.2b						
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	1.6±0.0a	1.6±0.0a	1.6±0.0a	1.6±0.0a	1.7±0.0a	1.7±0.0	1.6±0.0b	1.7±0.0	1.7±0.0	1.5±0.0b	1.5±0.0b
F-test	**	**	**	**	**	ns	*	ns	ns	*	*

<sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2/</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของมะกอยพันธุ์แยกค่าและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รับและที่รวมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

Firmness	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control (แยกค่า)	148.5±12.4b <sup>1/</sup>	68.1±33.7b <sup>2/</sup>	7.1±1.9b			
500 ppb 12 hr (แยกค่า)	155.5±18.2a	154.5±18.5a	149.4±15.3a	138.8±16.6a	131.7±14.1a	129.5±16.7a
Control (ปลักไม้ลาย)	148.8±5.9b	76.9±5.2b	12.3±2.1b			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	151.9±9.0a	136.7±9.7a	132.8±17.0a	122.0±13.0b	107.9±8.0b	69.7±37.5b
F-test	*	**	**	*	**	**

<sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2/</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะละกอพันธุ์แขกคำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

TSS	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control (แขกคำ)	10.6±0.8ab <sup>1</sup>	10.7±0.6a <sup>2</sup>	9.7±0.4b			
500 ppb 12 hr (แขกคำ)	9.1±0.4b	9.4±0.6b	10.0±0.2a	10.1±0.1a	8.5±0.4b	10.1±0.2b
Control (ปลักไม้ลาย)	12.5±0.6a	12.5±1.0a	11.9±0.9a			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	8.1±0.2b	8.3±0.2b	9.8±0.7b	9.5±0.3b	11.6±0.7a	11.2±0.7a
F-test	**	**	**	**	**	*

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดที่ใดเตรตได้ของมะละกอพันธุ์แขกคำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

TA	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control (แขกคำ)	1.0±0.0a <sup>1</sup>	0.6±0.1a <sup>2</sup>	0.2±0.0b			
500 ppb 12 hr (แขกคำ)	0.3±0.0b	0.1±0.0b	0.1±0.0b	0.1±0.1b	0.1±0.0b	0.1±0.0
Control (ปลักไม้ลาย)	0.8±0.1ab	0.5±0.1a	0.4±0.1a			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	0.4±0.0b	0.3±0.0b	0.2±0.0b	0.3±0.0a	0.2±0.0a	0.1±0.0
F-test	**	**	**	*	*	ns

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่โคเรคได้ของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ปลักไม้ลายที่ไม่ได้รมและที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 ชั่วโมง และเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

TSS/TA	0 DAS	2 DAS	4 DAS	6 DAS	8 DAS	10 DAS
Control (แขกดำ)	10.6±12.9b <sup>1</sup>	19.4±18.6b <sup>2</sup>	48.5±14.3ab			
500 ppb 12 hr (แขกดำ)	36.4±20.8a	75.0±16.5a	79.8±12.0a	101.0±17.4a	85.0±10.5a	101.4±14.8
Control (ปลักไม้ลาย)	16.1±18.9b	27.8±13.2ab	29.7±15.4b			
500 ppb 12 hr (ปลักไม้ลาย)	20.3±16.5ab	27.5±17.2ab	43.6±10.7b	31.5±11.6b	58.1±14.3b	112.0±11.7
F-test	**	**	**	**	*	ns

<sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายบวก-ลบ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

<sup>2</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์