



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบรรจุ)

ปริญญา

เทคโนโลยีการบรรจุ

สาขา

เทคโนโลยีการบรรจุ

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาสารเคลือบบริโภคได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่ง

Development of Edible Coatings for Extending Shelf Life of Fresh-Cut Mangoes

نامผู้วิจัย นายอรรถพล ภูษณะพงษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์งามทิพย์ ภู่วโรดม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์วาณี ชนเห็นชอบ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญรัตน์ จิณกาญจน์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาสารเคลือบบริโภคได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่ง

Development of Edible Coatings for Extending Shelf Life of Fresh-Cut Mangoes

โดย

นายอรรถพล ฤกษ์พงษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบรรจุ)

พ.ศ. 2552

อรรถพล ฤกษ์พงษ์ 2552: การพัฒนาสารเคลือบบริโกลได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่ง
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบรรจุ) สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ
ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์งามทิพย์ ภู่วโรดม, Ph.D. 160 หน้า

สารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินเตความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก
เหมาะสมสำหรับนำมาเคลือบบนมะม่วงตัดแต่ง เนื่องจากมีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน
ในระดับที่สามารถสร้างบรรยากาศดัดแปลงบริเวณผิวของมะม่วงตัดแต่งได้และมีสมบัติเชิงกลสูง
เพียงพอที่จะสามารถลอกฟิล์มออกจากมะม่วงโดยไม่ฉีกขาด กรดแอสคอร์บิกและซีเอสดีเพิ่มความ
เข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบนมะม่วงตัดแต่งและ
สามารถผสมกับสารเคลือบบริโกลได้ ทั้งนี้ยังได้รับการยอมรับของผู้บริโภคและไม่ส่งผลต่ออัตรา
การซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนและสมบัติเชิงกลของสารเคลือบบริโกลได้ทั้ง 2 ชนิด มะม่วงตัด
แต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้เติมแต่งสารด้านการเกิดสีน้ำตาลทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพใน
การชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ดีกว่าการเติมแต่งสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงชนิดเดียว ทั้งนี้
สารเคลือบแอลจินเตมีประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงตัดแต่งสูงกว่า
สารเคลือบแคร์ราจีแนน การเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้สามารถลดอัตราการ
หายใจได้ 2.5 เท่า ลดการสูญเสียน้ำหนักได้ 2 เท่า และชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ประมาณ
ร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ ทั้งยังสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้
ประมาณ 3-3.5 log CFU/กรัม การเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ไม่ส่งผลต่อการผลิตปริมาณเอ
ทานอล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่
ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ความเป็นกรด-เบสและความชอบในด้านต่างๆ ของ
มะม่วงตัดแต่ง สำหรับอายุการเก็บของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้เท่ากับ 12 วัน
ในขณะที่มะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบมีอายุการเก็บประมาณ 6 ถึง 8 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 5
องศาเซลเซียส ทั้งนี้พบว่าร้อยละ 98 ของผู้บริโภคยอมรับลักษณะปรากฏของมะม่วงตัดแต่ง
เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ โดยยอมรับมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินเตมากกว่า
มะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนน

Attaphol Phoosanaphong 2009: Development of Edible Coating for Extending Shelf Life of Fresh-Cut Mangoes. Master of Science (Packaging Technology), Major Field: Packaging Technology, Department of Packaging Technology. Thesis Advisor: Associate Professor Ngamtip Poovarodom, Ph.D. 160 pages.

Carragenan and alginate (3% w/w) were selected to be used as edible coatings for fresh-cut mangoes due to their appropriate permeability to oxygen for developing modified atmosphere conditions and their mechanical strength. The coating films were easily peeled off without breakage. It was found that ascorbic acid and cysteine (2% w/v) could effectively reduce enzymatic browning on mangoes with no effect on consumer acceptance. The incorporation of these anti-browning agents into the coating solutions gave no adverse effect on their film permeation or mechanical properties. It was observed that dipping mangoes directly in the coating solution caused dramatically cell damage. Therefore, edible films were prepared by casting and then applied on mangoes. Edible coatings incorporated with both anti-browning agents delayed color change on mangoes more effectively than with only one of them and alginate coating showed better result than K-carrageenan. Edible coatings could reduce the respiration rate of mangoes by 2.5 times, weight loss 2 times and firmness loss by 20%. They also reduced microbial number by 3-3.5 log CFU/g. In addition, total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), pH, and TSS/TA were not significantly different among the treatments ($p > 0.05$). While the ethanol content increased slightly over the storage period but did not affect consumer's acceptance as compared with uncoated mangoes. Edible coating could extend the shelf life of fresh-cut mangoes to 12 days at 5°C, comparing to 6-8 days for uncoated samples. The appearance of coated mangoes was well accepted by 98% of consumers who preferred additionally alginate coating to K-carrageenan.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับรองศาสตราจารย์ ดร. งามทิพย์ ภู่วโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษางานวิจัย วางแผนงาน ตลอดจนให้คำปรึกษา และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ ทำให้งานวิจัยนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยไม่มีอุปสรรค รวมถึงคำแนะนำต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการเรียนปริญญาโท ทำให้ข้าพเจ้าสามารถสังเคราะห์ ความคิดและประมวลความรู้ได้อย่างเป็นระบบและถูกต้อง ทั้งยังสะดวกและถ่ายทอด ประสบการณ์ที่ดีต่างๆ เพื่อสั่งสอนและแนะนำให้ข้าพเจ้าสามารถนำไปใช้เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วาณี ชนเห็นชอบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำที่ดีและอนุญาตให้ใช้เครื่องมือต่างๆ สำหรับ การทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณ ดร. เลอพงษ์ จารุพันธ์ ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร. วรางคณา สมพงษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ เพื่อทำให้งานวิจัยนี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนสำหรับการ วิจัยและเพื่อการตีพิมพ์งานวิจัยในวารสารระดับชาติและนานาชาติ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาแก่ข้าพเจ้า ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้และ ความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีการบรรจุเพื่อนำไปใช้สำหรับการทำวิจัยและการทำงานต่อไป รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และนิสิตปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุทุกท่านที่ช่วยเหลือ ด้านต่างๆ และให้กำลังใจที่ดีเสมอมาตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และพี่ชาย สำหรับการ สนับสนุนในการศึกษา ทุนทรัพย์ และความรัก รวมทั้งกำลังใจที่มีให้กับข้าพเจ้าเสมอมา ประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

อรรถพล ภูษณะพงษ์

เมษายน 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	89
สรุป	89
ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	91
ภาคผนวก	112
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	160

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างและสมบัติของแคปปา- ไอโอตา- และแลมดา-แคร์ราจีแนน	20
2	สภาวะในการเตรียมและลักษณะของฟิล์มบริโกลได้แต่ละชนิด	47
3	อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของฟิล์มบริโกลได้เปรียบเทียบกับฟิล์ม LDPE และ PP	49
4	สมบัติเชิงกลของฟิล์มบริโกลได้	50
5	อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนและสมบัติเชิงกลของสารเคลือบบริโกลได้	57
6	สมบัติทางเคมีและกายภาพและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นของมะม่วงตัดแต่งพันธุ์ น้ำดอกไม้	58
7	จุลินทรีย์ที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่งจากแหล่งการปลูกแตกต่างกันจำนวน 10 แหล่ง เปรียบเทียบระหว่างการปลูกฤดูหนาวและฤดูร้อน	76
8	ชนิดแบคทีเรียและยีสต์ที่พบบนมะม่วงตัดแต่งพันธุ์น้ำดอกไม้	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร	113
2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร	114
3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร	115
4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	116
5 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	117
6 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	118
7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	119
8 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	120
9 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	121
10 คะแนนความชอบสีเนื้อมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	122
11 คะแนนความชอบกลิ่นมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	123
12 คะแนนความชอบกลิ่นเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
13 คะแนนความชอบกลั่นแปดกล่อมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	125
14 คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	126
15 คะแนนความชอบรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	127
16 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	128
17 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	129
18 คะแนนความชอบสีเนื้อมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	130
19 คะแนนความชอบกลั่นมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	131
20 คะแนนความชอบกลั่นเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	132
21 คะแนนความชอบกลั่นแปดกล่อมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	133
22 คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	134
23 คะแนนความชอบรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	135
24 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
25 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีเอสดีอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	137
26 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	138
27 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	139
28 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	140
29 อัตราการหายใจระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	141
30 อัตราการหายใจระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้ (ต่อ)	142
31 ปริมาณเอทานอลในมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	143
32 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	144
33 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	145
34 สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	146
35 ความเป็นกรด-เบสระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	147
36 ความแน่นเนื้อระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้	148

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
37 การสูญเสียน้ำหนักระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	149
38 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	150
39 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	151
40 คะแนนความชอบสีเนื้อมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	152
41 คะแนนความชอบกลิ่นมะม่วงตัดแต่งสุกเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	153
42 คะแนนความชอบกลิ่นเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	154
43 คะแนนความชอบกลิ่นแปลกปลอมของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	155
44 คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	156
45 คะแนนความชอบรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	157
46 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	158
47 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้	159

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างของแคปปา-แคร์ราจีแนน	17
2 โครงสร้างของไอโอตา-แคร์ราจีแนน	18
3 โครงสร้างของไอโอตา-แคร์ราจีแนน	18
4 โครงสร้างของเพกทิน	22
5 โครงสร้างของแอลจินेट	23
6 โครงสร้างของเมทิลเซลลูโลส	25
7 โครงสร้างของเมทิลเซลลูโลส	26
8 โครงสร้างของอะการ์	28
9 การวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน	35
10 การวัดสมบัติเชิงกลของฟิล์มบริโกลไค	36
11 มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อ ปริมาตร เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	51
12 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	52
13 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิก (ก1) และ สารละลายซีสเตอิน (ก2) ค่าสีแดงของกรดแอสคอร์บิก (ข1) ค่าสีแดงของซีสเตอิน (ข2) ค่าสีเหลืองของกรดแอสคอร์บิก (ค1) และค่าสีเหลืองของซีสเตอิน (ค3) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	54
14 สีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน	55
15 สีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอินที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน	55
16 สีของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลไคเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่ง จุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	61
18	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่ง เคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีเนนร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	63
19	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่ง เคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินเตร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	64
20	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่ง เคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	65
21	อัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	67
22	ปริมาณเอทานอลของมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	68
23	ปริมาณเอทานอลของมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	70
24	ความแน่นเนื้อของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ ร่วมกับ สารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	74
26	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	79
27	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแควร์ราจีแนน ร่วมกับ สารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	80
28	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินตร่วมกับ สารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	81
29	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	82
30	ความชอบสีเนื้อของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบ บริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	83
31	ความชอบกลิ่นมะม่วงสุก (ก) ความชอบกลิ่นเปรี้ยว (ข) และความชอบกลิ่นแปลกปลอม (ค) ของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	85
32	ความชอบรสหวาน (ก) และความชอบรสเปรี้ยว (ข) ของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	ความชอบเนื้อสัมผัสของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเปลือกและไม่เปลือกด้วยสาร เคลือบบริโภคได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	87
34	ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเปลือกและไม่เปลือกด้วยสาร เคลือบบริโภคได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	88

การพัฒนาสารเคลือบบริโภคได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่ง

Development of Edible Coatings for Extending Shelf Life of Fresh-Cut Mangoes

คำนำ

ผลไม้ตัดแต่ง (Fresh-cut fruit) เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในครัวเรือน โรงแรม ภัตตาคาร และธุรกิจบริการอาหารจัดเลี้ยง (Food catering) ด้วยเหตุว่าผลไม้ตัดแต่งมีคุณค่าทางโภชนาการ กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับผลไม้สด ง่ายต่อการบริโภค หาง่าย และประหยัดเวลาในการเตรียม (Schlimme, 1995) ทั้งนี้ยังมีมูลค่าการจำหน่ายสูงกว่าผลไม้สดที่จำหน่ายโดยทั่วไป ทำให้สามารถแข่งขันกับตลาดภายในและภายนอกประเทศได้ดี ผลไม้ตัดแต่งที่นิยมบริโภคและมีจำหน่ายทั่วไปในตลาดและร้านซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น มะม่วง ทูเรียน ส้มโอ แอปเปิ้ล มะละกอ ฯลฯ แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มักเกิดการสูญเสียทางคุณภาพและลักษณะเนื้อสัมผัสได้ง่ายภายหลังกระบวนการตัดแต่ง และระหว่างการจำหน่าย (Watada and Qi, 1999) เนื่องจากเนื้อเยื่อของผลไม้เกิดการฉีกขาดและถูกทำลายลงทำให้กิจกรรมของกระบวนการสร้างและสลายต่างๆ ขององค์ประกอบภายใน อัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ภายในผล และการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น (Ahvenainen, 1996; Tovar *et al.*, 2001) เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพและลักษณะปรากฏภายนอก ส่งผลถึงการไม่ยอมรับของผู้บริโภคและอายุการเก็บรักษาของผลไม้ตัดแต่ง (Baldwin *et al.*, 1995)

มะม่วงสุกตัดแต่งมีกลิ่นหอมและรสชาติหวานเฉพาะเจาะจง นิยมรับประทานพร้อมกับข้าวเหนียวมูล เป็นอาหารหวานที่นิยมรับประทานทั้งคนไทยและชาวต่างประเทศ การจำหน่ายของมะม่วงตัดแต่งมักบรรจุลงถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) หรือพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low-density polyethylene, LDPE) เพื่อลดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง ioni และจุลินทรีย์ การบรรจุประเภทนี้จะคล้ายกับการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง (Modified-atmosphere packaging, MAP) ซึ่งถูกนำมาใช้ในการบรรจุผลไม้สดหลายชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา แต่สำหรับผลไม้ตัดแต่งนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมปริมาณแก๊สและจัดการเครื่องมือให้เหมาะสมกับชนิดของผลไม้และวัสดุบรรจุ (Kittur *et al.*, 2001) เนื่องด้วยผิวของผลไม้ตัดแต่งยังประกอบด้วยเนื้อเยื่อมีชีวิต เมื่อสัมผัสกับแก๊ส เช่น แก๊สออกซิเจน จะทำให้

เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีและสรีรวิทยา ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณภาพได้ง่าย นอกจากนั้นยังเกิดการนึ่มและของเนื้อ (Flesh water-soaking) จากการควบแน่นของไอน้ำที่คายออกมาจากผลไม้ การเคลือบ (Coating) ผิวของผลไม้ตัดแต่งด้วยวัสดุบรีโกลได้จึงเป็นทางเลือกที่ดีวิธีหนึ่งในการช่วยปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บของมะม่วงตัดแต่งให้เพิ่มสูงขึ้น (Li and Barth, 1998)

การเคลือบผลไม้สามารถลดการแลกเปลี่ยนแก๊ส การสูญเสียน้ำหนัก สามารถปรับบรรยากาศบริเวณรอบเนื้อเยื่อ ทำให้สามารถรักษาความแน่นเนื้อและกลิ่นรสไว้ได้ (Baldwin *et al.*, 1995; Wong *et al.*, 1994a) ทั้งนี้การเคลือบผลไม้โดยตรงอาจจะช่วยลดการหายใจของผลไม้ทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนั้นสารเคลือบยังเป็นพาหะที่ดีของสารเติมแต่งอาหาร (Food additive) เช่น สารต้านการเกิดสีน้ำตาล (Antibrowning agent) สารต้านจุลินทรีย์ (Antimicrobial agent) ทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้นสำหรับชะลอการเปลี่ยนแปลงบนผิวผลไม้ตัดแต่งด้วย สารเคลือบบรีโกลได้สามารถผลิตจากวัตถุดิบหลายชนิด เช่น พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) โปรตีน (Protein) และลิพิด (Lipid) (Kester and Fennema, 1986) แต่เนื่องด้วยวัสดุที่จะนำมาเคลือบเป็นผลไม้ตัดแต่งการใช้สารเคลือบจากพอลิแซ็กคาไรด์จึงน่าจะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นสารพอลิเมอร์จากธรรมชาติที่มีความสามารถป้องกันการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี (Baldwin *et al.*, 1999) ทั้งนี้ยังสามารถยึดติดกับพื้นผิวที่มีสภาพชอบน้ำได้ดี (Hydrophilic surface) (Baldwin, 1994; Nisperos-Carriedo, 1994) มีการนำสารเคลือบพอลิแซ็กคาไรด์มาใช้กับผลไม้ตัดแต่งหลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล (Lee *et al.*, 2003; Moldao-Martins *et al.*, 2003; Olivas *et al.*, 2007; Rojas-Grau *et al.*, 2008) เมล่อน (Oms-Oliu *et al.*, 2008) กล้วย (Kittur *et al.*, 2001) มะม่วง (Kittur *et al.*, 2001; Plotto *et al.*, 2004) สำหรับมะม่วงตัดแต่งการเปลี่ยนแปลงสีผิวถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดอายุการวางจำหน่ายและการบรีโกลของมะม่วงตัดแต่งได้ (Chantanawarangoon, 2000; Plotto *et al.*, 2003; Rocha and Morais, 2003) นอกจากนั้นปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ มะม่วงตัดแต่งที่บรรจุในถาดโฟมมักเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้ง่าย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาสารเคลือบบรีโกลได้สำหรับมะม่วงตัดแต่ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาสารเคลือบที่เหมาะสมสำหรับขึ้นรูปเป็นฟิล์มบนผิวของมะม่วงตัดแต่ง
2. เพื่อศึกษาสถานะการเตรียมสารเคลือบ
3. เพื่อศึกษาหาสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเหมาะสมกับสารเคลือบและมะม่วงตัดแต่ง รวมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคลือบบริโภคร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบนมะม่วงตัดแต่ง
4. ประเมินหาอายุการเก็บของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารบริโภคร่วมได้

การตรวจเอกสาร

1. ผลไม้ตัดแต่ง

ไอเอฟพีเอ (International Fresh-cut Produce Association, IFPA) กล่าวว่า ผลไม้ตัดแต่ง หมายถึงผลไม้สดที่ผ่านการคัดเลือกคุณภาพโดยมีความแก่-อ่อนที่เหมาะสมสำหรับบริโภค นำมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก เจาะแกน ตัดแต่งดำหนิ หั่นเป็นชิ้นพร้อมรับประทานและบรรจุลงภาชนะบรรจุ ผลไม้ตัดแต่งถือว่าเป็นผลไม้ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต่ำ (Minimally processed) ยังคงมีสารอาหาร กลิ่น รสชาติและความแน่นเนื้อใกล้เคียงผลไม้สด ดังนั้นผลไม้ตัดแต่งจึงเรียกได้ว่าเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภค อย่างไรก็ตามผลไม้ตัดแต่งมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ทำให้ยังคงมีกิจกรรมและปฏิกิริยาต่างๆ เช่น การหายใจและการผลิตเอทิลีน เกิดขึ้นภายในเซลล์เหมือนกับผลไม้สดทั่วไป ส่งผลให้ยังคงมีกระบวนการสุกตามธรรมชาติเกิดขึ้นตลอดเวลา (Greve and Labavitch, 1991) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในทางเสื่อมคุณภาพ เช่น ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสี และการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ เป็นต้น

เนื้อเยื่อของผลไม้ตัดแต่งที่เกิดความเสียหายหรือเนื้กขาดภายหลังกระบวนการตัดแต่งมักเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้ง่ายกว่าเนื้อเยื่อของผลไม้สดทั่วไป (Saltveit, 1997) เนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสกับอากาศเพิ่มขึ้นแก๊สออกซิเจนจึงสามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์เพิ่มมากขึ้น (Brecht, 1995) ส่งผลให้ผลไม้ตัดแต่งเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณภาพได้ง่าย การเปลี่ยนแปลงที่มักเกิดขึ้นกับผลไม้ตัดแต่ง ได้แก่ การเกิดสีน้ำตาล (Browning discoloration) การสูญเสียความแน่นเนื้อ การเกิดกลิ่นผิดปกติ และการเจริญของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญของการไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในที่สุด (Soliva-Fortuny and Martin-Belloso, 2003) ทั้งนี้ผลไม้ที่ผ่านการตัดแต่งมักมีอายุการเก็บรักษาลดลงจากสัปดาห์เป็นวัน (Wong *et al.*, 1994a; Ahvenainen, 1996) ปัจจุบันมีการใช้วิธีการต่างๆ หลายวิธีเพื่อช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลไม้ตัดแต่ง เช่น การใช้สารเคมี การควบคุมอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการผลิต การแช่ในสารละลายกรดอินทรีย์หรือสารละลายแคลเซียม การใช้สารจากธรรมชาติเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ การบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง และการใช้สารเคลือบ เป็นต้น

การบรรจุของผลไม้ตัดแต่งเพื่อจำหน่ายหรือการขนส่งมักนิยมบรรจุในถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มยี่ดชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนแก่ผลิตภัณฑ์จากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ฝุ่นละออง ไอน้ำและจุลินทรีย์ แต่การบรรจุวิธีนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมคุณภาพได้ง่าย เนื่องจากเกิดการควบแน่นของไอน้ำที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมา ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รสชาติ และการเจริญของจุลินทรีย์ได้ง่าย ทำให้ระยะเวลาในการเก็บเพื่อจำหน่ายและบริโภคมีอายุสั้นลง การบรรจุวิธีนี้จะคล้ายกับการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง ซึ่งพบว่าวิธีนี้มีความยุ่งยากสำหรับการผลิตและการจัดการระหว่างผลไม้ตัดแต่งกับวัสดุเมื่อต้องการผลิตในปริมาณมาก ดังนั้นการเคลือบผลไม้ตัดแต่งจึงเป็นทางเลือกที่ดีวิธีหนึ่งสำหรับการลดปัญหาดังกล่าว สารเคลือบมีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจนได้ดี ลดอัตราการหายใจ รักษาสภาพเนื้อสัมผัส และลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Debeaufort *et al.*, 1998)

ผลไม้ตัดแต่งที่นิยมบริโภคและมีจำหน่ายทั่วไป มีหลายชนิด เช่น ทูเรียน แอปเปิ้ล ส้มโอ ชมพู่ ฝรั่ง และมะละกอ แต่ผลไม้ที่ได้รับความนิยมและรัฐบาลได้บรรจุให้เป็นสินค้าเป้าหมายหลักในการพัฒนาการผลิตและการส่งออก ได้แก่ มะม่วงและทูเรียน (อภิชาติ, 2534) เนื่องจากมีผลผลิตในปริมาณมาก ทั้งยังมีความต้องการของตลาดภายในและภายนอกประเทศสูง สามารถนำมาแปรรูปเพื่อจำหน่ายในร้านอาหาร ภัตตาคาร โรงแรม และธุรกิจอาหารจัดเลี้ยงได้หลายรูปแบบ นอกจากนี้พบว่าในแง่ของการผลิตเพื่อการค้าชมรมผู้พัฒนามะม่วงแห่งประเทศไทยได้กำหนดให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นพันธุ์ส่งเสริมพันธุ์แรกให้ปลูกเพื่อการส่งออก เนื่องจากมีกลิ่น รสชาติ ที่เป็นเอกลักษณ์ ส่งผลให้มีมูลค่าการจำหน่ายที่สูงตามไปด้วย

1.1 มะม่วง (Mango)

มะม่วงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mangifera indica* L. จัดอยู่ในวงศ์ ANACARDIACEAE เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไทย ในปี 2549 และ 2550 มีผลผลิตมะม่วงสดส่งออกไปยังต่างประเทศถึง 26,450 ตัน และ 35,353 ตัน มูลค่าการส่งออกรวม 816 และ 1,147 ล้านบาท ตามลำดับ (ศูนย์สารสนเทศสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) โดยมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นหอมและมีรสชาติค่อนข้างหวาน แต่เกิดการบอบช้ำได้ง่าย เนื่องจากมะม่วงมีการหายใจแบบไคลแมกเทริก (Climacteric respiration) คือ มีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่ผลเริ่มสุก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระตุ้นของเอทิลีนที่มีการสร้างมากขึ้นในระยะนี้ทำ

ให้มีพลังงานจำนวนมากเกิดขึ้นภายใน นอกจากนั้นพบว่าการสูญเสียของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวมีโอกาสดังกล่าวเกิดขึ้นได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงในระหว่างการขนส่งและรอการจำหน่าย ทำให้ผลมะม่วงมีอายุการเก็บรักษาลดลง (เกศินี, 2528)

เมื่อมะม่วงเริ่มสุกจะเกิดการอ่อนตัวและการสูญเสียความแน่นเนื้อของผล เนื่องจากเกิดการสูญเสียความเต่งของเซลล์ การสลายตัวของแป้งและไขมัน รวมถึงการเสื่อมสภาพของผนังเซลล์ (Seymour *et al.*, 1991) ทั้งยังเกิดการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นโดยมีสาเหตุจากการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อที่หุ้มผลมะม่วงไว้ (อรรณพ และคณะ, 2532) นอกจากนั้นองค์ประกอบทางเคมียังเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นหลายประการ เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเมื่อการสุกเพิ่มมากขึ้น Tovar *et al.* (2000) พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงตัดแต่งพันธุ์ “Kent” ที่เก็บให้เกิดการสุกที่อุณหภูมิ 13 และ 23 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเริ่มต้น โดยมีแนวโน้มเดียวกับมะม่วงสุกทั้งผลที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการตัดแต่ง ในขณะที่ชนิด (2551) รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่เมื่อถึงวันที่ 21 ของการเก็บมะม่วง พบว่ามะม่วงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง เนื่องจากในระหว่างเกิดการสุกปริมาณของน้ำตาลอาจลดลง เพราะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ (จริงแท้, 2549) อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นสามารถเกิดการสูญเสียขององค์ประกอบภายในผล เช่น น้ำ ได้ง่ายส่งผลให้ความเข้มข้นของน้ำตาลภายในมะม่วงมีระดับเพิ่มสูงขึ้น (Tefera *et al.*, 2007) ท่อปรกับเมื่อมะม่วงเกิดกระบวนการสุก แป้งภายในเนื้อมะม่วงจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโดยกระบวนการแยกสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis) ได้เป็นน้ำตาลที่อยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุคโตส ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (Selvaraj *et al.*, 1989; Castrillo *et al.*, 1992) ทั้งนี้เมื่อมะม่วงสุกจะพบน้ำตาลประมาณร้อยละ 75 อยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครส (สายชล, 2528; Fuchs *et al.*, 1980; Vazquez-Salinas and Lakshminarayana, 1985) โดยปริมาณของน้ำตาลในผลสุกจะมากกว่าผลดิบ ส่งผลให้เมื่อระยะเวลาการเก็บมะม่วงตัดแต่งเพิ่มมากขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จึงเพิ่มสูงขึ้นตาม

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) ของมะม่วงมีปริมาณลดลงเมื่อกระบวนการสุกเพิ่มมากขึ้น ดวงตรา (2526) กล่าวว่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า 1.3 กรัม/100 กรัม แต่เมื่อมะม่วงเกิดการสุกปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงเหลือเพียง 1.1 กรัม/100 กรัม ในทำนองเดียวกับรายงานของอรรณพและคณะ (2532) พบว่าปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะการสุกเริ่มต้นมีค่า 5.87 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

น้ำคั้น แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บผ่านไป 8 วัน พบว่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีปริมาณลดลงเหลือเพียง 2.13 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรน้ำคั้น เมื่อมะม่วงมีความสุกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณกรดที่สะสมอยู่ในเนื้อมะม่วงมีปริมาณลดลง (Lizada, 1993) เนื่องจากระหว่างกระบวนการสุกจะเกิดการสลายตัวของกรดซิตริกซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ซิตริกแอซิดไกลโอไซเลส (Citric acid glyoxylase) ก่อปรกับกรดอินทรีย์เหล่านี้ซึ่งเป็นสารตัวกลางสำคัญในวัฏจักรเครบส์ (Krebs' cycle) จึงถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ส่งผลให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลไม้ตัดแต่งมีปริมาณลดลง (Rathore *et al.*, 2007)

1.2 การแปรรูปมะม่วง

การนำมะม่วงสดมาแปรรูปเป็นมะม่วงตัดแต่งด้วยกระบวนการต่างๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมะม่วงสด สามารถใช้มะม่วงที่สีผิวมีตำหนิหรือมะม่วงที่ถูกคัดขนาดออกให้เป็นประโยชน์ (มนัญญา, 2544) ทั้งนี้ขั้นตอนของการปฏิบัติ สภาพและระยะเวลาการเก็บเกี่ยวและการเตรียม ถือเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลไม้ตัดแต่ง นอกจากนั้นยังรวมถึงวิธีการตัดแต่ง (ความคมของมีด ขนาดและพื้นที่หน้าตัดของชิ้นผลไม้ การล้างและการสูญเสียความชื้น) ที่ล้วนแต่มีผลต่อคุณภาพของมะม่วงตัดแต่งทั้งสิ้น (Kader, 2008) Limbanyen *et al.* (1998) รายงานว่ามะม่วงพันธุ์ “Tommy Atkins” พันธุ์ “Haden” และพันธุ์ “Palmer” ที่มีเนื้อสีเหลือง (โดยไม่มีสีเขียวเหลืออยู่) ถือเป็นมะม่วงที่มีความสุกเหมาะสมสำหรับนำมาผ่านกระบวนการตัดแต่ง เพื่อให้เกิดการยอมรับของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และรสชาติอย่างไรก็ตามกระบวนการแปรรูปขั้นต่ำเหล่านี้มักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และจุลินทรีย์ได้ง่าย โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีผิว (สีเหลืองอ่อนเป็นสีน้ำตาลเข้ม) การอ่อนนุ่ม สูญเสียความแน่นเนื้อ และการเจริญของจุลินทรีย์ ส่งผลให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง (Chantanawarangoon, 2000; Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000; Rattanapanone *et al.*, 2001; Plotto *et al.*, 2003)

2. การเสื่อมเสียของผลไม้ตัดแต่ง

การนิยามของเนื้อเยื่อส่งผลให้เพิ่มอัตราการสูญเสีย น้ำ ความอ่อนตัว และการเกิดสีน้ำตาลของผลไม้ตัดแต่ง ทั้งนี้การใช้อุปกรณ์ตัดแต่งที่มีความคมสูงสำหรับการปอกเปลือกและหั่นเนื้อ

สามารถลดการถูกทำลายของเนื้อเยื่อและลดการสูญเสียองค์ประกอบภายในผลไม้ได้ อย่างไรก็ตาม การเสื่อมเสียของมะม่วงตัดแต่งส่วนใหญ่ก็มีสาเหตุหลักเนื่องจากเอนไซม์ในมะม่วง ทั้งยังพบการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวเมื่อเก็บเป็นเวลานาน แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการเสื่อมเสียของมะม่วงตัดแต่งเนื่องจากเอนไซม์เป็นหลัก

การเสื่อมเสียของมะม่วงตัดแต่งเนื่องจากเอนไซม์ทำให้เกิดสีน้ำตาลหรือสีคล้ำขึ้นบนผิว เนื้อภายในหลังกระบวนการผลิตหรือขณะการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการตัดแต่งทำลายความสมบูรณ์ของเซลล์เนื้อเยื่อ จึงเกิดการรวมตัวอย่างรวดเร็วของเอนไซม์ภายใน (Endogenous enzyme) กับสารตั้งต้น (Precursor) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านลักษณะปรากฏและสมบัติทางประสาทสัมผัส (Wong *et al.*, 1994a) การเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงตัดแต่งมีสาเหตุหลักมาจากเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) โดยเอนไซม์ที่สำคัญ ได้แก่ เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase, PPO) และเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase) (Iyengar and McEvily, 1992) การเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงเกิดขึ้นภายหลังกระบวนการตัดแต่งทันทีเริ่มจากเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส เปลี่ยนโมเลกุลของสารประกอบโมโนฟีนอล (Monophenol) ไปเป็นออร์โท-ไดฟีนอล (*O*-diphenol) สารนี้จะถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นออร์โท-ควิโนน (*O*-quinone) จากนั้นออร์โท-ควิโนนจะรวมตัวกับหมู่ของกรดอะมิโนจนได้เป็นสารประกอบสีน้ำตาล (Complex brown polymers) โดยเฉพาะในมะม่วงสุกจะพบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมาก (Nelson and Tressler, 1980) กอปรกับเมื่อความสุกเพิ่มมากขึ้นปริมาณของเอนไซม์ทั้งสองชนิดมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น (Marin and Cano, 1992) เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสและสีบนผิวของมะม่วงตัดแต่งสุกได้ง่ายขึ้น

Lazan *et al.* (1986) ศึกษาการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสต่อมะม่วงพันธุ์ Malgoa และพันธุ์ Harumanis รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ เช่น ปริมาณกรด พบว่าในมะม่วงดิบมีปริมาณกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) สูง ทำให้พบกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสต่ำ ในขณะที่มะม่วงสุกมีปริมาณกรดแอสคอร์บิกต่ำ จึงพบกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสสูง โดยในมะม่วงพันธุ์ Malgoa มีปริมาณกรดมากกว่ามะม่วงพันธุ์ Harumanis ทำให้พบกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสต่ำกว่า ทั้งยังศึกษาอิทธิพลของความร้อนต่อกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าว โดยการแช่มะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที พบว่าสามารถยับยั้งการเพิ่มของปริมาณเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ทั้งยังไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ดังกล่าว

สำหรับการเสื่อมเสียของมะม่วงตัดแต่งเนื่องจากจุลินทรีย์ พบว่ามะม่วงสามารถเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ทั้งจากแบคทีเรีย รา และยีสต์ ได้ง่าย (Beaulieu and Gorny, 2006; Ngarmsak *et al.*, 2006) เนื่องด้วยปราศจากเปลือกห่อหุ้ม การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ของมะม่วงเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ การปนเปื้อนจากขั้นตอนและกระบวนการตัดแต่ง และการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์บนเปลือกมะม่วง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้มักแฝงตัวอยู่ในเปลือกหรือขั้วมะม่วงตั้งแต่แหล่งปลูกแล้วเกิดการปนเปื้อนสู่เนื้อมะม่วงในระหว่างกระบวนการตัดแต่งและการเก็บรักษา ส่งผลถึงการเสื่อมของคุณภาพของผลผลิต อายุการเก็บรักษา และการไม่ยอมรับของผู้บริโภค (นิพนธ์, 2542) โดยมะม่วงตัดแต่งที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์มักสังเกตเห็นโคโลนีของจุลินทรีย์เกิดขึ้นหลายชนิดหลายสี ตั้งแต่สีขาวจนถึงสีชมพู เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน (Ngarmsak *et al.*, 2006) Ngarmsak *et al.* (2005) รายงานว่าการล้างมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ทั้งผลในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส หรือน้ำเย็น (12 องศาเซลเซียส) ที่ผสมสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวและขั้วของมะม่วงลงได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ที่พบบนชิ้นมะม่วงตัดแต่งจากมะม่วงที่ไม่ได้ล้างมีสูงกว่ามะม่วงตัดแต่งจากมะม่วงที่ล้างด้วยวิธีดังกล่าว ภายหลังจากวันที่ 7 ของการเก็บ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

3. การป้องกันการเสื่อมเสียของผลไม้ตัดแต่ง

3.1 การป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากเอนไซม์

สารประกอบซัลไฟด์ (Sulphide compound) เป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงนำมาใช้สำหรับการป้องกันและยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ของผลไม้สด ผลไม้ตัดแต่งและน้ำผลไม้ (Sapers, 1993; Gould, 2000) อย่างไรก็ตามรัฐบาลของหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ได้สั่งห้ามใช้สารดังกล่าวในผักและผลไม้สด (Food and Drug Administration, 1987) เนื่องจากเกิดการตกค้างของสารพิษในร่างกาย ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Monsalve-Gonzalez *et al.*, 1993) ดังนั้นสารประกอบทางเคมีหรือสารจากธรรมชาติจึงถูกนำมาใช้กับผลไม้ตัดแต่งเพื่อทดแทนการใช้สารดังกล่าว โดยพิจารณาการใช้จากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเหมาะสม ความเป็นพิษ ราคา ประสิทธิภาพ ปริมาณในการใช้ ตลอดจนผลต่อรสชาติ เนื้อสัมผัส และสีของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้พบว่าการรักษาคุณภาพของมะม่วงตัดแต่งโดยใช้สารต้านการเกิดสีน้ำตาลมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้การบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง (Lamikanra, 2002) Gonzalez-Aguilar *et al.* (2000) ใช้สาร 4-เฮกซิลรีซอร์ซินอล (4-Hexylresorcinol) โพแทสเซียมซอร์เบต (Potassium sorbate) และกรดไอโซ

แอสคอร์บิก (Isoascorbic acid) ร่วมกับการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงสีและเนื้อสัมผัสบนมะม่วงตัดแต่ง พบว่าการใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลรวมกันทั้งสามชนิดสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล การเสื่อมสภาพและการเจริญของจุลินทรีย์ของมะม่วงตัดแต่งได้ดีกว่าการใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงชนิดเดียว ทั้งยังไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส อย่างไรก็ตามพบว่าสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่นิยมนำมาใช้กับผักหรือผลไม้ตัดแต่ง ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก (Citric acid) กรดออกซาลิก (Oxalic acid) กรดแอซีติก (Acetic acid) กรดซอร์บิก (Sorbic acid) และซิสเตอีน (Cysteine) เป็นต้น

3.1.1 กรดแอสคอร์บิก

กรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซีมีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_6$ เป็นสารที่มีความปลอดภัยสูง เมื่อนำมาใช้กับอาหารทำให้กลิ่นและรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ราคาไม่แพง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค Bauernfeind and Pinkert (1970) รายงานว่ากรดแอสคอร์บิกและเกลือของสารตัวนี้ใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารด้านการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ได้ดี โดยสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ถูกนำมาใช้กับผลไม้ตัดแต่งส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ถึง 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (Dong *et al.*, 2000; Vilas-Boas and Kader, 2006; Bico *et al.*, 2009) ทั้งนี้ทอนงค์และพวงทิพย์ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแอสคอร์บิกต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลพร้อมบริโภค พบว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ไม่มีผลแตกต่างกันสำหรับการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลกับผลไม้ตัดแต่งดังกล่าว

Saper and Miller (1998) นำโซเดียมเพอร์ซัลเฟตโซเดียมเอริทโธเรต (Sodium erythorbate) ซึ่งเป็นเกลือของกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อควบคุมการเกิดสีน้ำตาลและรักษาคุณภาพของเนื้อสัมผัส พบว่าสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้นาน 12 ถึง 14 วัน เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของออกซิเจนออกจากโครงสร้างของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ทั้งยังทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปจากออร์โท-ควิโนนกลับเป็นออร์โท-ไดฟีนอลซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการเกิดสารสีน้ำตาล จึงช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลของซันเพอร์ได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Apichartvorasilp *et al.* (2005)

Ponting *et al.* (1972) นำชิ้นแอปเปิ้ลจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ถึง 0.75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่ากรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นสูงสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าระดับความเข้มข้นต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Son *et al.* (2001) และ Lee *et al.* (2003) แต่การใช้กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กับชิ้นแอปเปิ้ล พบว่าไม่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ยังคงมีกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเพิ่มขึ้นตลอดเวลาเนื่องจากความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกต่ำเกินไป ส่งผลให้เมื่อมีแก๊สออกซิเจนจากภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยากับเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ทำให้เกิดการรวมตัวเป็นสารสีน้ำตาลได้ง่าย (Kanner *et al.*, 1977) อย่างไรก็ตาม การใช้กรดแอสคอร์บิกสามารถป้องกันการเปลี่ยนสีได้ชั่วคราว (Vamos-Vigyazo, 1981) เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (Dehydroascorbic acid) ซึ่งไม่เสถียรในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว จึงมักนิยมใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกับซิสเตอีน (Nicolas *et al.*, 1994)

Olivas and Barbosa-Canovas (2005) ศึกษาประสิทธิภาพของกรดแอสคอร์บิก กรดไอโซแอสคอร์บิก และซิสเตอีน ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผลไม้ตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่าชิ้นผลไม้จุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกและกรดไอโซแอสคอร์บิกยังคงมีปริมาณน้ำตาลและวิตามินซีสูงกว่าการจุ่มสารละลายซิสเตอีนและตัวควบคุม จากการที่สามารถชะลอการเสื่อมสลายของน้ำตาล วิตามินซีและสารประกอบฟีนอลิก ส่งผลให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีตามไปด้วย สอดคล้องกับการทดลองของ Gonzalez-Aguilar *et al.* (2004) นอกจากนั้นกรดแอสคอร์บิกยังมีสมบัติในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวของผลิตภัณฑ์ Piagentini *et al.* (2003) นำผักโขมตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกแล้วบรรจุในถุงพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ พบว่าการจุ่มในสารละลายแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นสูงสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดบนผักโขมได้

3.1.2 กรดซิตริก

กรดซิตริกมีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7$ เป็นสารที่มีความปลอดภัยกับผู้บริโภค นิยมนำมาใช้เป็นสารต้านการเกิดสีน้ำตาลกับผักและผลไม้แปรรูปที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ถึง 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (McEvily *et al.*, 1992) กรดซิตริกทำหน้าที่จับโลหะทองแดงในโครงสร้างของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิ

เดส (McCord and Kilara, 1983; Santerre *et al.*, 1988) Iyengar and McEvily (1992) กล่าวว่ากรดซิตริกสามารถลดความเป็นกรด-เบสของผลไม้ให้ต่ำลง ทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส โดยปกติความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสอยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 แต่เอนไซม์นี้จะถูกยับยั้งที่ความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 4 การใช้กรดซิตริกให้ผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสูงกว่ากรดชนิดอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับจากราคาและรสชาติของผลิตภัณฑ์

Lee-Kim *et al.* (2007) พบว่าการใช้กรดซิตริกสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในผลเบอร์รี่ดอกใต้ (Burdock, *Arctium lappa*) แต่มีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในผลพลัม (Plums) Vamos-Vigyazo (1995) นำชิ้นแอปเปิ้ลและพีชจุ่มกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นเวลานาน 2-5 นาที พบว่ากรดซิตริกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นผลไม้ได้ดี

Nielsen and Arneborg (2007) ศึกษาผลของกรดซิตริกที่ระดับความเป็นกรด-เบสแตกต่างกันต่อการเจริญและเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic microorganism) ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Zygosaccharomyces baili* พบว่ากรดซิตริกสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดได้ โดยประสิทธิภาพการยับยั้งจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระดับความเป็นกรด-เบสเพิ่มขึ้น

3.1.3 กรดออกซาลิก

กรดออกซาลิกมีสูตรโมเลกุล $H_2C_2O_4$ สามารถสังเคราะห์ได้จากกระบวนการทางเคมีและจากพืช เช่น ผักโขม กระชาย ใบชะพลู ยอดพริกชี้ฟ้า เป็นต้น มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสโดยจับกับโลหะทองแดงในโครงสร้างของเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสอยู่ในสภาวะไม่กระตุ้น (Inactive complex) (Son *et al.*, 2000; Yoruk and Marshall, 2003) จึงสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ในผลไม้หลายชนิด ได้แก่ แอปเปิ้ล (Yoruk and Marshall, 2003) เชอร์รี่ (Pifferi *et al.*, 1974) และเห็ด (Son *et al.*, 2000)

Yoruk *et al.* (2004) ศึกษาประสิทธิภาพของกรดออกซาลิกต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลบนกล้วยและแอปเปิ้ลตัดแต่ง พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 60 และ 5 มิลลิโมล

(mM) สามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้นานถึง 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่ากรดออกซาลิกมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลเมื่อเทียบกับกรดอินทรีย์ชนิดอื่น

Zheng and Tian (2006) พบว่าผลลินจี่จุ่มสารละลายกรดออกซาลิกระดับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิโมล สามารถป้องกันการเปลี่ยนสีของผิวได้เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม สามารถเพิ่มความสมบูรณ์ของเยื่อผิว (Membrane integrity) ยับยั้งการเสื่อมสภาพของแอนโทไซยานินและลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

3.1.4 ซีสเตอีน

ซีสเตอีนมีสูตรโมเลกุล $\text{OC}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$ เป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่งที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้ มีความปลอดภัย ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอย่างแพร่หลาย Ozoglu and Bayindirli (2002) ใช้สารซีสเตอีนสำหรับป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในน้ำแอปเปิ้ล พบว่าซีสเตอีนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากสามารถป้องกันการก่อตัวของเม็ดสีโดยทำปฏิกิริยากับออร์โท-ควิโนนให้กลายเป็นสารประกอบไม่มีสีที่มีความเสถียร ทั้งนี้ซีสเตอีนยังจับกับทองแดงภายในโครงสร้างของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้โดยตรง (Nicolas *et al.*, 1994)

Son *et al.* (2001) ทดสอบสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบนชิ้นแอปเปิ้ลจากกรดออกซาลิก กรดออกซอลแอซิดิก (Oxalacetic acid) กรดแอสคอร์บิก ซีสเตอีน กลูตาไธโอน (Glutathione) กรดโคจิก (Kojic acid) และเอ็กซิลรีซอร์ซินอล พบว่าสามารถด้านการเกิดสีน้ำตาลบนชิ้นแอปเปิ้ลได้ ถึงแม้จะใช้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ สำหรับซีสเตอีนความเข้มข้นร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการทดลองของ Maria *et al.* (2006)

Gonzalez-Aguilar *et al.* (2005) นำมะม่วงบดที่มีค่าความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน คือ 3.5 4.0 และ 4.4 มาผสมกับซีสเตอีน กรดแอสคอร์บิก และเอ็กซิลรีซอร์ซินอล เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส พบว่าสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้ถึงร้อยละ 95.5 และ 91.1 สำหรับค่าความเป็นกรด-เบส 3.5 และ

4.0 ตามลำดับ นอกจากนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างในเรื่องของชนิดสารและความเข้มข้นในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

Gemma *et al.* (2006) ประเมินประสิทธิภาพของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลจาก ซีสเตอีน กลูตาไธโอน กรดแอสคอร์บิก และเอ็กซีลรีซอร์ซินอล บนชิ้นแพร์ตัดแต่ง พบว่าการใช้ ซีสเตอีนและกลูตาไธโอนระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้นานถึง 21 วัน ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการทดลองของ Rojas-Grau *et al.* (2006) และ Oms-Oliu *et al.* (2006)

Nagonawa *et al.* (1996) ใช้สารสกัดจากกระเทียมซึ่งมีส่วนประกอบของซัลเฟอร์ ซึ่งเป็นสารในกลุ่มเดียวกับซีสเตอีน ที่ระดับความเข้มข้น 5 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Mycobacterium smegmatis* และ *Streptomyces griseus*

3.1.5 กรดแอซีติก

กรดแอซีติกมีสูตรโมเลกุล CH_3COOH เป็นกรดที่ละลายน้ำได้ มักนำไปใช้ในการถนอมอาหารเนื่องจากมีราคาถูก หาง่าย และมีพิษน้อย กรดแอซิกรวมทั้งเกลือของกรด เช่น โซเดียมแอซีเตต (Sodium acetate) และแคลเซียมแอซีเตต (Calcium acetate) จัดเป็นสารที่มีความปลอดภัย สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและมีฤทธิ์ฆ่าจุลินทรีย์เมื่อมีความเป็นกรด-เบส 4.5 หรือต่ำกว่า มักนิยมนำมาใช้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในหลายผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำสลัด แดงกว่าดอง ผัก และผลไม้ และเนื้อสัตว์ (บุษกร, 2547)

Apintanapong *et al.* (2007) ใช้สารกรดแอซีติกเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนกล้วยตัดแต่ง พบว่ากรดแอซีติกสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้แต่มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ สอดคล้องกับรายงาน Castaner *et al.* (1997) กล่าวว่ากรดแอซีติกและกรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดแก้วและผักสลัดหลายชนิดได้ดี

จุลินทรีย์หลายชนิดจะอยู่ในสภาพรับไว้ได้ (Susceptibility) ต่อกรดแอซิดิก พบว่ากรดแอซิดิกระดับความเข้มข้นต่ำสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* (ความเป็นกรด-เบส 3.9) *Aspergillus niger* (ความเป็นกรด-เบส 4.1) *B. cereus* (ความเป็นกรด-เบส 4.9) *Salmonella Aertrycke* (ความเป็นกรด-เบส 4.9) *Staphylococcus aureus* (ความเป็นกรด-เบส 5.0) สำหรับสปีชีส์ (Species) *Bacillus* sp. *Clostridium* sp. และแบคทีเรียชนิดแกรมลบจะยับยั้งที่ความเป็นกรด-เบส 6.0 (Levine and Feller, 1940) นอกจากนี้ Hayashi *et al.* (1979) พบว่ากรดแอซิดิกสามารถลดการเจริญของแบคทีเรียสปีชีส์ *Micrococcus* และ *Bacillus* และบางสายพันธุ์ของ *S. aureus* แบคทีเรียชนิดแกรมลบ และวงศ์ Enterobacteriaceae ในซอสถั่วเหลืองญี่ปุ่น

3.1.6 กรดซอร์บิก

กรดซอร์บิกมีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_2$ เป็นกรดคาร์บอกซิลิกที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated carboxylic acid) ที่ละลายน้ำได้ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในรูปของเกลือและเกลือซอร์เบต มีประสิทธิภาพในการทำลายราได้ดีกว่าแบคทีเรียในสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6.5 หรือต่ำกว่า มักนำมาใช้กับน้ำผลไม้ ผลไม้แห้ง แยม เยลลี่ กะหล่ำปลีดอง และมะกอก เป็นต้น (บุษกร, 2547)

Castanon *et al.* (1999) ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (15 25 และ 35 องศาเซลเซียส) บนเนื้อกล้วยบด โดยใช้วิธีร่วมกันหลายวิธี คือ การฟอกสี (Blanching) การลดความเป็นกรด-เบส (3.4) การลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity, a_w) และการเติมสารโพแทสเซียมซอร์เบต ความเข้มข้น 1,000 ส่วนในล้านส่วน พบว่าการเติมสารโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อย่างน้อย 60 วัน ในทุกอุณหภูมิของการเก็บ

Carlin *et al.* (2006) รายงานว่าการจุ่มข้าวโพดหวานในสารละลายซอร์บิก (1 มิลลิกรัม/กรัมของข้าวโพด) รวมถึงการใช้สารซอร์บิกเป็นสารเติมแต่งร่วมกับสารเคลือบเซอีนสามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์สำคัญที่เจริญได้ดีบนข้าวโพดหวาน ได้แก่ *Listeria monocytogenes*

4. สารเคลือบบริโภคได้

ฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้ (Edible film and coating) หมายถึง วัสดุแผ่นบางที่บริโภคได้ สามารถนำมาใช้กับอาหารโดยการนำมาเคลือบผิวของอาหารโดยตรงหรือเตรียมแผ่นฟิล์มขึ้นมาก่อน (Pre-formed) แล้วจึงนำมาวางบนอาหารหรือวางระหว่างส่วนประกอบของอาหาร เพื่อช่วยป้องกันการถ่ายเทไอน้ำ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กลิ่น และไขมัน ทั้งยังทำหน้าที่เก็บสารเติมแต่งอาหาร เช่น วัตถุกันเสีย สารช่วยรักษากลิ่นรส เป็นต้น สารเคลือบบริโภคได้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารและป้องกันการเสื่อมเสียของผลไม้สดได้โดยการชะลอการสูญเสียน้ำ ลดอัตราการหายใจ รักษาคุณภาพของเนื้อสัมผัส ลดการเจริญของจุลินทรีย์ (Debeaufort *et al.*, 1998) ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Park, 1999) และเป็นพาหะของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (Cuppett, 1994; Cuq *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2003)

คุณลักษณะสารเคลือบบริโภคได้ขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมาก จำเป็นต้องใช้ฟิล์มที่มีความต้านทานการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนสูง เป็นต้น ข้อดีของฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้ที่เหนือกว่าฟิล์มหรือสารเคลือบพลาสติกสังเคราะห์ คือ สามารถบริโภคฟิล์มได้พร้อมกับผลิตภัณฑ์ สามารถลดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมและปัญหาโลกร้อนในปัจจุบัน ในกรณีที่ไม่มีบริโภคฟิล์มหรือสารเคลือบฟิล์มเหล่านี้สามารถแตกสลายทางชีวภาพได้ง่าย สามารถเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพิ่มความน่ารับประทาน และเข้ากันได้ดีกับสารประกอบที่ให้กลิ่นรสและความหวาน ทั้งนี้ยังสามารถใช้หุ้มห่ออาหารโดยแยกออกเป็นชั้นโดยใช้เป็นแผ่นกั้นระหว่างอาหารที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพจากการถ่ายเทความชื้นและไขมันในเนื้ออาหารที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมอัตราการซึมผ่านของสารกันเสียจากฟิล์มเข้าสู่เนื้ออาหาร สารเคลือบบริโภคได้สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบหลายประเภท ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน และลิพิด

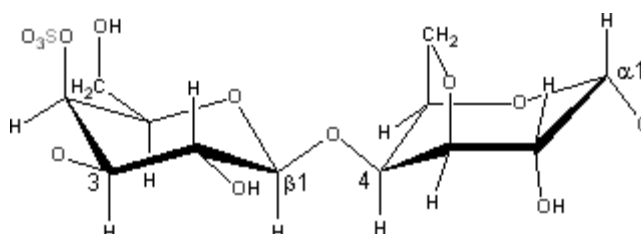
ไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้ เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์มีสมบัติในการขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ดี (Film-forming properties) ตัวอย่างของสารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น แครร์ราจีแนน แอลจินेट เพกติน อะการ์ และอนุพันธ์ของเซลลูโลส แต่เนื่องจากธรรมชาติของพอลิเมอร์เหล่านี้ชอบรวมตัวกับน้ำ (Hydrophilic) จึงไม่เหมาะที่จะนำฟิล์มเพื่อใช้ป้องกันการซึมผ่านความชื้น อย่างไรก็ตาม โครงสร้างของสารพอลิแซ็กคาไรด์ยึดติดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนทำให้มีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของ

แก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี (Nisperos-Carriedo, 1994; Ribeiro *et al.*, 2007) ทั้งยังสามารถยึดติดกับพื้นผิวที่มีสภาพชอบน้ำได้ดี (Hydrophilic surface) ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นสารเคลือบบริโภคน้ำได้บนผลไม้สดแต่ง โดยสารไฮโดรคอลลอยด์ที่สามารถเกิดฟิล์มได้ และนิยมนำมาพัฒนาเป็นฟิล์มหรือสารเคลือบได้มีดังนี้

4.1 แคร์ราจีแนน (Carrageenan)

แคร์ราจีแนนเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟต (Polysaccharide sulfate) ชนิดหนึ่งที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง (Rhodophyceae) โดยทั่วไปแคร์ราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ ได้แก่ แคลปปา-แคร์ราจีแนน (K-carrageenan) ไอโอตา-แคร์ราจีแนน (I-carrageenan) และแลมดา-แคร์ราจีแนน (λ -carrageenan) โดยแต่ละชนิดมีโครงสร้างที่แตกต่างกันดังนี้

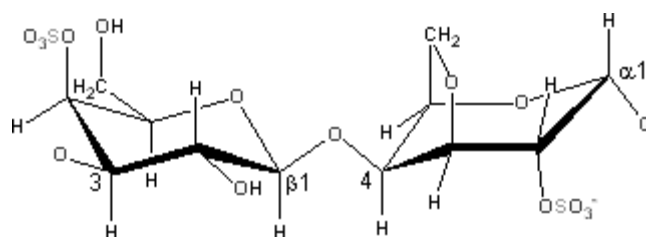
แคลปปา-แคร์ราจีแนนประกอบด้วยพันธะ 1, 3-บีตา-ดี-กาแลคโตไพราโนส ((1 $\rightarrow$ 3)- β -D-galactopyranose) ประกอบด้วยซัลเฟตเป็นหน่วยย่อย 4 หน่วย และพันธะ 1, 4-3, 6 แอนไฮโดร-แอลฟา-ดี-กาแลคโตไพราโนส ((1 $\rightarrow$ 4)-3, 6-anhydro- α -D-galactopyranose) และมีหมู่แทนที่เป็นซัลเฟตเอสเทอร์ (Sulfate ester) อยู่ประมาณร้อยละ 25 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของแคลปปา-แคร์ราจีแนน

ที่มา: Chaplin (2007)

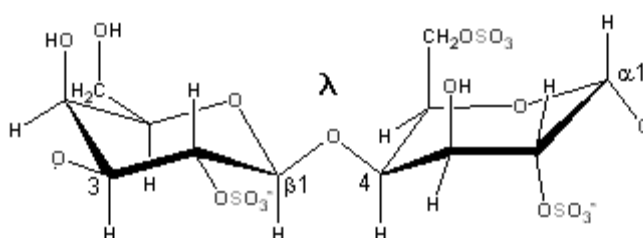
ไอโอตา-แคร์ราจีแนนประกอบด้วยพันธะ 1, 3-บีตา-ดี-กาแลคโตไพราโนส ((1 $\rightarrow$ 3)- β -D-galactopyranose) ซึ่งประกอบด้วยซัลเฟตเป็นหน่วยย่อย 4 หน่วย และพันธะ 1, 4-3, 6 แอนไฮโดร-แอลฟา-ดี-กาแลคโตไพราโนส ((1 $\rightarrow$ 4)-3, 6-anhydro- α -D-galactopyranose) ประกอบด้วยซัลเฟตเป็นหน่วยย่อย 2 หน่วย และมีหมู่แทนที่เป็นซัลเฟตเอสเทอร์อยู่ประมาณร้อยละ 32 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างของไอโอตา-แครร์จีแนน

ที่มา: Chaplin (2007)

แลมดา-แครร์จีแนนประกอบด้วยพันธะ 1, 3-บีตา-ดี-กาแลคโตไพราโนส ((1→3)- β -D-galactopyranose) ซึ่งประกอบด้วยซัลเฟตเป็นหน่วยย่อย 2 หน่วย และพันธะ 1, 4 แอลฟา-ดี-กาแลคโตไพราโนส 2, 6 ไดซัลเฟต ((1→4)- α -D-galactopyranose-2,6-disulfate) และมีหมู่แทนที่เป็นซัลเฟตเอสเทอร์อยู่ประมาณร้อยละ 35 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างของแลมดา-แครร์จีแนน

ที่มา: Chaplin (2007)

สมบัติของแครร์จีแนนจะขึ้นอยู่กับประจุลบของหมู่ซัลเฟตที่อยู่ในโมเลกุล และชนิดของแครร์จีแนนเป็นสำคัญ ส่งผลให้มีความแตกต่างในการเกิดปฏิกิริยาและการนำไปใช้ประโยชน์

แครร์จีแนนทุกชนิดสามารถละลายน้ำได้ดีโดยความสามารถในการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ความร้อน สำหรับแคลปา- และไอโอตา-แครร์จีแนนสามารถละลายได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส ส่วนแลมดา-แครร์จีแนนสามารถละลายได้ดีในน้ำเย็น ไอโอตา-แครร์จีแนนมีความไวต่อแคลเซียมไอออนสามารถกระจายตัวขณะเย็น ทำให้มีความสามารถในการแปร

และคืนสภาพเจล (Thixotropic) ดังนั้นจึงทำหน้าที่เป็นสารแขวนลอยได้ แครร์ราจีแนนสามารถละลายได้ดีและมีความคงตัวที่สภาพความเป็นกรด-เบสสูงกว่า 7 แต่ถ้าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 7 ความคงตัวจะลดลงโดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แครร์ราจีแนนถูกนำไปใช้เป็นส่วนให้ความข้นหนืดร่วมกับสารข้นหนืดชนิดอื่นๆ เช่น แป้ง และกัม (นิธิยา, 2545)

แครร์ราจีแนนแต่ละชนิดมีสมบัติในการเกิดเจลแตกต่างกัน สำหรับแคลปา-และไอโอตา-แครร์ราจีแนนจะเกิดเจลแบบผันกลับได้ด้วยความร้อน (Thermo-reversible gel) โดยมีกลไกการเกิดเจลเป็นแบบเกลียวคู่ (Double-helix carrageenan polymer) ในขณะที่แลมดา-แครร์ราจีแนนไม่สามารถเกิดเป็นเจลได้ นอกจากนั้นการเติมไอออนของโลหะลงในเจลมีผลต่อลักษณะการเกิดเจล เช่น เจลของแคลปา-แครร์ราจีแนน เมื่อเติมโพแทสเซียมไอออนจะเกิดเจลที่มีความยืดหยุ่น แต่ถ้าเติมแคลเซียมไอออนจะเกิดเจลที่มีเนื้อแข็งทำให้เกิดรูปทรงได้ง่าย ในขณะที่ไอโอตา-แครร์ราจีแนนพบว่าเมื่อเติมแคลเซียมไอออนจะเกิดเจลที่มีความยืดหยุ่น ซึ่งสมบัติที่สำคัญของแครร์ราจีแนนทั้งสามชนิด และสมบัติของแคลปา-และไอโอตา-แครร์ราจีแนนในระบบการเกิดเจล (Gelling systems) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะโครงสร้างและสมบัติของแคปปา- ไอโอตา- และแลมดา-แคร์ราจีแนน

คุณสมบัติของแคร์ราจีแนน	แคปปา	ไอโอตา	แลมดา
<u>ปริมาณสารประกอบ</u>			
ปริมาณซัลเฟต	25 เปอร์เซนต์	32 เปอร์เซนต์	35 เปอร์เซนต์
หมู่ 3, 6-anhydro	28 เปอร์เซนต์	30 เปอร์เซนต์	0 เปอร์เซนต์
<u>ค่าการละลายในตัวทำละลาย</u>			
น้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	ละลาย	ละลาย	ละลาย
น้ำอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	ละลายในสารละลายเกลือโซเดียม	ละลายในสารละลายเกลือโซเดียม	ไม่ละลาย
สารละลายน้ำตาล ร้อยละ 50	ละลายขณะร้อน	ไม่ละลาย	ละลาย
สารละลายน้ำตาล ร้อยละ 10	ไม่ละลาย	ละลายขณะร้อน	ละลายขณะร้อน
การละลายในนม	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย	เกิดเจล
<u>การเกิดเจล</u>			
เกิดเจลกับไอออนโลหะ	โพแทสเซียมไอออน	แคลเซียมไอออน	ไม่เกิดเจล
ลักษณะของเจล	ยืดหยุ่น	ยืดหยุ่น	ไม่เกิดเจล
การกลายสภาพด้วยแรงเฉือน	ไม่กลายสภาพ	กลายสภาพ	ไม่กลายสภาพ
ความคงทนในการแช่แข็งและละลาย	ไม่คงทน	คงทน	คงทน
<u>คงทนต่อกรดและเกลือ</u>			
ค่าความเป็นกรด-เบสของเจล > 3.5	คงทน	คงทน	คงทน
ค่าความเป็นกรด-เบสของเจล < 3.5	ไม่คงทน	ไม่คงทน	ไม่คงทน
ความต้านทานเกลือ	ต้านทานน้อย	ต้านทานดี	ต้านทานดี
<u>ลักษณะของเจล</u>			
เนื้อเจล	ใสและเปราะแข็ง	ใสและยืดหยุ่นอ่อนนุ่ม	ไม่เกิดเจล
การเกิดซินเนอริซิส (syneresis)	เกิดมาก	ไม่เกิด	ไม่เกิด
การเกิดเจลที่อุณหภูมิห้อง	เกิดเจล	เกิดเจล	ไม่เกิดเจล
การเกิดการผันตัวด้วยความร้อน	เกิดได้	เกิดได้	ไม่เกิด
ความคงตัว	มีความคงตัวดี	มีความคงตัวดี	มีความคงตัวดี
การทำปฏิกิริยากับโปรตีน	ทำปฏิกิริยา	ทำปฏิกิริยา	ทำปฏิกิริยา

ที่มา: รวบรวมจาก Graham (1978); Glicksman (1982); Charalambous and Doxastakis (1989)

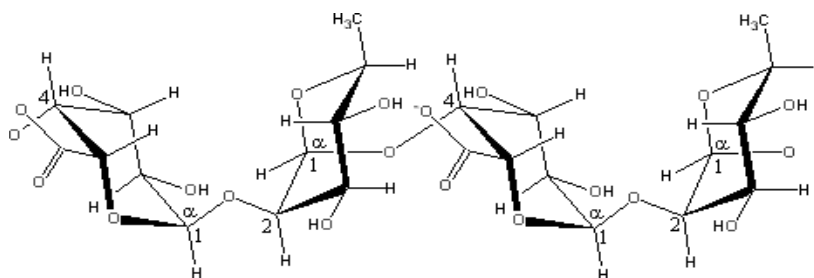
แคร์ราจีแนนถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน เช่น การทำเยลลี่ ไอศกรีม ขนมหวาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแคร์ราจีแนนเป็นสารเคลือบในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การเคลือบบนผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น Karbowski *et al.* (2007) กล่าวว่าแคร์ราจีแนนเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงมากเนื่องจากมีสมบัติและโครงสร้างที่ดี ทั้งยังมีประสิทธิภาพเป็นพาหะที่ดีของสารต้านจุลินทรีย์ เช่น ไลโซไซม์ (Lysozyme) ไนซิน (Nisin) และสารสกัดจากเมล็ดองุ่น เหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ในการทำฟิล์มและสารเคลือบบนผิวของอาหาร (Cha *et al.*, 2002)

Lee *et al.* (2003) เคลือบผิวของขึ้นแอปเปิ้ลด้วยสารเคลือบบริโกล์ได้จากแคร์ราจีแนนและสารเคลือบชนิดต่างๆ ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาล แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าอัตราการหายใจของแอปเปิ้ลลดลงร้อยละ 20 และสีของแอปเปิ้ลเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา นอกจากนั้นการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบดังกล่าวไม่ส่งผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแอปเปิ้ล

Ribeiro *et al.* (2007) ศึกษาสารเคลือบจากสารพอลิแซ็กคาไรด์ (แคร์ราจีแนน ไคโตซาน และสตาร์ช) ในการยืดอายุการเก็บสตอเบอรี่รีสค พบว่าการเคลือบสตอเบอรี่รีสคสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก ได้ประมาณ 6 วัน และเมื่อเติมสารแคลเซียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ลงในสารเคลือบดังกล่าว พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

4.2 เพกทิน (Pectin)

เพกทินเป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์เชิงซ้อนมีโครงสร้างหลักเป็นโฮโมพอลิเมอร์ (Homopolymeric) ประกอบด้วยพันธะพอลิแอลฟา 1, 4-ดี กรดกาแลกทูโรนิก (α -1,4-D-galacturonic acid) 150-1500 หน่วย และส่วนที่ถูกเอสเทอร์ไฟด์ (Esterified) กับกลุ่มเมทอกซี (Methoxy group) ส่วนที่เป็นสายโซ่หลัก (Backbone chain) จะประกอบด้วย แอล-รามโนส (L-rhamnose) และส่วนที่เป็นสาขาหรือกิ่ง ประกอบด้วยบีตา-ดี-กาแลกโตไพราโนส (β -D-galactopyranose) และแอลฟา-ดี-อะราบินอฟูราโนส (α -L-arabinofuranose) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างของเพกทิน

ที่มา: Chaplin (2007)

เพกทินมีสมบัติในการเกิดเจลได้เมื่อสารละลายเพกทินทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน หน้าที่ของแคลเซียมไอออน คือ ทำให้เกิดการเชื่อมข้าม (Cross link) กับหมู่คาร์บอกซิลอิสระ รวมทั้งพอลิเมอร์ที่อยู่ใกล้ โดยสายพอลิเมอร์จะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน Oakenfull and Scott (1984) พบว่าในการเตรียมเจลเพกทินจะต้องใช้ซูโครสหรือสารที่มีลักษณะคล้ายกันที่มีความเข้มข้นสูงมาผสมด้วยเพื่อให้ส่วนของโครงสร้างที่ไม่ชอบน้ำมาเกาะเกี่ยวกัน (Hydrophobic interaction) ทำให้สารมีความคงตัวขึ้น เนื่องจากการเติมน้ำตาลซูโครสส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำลง และทำให้น้ำอิสระที่สามารถละลายได้ในโมเลกุลของพอลิแซ็กคาไรด์มีปริมาณน้อยลง เมื่อทำให้เจลแห้งจะเกิดเป็นฟิล์มเพกทินแต่มีถูกนำไปประยุกต์ใช้เคลือบบนผิวอาหารโดยตรงทำให้อาหารมีความมันวาวและผิวหน้าไม่เหี่ยวเหี่ยวติด สารเคลือบที่ใช้เพกทินเป็นวัตถุดิบมีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำสูง เนื่องจากเป็นสารชอบน้ำ (Schultz *et al.*, 1984) การปรับปรุงสมบัติของสารเคลือบชนิดนี้ทำโดยการเคลือบฟิล์มผลิตทับบนฟิล์มเพกทินเนตก่อนการนำไปใช้ การเติมพาราฟินหรือขี้ผึ้งลงไปในช่วงกระบวนการผลิตจึงจะทำให้ฟิล์มนี้สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิดเพิ่มขึ้น Rao and Cooley (1983) ผลิตเจลจากเพกทินชนิดเมทอกซีสูงร่วมกับน้ำตาลฟรุคโตส (Fructose) และโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 โมล โดยเจลมีค่าความเป็นกรด-เบส 2.7 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส พบว่าเจลมีความยืดหยุ่น (Viscoelastic) เพิ่มขึ้นในช่วงการเก็บ 3 วันแรก

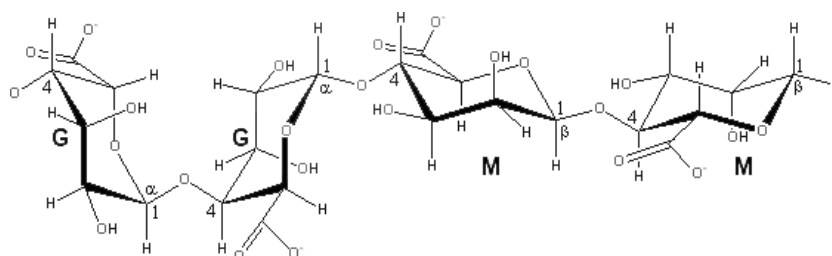
การนำฟิล์มหรือสารเคลือบเพกทินมาใช้ในการเคลือบบนผักและผลไม้ ยังมีการใช้กันอย่างไม่แพร่หลายมากนักก็ใช้เพียงจุดประสงค์เฉพาะอย่าง เช่น เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เป็นต้น ประโยชน์ของฟิล์มหรือสารเคลือบเพกทินขนาดใหญ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร นิยมใช้

เป็นตัวเก็บรักษาอาหาร (Scarifying agent) เพื่อป้องกันอาหารที่ห่อหุ้มไม่ให้สูญเสียความชื้น

Maftoonazad *et al.* (2007) ประเมินอิทธิพลของสารเคลือบบริโภคนอกจากสารเคลือบเพกตินต่อกิจกรรมและความรุนแรงของจุลินทรีย์ *Lasiodiplodia theobromae* บนผลอะโวคาโด รวมถึงคุณภาพของผลอะโวคาโด พบว่าสารเคลือบเพกตินมีประสิทธิภาพมากในการควบคุมการแพร่กระจายและลดความรุนแรงที่เกิดจากจุลินทรีย์บนอะโวคาโด ผลอะโวคาโดเคลือบด้วยสารเคลือบเพกตินมีการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพและสรีรวิทยาเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลอะโวคาโดที่ไม่ได้เคลือบ

4.3 แอลจินเตหรือแอลจิน (Alginate or Algin)

แอลจินเตสกัดได้จากสาหร่ายทะเลเป็นพอลิเมอร์ผสมสายตรงของกรดแมนนูโรนิก (1, 4- β -D-mannuronic acid, M) และกรดกลูคูโรนิก (L-guluronic acid, G) ได้เป็นพอลิยูโรไนด์ (Polyuronide) (ดังภาพที่ 5) มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 32,000-200,000 ดาลตัน โดยสัดส่วนการเรียงตัวของพอลิเมอร์และโครงสร้างของพอลิเมอร์จะเป็นตัวชี้บ่งสมบัติของแอลจินเต



ภาพที่ 5 โครงสร้างของแอลจินเต

ที่มา: Chaplin (2007)

แอลจินเตที่ผลิตจำหน่ายทางการค้ามีหลายอนุพันธ์ทำให้มีสมบัติการละลายน้ำแตกต่างกัน เช่น อนุพันธ์ของเกลือโซเดียม โพแทสเซียม แอมโมเนีย และโพรพิลีนไกลคอลเอสเทอร์เรส (Propyleneglycol esterase) รวมถึงโพรพิลีนไกลคอลแอลจินเต (Propyleneglycol alginate) ซึ่งสังเคราะห์โดยปฏิกิริยาของกรดแอลจินิกกับโพรพิลีนออกไซด์ (Propylene oxide) ทำให้เกิดเอสเทอร์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลประมาณร้อยละ 50-85 อนุพันธ์เหล่านี้จะละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น

ความหนืดของสารละลายที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้น น้ำหนักโมเลกุลของแอลจินเตพอลิเมอร์ และการมีโลหะประจุบวก (Polyvalent metal cation) สำหรับค่าความเป็นกรด-เบส ในช่วง 4-10 ไม่มีผลต่อความหนืดของสารละลายแอลจินเต แต่ถ้าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 4 จะมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากการกระจายตัวลดลงและอาจส่งผลต่อการตกตะกอนของกรดแอลจินิกด้วย

แอลจินเตไม่ทุกชนิดที่มีสมบัติเป็นเจล จะเกิดเจลได้เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน โครงสร้างของเจลมีลักษณะคล้ายกล่องไข่ (Egg box model) โดยมีแคลเซียมไอออนเกาะอยู่กับสายพอลิเมอร์ สมบัติที่ดีของแอลจินเต คือ ทำให้เกิดเจลได้ในน้ำเย็นเมื่อมีแคลเซียมไอออนรวมอยู่ด้วย และเป็นเจลที่คงตัวไม่คืนกลับ สมบัติในการเกิดเจลที่อุณหภูมิต่ำนี้ทำให้แอลจินเตแตกต่างจากไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นที่ได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง แอลจินเตใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว สารที่ทำให้มีกลิ่นคงตัว สารทำให้เกิดเจล รวมถึงใช้เป็นสารเคลือบสำหรับผักและผักไม้สดด้วย

Nussinovitch and Hershko (1996) ศึกษาการเคลือบหุ้มกระเทียมจากแอลจินเตและเจลแลน (Gellan) พบว่าสามารถป้องกันการสูญเสียความชื้นภายในผลกระเทียมได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Hershko and Nussinovitch (1998) นำสารเคลือบบริโกลได้จากแอลจินเตเคลือบบนผิวของหัวหอม (*Allium cepa*) แล้วเก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเคลือบบนผิวของหัวหอมโดยตรงสามารถเคลือบสารได้แนบสนิทกับผิวหัวหอมและปรับขนาดตามหัวหอมได้ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษา ลดการสูญเสียน้ำ และเพิ่มความมันวาวแก่หัวหอม

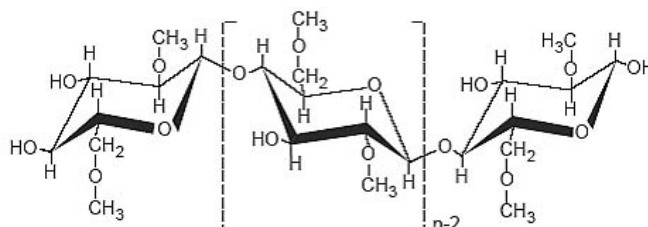
Olivas *et al.* (2007) ศึกษาประสิทธิภาพของสารบริโกลได้จากแอลจินเตบนผิวของแอปเปิ้ลตัดแต่ง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. การเคลือบด้วยแอลจินตร้อยละ 100 2. แอลจินเต-แอซีทิลเลท มอโนกลีเซอไรด์ (Alginate-acetylated monoglyceride) ผสมกับกรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) และ 3. แอลจินเตผสมกับเนยเหลวและกรดลิโนเลอิก พบว่าการเคลือบแอปเปิ้ลจากสารเคลือบทั้ง 3 ประเภท สามารถยืดอายุการเก็บแอปเปิ้ลโดยไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ทั้งยังสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวด้วย

Rojas-Grau *et al.* (2008) เคลือบผิวของขึ้นแอปเปิ้ลด้วยสารเคลือบบริโกลได้จากแอลจินเตและเจลแลน โดยนำมาวางบนถาดที่หุ้มด้วยฟิล์มพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP)

นำไปเก็บที่ห้องมีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 23 วัน พบว่าแอปเปิ้ลที่เคลือบผิวมีอัตราการผลิต เอทิลีนลดลง แต่มีการสังเคราะห์สารประเภทเอทานอล (Ethanol) และแอซีตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) เพิ่มขึ้นภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์แรก เนื่องจากเกิดการกระบวนการหมักของ เมแทบอลิซึม โดยเมื่อเติมสารแอซิติลซีสเตอีน (*N*-acetylcysteine) ลงในสารเคลือบสามารถยับยั้ง การเกิดสีน้ำตาลและรักษาความแน่นเนื้อของชิ้นแอปเปิ้ลตลอดระยะเวลาเก็บรักษา นอกจากนั้นสาร เคลือบแอลจินเตและเจลาเลนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาจากจุลินทรีย์ได้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ สอดคล้องกับการทดลองของ Rojas-Graü *et al.* (2006)

4.4 เมทิลเซลลูโลส (Methyl cellulose, MC)

เมทิลเซลลูโลสเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสและอยู่ในกลุ่มของเซลลูโลสอีเทอร์ (Cellulose ether) โดยมีโครงสร้างสายโซ่หลักเหมือนกับเซลลูโลสประกอบด้วยหน่วยซ้ำๆ กันของ แอนไฮโดรกลูโคส (Anhydroglucose) มาเรียงต่อกันและมีการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลบางหมู่ใน เซลลูโลสด้วยหมู่เมทอกซิลด้วยปฏิกิริยาอีเทอร์ฟิเคชัน (Etherification) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 โครงสร้างของเมทิลเซลลูโลส

ที่มา: Stephen (1995)

เมทิลเซลลูโลสเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติพิเศษต่างจากไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น คือ เกิดเป็นเจลได้เมื่อได้รับความร้อนและกลับเป็นของเหลวที่มีความข้นหนืดเมื่อปล่อยให้เย็นลง ทั้งนี้ความหนืดของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อสารละลายได้รับความร้อน และเกิดเป็นเจลได้ที่ อุณหภูมิประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส แต่ถ้ามีสารอิเล็กโทรไลต์ น้ำตาลซูโครส กลีเซอรอล และ โซרבิทอล ปนอยู่ในส่วนประกอบจะทำให้อุณหภูมิในการเกิดเจลลดลง แต่เมื่อเติมเอทานอล หรือโพรพิลีนไกลคอล (Propylene glycol) ลงไป ทำให้อุณหภูมิในการเกิดเจลจะสูงขึ้น และถ้าให้ หมู่ไฮดรอกซีโพรพิล (Hydroxypropyl) แทนที่หมู่เมทิลในโมเลกุลของเมทิลเซลลูโลสบางส่วน จะ

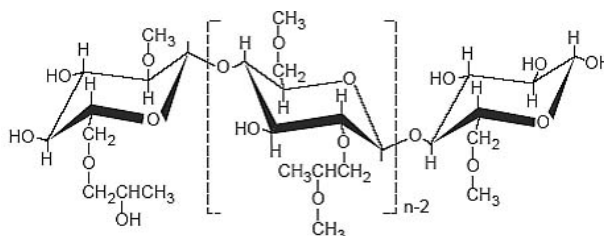
ทำให้เกิดเป็นเจลที่อุณหภูมิสูงขึ้นถึง 85 องศาเซลเซียส แต่ก็ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของหมู่เมทิลและไฮดรอกซีโพรพิลด้วย

ฟิล์มเมทิลเซลลูโลสมีลักษณะโปร่งแสง เหนียว และยืดตัวได้ สามารถละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในไขมันและน้ำมัน เมทิลเซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำและส่วนที่ไม่ชอบน้ำแต่ส่วนที่ชอบน้ำมีปริมาณน้อยจึงทำให้เมทิลเซลลูโลสมีความสามารถในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำได้มาก สามารถนำมาใช้เป็นสารเคลือบผิวของผักและผลไม้ เพื่อควบคุมอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการหายใจของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้

Maftoonazad and Ramaswamy (2005) ประเมินผลกระทบของการเคลือบเมทิลเซลลูโลสบนผลอะโวคาโดต่ออัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี และเนื้อสัมผัส เก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลอะโวคาโดที่ผ่านการเคลือบอัตราการหายใจลดลงและมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าผลอะโวคาโดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบสารเมทิลเซลลูโลส

4.5 ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (Hydroxypropylmethylcellulose, HPMC)

ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสเกิดจากการทำปฏิกิริยากันระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลในเซลลูโลสกับแอลคิลีนออกไซด์ (Alkylene oxide) เช่น โพรพิลีนออกไซด์ ทำให้เกิดหมู่ไฮดรอกซิลใหม่ที่พร้อมจะเกิดปฏิกิริยาต่อไปอีก และเมื่อดำเนินต่อไปเรื่อยๆ ความยาวของหมู่เอเทอร์ที่เป็นกิ่งก้านจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นจำนวนโมเลกุลของแอลคิลีนออกไซด์ที่เข้าไปแทนที่แล้วทำให้เกิดหมู่ไฮดรอกซิลใหม่ต่อโมลของแอนไฮโดรกลูโคส (Anhydroglucose) จึงสูงขึ้น (Coffey *et al.*, 1995) ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 โครงสร้างของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส

ที่มา: Stephen (1995)

ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติคล้ายกับเมทิลเซลลูโลส คือ เกิดเจลได้เมื่อได้รับความร้อนและกลับเป็นของเหลวที่มีความข้นหนืดเมื่อปล่อยให้เย็น มีสมบัติช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหรือความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์อาหาร สามารถละลายน้ำได้ดี (Ganz, 1977) กระจายตัวได้ดีในน้ำที่อุณหภูมิต่ำและกลายเป็นเจลที่อุณหภูมิสูง ปัจจุบันมีการนำสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสมาเคลือบผลไม้ตัดแต่งไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากสารมีประสิทธิภาพน้อยเมื่อเทียบกับสารตัวอื่นร่วมด้วย เช่น สารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose) หรือสารเคลือบชนิดอื่นๆ

Lowings and Cutts (1982) ใช้สารเคลือบคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในการเคลือบผักและผลไม้สด Bank (1984) ทดลองใช้สารเคลือบคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในการเคลือบผิวกล้วยพบว่าสามารถควบคุมความเข้มข้นของปริมาณแก๊สภายในผลกล้วยได้ดีกว่ากล้วยที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว

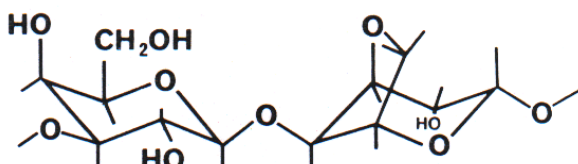
Perez-Gago *et al.* (2005) ทดลองการเคลือบขึ้นเอบเปิ้ลตัดแต่งด้วยโปรตีนสกัด (Protein isolate) เวย์โปรตีน (Whey protein) และสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส พบว่าเอบเปิ้ลเคลือบเวย์โปรตีนมีค่าความสว่าง (L) สูง เมื่อเทียบกับสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสที่มีค่าความสว่างต่ำ แสดงว่าเวย์โปรตีนมีสมบัติเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล แต่พบว่าเอบเปิ้ลที่เคลือบด้วยเวย์โปรตีนมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากเดิมเมื่อเทียบกับการเคลือบสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสที่ไม่พบความแตกต่างทางประสาทสัมผัส

4.6 อะการ์ (Agar)

อะการ์เป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง มีสมบัติไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ละลายได้ในน้ำเดือด สารละลายอะการ์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก มีลักษณะใส เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิ 32-39 องศาเซลเซียส จะแข็งตัวเป็นเจล แต่จะหลอมเหลวอีกครั้งเมื่อได้รับความร้อนที่ 85 องศาเซลเซียส (Selby, 1973)

โครงสร้างของอะการ์ประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ 2 ชนิด คือ อะการ์โรส (Agarose) และอะการ์โรเพกติน (Agaropectin) อะการ์โรสเป็นส่วนที่ทำให้เกิดเจลประกอบด้วย

พันธะกลาง (Neutral chain) ของบีตา-ดี กาแลคโตไพราโนส (β -D-galactopyranose) เชื่อมกันที่ตำแหน่ง 1, 3 และแอลฟา-แอล กาแลคโตไพราโนส (3, 6-anhydro- α -L-galactopyranose) เชื่อมกันที่ตำแหน่ง 1, 4 และเข้าไปเรื่อยๆ



ภาพที่ 8 โครงสร้างของอะการ์

ที่มา: Binder (1997)

ปกติอะการ์ไม่ละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ละลายน้ำได้ดีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป สำหรับสารละลายอะการ์เข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ถ้าจะให้มีการละลายอย่างสมบูรณ์ จะต้องใช้ความร้อนสูงถึง 95-100 องศาเซลเซียส ร่วมกับการกวนด้วย ถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้จะต้องใช้หม้อนึ่งอัดความดัน (Autoclave) เพื่อช่วยในการละลาย

ความเข้มข้นของอะการ์โดยทั่วไปที่สามารถเกิดเจลได้ คือ ร้อยละ 1-2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก โดยเจลที่ได้มีลักษณะแข็งเล็กน้อย ยืดหยุ่นได้น้อย และโปร่งแสง ความสามารถในการเกิดเจลของอะการ์แตกต่างจากสารที่ทำให้เกิดเจลทั้งหลาย คือ การเกิดเจลจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำกว่า อุณหภูมิในการละลายมาก สมบัติการเกิดเจลหรือฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) ของอะการ์นี้เป็นคุณสมบัติที่ต่างจากสารที่ทำให้เกิดเจลอื่นๆ จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารมาก เช่น การทำเยลลี่ เป็นต้น (Wood, 1974) แต่จากการศึกษาไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับการนำสารละลายอะการ์มาใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ อาจเนื่องมาจากการลักษณะทางกายภาพของฟิล์มอะการ์ซึ่งเปราะและแตกหักง่าย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ จากแหล่งปลูก 10 แห่ง คือ

- 1.1 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
- 1.2 อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี
- 1.3 อำเภอแปดริ้ว จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 1.4 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
- 1.5 อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี
- 1.6 เขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพฯ
- 1.7 อำเภอชัยบุรี จังหวัดปทุมธานี
- 1.8 อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
- 1.9 อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี
- 1.10 อำเภออ่างทอง จังหวัดสุพรรณบุรี

2. สารไฮโดรคอลลอยด์

2.1 แคปปา แคร์ราจีแนน (K-carrageenan, MSC 5744) (บริษัทไทย ฟู้ด แอนด์ เคมี คอล จำกัด, ประเทศไทย)

2.2 แคปปา-ไอโอตา แคร์ราจีแนน อัตราส่วน 50:50 (K-I-carrageenan, CL 220) (บริษัท เบอร์ลี่ ยูคเกอร์ จำกัด, ประเทศไทย)

2.3 เพกทิน ชนิดเมทอกซีต่ำ (Low methoxy pectin, DC slow set) (บริษัท เบอร์ลี่ ยูคเกอร์ จำกัด, ประเทศไทย)

2.4 เพกทิน ชนิดเมทอกซีสูง (High methoxy pectin, XSS 100) (บริษัท เบอร์ลี่ ยูคเกอร์ จำกัด, ประเทศไทย)

2.5 แอลจีเนต (Alginate, FD 175) (บริษัท เบอร์ลี่ ยูคเกอร์ จำกัด, ประเทศไทย)

2.6 เมทิลเซลลูโลส (Methylcellulose, methocel A15C premium) (บริษัท รามา โพรดัคชัน จำกัด, ประเทศไทย)

2.7 ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (Hydroxypropylmethylcellulose, methocel E15LV premium) (บริษัท รามา โปรรัดชั่น จำกัด, ประเทศไทย)

2.8 อะการ์ ทรานางเหงือก (ห้างหุ้นส่วนจำกัด พัฒนาสินค้าเอนเตอร์ไพรส์, ประเทศไทย)

3. สารต้านการเกิดสีน้ำตาล

3.1 กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) (บริษัท Sigma, ประเทศเยอรมนี)

3.2 กรดซิตริก (Citric acid) (บริษัท Sigma, ประเทศเยอรมนี)

3.3 กรดออกซาลิก (Oxalic acid) (บริษัท Ajax, ประเทศออสเตรเลีย)

3.4 กรดแอซีติก (Acetic acid) (บริษัท Sigma, ประเทศเยอรมนี)

3.5 กรดซอร์บิก (Sorbic acid) (บริษัท Sigma, ประเทศเยอรมนี)

3.6 ซิสเทอีน (Cysteine) (บริษัท Sigma, ประเทศเยอรมนี)

4. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

4.1 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride) (บริษัท Scharlau, ประเทศสเปน)

4.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) (บริษัท Merck, ประเทศเยอรมนี)

4.3 เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 99 (Ethyl alcohol) (บริษัท Merck, ประเทศเยอรมนี)

4.4 เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 (บริษัท คอมเพล็กซ์ เคมีคอล แอนด์ อีควิปเมนต์ จำกัด, ประเทศไทย)

4.5 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) (บริษัท Merck, ประเทศเยอรมนี)

4.6 น้ำกลั่น (Distilled water)

4.7 กรดแลคติก (Lactic acid) (บริษัท Ajax, ประเทศออสเตรเลีย)

4.8 ไดโซเดียมไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต ชนิดปราศจากน้ำ (Di-sodium hydrogen orthophosphate) (บริษัท Ajax, ประเทศออสเตรเลีย)

4.9 โซเดียมไดไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต (Sodium dihydrogen orthophosphate)
(บริษัท Ajax, ประเทศออสเตรเลีย)

4.10 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) (บริษัท Merck, ประเทศเยอรมนี)

4.11 สารละลายเมทิลีนบลู (Methylene blue) (บริษัท Merck, ประเทศเยอรมนี)

4.12 สารละลายอินเดียอิง (Indian Ink) (บริษัท Merck, ประเทศเยอรมนี)

5. อาหารเลี้ยงเชื้อ

5.1 Nutrient Agar (NA) (บริษัท Difco™, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.2 Potato Dextrose Agar (PDA) (บริษัท Difco™, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.3 Yeast Malt Agar (YMA) (บริษัท Difco™, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.4 Plate Count Agar (PCA) (บริษัท Difco™, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.5 MacConkey Agar (MC) (บริษัท Difco™, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.6 Eosin Methylene Blue Agar (EMB) (บริษัท Oxoid, ประเทศอังกฤษ)

5.7 Violet Red Bile Glucose Agar (VRBA) (บริษัท Oxoid, ประเทศอังกฤษ)

6. ฟิล์มพอลิเมอร์สังเคราะห์

6.1 พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) (บริษัท แอลแคนแพ็คเกจิง
สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน), ประเทศไทย) ความหนา 0.026 มิลลิเมตร

6.2 พอลิโพรพิลีน (PP) (บริษัท แอลแคนแพ็คเกจิง สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน),
ประเทศไทย) ความหนา 0.045 มิลลิเมตร

7. เครื่องมือ

7.1 เทอร์มอมิเตอร์ (Thermometer)

7.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (รุ่น Satorious BP 110, ประเทศเยอรมนี)

7.3 แผ่นให้ความร้อนและแท่งกวนแม่เหล็ก (Hot plate and magnetic stirrer) (รุ่น
HTS 1003, ประเทศญี่ปุ่น)

- 7.4 เครื่องทำความสะอาดด้วยระบบอัลตราโซนิกส์ (TRU-SWEEP Ultrasonic cleaner) (รุ่น 2750, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 7.5 เครื่องมือวัดความสูงของเครื่องปาดฟิล์ม (Thickness Gauge)
- 7.6 เครื่องวัดความหนา (Digimatic Thickness Gage) (รุ่น C112BS, ประเทศญี่ปุ่น)
- 7.7 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (a_w analyzer) (รุ่น Testo 650, ประเทศเยอรมนี)
- 7.8 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture analyzer) (รุ่น Satorious MA 40, ประเทศเยอรมนี)
- 7.9 เครื่องทดสอบการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (Oxygen permeation analyzer) (รุ่น Illinois 8500, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 7.10 เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัว (Testometric) (รุ่น micro 350, ประเทศอังกฤษ)
- 7.11 ตู้ปลอดเชื้อ (Larminar Flow) (รุ่น VS-123, ประเทศไทย)
- 7.12 เครื่องตีปั่น (Bagmixer) (รุ่น W 400, ประเทศฝรั่งเศส)
- 7.13 มาตรฐานความเป็นกรด-เบส (pH meter) (รุ่น Oakton pHTestr 30, ประเทศอังกฤษ)
- 7.14 หม้อนึ่งความดัน (Autoclave-steam sterilizer) (รุ่น Huxley HL-340, ประเทศไทย)
- 7.15 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Vortex mixer) (รุ่น CTL 107, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 7.16 เตาไมโครเวฟ (รุ่น R-247, ประเทศญี่ปุ่น)
- 7.17 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) (รุ่น Memmert 100-800, ประเทศเยอรมนี)
- 7.18 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (รุ่น DC3-163, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 7.19 เครื่องอ่างน้ำ (Water Bath) (รุ่น WB 14, ประเทศเยอรมนี)
- 7.20 เครื่องวัดสี (Minolta chroma meter) (รุ่น CR-310, ประเทศญี่ปุ่น)
- 7.21 แผงควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Flow board)
- 7.22 มาตรฐานหักเหด้วยมือ (Hand Refractometer) (รุ่น ATAGON- α (0-32°Brix), ประเทศญี่ปุ่น)
- 7.23 เครื่องเหวี่ยงแยกตะกอน (Centrifuge) (รุ่น EBA 20, ประเทศเยอรมนี)
- 7.24 ห้องสะอาด (Clean room) (บริษัท Dwyer Instruments, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 7.25 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography) (รุ่น Agilent 6890, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 7.26 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (รุ่น Chrompack CP9002, ประเทศเนเธอร์แลนด์)

7.27 อุปกรณ์สำหรับตัดแต่งผลไม้

7.28 เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการ

1. การหาสถานะการเตรียมสารเคลือบ

1.1 ศึกษาอุณหภูมิในการละลายของสารไฮโดรคอลลอยด์

เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 3 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนแผ่นให้ความร้อน สังเกตการละลายของสารจนละลายอย่างสมบูรณ์ บันทึกอุณหภูมิการละลายเริ่มต้น อุณหภูมิละลายสมบูรณ์ และอุณหภูมิเกิดฟิล์มของสารไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด

1.2 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสม

เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนแผ่นให้ความร้อน เมื่อสารไฮโดรคอลลอยด์ละลายอย่างสมบูรณ์นำมาขึ้นรูปเป็นฟิล์มด้วยวิธีการปาดฟิล์ม ศึกษาลักษณะปรากฏของฟิล์ม ได้แก่ รูพรุน ความหนา ความยืดหยุ่น การฉีกขาด สี และความโปร่งแสง จากนั้นเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารไฮโดรคอลลอยด์ขึ้นแล้วทดสอบเช่นเดิม เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาเป็นสารเคลือบบนผลไม้

1.3 การคัดเลือกสารไฮโดรคอลลอยด์

เตรียมสารไฮโดรคอลลอยด์ความเข้มข้นที่คัดเลือกได้จากข้อ 1.2 นำสารละลายเทบนแท่นปาดฟิล์มด้วยวิธีการปาดฟิล์มที่ควบคุมความหนา 1 มิลลิเมตร การคัดเลือกสารเคลือบบริโภคพิจารณาจากความสามารถในการขึ้นรูปเป็นฟิล์มเปียก (Wet film) ความสามารถในการลอกแผ่นฟิล์มออกได้ง่าย อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (Oxygen transmission rate, OTR) และสมบัติเชิงกลของฟิล์มเปียกแต่ละชนิด

2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบ

2.1 การวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน

การวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของฟิล์มเปียก ดัดแปลงตามมาตรฐาน ASTM D-3985-02 (2002) โดยใช้เครื่องวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน ทดสอบที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 เนื่องจากฟิล์มตัวอย่างมีลักษณะเป็นฟิล์มเปียกจึงไม่สามารถวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนได้ด้วยเครื่องมือในสภาพปกติ ดังนั้นจึงดัดแปลงรูปแบบของฟิล์มสำหรับการวัด โดยฟิล์มตัวอย่างประกอบด้วยฟิล์ม 3 ชั้น เรียงลำดับจากบนลงล่าง ได้แก่ ฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (A) ฟิล์มเปียกตัวอย่าง (B) และฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (C) แต่ละชั้นถูกยึดติดด้วยสารกันรั่ว ดังแสดงในภาพที่ 9

ตัดฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ความหนา 0.026 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.2 เซนติเมตร (พื้นที่ประมาณ 98.56 ตารางเซนติเมตร) นำไปวัดค่าอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน จากนั้นนำฟิล์มดังกล่าวมาประกบฟิล์มตัวอย่างทั้งด้านบนและด้านล่างเข้าด้วยกันแล้วนำไปวัดค่าการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนอีกครั้ง ทดสอบตัวอย่างละ 5 ชั่วโมง ค่าอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนที่วัดได้ นำไปคำนวณตามสมการที่ 1

$$OTR_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{TR_A}\right) + \left(\frac{1}{TR_B}\right) + \left(\frac{1}{TR_C}\right)} \quad (1)$$

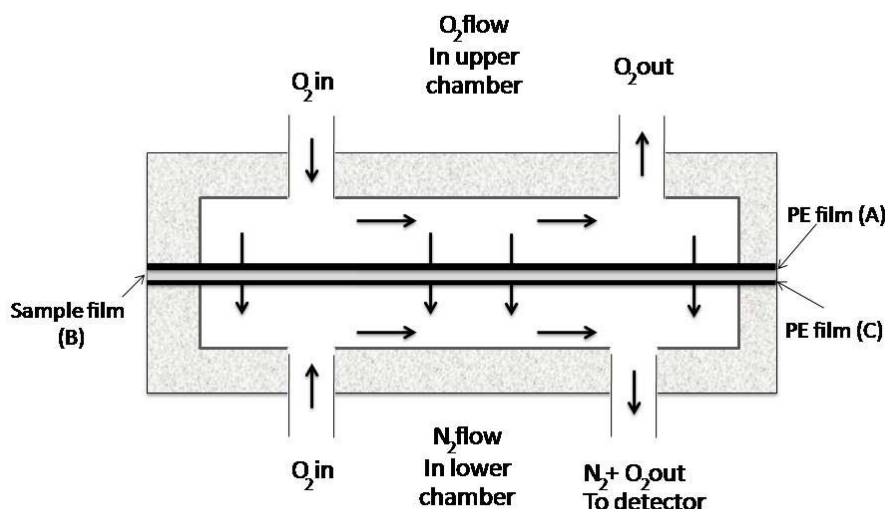
โดย

OTR_T คือ อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนรวมทั้งหมด

TR_A คือ อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

TR_B คือ อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของฟิล์มตัวอย่าง

TR_C คือ อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

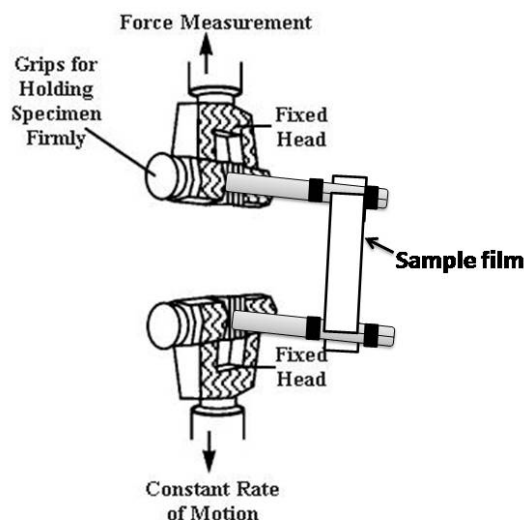


ภาพที่ 9 การวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน

2.2 ทดสอบความต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัว

ตัดฟิล์มเป็ยกความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 2.5 x 15.0 เซนติเมตร โดยมีขอบเรียบและมีความขนานกัน มาทดสอบความต้านแรงดึงสูงสุด (Maximum tensile strength, σ_{max}) การยืดสูงสุด (Elongation at break, EB) โมดูลัสของยัง (Young modulus, E) คัดแปลงวิธีการทดสอบจากมาตรฐาน ASTM -D 638-03 (2003) เลือกรูปแบบของการทดสอบและหัวทดสอบของเครื่องแบบแรงดึง (Tension) การติดตั้งเครื่องมือสำหรับการวัด แสดงดังภาพที่ 10 โดยตั้งระยะห่างระหว่างหัวหนีบ 2 หัวเท่ากับ 10 เซนติเมตร ตรงตำแหน่งของหัวหนีบทั้งด้านบนและล่างจับยึดไม้ที่ด้านหนึ่งมีลักษณะสองแฉกพันด้วยพลาสติกใสเพื่อเป็นที่จับยึดขึ้นตัวอย่าง นำชิ้นตัวอย่างใส่ตรงกลางระหว่างไม้แล้วยึดปลายข้างหนึ่งของขึ้นตัวอย่างเข้ากับหัว สวมยางทั้งด้านในและด้านนอกของไม้เพื่อป้องกันการขึ้นตัวอย่างเลื่อนตำแหน่งขณะทดสอบ เลือกตัวรับรูน้าหนัก (Load cell) ขนาด 5 นิวตัน ความเร็วในการดึง 20 มิลลิเมตรต่อนาที เริ่มทดสอบจนตัวอย่างขาดออกจากกัน แล้วบันทึกความต้านแรงดึงสูงสุด การยืดสูงสุด และโมดูลัสของยัง ทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ สำหรับการยืดสูงสุดคำนวณตามสมการที่ 2

$$\text{การยืดสูงสุด (ร้อยละ)} = \frac{\text{ความยาวของการยืดตัว} - \text{ความยาวเริ่มต้น}}{\text{ความยาวเริ่มต้น}} \times 100 \quad (2)$$



ภาพที่ 10 การวัดสมบัติเชิงกลของฟิล์มบริโกลได้

ที่มา: คัดแปลงจาก Kenneth (2006)

3. การเตรียมผลไม้ตัดแต่ง

3.1 มะม่วงตัดแต่ง

คัดเลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ไม่มีโรคหรือบาดแผลจากการเก็บเกี่ยว ความสมบูรณ์ (อายุ 90-100 วัน หลังจากดอกบานหรือลอยน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) (เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, 2551) น้ำหนักประมาณ 360 กรัม ความแน่นเนื้อ 22 นิวตันต่อตารางเมตร นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด เพื่อเอาสิ่งสกปรกและน้ำยางที่ติดมาออก และแช่มะม่วงในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลา 5 นาที นำขึ้นมาผึ่งให้แห้งแล้วนำมะม่วงจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำลายและลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรกคโนส (Chantanawarangoon, 2000) จากนั้นปอกเปลือกของมะม่วงด้วยมีดเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ที่คมและปราศจากขอบคล้ายฟันเลื่อย (Non-serrate cutting knife) ทั้งยังผ่านการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 จากนั้นหั่นมะม่วงสุกเป็นชิ้นตามยาวขนาดประมาณ 6 x 17 x 1.5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 100 กรัม มีพื้นที่ผิวประมาณ 102 ตารางเซนติเมตร (ไม่รวม

พื้นที่ผิวด้านล่าง) แล้วล้างในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลา 20 วินาที (Chonhenchob *et al.*, 2007) ชับน้ำให้แห้งด้วยผ้าสะอาดที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อเตรียมสำหรับการเคลือบและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลไม้ต่อไป

3.2 การเคลือบผลไม้ตัดแต่ง

เตรียมสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ที่คัดเลือกได้จากข้อ 1.3 ที่ระดับความเข้มข้นตามข้อ 1.2 รวมถึงเติมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่คัดเลือกได้ในข้อ 4.1 และ 4.2 ลงไป นำมาเทบนแผ่นปาดที่ควบคุมความหนาของฟิล์มเท่ากับ 1 มิลลิเมตร จากนั้นขึ้นรูปด้วยวิธีการปาด (Casting) เมื่อขึ้นเป็นแผ่นสารเคลือบ ตัดฟิล์มขนาดพื้นที่ 102 ตารางเซนติเมตร แล้วนำมาเคลือบบนผลไม้ตัดแต่งที่เตรียมไว้

4. การศึกษาหาสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

4.1 คัดเลือกสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบนผลไม้ตัดแต่ง

เตรียมสารละลายของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิด ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก กรดออกซาลิก กรดแอสติก กรดซอร์บิก และซีสเทอีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำมะม่วงตัดแต่งที่เตรียมไว้จุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลา 20 วินาที ชับน้ำให้แห้งด้วยผ้าสะอาดที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ นำชิ้นมะม่วงจุ่มในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเป็นเวลา 2 นาที แล้วซับด้วยผ้าสะอาดอีกครั้ง นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการด้านการเกิดสีน้ำตาลของสารแต่ละชนิดกับตัวควบคุม (น้ำกลั่น) ด้วยการพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของสีที่วัดด้วยเครื่องวัดสี ในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ จำนวน 5 ตำแหน่งบนชิ้นมะม่วงเดียวกัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยตรวจวัดผลการทดลองทุกๆ 2 วัน ค่าที่ได้จะแสดงออกมาในค่าความสว่าง ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของมะม่วงตัดแต่ง โดยค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) จนถึง 100 (สีขาว) ค่าสีแดงเมื่อเป็นค่า (+) ค่าสีเขียวเมื่อเป็นค่า (-) และค่าสีเหลืองเมื่อเป็นค่า (+) ค่าสีน้ำเงินเมื่อเป็นค่า (-) จากนั้นนำค่าสีที่ได้ในแต่ละวันไปคำนวณการเปลี่ยนแปลงค่าสีตามสมการที่ 3

$$\text{การเปลี่ยนแปลงค่าสี (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าสี}_{\text{เริ่มต้น}} - \text{ค่าสี}_{\text{สุดท้าย}})}{\text{ค่าสี}_{\text{เริ่มต้น}}} \times 100 \quad (3)$$

การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง คือ ความแตกต่างของค่าความสว่างของ ณ วันที่ทดสอบเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้น เช่นเดียวกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงและค่าสีเหลือง คัดแปลงจาก Sapers and Douglas (1987)

4.2 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมกับมะม่วงตัดแต่ง

เตรียมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่คัดเลือกได้ในข้อ 4.1 จำนวน 2 ชนิด ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 0.1 0.25 0.50 1.0 1.5 2.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นทำตามขั้นตอนเดียวกับวิธีการทดลองข้อ 4.1 เพื่อศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมและคัดเลือกความเข้มข้นที่น้อยที่สุดและมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล โดยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าสี

4.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อปริมาณความเข้มข้นของสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

เตรียมมะม่วงตัดแต่งตามขั้นตอนข้อที่ 4.2 จากนั้นทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องความชอบในด้านต่างๆ ได้แก่ สีเนื้อ กลิ่นมะม่วงสุก กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นแปลกปลอม รสหวาน รสเปรี้ยว เนื้อสัมผัส ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน โดยระดับคะแนน 1 คือ ความไม่ชอบมากที่สุด ระดับคะแนน 3 คือ ความไม่ชอบปานกลาง ระดับคะแนน 5 คือ เริ่มบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ระดับคะแนน 7 คือ ความชอบปานกลาง และระดับคะแนน 9 คือ ความชอบมากที่สุด โดยทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์

5. ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบบริโภคได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบนมะม่วงตัดแต่ง

เตรียมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่คัดเลือกได้แต่ละชนิด ในข้อ 4.2 นำมาผสมกับสารเคลือบบริโภคได้ที่คัดเลือกได้ในข้อ 1.3 จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มเปียกแล้วนำไปเคลือบบนมะม่วงตัดแต่งที่เตรียมไว้ตามวิธีข้อ 3.1 (ในการทดลองต่อไปนี้จะใช้มะม่วงจากแหล่งปลูกอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา) โดยวางแผนการทดลองออกเป็น 12 การทดลองย่อย ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งจุ่มในน้ำกลั่น (ตัวควบคุม) (DW)

การทดลองที่ 2 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งจุ่มในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (DA)

การทดลองที่ 3 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งจุ่มในสารละลายซีสเตอีน (DC)

การทดลองที่ 4 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งจุ่มในสารละลายกรดแอสคอร์บิกผสมกับสารละลายซีสเตอีน (DAC)

การทดลองที่ 5 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนน (CC)

การทดลองที่ 6 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิก (CCA)

การทดลองที่ 7 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมกับสารละลายซีสเตอีน (CCC)

การทดลองที่ 8 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินेट (CA)

การทดลองที่ 9 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินेटผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิก (CAA)

การทดลองที่ 10 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินेटผสมกับสารละลายซีสเตอีน (CAC)

การทดลองที่ 11 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีสเตอีน (CCAC)

การทดลองที่ 12 ขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินเตผสมกับสารละลายกรด แอสคอร์บิกและสารละลายซีเอสดี (CAAC)

นำมะม่วงตัดแต่งในแต่ละการทดลองเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลกับการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลโดยตรง ด้วยการวัดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีกายภาพและทางจุลินทรีย์ของมะม่วงตัดแต่ง ทุกๆ 2 วัน ดังต่อไปนี้

5.1 ค่าสี

วัดการเปลี่ยนแปลงค่าสีในระบบ $L^*a^*b^*$ ของขึ้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบสารเคลือบบริโกลได้ในแต่ละการทดลอง และคำนวณการเปลี่ยนแปลงสีตามสมการที่ 3

5.2 อัตราการหายใจ

นำมะม่วงตัดแต่งน้ำหนักประมาณ 100 กรัม บรรจุลงในโหลแก้วขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยจุกยางที่มีท่อต่อกับสายยางเพื่อนำอากาศเข้าและออกแล้วนำต่อเข้ากับแผงควบคุมการไหลของอากาศ ปรับระดับความแรงของปั๊มลมร่วมกับระดับน้ำในหลอดบารอสเตท (Barostate) เพื่อควบคุมให้มีอัตราการไหลของอากาศผ่านโหลแก้วให้อยู่ในช่วงระหว่าง 145-155 มิลลิลิตรต่อนาที ภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ตรวจวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มะม่วงตัดแต่งปลดปล่อยออกมา โดยการสูมเก็บแก๊สตัวอย่างที่ไหลผ่านโหลบรรจุ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ตรวจวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี คำนวณอัตราการหายใจตามสมการที่ 4 โดยค่าของอัตราการหายใจแสดงในหน่วยของความเข้มข้นของแก๊สเป็น มิลลิกรัมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง

$$R_{CO_2} = \frac{[CO_2] \times F \times 60(\text{min/hr})}{100 \times W} \quad (4)$$

โดย

$[CO_2]$ = ความเข้มข้นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละ)

F = อัตราการไหลแก๊ส (มิลลิลิตรต่อชั่วโมง)

$$R_{CO_2} = \text{อัตราการผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมชั่วโมง)}$$

$$W = \text{น้ำหนักผลิตผล (กิโลกรัม)}$$

5.3 ปริมาณเอทานอล

ดัดแปลงจากวิธีของ Larsen and Watkins (1995) โดยเก็บตัวอย่างน้ำคั้นมะม่วง ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่ปิดสนิท (เก็บไว้ตู้แช่แข็ง) ก่อนการวิเคราะห์ จากนั้นนำน้ำคั้นมะม่วง มาให้ความร้อน 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที สุ่มตัวอย่างแก๊สเอทานอลภายในขวดแก้ว ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร นำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี แล้วเปรียบเทียบกับค่าปริมาณ เอทานอลที่ได้กับกราฟมาตรฐาน

5.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS)

ปั่นเนื้อมะม่วงกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 3 แล้วนำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ตะกอนที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายส่วนในมาหาปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้มาตรดัชนีหักเหด้วยมือ ทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

5.5 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

การหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ดัดแปลงจากวิธีการของ AOAC (2000) โดยการนำ น้ำคั้นมะม่วง 5 มิลลิลิตรมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล (N) ใช้ฟีนอล์ฟทาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์ จำนวน 1-2 หยด ไทเทรตจนกระทั่งถึงจุดยุติมีค่าความเป็น กรด-เบสเท่ากับ 8.2 จากนั้นคำนวณค่าที่ได้จากสมการที่ 5

$$\%TA = \frac{(\text{ml NaOH}) (N \text{ NaOH}) (\text{meq.wt. of malic acid}) \times 100}{\text{ml of sample}} \quad (5)$$

โดย

ml NaOH = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต

N NaOH = นอร์แมลิตี (Normality) ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 0.1

นอร์แมล Milliequivalent weight of malic acid = 0.0067

5.6 สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

5.7 ค่าความเป็นกรด-เบส

หั่นมะม่วงขนาด 2 x 2 เซนติเมตร นำมาคั้นด้วยผ้าขาวบางให้ได้น้ำมะม่วงปริมาตร 40 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นวัดความเป็นกรด-เบส ด้วยมาตรความเป็นกรด-เบส ทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

5.8 ค่าความแน่นเนื้อ

การทดสอบความแน่นเนื้อดัดแปลงจากวิธีของ Jacobi and Giles (1997) ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ เลือกรูปแบบแรงกด (Compression) ใช้หัวทดสอบแบบกด (รูปทรงกระบอก) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร กดลงบนเนื้อมะม่วงที่ตัดให้มีลักษณะสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาด 1x1x1 เซนติเมตร โดยให้แรงกดในลักษณะตั้งฉากกับผลไม้ กดลงไปร้อยละ 50 ของความสูงเนื้อผลไม้ตัดแต่ง ด้วยความเร็ว 12.5 มิลลิเมตรต่อวินาที แล้วแปลงค่าแรงกดที่ได้เป็นนิวตันต่อตารางเมตร (Chantanawarangoon, 2000) ทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ จากนั้นเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบสารเคลือบบริโภคน้ำ

5.9 การสูญเสียน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งก่อนการเคลือบและหลังจากการเคลือบ ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็นกรัม จากนั้นคำนวณหาการสูญเสียน้ำหนักตามสมการที่ 6

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเคลือบ} - \text{น้ำหนักหลังการเคลือบ}}{\text{น้ำหนักก่อนการเคลือบ}} \times 100 \quad (6)$$

5.10 การทดสอบทางจุลินทรีย์

ผสมเนื้อมะม่วงสุกจำนวน 25 กรัม กับฟอสเฟตบัฟเฟอร์ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องตีปั่น เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นนําคูสารละลายมะม่วงปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร เพื่อเจือจางสารละลายมะม่วงที่ได้ลงทีละ 10 เท่า (Ten-Fold Dilutions) ที่ระดับการเจือจาง 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} นําสารละลายมะม่วงที่ไปเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง PCA และ NA ด้วยวิธี Pour Plate สำหรับศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียทั้งหมดที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่ง นำไปเป็นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์เป็น log CFU/กรัม

6. การศึกษาหาจุลินทรีย์ที่ทำให้มะม่วงตัดแต่งเสื่อมเสีย

6.1 การเตรียมจุลินทรีย์จากเนื้อมะม่วงสุกหรือคอกเทล (Cocktail)

ผสมเนื้อมะม่วงสุกจำนวน 25 กรัม กับฟอสเฟตบัฟเฟอร์ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องตีปั่น เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นนําคูสารละลายมะม่วง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร เพื่อเจือจางสารละลายมะม่วงที่ได้ลงทีละ 10 เท่า ที่ระดับการเจือจาง 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} นําสารละลายมะม่วง 1 มิลลิลิตร ไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวชนิด NA YMA และ EMB ด้วยวิธีการ Pour plate สำหรับศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในกลุ่มของแบคทีเรีย ยีสต์ และจุลินทรีย์ในวงศ์ Enterobacteriaceae ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันนําสารละลายมะม่วง 0.1 มิลลิลิตร ไปเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งชนิด PDA MC และ VRBA ด้วยวิธีการ Spread plate สำหรับศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในกลุ่มรา *Escherichia coli* และ Coliform จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับอาหาร NA EMB MC และ VRBA ส่วนอาหาร PDA และ YMA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยศึกษาจุลินทรีย์จากมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีแหล่งการปลูกแตกต่างกันจำนวน 10 แหล่ง ทั้งจากมะม่วงในฤดูหนาว (ช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม)

6.2 การระบุชนิดของจุลินทรีย์ในแต่ละชนิด

6.2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

นำโคโลนีของจุลินทรีย์บนมะม่วงที่ตรวจพบบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดมาตรวจรูปร่างลักษณะของจุลินทรีย์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยพิจารณาขนาด รูปร่าง โครงสร้าง การเคลื่อนไหว การติดสี และการย้อมสีแกรม โดยการย้อมสีด้วยสารเมทิลีนบลูเพื่อแยกกลุ่มของแบคทีเรีย และใช้สีอินเดียอิงเพื่อย้อมพื้นหลัง ส่วนตัวแบคทีเรียไม่ติดสีทำให้เห็นบริเวณตัวแบคทีเรียเป็นช่องว่างตามลักษณะของตัวแบคทีเรีย (ขจร และคณะ, 2547)

6.2.2 การทดสอบทางชีวเคมี

นำโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเป็นส่วนใหญ่ของมะม่วงตัดแต่งจากมะม่วงที่ปลูกในแต่ละแหล่ง มาทดสอบทางชีวเคมี ณ ห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ซึ่งได้รับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 และ ISO 15189

7. การประเมินหาอายุการเก็บของมะม่วงตัดแต่ง

นำมะม่วงตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้เติมแต่งสารด้านการเกิดสีน้ำตาลจำนวน 12 การทดลอง ตามข้อ 6 เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อมะม่วงตัดแต่งตามความชอบทางคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale เมื่อระดับคะแนน 1 หมายถึง ความไม่ชอบมากที่สุด ระดับคะแนน 3 หมายถึง ความไม่ชอบปานกลาง ระดับคะแนน 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ระดับคะแนน 7 หมายถึง ความชอบปานกลาง และระดับคะแนน 9 หมายถึง ความชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน (Lawless and Heymann, 1998) ประเมินความชอบของผู้บริโภคทุก ๆ 2 วัน จนกว่าผู้บริโภคจะไม่สามารถยอมรับคุณภาพของมะม่วงตัดแต่งได้

8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows, Version 12

9. สถานที่และระยะเวลาการวิจัย

9.1 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.2 ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มการวิจัยตั้งแต่พฤษภาคม 2551 และสิ้นสุดการวิจัยเดือนมีนาคม 2552

ผลและวิจารณ์

1. การคัดเลือกสารเคลือบปริภคได้จากสารพอลิแซ็กคาไรด์

การเตรียมสารเคลือบปริภคได้จากสารพอลิแซ็กคาไรด์จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ แคปปา-แครีราจีแนน แคปปา-ไอโอตา แครีราจีแนน เพกทินชนิดเมทอกซีต่ำ เพกทินชนิดเมทอกซีสูง แอลจินตเมทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสและอะการ์ พบว่าความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ของสารละลายดังกล่าวมีความเหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปเป็นสารเคลือบเพื่อใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยพิจารณาจากสภาวะในการเตรียมและการเกิดฟิล์ม ดังตารางที่ 2

จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการจุ่มขึ้นมะม่วงตัดแต่งในสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์โดยตรง ทำให้เนื้อเยื่อพืชถูกทำลาย ทำให้สีผิวของมะม่วงตัดแต่งคล้ำขึ้นในระยะเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นในการทดลองจึงใช้วิธีการขึ้นรูปเป็นแผ่นก่อนนำไปวางบนขึ้นมะม่วงตัดแต่ง การคัดเลือกสารเคลือบปริภคได้ในขั้นต้น พบว่าสารละลายแคปปา-แครีราจีแนน แคปปา-ไอโอตา แครีราจีแนน แอลจินตและอะการ์ มีความสามารถในการขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มได้ดีที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่สารละลายเพกทินชนิดเมทอกซีต่ำ เพกทินชนิดเมทอกซีสูง เมทิลเซลลูโลส และไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ต้องใช้เวลานานมาก (ตารางที่ 2) ฟิล์มเปียกแคปปา-แครีราจีแนน แคปปา-ไอโอตา-แครีราจีแนน และแอลจินต แสดงลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) และมีความยืดหยุ่นสูง ในขณะที่ฟิล์มอะการ์มีลักษณะแข็งและเปราะ สารเคลือบทั้งสองชนิดนี้สามารถลอกออกจากแผ่นรองฟิล์มอะคริลิก (Cast acrylic plate) ได้ง่ายและไม่ฉีกขาดเมื่อดึงยืด โดยฟิล์มเปียกส่วนใหญ่ใสไม่มีสีและมีลักษณะโปร่งใสยกเว้นฟิล์มแคปปา-ไอโอตา แครีราจีแนนและฟิล์มแอลจินตที่มีสีน้ำตาลอ่อนและเหลืองอ่อน ตามลำดับ ฟิล์มเปียกทุกชนิดที่เตรียมได้มีปริมาณความชื้นสูงอยู่ระหว่างร้อยละ 94.82-96.82

ตารางที่ 2 สภาวะในการเตรียมและลักษณะของฟิล์มบริโกลได้แต่ละชนิด

ชนิดของฟิล์ม	สภาวะในการเตรียมฟิล์มบริโกลได้					ลักษณะฟิล์มบริโกลได้	
	อุณหภูมิ	อุณหภูมิละลาย	อุณหภูมิของ	อุณหภูมิเกิด	เวลาในการ	สี	ลักษณะของฟิล์ม
	เริ่มละลาย	สมบูรณ์	สารละลายขณะตั้ง	ฟิล์ม	เกิดฟิล์ม		
	(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	รอการเคลือบ	(องศาเซลเซียส)			
			(องศาเซลเซียส)				
K-carrageenan	54	72	55	45	60	ใสไม่มีสี	แข็ง แต่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถลอกออกได้ง่าย
K+I-carrageenan	54	70	45	35	70	น้ำตาลอ่อน	ยืดหยุ่นดี แต่วางได้ง่าย สามารถลอกออกได้ง่าย
LM pectin	51	72	45	—	> 48 hr	ใสไม่มีสี	ไม่สามารถขึ้นรูปได้
HM pectin	51	71	45	—	> 48 hr	ใสไม่มีสี	ไม่สามารถขึ้นรูปได้
Alginate	42	68	45	—	100*	เหลืองอ่อน	แข็ง แต่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถลอกออกได้ง่าย
MC	43	52	45	—	> 48 hr	ใสไม่มีสี	ไม่สามารถขึ้นรูปได้
HPMC	45	55	45	—	> 48 hr	ใสไม่มีสี	ไม่สามารถขึ้นรูปได้
Agar	77	83	50	37	3.24	เหลืองขุ่น	แข็ง เปราะ ว่าง่าย มีความยืดหยุ่นน้อย สามารถลอกออกได้ง่าย

หมายเหตุ * ภายหลังการพ่นด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl₂)

การพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ลงบนสารละลายแอลจินต์ช่วยให้สารละลายแอลจินต์ขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ดีขึ้น เนื่องจากโครงสร้างโดยทั่วไปของแอลจินต์เป็นพอลิอิเล็กโทรไลต์ (Polyelectrolyte) คือ พอลิเมอร์ที่มีหมู่ไอเล็กโตรไลต์ต่อกันเป็นสายทำให้เกิดประจุบนสายพอลิเมอร์ ทั้งนี้แอลจินต์มีสมบัติในการเกิดเจลได้แต่จะเกิดเจลเมื่อทำปฏิกิริยากับกลุ่มแคตไอออนเวเลนซ์สอง (Divalent cation) เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) เมื่อแคลเซียมไอออนรวมกับโครงสร้างของแอลจินต์ ทำให้เจลจะมีลักษณะคล้ายกล่องไข่ โดยมีแคลเซียมไอออนเกาะอยู่กับสายพอลิเมอร์ดังกล่าว (Fang *et al.*, 2008)

จากตารางที่ 3 พบว่าฟิล์มเปียกบริโภคน้ำได้มีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนสูงกว่าฟิล์มสังเคราะห์ที่นิยมนำมาใช้กับผลไม้ตัดแต่งทั่วไป เช่น พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำและพอลิโพรพิลีน ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงสร้างเคมีและปริมาณความชื้นของฟิล์ม สาเหตุที่ฟิล์มเปียกบริโภคน้ำได้มีค่าอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนสูง เนื่องจากน้ำมีสมบัติเป็นพลาสติกไซเซอร์ (Plasticizer) จึงแทรกตัวลงในโครงสร้างฟิล์มพอลิเอทิลีนทำให้เพิ่มช่องว่างในโครงสร้าง แก๊สออกซิเจนจึงสามารถซึมผ่านได้ดี

แก๊สออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของมะม่วงตัดแต่ง เช่น การเกิดสีน้ำตาลและการหายใจ เป็นต้น ดังนั้นวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นสารเคลือบสำหรับผลไม้ตัดแต่งควรมีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนที่เหมาะสม สำหรับการหายใจปกติ มะม่วงตัดแต่งต้องการแก๊สออกซิเจนประมาณ 2.02 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น ในสภาวะการหายใจแบบใช้ออกซิเจนจะต้องมีปริมาณแก๊สออกซิเจนอย่างน้อย 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Chantanawaranggoon, 2000) ดังนั้นฟิล์มบริโภคน้ำได้ควรรยอมให้แก๊สออกซิเจนซึมผ่านได้ไม่น้อยกว่า 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมง เพื่อไม่ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน จากการทดลองมะม่วงตัดแต่งน้ำหนัก 100 กรัม พื้นที่ผิว 102 ตารางเซนติเมตร จะต้องการแก๊สออกซิเจนประมาณ 2.02 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น ในขณะที่ปริมาณของแก๊สออกซิเจนที่ซึมผ่านสารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินต์ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 86.64 ตารางเซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 0.66 และ 0.75 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น ตามลำดับ แต่ในการปฏิบัติจริงใช้ฟิล์มขนาดพื้นที่ 102 ตารางเซนติเมตร ดังนั้นปริมาณของแก๊สออกซิเจนที่ซึมผ่านสารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินต์ จึงมีค่าเท่ากับ 0.77 และ 0.88 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณของออกซิเจนที่ใช้สำหรับการหายใจปกติและปริมาณออกซิเจนต่ำที่สุดที่ไม่ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นฟิล์มทั้งสองจึงไม่สร้างสภาวะการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนสำหรับมะม่วงคัดแต่ง ทั้งนี้จากปริมาณของแก๊สออกซิเจนที่ซึมผ่านฟิล์มบรีโกลได้มีปริมาณต่ำกว่าปริมาณออกซิเจนสำหรับการหายใจปกติ ทำให้มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำลง ส่งผลให้เมแทบอลิซึมของกระบวนการต่างๆ ช้าลง จึงสามารถชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการเก็บของมะม่วงคัดแต่งได้

ตารางที่ 3 อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของฟิล์มบรีโกลได้เปรียบเทียบกับ LDPE และ PP

ชนิดของฟิล์ม	ความหนา (มิลลิเมตร)	อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (ลบ.ชม./ตร.ม./ชม./บรรยากาศ)	ปริมาตรของแก๊สออกซิเจน ที่ซึมผ่านฟิล์ม (ลบ.ชม./ชม./ชิ้น)
K-carrageenan	1	361.91 ± 2.31^b	0.66
K+I-carrageenan	1	311.16 ± 5.68^c	0.55
Alginate	1	407.16 ± 6.08^a	0.75
Agar	1	307.57 ± 1.97^c	0.56
LDPE	0.026	308.46 ± 2.22^a	0.74
PP	0.045	107.11 ± 4.21^d	0.20

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ฟิล์มเปียกบรีโกลได้แต่ละชนิดนำมาทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความต้านแรงดึงสูงสุด (Maximum tensile strength) การยืดสูงสุด (Elongation at break) และมอดุลัสของยัง (Young modulus) ดังแสดงในตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาจากค่าทั้ง 3 และการทดสอบลอกฟิล์มออกจากแผ่นรอง พบว่าแคลป-ไคร์ราจีแนนมีความแข็งแรงและการยืดตัวสูงกว่าฟิล์มอีก 3 ชนิด ไม่ฉีกขาดง่ายขณะลอกออกจากแผ่นรอง จึงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นฟิล์มลอกง่ายและเคลือบมะม่วงคัดแต่งต่อไป

ในขณะที่ฟิล์มแอลจินดามีค่ามอดุลัสของยังสูงกว่าจึงมีสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้เป็นฟิล์มลอกง่ายที่ดีกว่า ฟิล์มแคลป-ไอโอดา แคร์ราจีแนนมีสมบัติเชิงกลต่ำ ฉีกขาดง่าย และยืดเกินไป ส่วนฟิล์มอะการ์มีค่าความต้านแรงดึงสูงสุดและการยืดสูงสุดต่ำมาก แต่มอดุลัสของยังสูงมากจึงเปราะ ฉีกขาดง่าย ฟิล์มทั้ง 2 ชนิดนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นฟิล์มลอกง่ายเคลือบมะม่วงคัดแต่ง

จากข้อมูลทั้งหมดแสดงว่าฟิล์มแคปลา-แคร์ราจีแนนและฟิล์มแอลจินเนตมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นวัสดุเคลือบบนผิวของมะม่วงตัดแต่งและศึกษาในขั้นตอนต่อไปเนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ยืดหยุ่นและไม่ฉีกขาดง่าย

ตารางที่ 4 สมบัติเชิงกลของฟิล์มบริโกลได้

ชนิดของฟิล์ม	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคัล)	การยืดสูงสุด (ร้อยละ)	มอดุลัสของยัง (เมกะพาสคัล)
K-carrageenan	0.18 ± 0.01^a	51.46 ± 0.75^a	0.16 ± 0.01^b
K+I-carrageenan	0.09 ± 0.01^b	20.47 ± 1.31^b	0.09 ± 0.02^c
Alginate	0.07 ± 0.02^b	24.59 ± 1.63^b	0.22 ± 0.01^a
Agar	0.03 ± 0.01^c	10.48 ± 0.62^c	0.23 ± 0.02^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดังหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

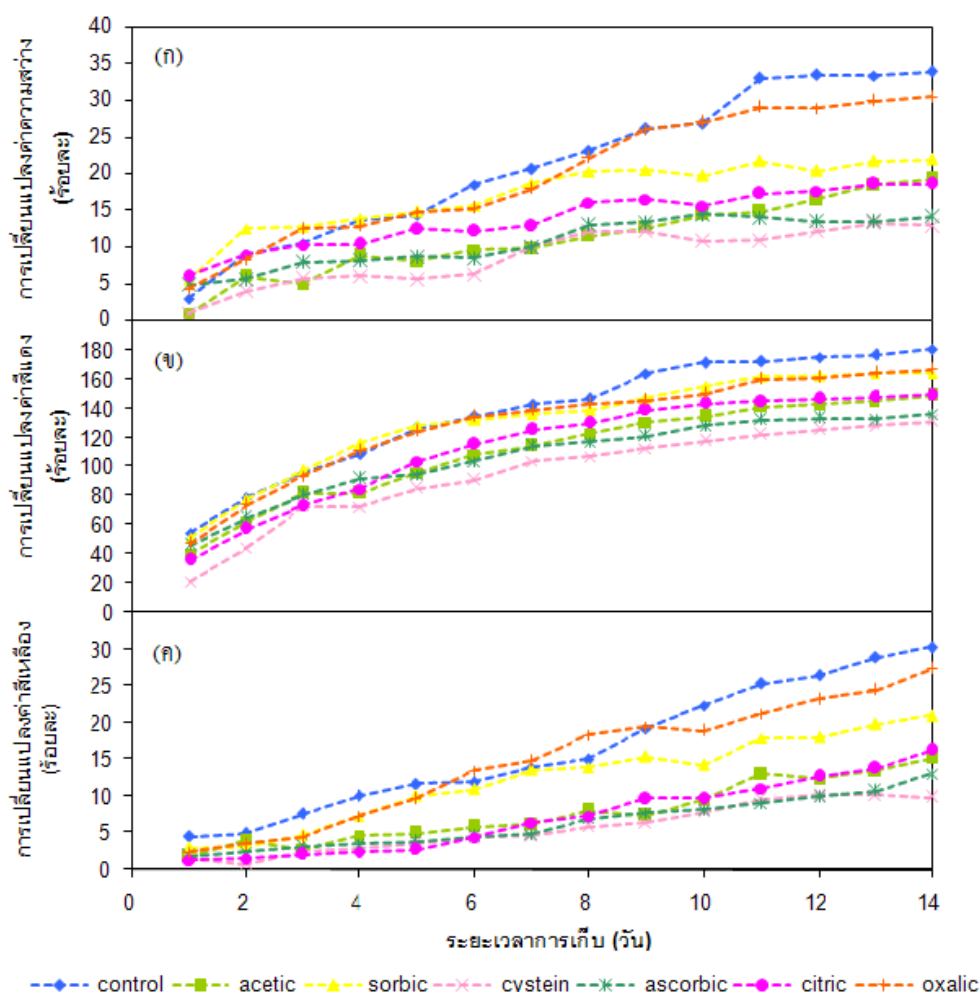
2. การคัดเลือกสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

การคัดเลือกสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่มีความเหมาะสมกับมะม่วงตัดแต่งพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองเป็นสำคัญ จากภาพที่ 12 (ก) พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ แต่การเพิ่มขึ้นแตกต่างกันตามชนิดของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ใช้ โดยสารละลายซิสเตอีนมีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บ 14 วัน รองลงมา คือ สารละลายกรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก กรดแอซีติก กรดซอร์บิก กรดออกซาลิก และน้ำกลั่น ตามลำดับ (ภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12 (ก)) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บ (ตารางผนวกที่ 1) ทั้งนี้ในวันที่ 14 ของการเก็บ พบว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซิสเตอีนมีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างน้อยกว่ามะม่วงจุ่มน้ำกลั่นประมาณ 2 และ 2.5 เท่า ตามลำดับ สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงและค่าสีเหลืองของมะม่วงตัดแต่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง นั่นคือมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซิสเตอีนมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงและค่าสีเหลืองน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 12 (ข) และ ภาพที่ 12 (ค) ตามลำดับ



ภาพที่ 11 มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาตร เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

จากการเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิด พบว่า มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดออกซาลิกมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีสูงที่สุด โดยมีค่าสีใกล้เคียงกับ มะม่วงตัดแต่งจุ่มน้ำกลั่น ถึงแม้ว่ากรดออกซาลิกจะถูกนำไปใช้ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในผลไม้หลายชนิด เช่น เชอร์รี่ (Pifferi *et al.*, 1974) แอปเปิ้ล (Yoruk *et al.*, 2004) และกล้วย (Yoruk *et al.*, 2004) แต่การนำกรดออกซาลิกมาใช้ในระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไปอาจมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสของผลไม้ตัดแต่ง (Son *et al.*, 2000) ทั้งนี้ ความสามารถของกรดออกซาลิกในการต้านการเกิดสีน้ำตาลไม่เพียงแต่ขึ้นกับความเข้มข้นเท่านั้น ยังขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด-เบส ของสารละลายด้วย (Yoruk and Marshall, 2003) จากผลการทดลองเบื้องต้นพบว่าความเป็นกรดของมะม่วงตัดแต่งอยู่ในระดับปานกลาง สภาวะดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมต่อการทำงานของกรดออกซาลิก



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

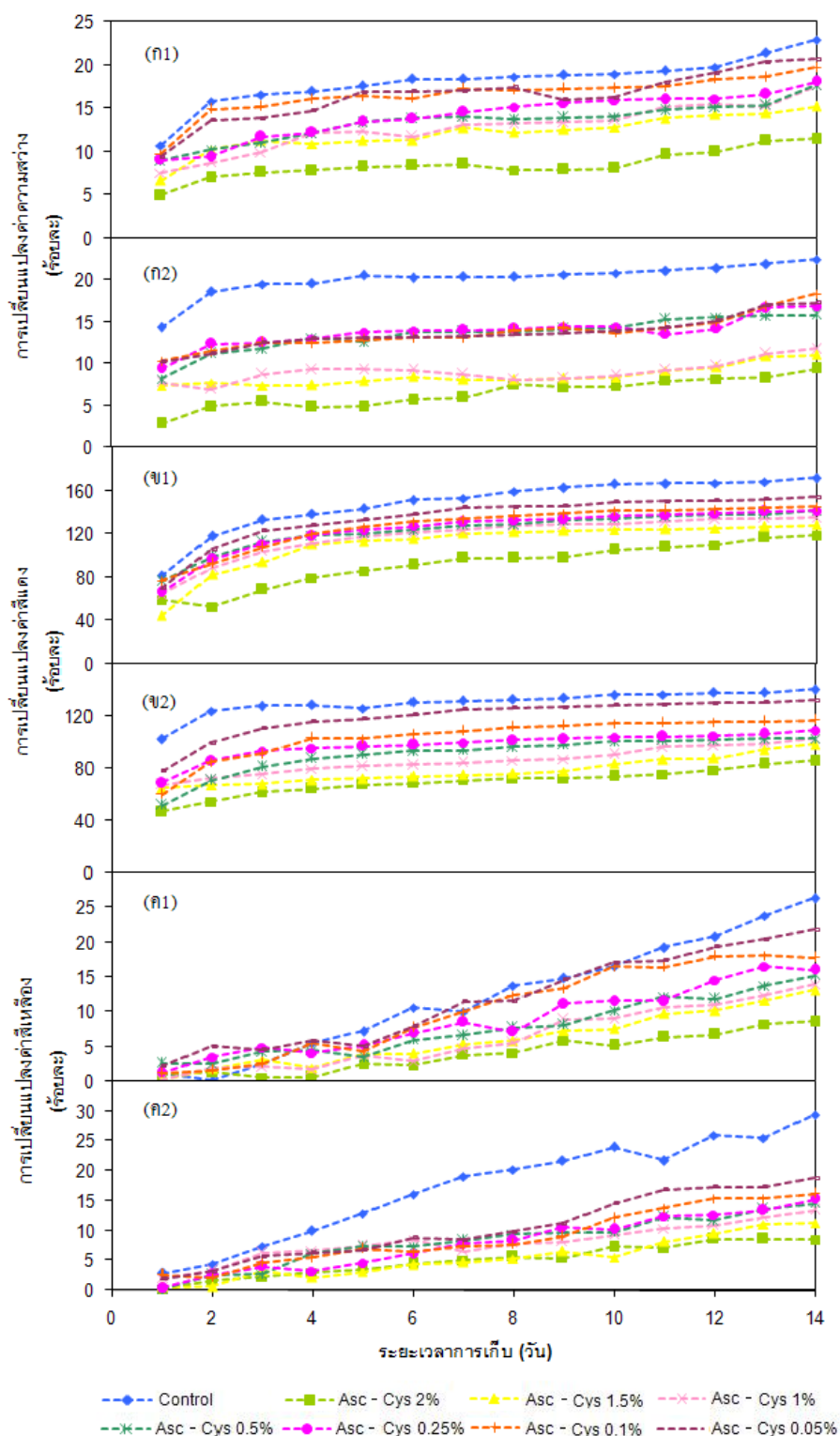
จากภาพที่ 12 (ข) การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงของมะม่วงตัดแต่งจะเกิดอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วันแรก เนื่องจากสารมโนฟีนอลในมะม่วงทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนได้ทันทีขณะตัดแต่งโดยมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเป็นตัวเร่ง หลังจากนั้นปริมาณของสารมโนฟีนอลลดลง การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงจึงช้าลงด้วย (นิธิยา, 2545) สอดคล้องกับการทดลองของ Gonzalez-Aguilar *et al.* (2000) พบว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารด้านการเกิดสีน้ำตาลชนิดอื่นๆ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวมะม่วงตัดแต่งได้ 14 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ในทำนองเดียวกับ Guerrero-Beltran *et al.* (2005) พบว่าซีตเอนและกรดแอสคอร์บิกสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในมะม่วงบดได้ถึงร้อยละ 91.1-95.5 นอกจากนั้นมีการนำกรดแอสคอร์บิกและซีตเอนมาใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ตัดแต่งหลายชนิด เช่น ขึ้นแพร่ (Sapers and Miller, 1998; Veltman *et al.*, 2000; Oms-Oliu *et al.*, 2006) สับปะรด (Gonzalez-Aguilar *et al.*,

2004, 2005) แอปเปิ้ล (Son *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2003; Rojas-Grau *et al.*, 2006) ผักกาดหอม (Altunkaya and Gokmen, 2008) ลูกพีช (Li-Qin *et al.*, 2009) กล้วย (Bico *et al.*, 2009)

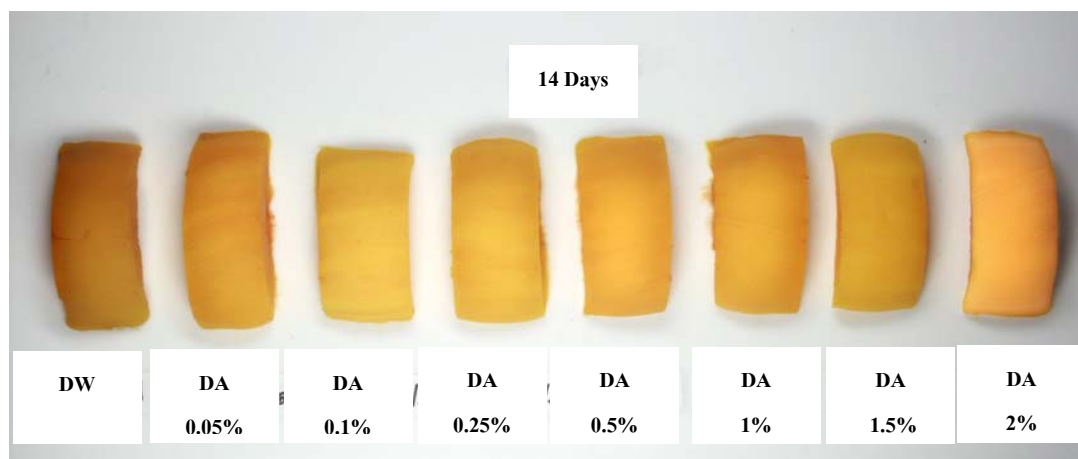
จากผลการทดลองนี้สารละลายซิสเตอีนและสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีความเหมาะสมสำหรับยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงตัดแต่ง ดังนั้นจึงนำสารด้านการเกิดสีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. การหาความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

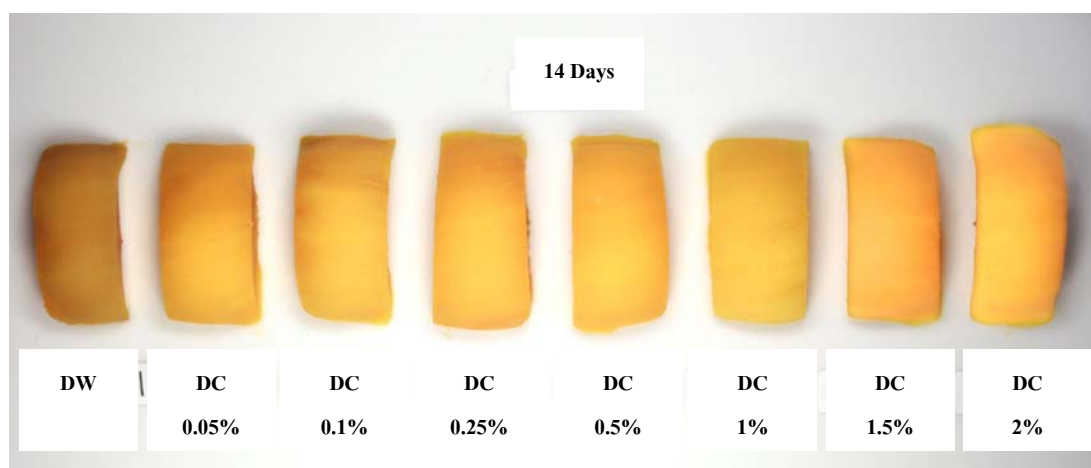
การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2.0 1.5 1.0 0.5 0.25 0.10 และ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 13) สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างน้อยที่สุด เช่นเดียวกับสารละลายซิสเตอีนความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีประสิทธิภาพดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของชิ้นมะม่วงตัดแต่งพบว่าสารละลายซิสเตอีนมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 4 และ 7) ทั้งนี้ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวของมะม่วงตัดแต่งทั้งในส่วนองแบบที่เรีย รา และยีสต์ ตลอดระยะเวลาการเก็บ ยกเว้นมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซิสเตอีนความเข้มข้นร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และมะม่วงตัดแต่งที่จุ่มในน้ำกลั่นที่พบการเจริญของแบคทีเรียที่มีลักษณะของโคโลนีสีชมพูเมื่อเก็บไว้ 12 วัน และ 6 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ Rojas-Grau *et al.* (2006) และ Oms-Oliu *et al.* (2006) พบว่าสารละลายซิสเตอีนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผลไม้ตัดแต่งได้มากกว่า 14 วัน



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของมะม่วงตัดแต่งจุ่มกรดแอสคอร์บิก (ก1) และซีสเตอริน (ก2) ค่าสีแดงของมะม่วงตัดแต่งจุ่มกรดแอสคอร์บิก (ข1) และซีสเตอริน (ข2) ค่าสีเหลืองของมะม่วงตัดแต่งจุ่มกรดแอสคอร์บิก (ค1) และซีสเตอริน (ค3) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 14 สีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน



ภาพที่ 15 สีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซิตริกที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2547) อนุญาตให้ใช้กรดแอสคอร์บิกและซิตริกเป็นวัตถุเจือปนอาหารได้ทุกประเภทและใช้ได้ปริมาณสูงสุดตามความเหมาะสมของอาหารและการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นในการคัดเลือกระดับความเข้มข้นของสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมกับมะม่วงตัดแต่งจึงใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ผลการทดลองพบว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซิตริกที่ทุกระดับความเข้มข้นและน้ำกลั่นไม่มีความแตกต่าง ($p > 0.05$) ในเรื่องความชอบกลิ่นมะม่วงสุก กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นแปลกปลอม รสหวาน รสเปรี้ยว เนื้อสัมผัส และความแข็ง ตลอดระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิ 5

องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 10-17 สำหรับสารละลายกรดแอสคอร์บิก และตารางผนวกที่ 18-25 สำหรับสารละลายซีตเอน) เมื่อพิจารณาในเรื่องความชอบสีเนื้อและความชอบโดยรวม พบว่าไม่พบความแตกต่างของชั้นมะม่วงจุ่มสารละลายทั้งสองชนิดที่ทุกระดับความเข้มข้น แต่ผู้บริโภคมีความชอบสีเนื้อและความชอบโดยรวมมากกว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มน้ำกลั่นตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บสอคล้องกับการทดลองของ Gonzalez-Aguilar *et al.* (2000) พบว่าการจุ่มมะม่วงตัดแต่งลงในสารละลายกรดดี-ไอโซแอสคอร์บิก (*D*-isoascorbic acid) สามารถลดการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อได้ และไม่ส่งผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของมะม่วงตัดแต่ง ตลอดระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ในทำนองเดียวกับ Gonzalez-Aguilar *et al.* (2008) พบว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายกรดซิตริกไม่ส่งผลต่อการยอมรับทางด้านกลิ่นและรสชาติของมะม่วง เช่นเดียวกับการจุ่มชั้นแอปเปิ้ลในสารละลายแอล-ซีตเอนพบว่าไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของแอปเปิ้ล (Kamelya and Gawad, 2000) ทั้งนี้การจุ่มชั้นแพร์ลงในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลสองชนิดผสมกันได้แก่สารละลายกรดแอสคอร์บิกกับสารละลายซีตเอนก็ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหรือรสชาติเช่นกัน (Gorny *et al.*, 2002)

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าไม่มีความแตกต่างในเรื่องของความชอบด้านต่างๆ ของผู้บริโภคระหว่างมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีตเอนที่ระดับความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกกรดแอสคอร์บิกและซีตเอนความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไปทั้งนี้พบว่าผลการผสมสารละลายกรดแอสคอร์บิกและซีตเอนที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวไม่ส่งผลต่ออัตราการซึมผ่านแก๊สออกซิเจนและสมบัติเชิงกลของสารเคลือบบริโภคได้ทั้งสองชนิด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนและสมบัติเชิงกลของสารเคลือบบริโภคน้ำ

ชนิดของ สารเคลือบ*	อัตราการซึมผ่านของ แก๊สออกซิเจน (ลบ.ซม./ตร.ม./ซม./ บรรยากาศ)	สมบัติเชิงกล		
		ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสกัล)	การยืดสูงสุด (ร้อยละ)	มอดุลัสของยัง (เมกะพาสกัล)
K-	365.92 ^b ± 3.45	0.18 ^a ± 0.02	52.46 ^a ± 1.23	0.17 ^b ± 0.03
K+ asc	364.25 ^b ± 5.46	0.19 ^a ± 0.01	53.22 ^a ± 0.87	0.17 ^b ± 0.04
K+ cys	362.47 ^b ± 4.44	0.19 ^a ± 0.03	51.67 ^a ± 1.23	0.16 ^b ± 0.02
Alg	410.35 ^a ± 7.45	0.06 ^b ± 0.01	24.40 ^b ± 0.45	0.22 ^a ± 0.03
Alg + asc	407.38 ^a ± 3.08	0.06 ^b ± 0.02	25.35 ^b ± 0.96	0.24 ^a ± 0.05
Alg + cys	409.09 ^a ± 2.23	0.07 ^b ± 0.02	24.98 ^b ± 0.56	0.23 ^a ± 0.04

หมายเหตุ K- หมายถึง แคปลา-แคร์ราจีแนน ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก

Alg หมายถึง แอลจินต ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก

asc หมายถึง กรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

cys หมายถึง ซีสเทอีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ตัวอักษรแตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

4. การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

ตารางที่ 6 แสดงสมบัติทางเคมีและกายภาพและปริมาณจุลินทรีย์ของมะม่วงตัดแต่งก่อนทดสอบเคลือบสารเคลือบหรือจุ่มในสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

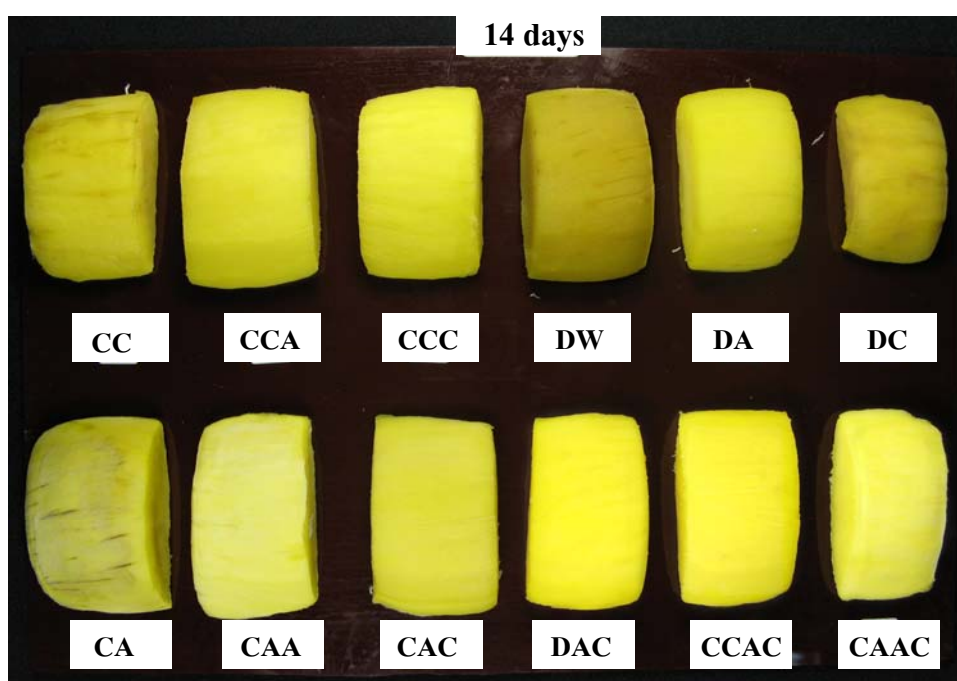
ตารางที่ 6 สมบัติทางเคมีและกายภาพและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นของมะม่วงตัดแต่งพันธุ์น้ำดอกไม้

องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ	มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้
ค่าสี (ความสว่าง)	89.27
ความแน่นเนื้อ (นิวตันต่อตารางเมตร)	23.93
ความเป็นกรด-เบส	3.10
ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (ร้อยละ)	1.39
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	11.33
อัตราการหายใจ (มก.CO ₂ /กก.ชม.)	157.70
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/กรัม)	1.07
ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log CFU/กรัม)	1.05

4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะม่วงตัดแต่ง

ค่าสีถือเป็นปัจจัยหลักที่สามารถบ่งบอกการยอมรับของผู้บริโภคได้ เนื่องจากค่าสีมีความสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงตัดแต่ง จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้และจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาล พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของมะม่วงตัดแต่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ตารางผนวกที่ 26) ทั้งนี้ขึ้นมะม่วงจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผสมกับสารละลายซีสเตอีนความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (DAC) มีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งจากการทดลองอื่นๆ รองลงมา คือ สารเคลือบแอลจินेटผสมกับสารละลายแอสคอร์บิกและซีสเตอีน (CAAC) และสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมกับสารละลายแอสคอร์บิกและซีสเตอีน (CCAC) ตามลำดับ (ภาพที่ 16) สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงและการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองมีผลการทดลองเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง

ดังแสดงในตารางผนวกที่ 27 และ 28 จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสีของมะม่วง ตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้และมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลในแต่ละการ ทดลอง (ยกเว้นตัวควบคุม) มีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเพียงเล็กน้อย เนื่องจากประสิทธิภาพของสาร ด้านการเกิดสีน้ำตาล โดยกรดแอสคอร์บิกสามารถลดการเกิดสารประกอบควิโนนจากสารประกอบ พอลิฟีนอลเริ่มต้น (Golan-Goldhirsh *et al.*, 1984) ในขณะที่ซีสเตอีนสามารถยับยั้งการทำงานของ เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในผลไม้ตัดแต่งได้โดยตรง (Robert *et al.*, 1996) ทั้งนี้การเก็บมะม่วง ตัดแต่งที่อุณหภูมิห้องสามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสีผิวและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารด้าน การเกิดสีน้ำตาลบนผิวของมะม่วงตัดแต่งได้ (Ponting *et al.*, 1972)

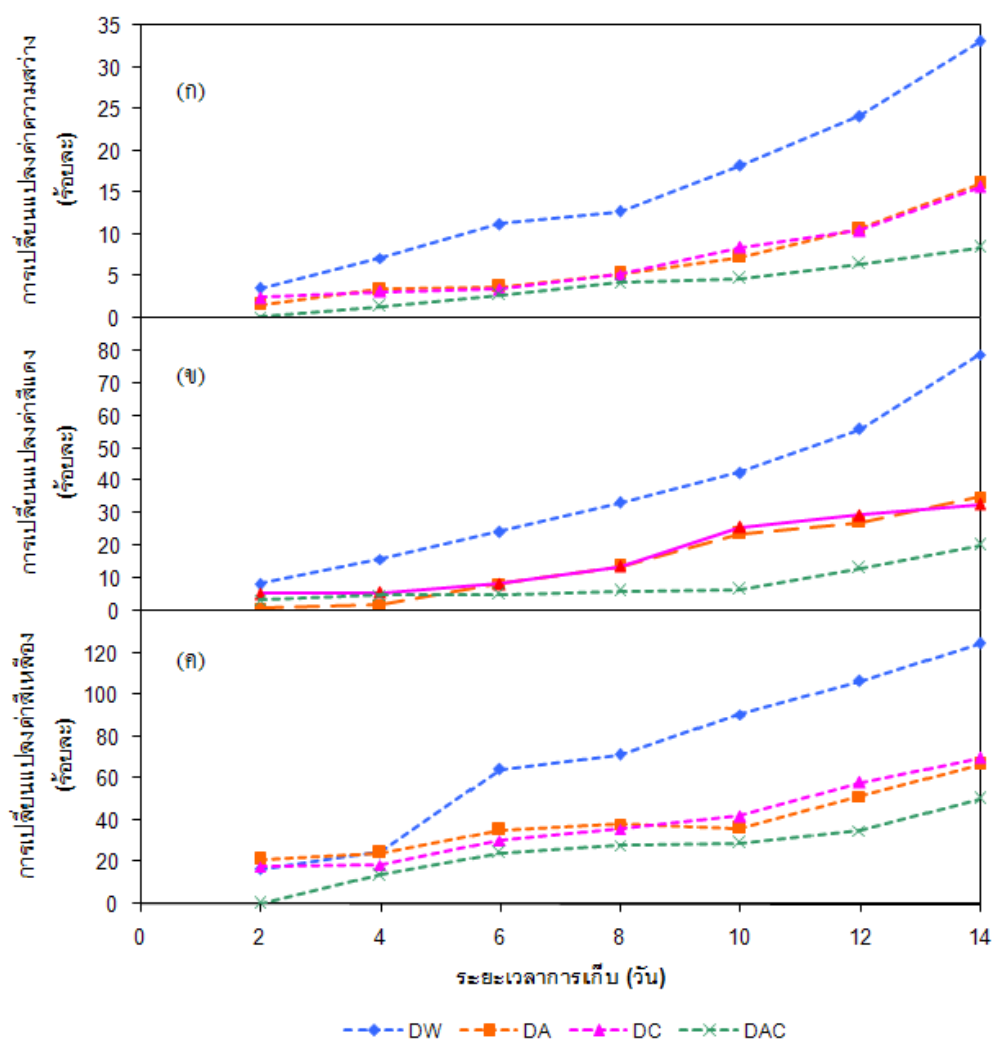


ภาพที่ 16 สีของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้เปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งจุ่มสาร ด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 14 วัน

ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของมะม่วงตัดแต่ง จุ่มสารละลายสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดโดยไม่มีสารเคลือบบริโกลได้ พบว่ามะม่วงตัด แต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกผสมกับสารละลายซีสเตอีน (DAC) มีประสิทธิภาพในการลด การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างสูงสุด รองลงมา คือ สารละลายซีสเตอีน (DC) สารละลายกรด แอสคอร์บิก (DA) และน้ำกลั่น (DW) ตามลำดับ โดยค่าความสว่างของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลาย

แต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บ (ตารางผนวกที่ 26) ทั้งนี้การใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลร่วมกันมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงค่าสีสูงกว่าการใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงชนิดเดียว สอดคล้องกับ Gonzalez-Aguilar *et al.* (2000) กล่าวว่าการใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลร่วมกันมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้สารดังกล่าวเพียงชนิดเดียว นอกจากนั้นการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารละลาย 4-เฮกซิลรีซอร์ซินอลความเข้มข้น 0.001 โมล ผสมกับโพแทสเซียมซอร์เบต ความเข้มข้น 0.05 โมล หรือสารละลาย 4-เฮกซิลรีซอร์ซินอลความเข้มข้น 0.01 โมล ผสมกับ สารละลายกรดซิตริก-ไอโซแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.5 โมล มีประสิทธิภาพในการลดการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมะม่วงตัดแต่งได้ดี ทั้งยังสามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย (Gorny *et al.*, 2002; Ozoglu and Bayindirli, 2002; Guerrero-Beltran *et al.*, 2005) ในทำนองเดียวกับ Robles-Sanchez *et al.*, (2009) พบว่าความสว่างของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกผสมกับ สารละลายกรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์มีค่าสูงกว่ามะม่วงตัดแต่งที่จุ่มในน้ำกลั่นในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

การเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ดีกว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้โดยไม่มีการเติมแต่งสาร ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงค่าสีไม่เท่ากับการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารละลายดังกล่าว (ตารางผนวกที่ 26-28) เนื่องจากปริมาณของการแพร่ผ่านของกรดแอสคอร์บิกและซีตเอนออกจากสารเคลือบบริโกลได้ ทำให้มะม่วงตัดแต่งสัมผัสกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลได้ในปริมาณที่น้อยกว่าการจุ่มโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามสารเคลือบบริโกลได้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีลักษณะเป็นฟิล์มเปียก (ความชื้นประมาณร้อยละ 96) น่าจะช่วยช่วยให้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีอัตราการแพร่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสีมีค่าใกล้เคียงกับมะม่วงตัดแต่งที่จุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

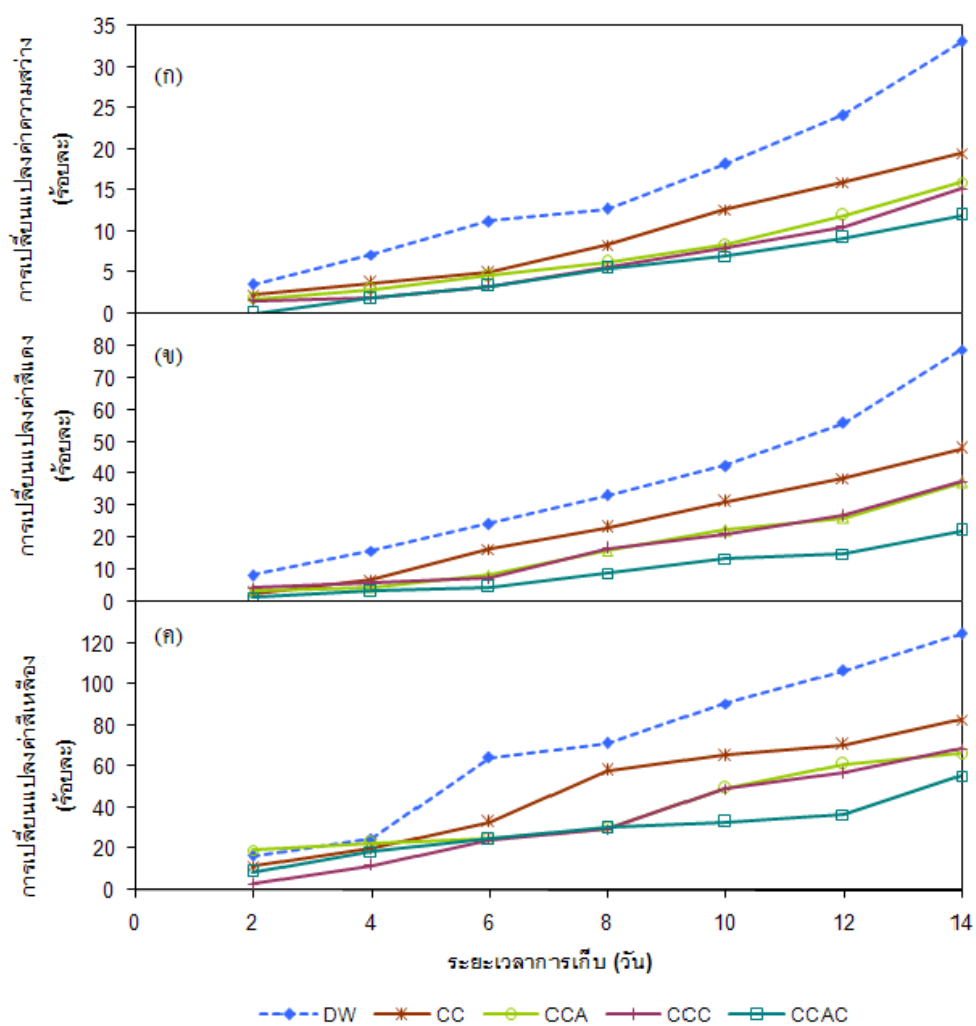


ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่ง
 จุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5
 องศาเซลเซียส

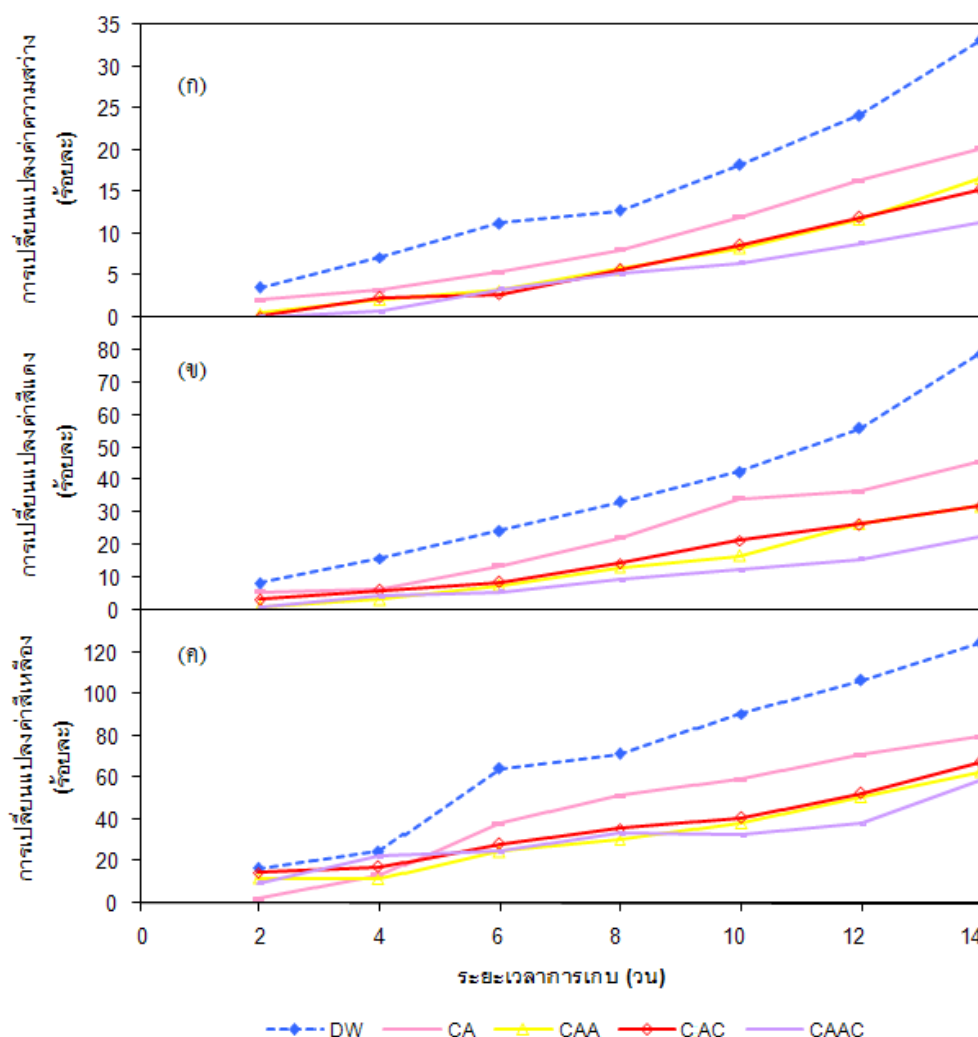
การเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนมร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิด แสดงดังภาพที่ 18 พบว่าขึ้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนมผสมกับสารละลายแอสคอร์บิกและสารละลายซีเอสเตอิน (CCAC) มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการชะลอเปลี่ยนแปลงสี รองลงมา คือ สารเคลือบแคร์ราจีแนมผสมกับสารละลายซีเอสเตอิน (CCC) สารเคลือบแคร์ราจีแนมผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิก (CCA) สารเคลือบแคร์ราจีแนม (CC) และน้ำกลั่น (DW) ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนมในแต่ละการทดลองมีค่าแตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บ การผสมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลทั้งสองชนิดลงในสารเคลือบบริโภคนได้มีประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสี

สูงกว่าการใช้ผสมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงชนิดเดียวและสูงกว่าสารเคลือบแคร์ราจีแนนที่ไม่ผสมสารดังกล่าวตลอดระยะเวลาการเก็บ โดยการเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบนชิ้นมะม่วงอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารด้านการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากสารเคลือบสามารถลดการสัมผัสกับแก๊สออกซิเจนซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส สอดคล้องกับรายงานของ Bico *et al.* (2009) พบว่าจุ่มชิ้นกล้วยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 ผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และสารละลายซีสเทอีน ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ร่วมกับการเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนน สามารถลดการเปลี่ยนแปลงค่าสีทั้งค่าความสว่างและค่ารงคะของสี (Chroma, colour saturation) กอปรกับมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในระดับปานกลาง เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินต ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิด พบว่าชิ้นมะม่วงเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินตผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีสเทอีน (CAAC) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งตลอดระยะเวลาการเก็บ รองลงมา คือ สารเคลือบแอลจินตผสมกับสารละลายซีสเทอีน (CAC) สารเคลือบแอลจินตผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิก (CAA) สารเคลือบแอลจินต (CA) และน้ำกลั่น (DW) ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแอลจินตมีแนวโน้มเดียวกันกับมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนน ทั้งนี้มะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงสีต่ำกว่ามะม่วงเคลือบสารเคลือบแอลจินต สอดคล้องกับ Oms-Oliu *et al.* (2008) การเคลือบชิ้นแพร์ด้วยสารเคลือบแอลจินตเติมแต่งด้วยสารละลายซีสเทอีน ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และสารละลายกลูตาไรโอนความเข้มข้นร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่าสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ตลอดระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ทั้งนี้การนำสารด้านการเกิดสีน้ำตาลทั้งสองชนิดเติมแต่งร่วมในสารเคลือบบริโกลได้ช่วยรักษาค่าสีต้นเริ่มต้น (Hue value, h°) ของชิ้นแพร์ตัดแต่งในระหว่างการเก็บและมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงชนิดเดียว เช่นเดียวกับการเติมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลฟิล์มเมทิลเซลลูโลส (Olivas *et al.*, 2003)



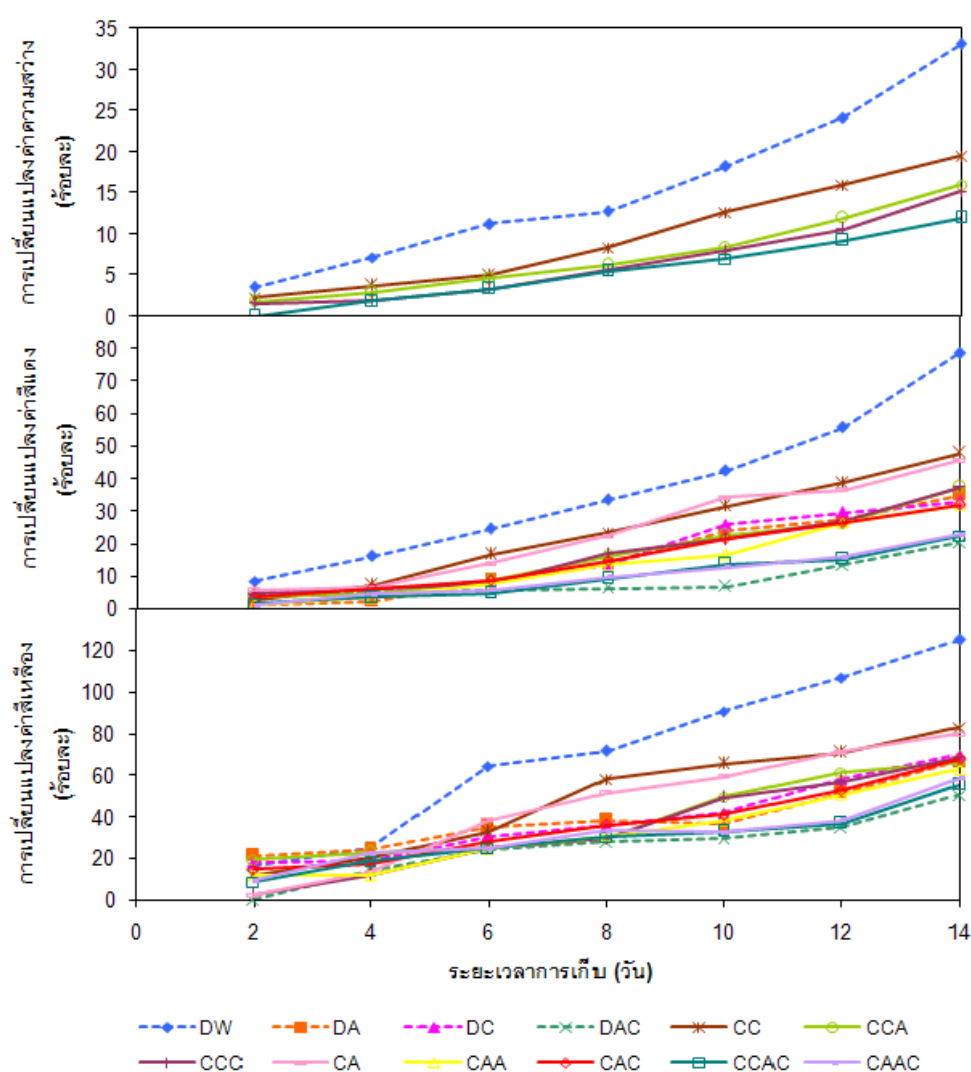
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่ง เคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินตร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่ามะม่วงเคลือบสารเคลือบบริโภคร่วมกับ สารละลายซีสเตอีนและการจุ่มในสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลดีกว่า สารละลายกรดแอสคอร์บิก (ตารางผนวกที่ 28) เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้นกรด แอสคอร์บิกจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกซึ่งไม่เสถียรต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (Nicolas *et al.*, 1994) ส่งผลให้สีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอีนมีการเปลี่ยนแปลงที่ น้อยกว่า สอดคล้องกับ Son *et al.* (2001) กล่าวว่าสารละลายซีสเตอีนมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง การทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในชั้นแอปเปิ้ลสูงกว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิก เนื่องจากซีสเตอีนสามารถลดการเปลี่ยนไดไฮดรอกซีฟีนอล (Dihydroxyphenol) เป็นสารประกอบ

ออร์โท-ควิโนน (Kahn, 1985) ทั้งยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้โดยตรง (Robert *et al.*, 1996) ส่งผลให้อัตราการเกิดสีน้ำตาลลดลงตามไปด้วย ดังนั้นสีของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีตเตอินจึงเปลี่ยนแปลงช้ากว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกเมื่อระยะเวลาการเก็บเท่ากัน อย่างไรก็ตามการใช้สารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจิเนตบนมะม่วงตัดแต่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารด้านการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากสามารถชะลอกิจกรรมของเมแทบอลิซึมซึ่งเกี่ยวข้องกับการอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งได้ (Wong *et al.*, 1994a)

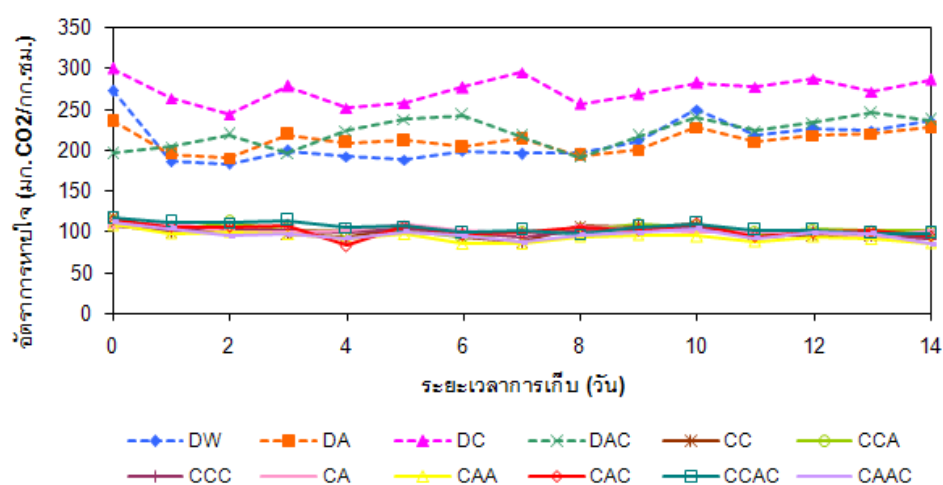


ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ก) ค่าสีแดง (ข) และค่าสีเหลือง (ค) ของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริ โทคได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.2 อัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่ง

อัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บ (ตารางผนวกที่ 29 และ 30) จากภาพที่ 21 แสดงอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายแต่ละชนิด พบว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอีน (DC) มีอัตราการหายใจสูงที่สุด อาจเนื่องจากอัตราการไหลของแก๊สและการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง โดยอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้มีค่าระหว่าง 194.79 - 215.88 มก.CO₂/กก.ชม. ในขณะที่อัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้มีค่าอยู่ระหว่าง 84.50-101.81 มก.CO₂/กก.ชม. โดยอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินตไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ทั้งยังไม่พบความแตกต่างของการผสมสารด้านการเกิดสีน้ำตาลลงในสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดต่อการลดอัตราการหายใจ อย่างไรก็ตามการเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้สามารถลดอัตราการหายใจลงได้ประมาณ 2.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบสาร เนื่องจากสารเคลือบบริโกลได้ดังกล่าวสามารถลดอัตราการหายใจของผลไม้ตัดแต่งได้ (Debeaufort *et al.*, 1998, Park 1999; Amarante and Banks, 2001) สอดคล้องกับอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนและปริมาตรของแก๊สออกซิเจนที่ซึมผ่านสารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินต ดังแสดงตารางที่ 3 พบว่าสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดยอมให้แก๊สออกซิเจนซึมผ่านได้ไม่น้อยกว่า 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น แสดงว่าแก๊สออกซิเจนซึมผ่านวัสดุได้น้อย ทำให้การเคลือบด้วยสารเคลือบดังกล่าวสามารถสร้างบรรยากาศตัดแปลงบริเวณผิวของมะม่วงตัดแต่งได้ ทั้งนี้เมื่อปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำสามารถช่วยลดอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งได้ อัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งที่ตรวจพบสอดคล้องกับอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งที่เก็บในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนร้อยละ 6 และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 (เกศวดี, 2552) โดยพบว่าสภาวะดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการเก็บมะม่วงตัดแต่งเนื่องจากสามารถลดกิจกรรมของเมแทบอลิซึม การหายใจ และชะลอการเสื่อมสภาพ ทั้งยังไม่เกิดการสะสมของเอทานอล ทำให้สารเคลือบบริโกลได้สามารถลดอัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งได้ดีกว่าการจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาล สอดคล้องกับรายงานของ Lee *et al.* (2003) พบว่าการเคลือบขึ้นแอปเปิ้ลด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบเวย์โปรตีนเข้มข้นสามารถลดอัตราการหายใจลงได้ถึงร้อยละ 5 และ 20 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับแอปเปิ้ลที่ไม่ได้เคลือบ เนื่องจากสารเคลือบบริโกลได้เหล่านี้มีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนทำให้เมื่อเคลือบสารเคลือบลงบนผลไม้ตัดแต่งทำให้เกิดบรรยากาศตัดแปลงบริเวณผิวของผลไม้ตัดแต่ง Wong *et al.* (1994b) เคลือบสารเคลือบ 2 ชั้น

(Bilayer) บนชั้นแอปเปิ้ลโดยชั้นในเป็นสารเคลือบพอลิแซ็กคาไรด์ (แครร์จีแนน เพกติน หรือแอลจินต) ส่วนด้านนอกเป็นลิพิดเพื่อลดอัตราการหายใจบนผลิตภัณฑ์ดังกล่าว พบว่าสารเคลือบดังกล่าวสามารถลดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ร้อยละ 50-70 และลดการผลิตแก๊สเอทีเอ็นได้ถึงร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับแอปเปิ้ลตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส

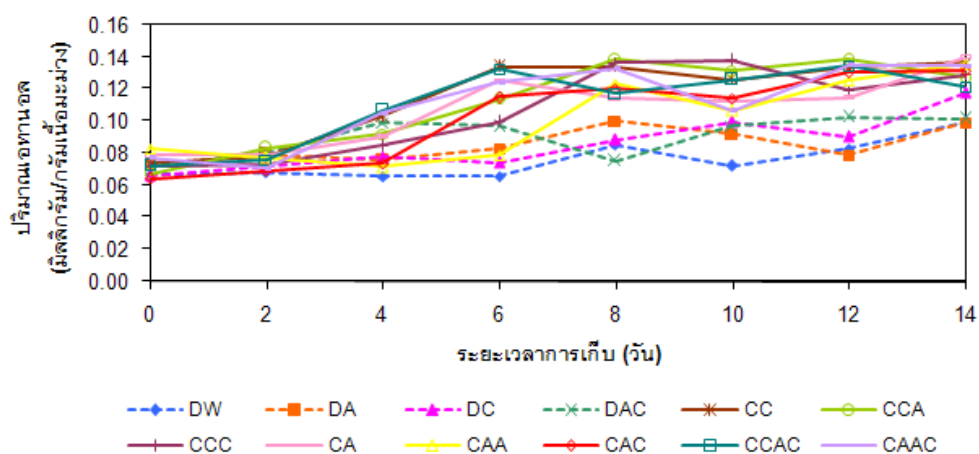


ภาพที่ 21 อัตราการหายใจของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.3 ปริมาณเอทานอลภายในน้ำมะม่วงตัดแต่ง

ปริมาณเอทานอลในน้ำมะม่วงคั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 22) ปริมาณเอทานอลตลอดระยะเวลาการเก็บอยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.13 มิลลิกรัมต่อกรัมเนื้อมะม่วง โดยมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลมีปริมาณเอทานอลสูงกว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามปริมาณเอทานอลที่ตรวจพบมีปริมาณน้อยมากจนผู้บริโภคไม่สามารถตรวจพบได้ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของปริมาณเอทานอลระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 31) สารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดยอมให้แก๊สออกซิเจนซึมผ่านได้ไม่น้อยกว่า 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมงต่อชิ้น จึงทำให้ไม่เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและกระบวนการหมักบริเวณผิวของมะม่วงตัดแต่ง ทำให้ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสาร

เคลือบ แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณเอทานอลเนื่องจากกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของผลไม้มักเกิดการสะสมของเอทานอลและแอซีตอลดีไฮด์ภายใต้การหายใจแบบใช้ออกซิเจนได้ (Pesis, 2005) จากปริมาณเอทานอลที่ตรวจพบทั้งในมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้ พบว่ามีปริมาณเอทานอลอยู่น้อยมากแสดงว่าการเคลือบสารเคลือบบริโภคน้ำได้ไม่ทำให้เกิดกลิ่นจากการหมักหรือเกิดกลิ่นเอทานอลได้น้อยมาก สอดคล้องกับการทดลองของ Rojas-Grau *et al.* (2008) พบว่าปริมาณของเอทานอลและแอซีตอลดีไฮด์ของแอปเปิ้ลเคลือบสารเคลือบแอลจินตมีปริมาณน้อยมากตลอดระยะเวลาการเก็บ 14 วัน



ภาพที่ 22 ปริมาณเอทานอลของมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้ ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

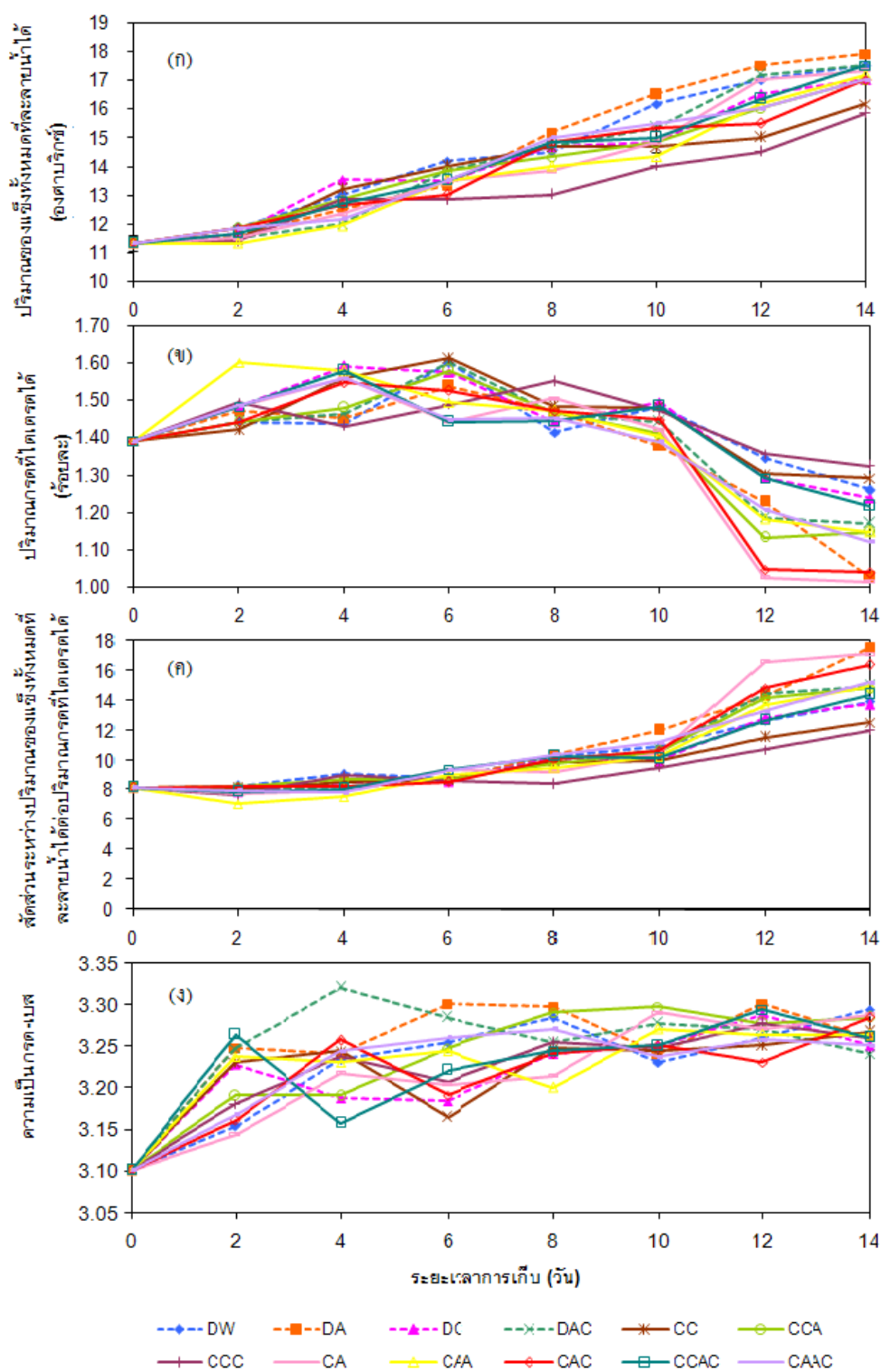
4.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สามารถบ่งบอกการสุกของมะม่วงตัดแต่งได้ จากการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้ทั้งสองชนิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 23 ก) โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดภายหลังจากวันที่ 2 ของการเก็บ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแต่ละการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 11.33 ถึง 18.00 องศาบริกซ์ (ตารางผนวกที่ 32) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโภคน้ำได้และมะม่วงตัดแต่งจุ่ม

สารด้านการเกิดสีน้ำตาล ($p > 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Olivas *et al.* (2003) พบว่าความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของซินแนพรเคลือบเมทิลเซลลูโลสที่เติมกรดแอสคอร์บิก แคลเซียมคลอไรด์ และกรดซอร์บิก ทั้งแบบชนิดเดียวและผสมกันเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บเป็นเวลา 12 วันเมื่อเปรียบเทียบกับซินแนพรที่ไม่ได้เคลือบสาร

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงตัดแต่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 23 (ข)) มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.39 ถึง 1.01 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีปริมาณลดลงอย่างชัดเจนภายหลังวันที่ 10 ของการเก็บ (ตารางผนวกที่ 33) ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของการเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับการเติมแต่งสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารด้านการเกิดสีน้ำตาล ($p > 0.05$) แสดงถึงการเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงตัดแต่ง สอดคล้องกับการทดลองของ Olivas *et al.* (2003)

สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 23 (ค)) มีค่าอยู่ระหว่าง 8.15 ถึง 17.48 (ตารางผนวกที่ 34) แสดงถึงว่ามะม่วงตัดแต่งในแต่ละการทดลองมีการสุกเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและการเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ ($p > 0.05$) จากผลการทดลองพบว่าสัดส่วนของค่าทั้ง 2 ค่าที่ได้สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากวันที่ 10 ของการเก็บ สอดคล้องกับรายงานของชนิด (2551) พบว่าสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองก่อนข้างคอกที่ในช่วง 12 วันแรกของการเก็บ จากนั้นสัดส่วนดังกล่าวจึงเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน อาจเนื่องจากอุณหภูมิที่เก็บผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการหายใจ ทำให้สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้ (Bachmann and Earles, 2000; Thompson, 2003) เสาวภา (2547) พบว่าการเก็บมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 23 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ก) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ข) สัดส่วนของ TSS/TA (ค) และความเป็นกรด-เบส (ง) ของมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

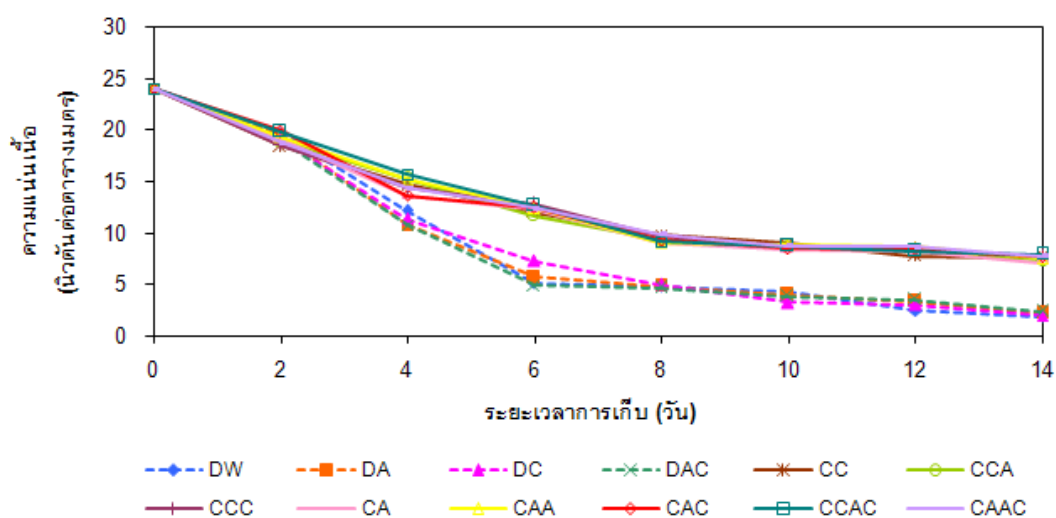
ความเป็นกรด-เบสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 23 (ง)) โดยมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 3.10-3.29 (ตารางผนวกที่ 35) ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของความเป็นกรด-เบสของการเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้และมะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบสาร ($p > 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของดวงตรา (2526) และ สมบัติ (2533) พบว่ากรดที่มีอยู่ในมะม่วงพันธุ์เรดส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดมาลิกหรือกรดซิตริก จะพบมากในระยะมะม่วงดิบแต่เมื่อมะม่วงเกิดการสุกปริมาณกรดต่างๆ เหล่านี้ลดลง ส่งผลให้เมื่อค่าความเป็นกรด-เบสของมะม่วงดังกล่าวมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าการเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้และการจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของมะม่วงตัดแต่ง

4.5 ความแน่นเนื้อของมะม่วงตัดแต่ง

เนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลไม้ตัดแต่ง รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสของผลไม้พิจารณาจากองค์ประกอบของผนังเซลล์ ความดันเต่งของเซลล์ (Cell turgor pressure) โครงสร้างของเซลล์ (Cell anatomy) และปริมาณน้ำภายใน (Water content) (Mohsenin, 1986) การพิจารณาเนื้อสัมผัส มักพิจารณาจากความแน่นเนื้อและการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ (Glenn and Poovaiah, 1985) จากผลการทดลองพบว่าความแน่นเนื้อของมะม่วงตัดแต่งมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บ (ภาพที่ 24) โดยมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้มีความแน่นเนื้อสูงกว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มในสารด้านการเกิดสีน้ำตาล

จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบสารมีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วในระยะ 6 วันแรกของการเก็บ หลังจากนั้นความแน่นเนื้อจะลดช้าลง ความแน่นเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 23.93 ถึง 1.84 นิวตันต่อตารางเมตร โดยความแน่นเนื้อลดลงประมาณร้อยละ 92 ทั้งนี้ไม่มีความแตกต่างกันของความแน่นเนื้อของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลในแต่ละการทดลอง ($p > 0.05$) การลดลงของความแน่นเนื้อเนื่องจากเพกทินของผนังเซลล์ที่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (Protopectin) เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่สามารถละลายน้ำได้ (Knee and Bartley, 1981) ทั้งยังมีปัจจัยจากกิจกรรมของเอนไซม์เพกทินเนส (Pectinase) และพอลิกลาแล็กทูโรเนส (Polygalacturonase) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันไม่เหนียวแน่นดังเช่นเดิม นอกจากนั้นการเก็บมะม่วงตัดแต่งที่อุณหภูมิต่ำช่วยให้สามารถยับยั้งการสุกของผลไม้ได้ (สายชล, 2528) ทำให้การทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอ่อนตัวของมะม่วงมีกิจกรรมลดน้อยลง ในขณะที่มะม่วง

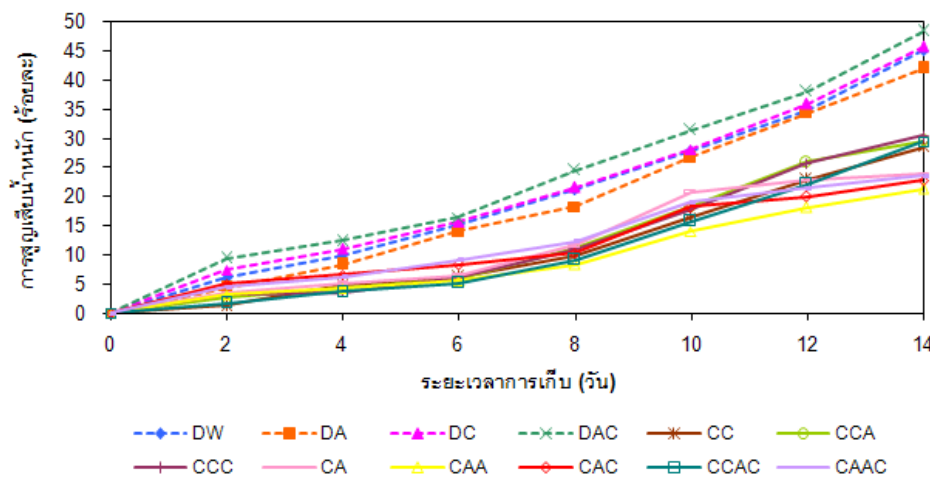
เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้มีค่าความแน่นเนื้อค่อยๆ ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บเช่นกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 23.93 ถึง 7.02 นิวตันต่อตารางเมตร โดยความแน่นเนื้อลดลงประมาณร้อยละ 71 (ตารางผนวกที่ 36) แสดงถึงการใช้สารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดบนมะม่วงตัดแต่งสามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่เคลือบสารประมาณร้อยละ 20 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินตในการชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อพบว่าไม่มีความแตกต่าง ($p > 0.05$) ของสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิด ถึงแม้จะมีการเติมแต่งสารต้านการเกิดสีน้ำตาลร่วมด้วยก็ตาม สอดคล้องกับรายงานของ Olivas *et al.* (2007) พบว่าการเคลือบแอปเปิ้ลด้วยสารเคลือบแอลจินตสามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่เคลือบสาร เนื่องจากสารเคลือบแอลจินตสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากชั้นแอปเปิ้ล ทั้งยังป้องกันการสูญเสียความดันเต่งด้วย ในทำนองเดียวกับรายงานของ Ribeiro *et al.* (2007) พบว่าผลสตอร์เบอร์รีสดจุ่มสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการเคลือบด้วยแคร์ราจีแนน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการจุ่มผลสตอร์เบอร์รีในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการเคลือบสาร



ภาพที่ 24 ความแน่นเนื้อของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.6 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่ง

การสูญเสียน้ำหนักของผลไม้ตัดแต่งเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏของมะม่วงตัดแต่ง ทำให้มะม่วงมีลักษณะฟ้าม เหี่ยว และไม่มารับประทาน การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งในแต่ละการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 25) โดยมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ตลอดระยะเวลาการเก็บ ทั้งนี้การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 41.81 ถึง 48.25 ในขณะที่น้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักค่อนข้างช้าตลอดระยะเวลาการเก็บ โดยมะม่วงเคลือบสารเคลือบแอลจินตมีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่างร้อยละ 21.17 ถึง 23.74 ในขณะที่มะม่วงเคลือบสารเคลือบแคร์ราจีแนนมีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่างร้อยละ 28.40 ถึง 30.39 (ตารางผนวกที่ 37) สารเคลือบแอลจินตมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักดีกว่าสารเคลือบแคร์ราจีแนนเนื่องจากอิทธิพลของแคลเซียมคลอไรด์ช่วยให้สารเคลือบดังกล่าวมีความแข็งแรงและป้องกันการระเหยของน้ำได้ดีกว่า จากผลการทดลองพบว่าการเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบแอลจินตสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าการไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ประมาณ 2 เท่า สอดคล้องกับรายงานของ Bico *et al.* (2009) พบว่าการจุ่มกล้วยในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแล้วเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนนมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าการจุ่มในน้ำกลั่นหรือจุ่มในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงอย่างเดียวประมาณ 1 เท่า ในทำนองเดียวกัน Wong *et al.* (1994b) รายงานว่าการเคลือบแอปเปิ้ลตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโกลได้ 2 ชั้น สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ 12 ถึง 14 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับแอปเปิ้ลที่ไม่ได้เคลือบเมื่อทดสอบ ณ สภาวะเดียวกัน



ภาพที่ 25 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้ ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.7 การทดสอบทางจุลินทรีย์บนมะม่วงตัดแต่ง

จากการทดสอบหาจุลินทรีย์เบื้องต้นจากเนื้อมะม่วงตัดแต่งที่มาจากแหล่งปลูก 10 แหล่งในแต่ละฤดู แสดงดังตารางที่ 7 พบว่าจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีบนมะม่วงตัดแต่งส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียทั่วไปและจุลินทรีย์ในกลุ่ม Enterobacteriaceae ส่วนยีสต์พบน้อย ในขณะที่ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ในกลุ่มของ *Escherichia coli* Coliform และรา เนื่องจากอุปกรณ์ในกระบวนการตัดแต่งทุกชนิดได้ผ่านการฆ่าเชื้ออย่างถูกสุขอนามัย ดัดแปลงจากวิธีของ Parish *et al.* (2006) จึงสามารถช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอุปกรณ์ตัดแต่ง และจุลินทรีย์ในกลุ่มของรา และยีสต์จากเปลือกของมะม่วงลงได้ สอดคล้องกับรายงานของ Ngarmsak *et al.* (2006) พบว่าการล้างผลมะม่วงด้วยสารละลายคลอรีน (100 มิลลิกรัมคลอรีนต่อลิตร) อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากเปลือกมะม่วงสู่เนื้อมะม่วงได้ในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง ทั้งนี้พบว่าจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในมะม่วงตัดแต่งที่ปลูกในฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าจุลินทรีย์ในมะม่วงตัดแต่งที่ปลูกในฤดูหนาว เนื่องจากในสภาพอากาศร้อนชื้นสามารถเกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในอากาศได้สูงกว่าในสภาพอากาศแห้งและเย็น (นิพนธ์, 2542) อย่างไรก็ตามปริมาณของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในมะม่วงตัดแต่งที่ปลูกในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีปริมาณน้อยมากไม่เกินกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงซึ่งกำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในน้ำมะม่วงต้องไม่เกิน 4 log CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ถือว่า

มะม่วงที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งตามวิธีมาตรฐานสามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

จากผลการทดลองพบว่าจุลินทรีย์ที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย จึงตรวจสอบและศึกษาชนิดของแบคทีเรียที่ตรวจพบ โดยการศึกษาจากลักษณะที่ปรากฏของโคโลนี และทดสอบทางชีวเคมีตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยผลการจำแนกชนิดของจุลินทรีย์บนมะม่วงตัดแต่ง แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 จุลินทรีย์ที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่งจากแหล่งการปลูกแตกต่างกันจำนวน 10 แหล่งเปรียบเทียบระหว่างการปลูกฤดูหนาวและฤดูร้อน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	มะม่วงฤดูหนาว (ธ.ค.-ก.พ.)							มะม่วงฤดูร้อน (มี.ค.-พ.ค.)						
	ปริมาณของจุลินทรีย์ (log CFU/g)							ปริมาณของจุลินทรีย์ (log CFU/g)						
	จุลินทรีย์ ทั้งหมด	แบคทีเรีย ทั้งหมด	Enterobacter	<i>E. coli</i>	Coliform	ยีสต์	รา	จุลินทรีย์ ทั้งหมด	แบคทีเรีย ทั้งหมด	Enterobacter	<i>E. coli</i>	Coliform	ยีสต์	รา
นครราชสีมา	2.16	1.47	0.69	-	-	0.24	-	2.34	1.67	0.60	-	-	0.10	-
กาญจนบุรี	2.45	1.77	0.83	-	-	0.12	-	2.74	2.02	0.65	-	-	0.10	-
ฉะเชิงเทรา	2.56	2.11	0.77	-	-	0.35	-	2.99	2.01	0.70	-	-	0.10	-
สมุทรสาคร	1.58	1.48	-	-	-	-	-	3.24	2.50	0.65	-	-	-	-
นนทบุรี	2.21	1.48	0.84	-	-	-	-	3.04	2.89	-	-	-	-	-
กรุงเทพฯ	2.67	2.01	0.57	-	-	-	-	2.89	2.19	0.73	-	-	-	-
ปทุมธานี	3.05	1.88	0.93	-	-	-	-	3.18	2.24	0.86	-	-	-	-
นครปฐม	2.49	1.56	0.65	-	-	-	-	3.45	2.67	0.71	-	-	-	-
ราชบุรี	1.78	1.34	0.34	-	-	-	-	3.19	2.34	0.88	-	-	-	-
สุพรรณบุรี	1.98	1.23	0.45	-	-	0.26	-	2.87	2.07	0.47	-	-	0.22	-

หมายเหตุ - "ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์"

ตารางที่ 8 ชนิดแบคทีเรียและยีสต์ที่พบบนมะม่วงตัดแต่งพันธุ์น้ำดอกไม้

ชนิดของ จุลินทรีย์	ฤดูกาลปลูกมะม่วง	
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
แบคทีเรีย	1. <i>Pantoea agglomerans</i> (<i>Enterobacter agglomerans</i>) 2. <i>Rhizabium radiobacter</i> (<i>Agrobacterium radiobacter</i>) 3. <i>Aureobacterium</i> spp.	1. <i>Pantoea agglomerans</i> (<i>Enterobacter agglomerans</i>) 2. <i>Klebsiella ozaenae</i> 3. <i>Staphylococcus hominis</i> subsp. <i>hominis</i>
ยีสต์	-	1. <i>Kodamaea ohmeri</i>

หมายเหตุ - ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์

จากตารางที่ 8 พบว่าแบคทีเรียที่ตรวจพบส่วนใหญ่สอดคล้องกับการทดลองของ Poubol and Izumi (2005a) พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งส่วนใหญ่เป็น ชนิดแกรมลบ (Gram-negative rod-forms) ประมาณร้อยละ 60 เป็นเชื้อในวงศ์ Enterobacteriaceae ได้แก่สกุล (Genus) *Klebsiella* และ *Pantoea* ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในผักและผลไม้ ได้แก่ *P. agglomerans* (ชื่อเดิม *E. agglomerans*) และ *Burkholderia cepacia* (ชนิดเดียวกับ *Pseudomonas cepacia*) ส่วนแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (Gram-positive) ที่พบ ได้แก่ สกุล *Curtobacterium* โดยแบคทีเรียที่พบทั้งหมดจากมะม่วงตัดแต่ง เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในดิน น้ำ อากาศ และพืช (Bartz and Wei, 2003) และเหมือนกับที่พบในผักสด (Izumi *et al.*, 2004) แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 28-37 องศาเซลเซียส และความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสม คือ 4.5- 7.0 (Truesdell *et al.*, 1991) สำหรับยีสต์นั้นพบในปริมาณน้อยกว่าแบคทีเรียมาก โดยยีสต์ที่พบในมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งส่วนใหญ่ ได้แก่สกุล *Cryptococcus* *Candida* และ *Rhodotorula* (Ethiraj and Suresh, 1988; Poubol and Izumi, 2005a, b) ซึ่งจะคล้ายกับยีสต์ที่เจริญในผักสด เช่น ผักโขม (Babic and Watada, 1996) แครอท (Babic *et al.*, 1992) ผักกาดหอม (Magnuson *et al.*, 1990) โดยเชื้อเหล่านี้จะเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจนสูง และความเป็นกรด-เบส 4.0-6.0 ทั้งนี้แบคทีเรียและยีสต์ที่ตรวจพบในการทดลอง มีความแตกต่างจากรายงานดังกล่าวบางสายพันธุ์ อาจมีผลจากปัจจัยสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูกที่แตกต่างกัน ถึงแม้จะเป็นมะม่วงพันธุ์เดียวกัน เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเปลือกมะม่วงและ จุลินทรีย์ก่อ

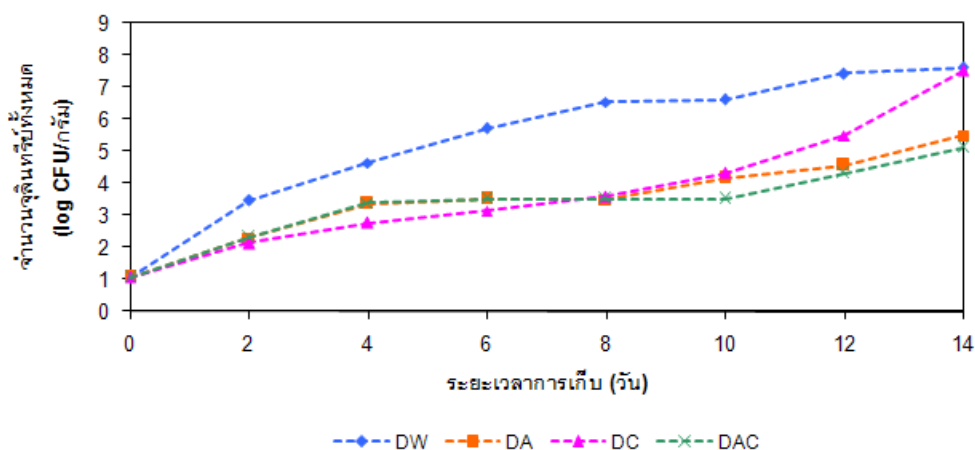
โรคบนมะม่วงส่วนใหญ่ปนเปื้อนสู่มะม่วงตั้งแต่แหล่งปลูก (นิพนธ์, 2542)

จากการทดสอบจุลินทรีย์ในมะม่วงตัดแต่งเบื้องต้นพบว่าจุลินทรีย์ในกลุ่มของยีสต์และรามีการเจริญได้น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรีย ดังนั้นในการประเมินประสิทธิภาพของสารเคลือบบริโภคได้ร่วมกับสารต้านสีน้ำตาลในด้านจุลินทรีย์ที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่ง จึงพิจารณาเฉพาะจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียทั้งหมดที่เจริญได้บนมะม่วงตัดแต่ง โดยผลการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

4.10.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

มะม่วงตัดแต่งมีโอกาสเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่ายเนื่องด้วยปราศจากเปลือกห่อหุ้ม โดยส่วนใหญ่การเสื่อมเสียมักเกิดจากการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ของมะม่วง การปนเปื้อนมักพบว่ามีส่วนสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ การปนเปื้อนจากเครื่องมือสำหรับการตัดแต่ง และการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์บนเปลือกมะม่วง โดยเชื้อเหล่านี้จะแฝงตัวอยู่ในเปลือกมะม่วงตั้งแต่แหล่งปลูกแล้วปนเปื้อนสู่เนื้อมะม่วงในระหว่างกระบวนการตัดแต่งและการเก็บรักษา ส่งผลถึงการเสื่อมของคุณภาพของผลผลิต (นิพนธ์, 2542; Beaulieu and Gorny, 2006; Ngarmsak *et al.*, 2006)) จากผลการทดลองพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบบนมะม่วงตัดแต่งในทุกการทดลองมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งจุ่มน้ำกลั่น โดยจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ทั้งนี้มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายสารต้านการเกิดสีน้ำตาลมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 5.11 - 7.49 log CFU/กรัม ในขณะที่มะม่วงจุ่มน้ำกลั่นมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ประมาณ 7.62 log CFU/กรัม (ตารางผนวกที่ 38) ภายหลังจากวันที่ 14 ของการเก็บพบว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกผสมกับสารละลายซีสเตอีนมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด (DAC) ประมาณ 5.11 log CFU/กรัม รองลงมา คือ มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิก (DA) มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอีน (DC) และมะม่วงตัดแต่งจุ่มน้ำกลั่นตามลำดับ (DW) (ภาพที่ 26) สารละลายกรดแอสคอร์บิกมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ดีกว่าสารละลายซีสเตอีนเนื่องจากกรดแอสคอร์บิกมีสมบัติในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนและมีอุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic aerobic population) (Beuchat and Golden, 1989) ซึ่งพบว่าแบคทีเรียที่ตรวจพบบนมะม่วงตัดแต่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มนั้น สอดคล้องกับรายงานของ Piagentini *et al.* (2003) พบว่ากรดแอสคอร์บิกสามารถลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนและมีอุณหภูมิปานกลางบนผักขมได้ดี จากรายงานพบว่าระดับความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก

เพิ่มมากขึ้นจากความเข้มข้นร้อยละ 0 ไปเป็นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร สามารถลดจำนวน จุลินทรีย์ในกลุ่มดังกล่าวจาก 6.17 log CFU/กรัม เป็น 5.31 log CFU/กรัม แต่ประสิทธิภาพของกรด แอสคอร์บิกจะสูงแค่เพียง 7 วันแรกของการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ โดยภายหลังจากวันที่ 7 พบว่าจำนวน จุลินทรีย์จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 7.75 log CFU/กรัม

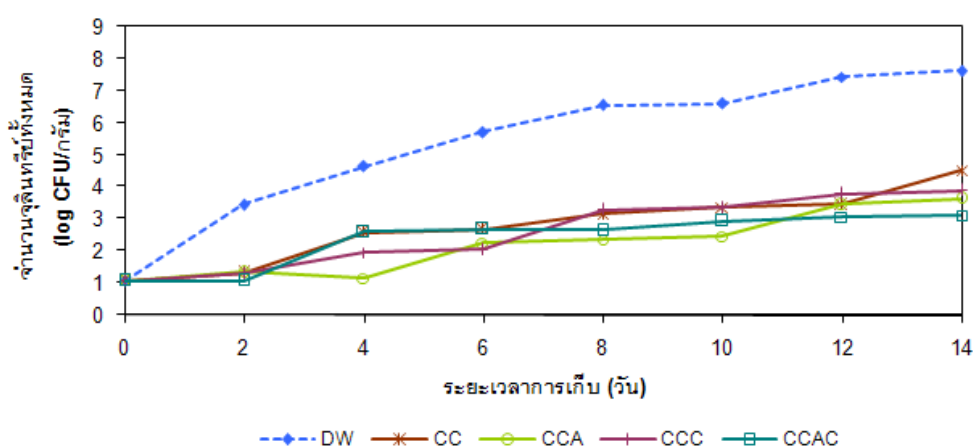


ภาพที่ 26 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดที่ ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

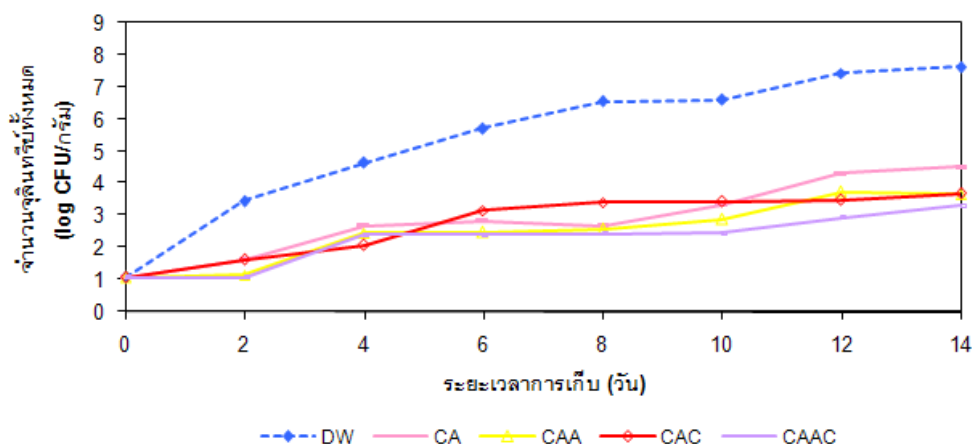
ภาพที่ 27-28 มะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิด โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบบนมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบร่วมกับสารด้านการเกิดสี น้ำตาลอยู่ระหว่าง 3.11-4.52 log CFU/กรัม ทั้งนี้การเติมแต่งสารด้านการเกิดสีน้ำตาลลงในสาร เคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ดีกว่าการใช้สารเคลือบบริโกลได้เพียงอย่างเดียว โดยสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมกับสารละลาย กรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีสเดอิน (CCAC) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดการเจริญของ จุลินทรีย์ รองลงมา คือ สารเคลือบแอลจินเตผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีส เดอิน (CAAC) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่ เคลือบสารเคลือบบริโกลได้ พบว่าภายหลังจากวันที่ 14 ของการเก็บ มะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสาร เคลือบบริโกลได้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 1 เท่า ทั้งนี้ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นอย่าง รวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ภายหลังระยะเวลาการ เก็บ 8 วันแรก ถึงแม้ว่าจุ่มในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลผสมทั้งสองชนิดก็ตาม แสดงว่าการใช้สาร

เคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้สารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงอย่างเดียว

การเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้สามารถลดและป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมสามารถเจริญได้ดีบนเนื้อมะม่วงตัดแต่ง ดังนั้นมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบจึงมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าจุลินทรีย์ที่พบบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับรายงานของ Lee *et al.* (2003) และ Rojas-Grau *et al.* (2008) พบว่าจำนวนของจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิปานกลางและจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำของชิ้นแอปเปิ้ลเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินตมีปริมาณไม่เกิน 10^4 และ 10^5 log CFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่แอปเปิ้ลตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเคลือบมีจำนวนจุลินทรีย์สูงกว่า 10^7 และ 10^8 log CFU/กรัม ทั้งนี้การเพิ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลลงในสารเคลือบทำให้สารเคลือบดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์



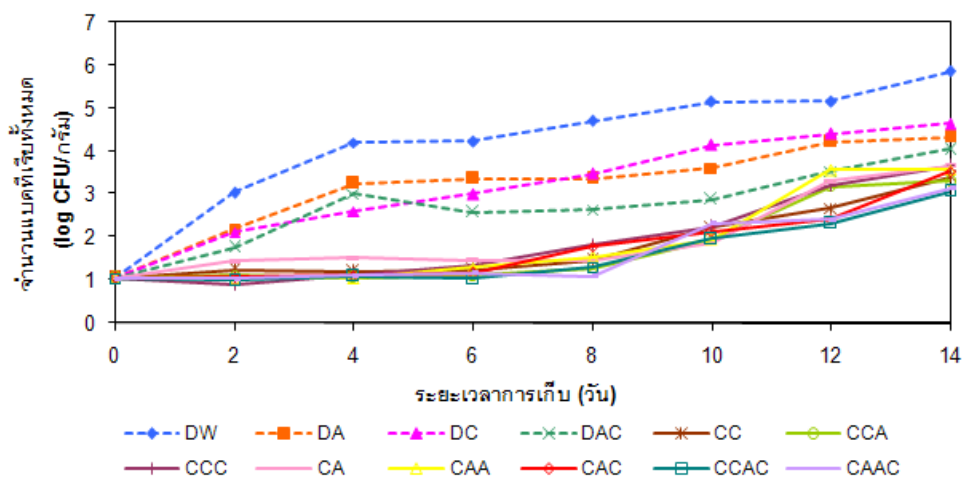
ภาพที่ 27 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแครวจิแนนร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 28 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินตร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.10.2 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 29) โดยจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาลอยู่ระหว่าง 4.04-4.32 log CFU/กรัม ในขณะที่แบคทีเรียทั้งหมดที่เจริญบนมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้อยู่ระหว่าง 3.06-3.65 log CFU/กรัม (ตารางผนวกที่ 39) จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนนผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีสเตอีน (CCAC) มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งจากการทดลองอื่นๆ อย่างไรก็ตามจำนวนของแบคทีเรียทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้อาจมีจำนวนต่ำกว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาลตลอดระยะเวลาการเก็บ แสดงว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้อาจสามารถลดการปนเปื้อนจากแบคทีเรียได้ดีกว่าการไม่เคลือบถึงแม้จะมีการจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาลร่วมด้วยก็ตาม



ภาพที่ 29 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

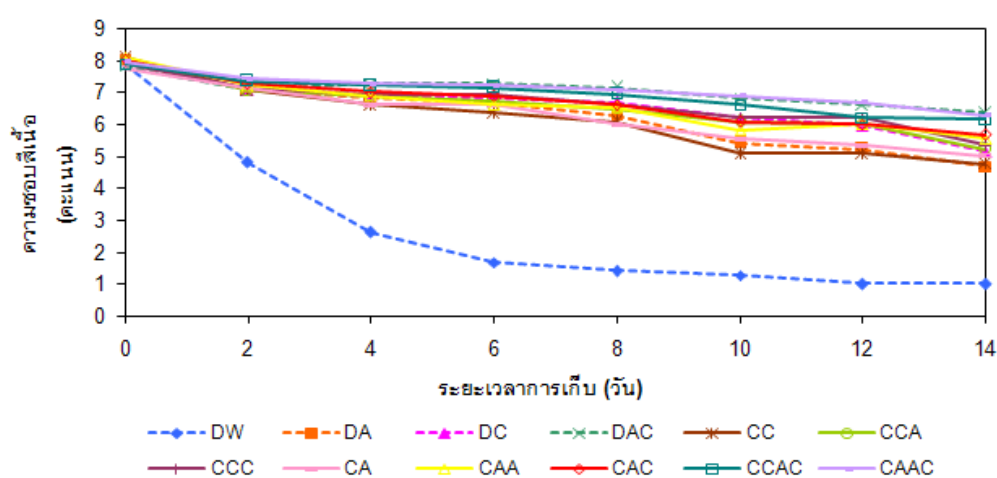
5. การประเมินอายุการเก็บมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้

การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งส่งผลกระทบต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภคในที่สุด การประเมินอายุการเก็บของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ประเมินจากการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องความชอบในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1 ความชอบสีเนื้อ

ความชอบสีเนื้อของมะม่วงตัดแต่งของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 30) ผู้บริโภคมีความชอบสีเนื้อของมะม่วงตัดแต่งไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อใช้สารต้านการเกิดสีน้ำตาลร่วมกันทั้งการผสมในสารเคลือบบริโกลได้และการจุ่มสารละลาย (ตารางผนวกที่ 40) การใช้สารต้านการเกิดสีน้ำตาลร่วมกันส่งผลให้ผู้บริโภคมีความชอบสีเนื้อของมะม่วงตัดแต่งมากกว่าการใช้สารต้านการเกิดสีน้ำตาลเพียงชนิดเดียว สำหรับมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิก (DA) สารละลายซีสเทอีน (DC) และสารละลายกรดแอสคอร์บิกผสมกับสารละลายซีสเทอีน (DAC) พบว่าผู้บริโภคยังให้การยอมรับสีเนื้อของมะม่วงตัดแต่งเมื่อระยะเวลาการเก็บเท่ากับ 8 วัน 10 วัน และ 14 วัน ตามลำดับ สำหรับการใส่สารเคลือบบริโกลได้

สารเคลือบบริโกลได้ผสมสารละลายกรดแอสคอร์บิก สารเคลือบบริโกลได้ผสมสารละลายซีสเทอีน และสารเคลือบบริโกลได้ผสมกับสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายซีสเทอีน ผู้บริโภคมองมีความชอบสีเนื้อของมะม่วงตัดแต่งเมื่อระยะเวลาการเก็บผ่านไป 8 วัน 12 วัน 12 วัน และ 14 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างของการยอมรับในเรื่องสีเนื้อของผู้บริโภคเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิด ($p > 0.05$)



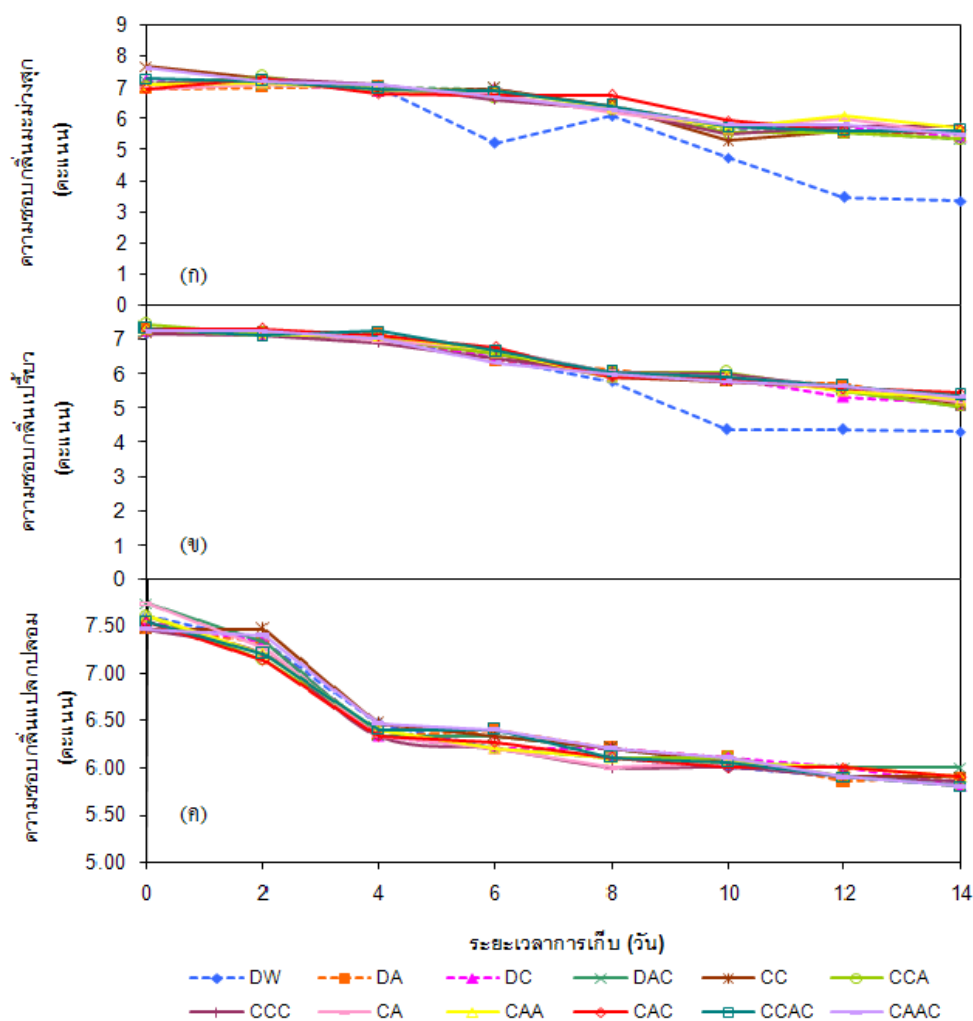
ภาพที่ 30 ความชอบสีเนื้อของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

5.2 ความชอบกลิ่นมะม่วง

ความชอบกลิ่นมะม่วงสุกและกลิ่นเปรี้ยวของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 31 (ก) และ (ข)) ในระยะเวลาการเก็บ 8 วันแรก พบว่าไม่มีความแตกต่าง ($p > 0.05$) ของความชอบกลิ่นมะม่วงสุกและกลิ่นเปรี้ยวของผู้บริโภคสำหรับมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารต้านการเกิดสีน้ำตาล มะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลและมะม่วงจุ่มน้ำกลั่น (ตารางผนวกที่ 41 และ 42)

ความชอบกลิ่นแปลกปลอมของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 31 (ค)) ในระยะเวลาการเก็บ 10 วันแรก ผู้บริโภคมีความชอบกลิ่นแปลกปลอมปานกลาง แสดงว่าระยะแรกของการเก็บไม่มีกลิ่นแปลกปลอมหรือมีกลิ่นแปลกปลอมน้อย แต่เมื่อถึง

วันที่ 14 ของการเก็บ พบว่าผู้บริโภคนั้นไม่สามารถบอกได้ว่าชอบหรือไม่ชอบกลิ่นแปลกปลอมที่พบได้บนมะม่วงตัดแต่ง (ตารางผนวกที่ 43) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างในเรื่องความชอบกลิ่นแปลกปลอมของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนั้นได้ ($p > 0.05$) สอดคล้องกับปริมาณเอทานอลที่ตรวจพบได้ในการทดลองพบว่ามะม่วงตัดแต่งเคลือบสารมีปริมาณเอทานอลล้นน้อยกว่าจนทำให้ผู้บริโภคนั้นไม่สามารถตรวจพบได้ เช่นเดียวกับรายงานของ Plotto *et al.* (2004) พบว่าไม่พบความแตกต่างของผู้บริโภคในเรื่องกลิ่นแปลกปลอมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลแล้วเคลือบด้วยสารเคลือบคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ ในขณะที่ Howard and Dewi (1995) กล่าวว่าความหนาของสารเคลือบมีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสะสมของเอทานอล ส่งผลให้เกิดกลิ่นไม่พึงปรารถนาที่ผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามในการทดลองควบคุมความหนาของสารเคลือบบริโภคนั้นได้ไว้เพียง 1 มิลลิเมตร อาจเป็นสาเหตุให้ไม่พบความแตกต่างของกลิ่นแปลกปลอมขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบสารเคลือบบริโภคนั้นได้ การจุ่มมะม่วงตัดแต่งในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลไม่ส่งผลต่อการยอมรับกลิ่นแปลกปลอม สอดคล้องกับรายงานของ Abbott *et al.* (2004) พบว่าการจุ่มแอปเปิ้ลตัดแต่งในสารละลายกรดแอสคอร์บิกไม่มีความแตกต่างในเรื่องกลิ่นและรสชาติจากผู้บริโภค ดังนั้นเมื่อนำผลไม้ตัดแต่งจุ่มในสารด้านการเกิดสีน้ำตาลบางชนิด จึงไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องของกลิ่นผิดปกติหรือกลิ่นแปลกปลอมต่างๆ ที่เกิดขึ้น

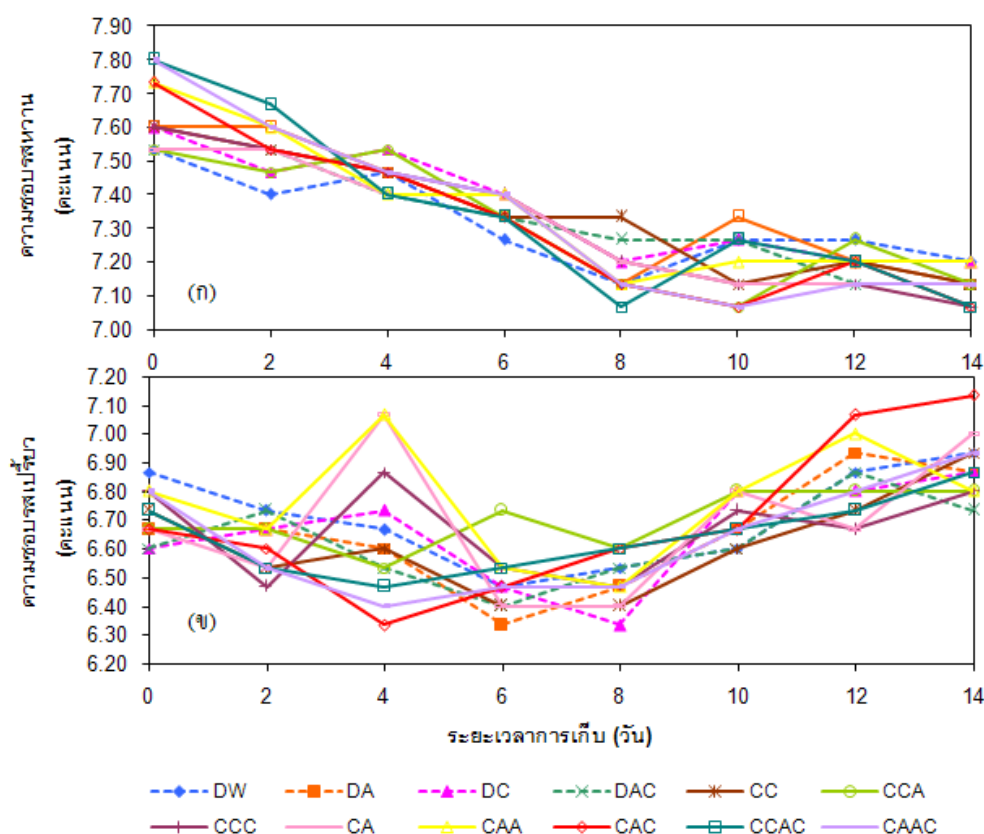


ภาพที่ 31 ความชอบกลิ่นมะม่วงสุก (ก) ความชอบกลิ่นเปรี้ยว (ข) และความชอบกลิ่นแปลกปลอม (ค) ของผู้บริโภคมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้ ร่วมกับสารต้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

5.3 ความชอบรสชาติ

ความชอบรสหวานของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 32 (ก)) คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งอยู่ระหว่าง 7.07-7.80 คะแนน ในขณะที่ความชอบรสเปรี้ยวของผู้บริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 32 (ข)) โดยคะแนนความชอบรสเปรี้ยวอยู่ระหว่าง 6.40-7.07 คะแนน ถือว่าผู้บริโภคมีความชอบรสหวานและรสเปรี้ยวในระดับปานกลาง ทั้งนี้พบว่าไม่มีความแตกต่าง ($p > 0.05$) ของความชอบรสชาติของ

มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ตลอดระยะเวลาการเก็บ (ตารางผนวกที่ 44 และ 45) แสดงว่าการเคลือบไม่มีผลต่อรสหวานและรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่ง

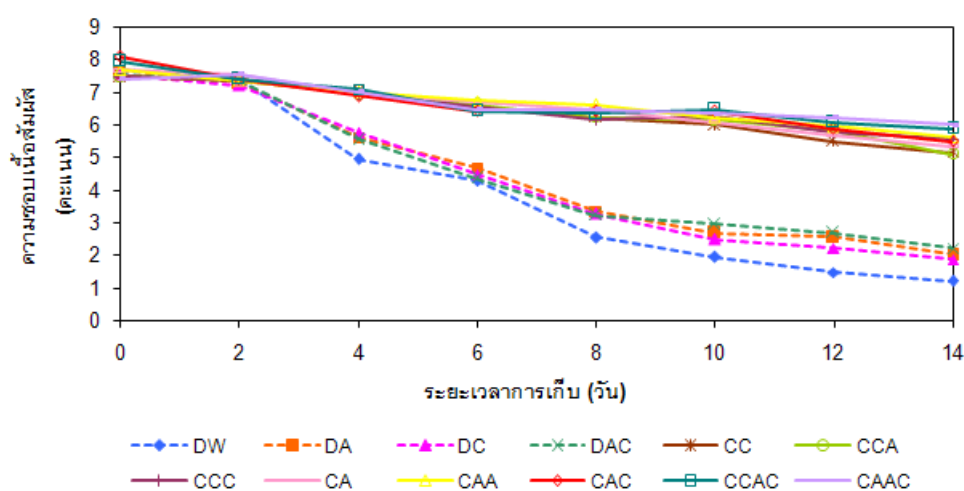


ภาพที่ 32 ความชอบรสหวาน (ก) และความชอบรสเปรี้ยว (ข) ของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

5.4 ความชอบเนื้อสัมผัส

ความชอบเนื้อสัมผัสของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 33) ความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลและมะม่วงตัดแต่งจุ่มน้ำกลั่นไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บ พบว่าผู้บริโภคไม่สามารถบอกได้ว่าชอบหรือไม่ชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลาย (ตารางผนวกที่ 46) ในขณะที่มะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิดร่วมกับการเติม

แต่งสารด้านการเกิดสีน้ำตาลสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสได้ดีกว่ามะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาล โดยผู้บริโภคมิพบความแตกต่างของความชอบเนื้อสัมผัสระหว่างสารเคลือบบริโภคนทั้งสองชนิดตลอดระยะเวลาการเก็บ 10 วันแรก ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อถึงวันที่ 12 ของการเก็บ พบว่าผู้บริโภคเริ่มไม่สามารถบอกได้ว่าชอบหรือไม่ชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่ง ทั้งนี้ผู้บริโภคมิพบความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโภคนได้ และมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บ



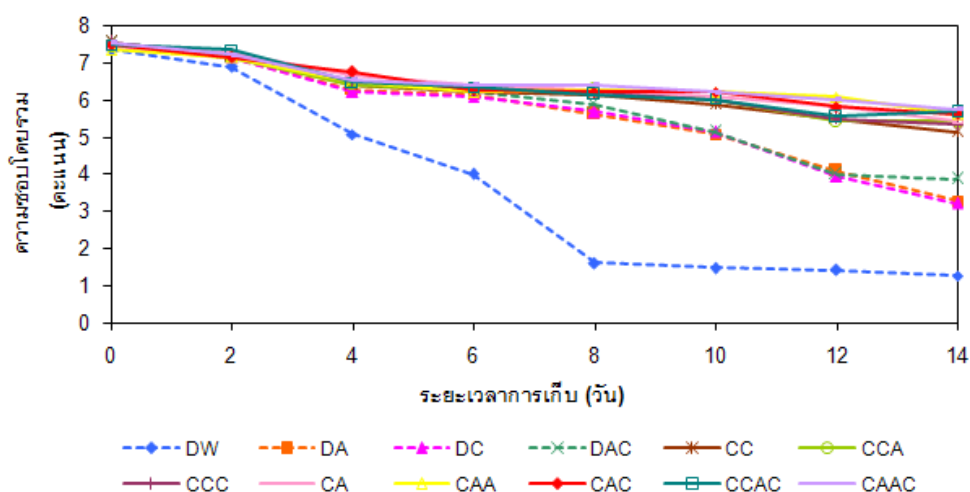
ภาพที่ 33 ความชอบเนื้อสัมผัสของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

5.5 ความชอบโดยรวม

ปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคมิใช้เป็นเกณฑ์สำคัญในการยอมรับมะม่วงตัดแต่งโดยรวมทั้งหมด คือ สีเนื้อและเนื้อสัมผัสของมะม่วง จากผลการทดสอบพบว่าความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 34) โดยผู้บริโภคมิมีความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกผสมสารละลายซีเอสดีเอ็น (DAC) สารละลายกรดแอสคอร์บิก (DA) สารละลายซีเอสดีเอ็น (DC) และน้ำกลั่น (DW) เมื่อระยะเวลาการเก็บเท่ากับ 8 วัน 6 วัน 6 วัน และ 2 วัน ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 47) การใช้สารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินตเคลือบบนมะม่วงตัดแต่งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อส่งผลให้ผู้บริโภคมิมีความชอบโดยรวมกับมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโภคนได้เมื่อระยะเวลา

การเก็บผ่านไปเท่ากับ 12 วัน อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) มะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลสามารถคงความชอบโดยรวมของผู้บริโภคได้นานเท่ากับ 6-8 วัน แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่การใช้สารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลยังคงความชอบโดยรวมของผู้บริโภคเมื่อระยะเวลาการเก็บมากกว่า 10 วัน เนื่องจากสารเคลือบบริโกลได้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของมะม่วงตัดแต่ง

เมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องลักษณะปรากฏของมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ทั้งสองชนิด เปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบ พบว่าร้อยละ 98 ของผู้ทดสอบให้การยอมรับสำหรับลักษณะปรากฏดังกล่าวบนมะม่วงตัดแต่ง โดยกล่าวว่ามะม่วงมีภาพลักษณ์ ความมันวาวและความน่ารับประทานเพิ่มสูงขึ้น ทั้งยังเพิ่มความน่าสนใจในผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ผู้บริโภคอีกร้อยละ 2 ไม่ยอมรับในลักษณะปรากฏดังกล่าว เนื่องจากกล่าวว่าการเคลือบสารอาจเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีบนผิวของมะม่วงตัดแต่ง ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างมะม่วงเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนนและมะม่วงเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินेट พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมะม่วงเคลือบด้วยสารเคลือบแคร์ราจีแนนประมาณร้อยละ 39 ในขณะที่ให้การยอมรับมะม่วงเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินेटประมาณร้อยละ 59



ภาพที่ 34 ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับสารด้านการเกิดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับตัวควบคุม เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาการพัฒนาสารเคลือบบริโกลได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. สารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นสารเคลือบสำหรับมะม่วงตัดแต่ง เนื่องจากสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่เหมาะสม
2. สารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับมะม่วงตัดแต่ง ได้แก่ กรดแอสคอร์บิกและซีตเตอินที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เนื่องจากสามารถลดการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในมะม่วงตัดแต่งและไม่ส่งผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสรวมถึงสมบัติทางกายภาพและการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของสารเคลือบเมื่อนำสารเหล่านั้นมาใช้ร่วมด้วย
3. สารเคลือบแคร์ราจีแนนและสารเคลือบแอลจินสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ อัตราการหายใจ ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนมะม่วงตัดแต่ง ทั้งยังไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณเอทานอล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความเป็นกรด-เบส ของมะม่วงตัดแต่ง เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งที่ไม่ได้เคลือบสาร
4. อายุการเก็บของมะม่วงตัดแต่งเคลือบสารเคลือบบริโกลได้ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกและซีตเตอิน เท่ากับ 12 วัน โดยผู้บริโภครประเมินอายุจากความชอบของสีเนื้อและเนื้อสัมผัส ทั้งนี้ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับภาพลักษณ์และลักษณะปรากฏของมะม่วงเคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้ โดยให้การยอมรับมะม่วงตัดแต่งเคลือบด้วยสารเคลือบแอลจินมากกว่าสารเคลือบแคร์ราจีแนน

ข้อเสนอแนะ

สารเคลือบบริโภครได้ที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมสำหรับมะม่วงคัดแต่งเท่านั้น ควรมีการพัฒนาสารเคลือบให้สามารถนำไปใช้กับผลไม้คัดแต่งได้หลายชนิด เนื่องจากสารเคลือบดังกล่าวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นกับผลไม้คัดแต่งได้ดี ทั้งยังง่าย สะดวกและประหยัดเวลาในการเตรียม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกศวดี อังษะวิสิทธิ์. 2552. การยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งด้วยฟิล์มที่มีสภาพให้ซึมผ่านได้ของแก๊สสูงและฟิล์มที่เติมสารต่อต้านจุลินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกศินี ระเมิดวงศ์. 2528. ไม้ผลเมืองร้อน. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ขจร เจริญศิริ, ช่อฟ้า ทองไทย, อภิญา อ้วนิก, ชื่นจิตต์ บุญเกิด, สรวง อุดมวรภัณฑ์, สุชาติ อุดมโสภกิจ และวรรณ เทพสิงห์. 2547. คู่มือปฏิบัติการแบคทีเรียวิทยา. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. 2551. เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จริงแท้ สิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ชนิด วานิกานุกูล. 2551. การพัฒนากระบวนการบรรจุและขนส่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงตรา กสานติกุล. 2526. การศึกษาการเจริญเติบโตการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและดัชนี การเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญกร อุดรรักษาดี. 2547. จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

นิธิยา รัตนปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. **โรคมะม่วง**. ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นาทอนงค์ สุวรรณมาโจ และพวงทิพย์ แสงหล้า. 2547. **ผลการใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกับสาร
เคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลตัดสดพร้อมบริโภค**. เทคนิคการวิจัย
ปริญญาดุษฎี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนัชญา งามศักดิ์. 2544. **การศึกษาการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศของมะม่วงสดตัดแต่งพันธุ์
โชคอนันต์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปน้อยที่สุด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: น้ำมะม่วง**. มพช.
701/2547.

สาขชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรง
พิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สมบัติ ดงเต้า. 2533. **การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ
ภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง (*Mangifera indica* L.) พันธุ์แรด**. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวภา ไชยวงศ์. 2547. **ความแตกต่างทางสรีรวิทยาและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้
และน้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2547. **ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร**. แหล่งที่มา:

<http://www.fda.moph.go.th/fdanet/html/product/food/ntf/DirtyFood3Attach.html>,

3 พฤศจิกายน, 2547.

ศูนย์สารสนเทศสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร**.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อภิชาติ ดะดุนแพพท์. 2534. **ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกทุเรียนของไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรณพ วราอัสวปดิ, ดาวเรือง ศรีกอก และ สมโภชน์ โกมลณณิ. 2532. การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมีระหว่างการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้, น. 536-537. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 16**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

Abbott, J. A., R. A. Saftner, K. C. Gross, B. T. Vinyard and J. Janick. 2004. Consumer evaluation and quality measurement of fresh-cut slices of “Fuji”, “Golden delicious”, “GoldRush”, and “Granny Smith” apples. **Postharvest Biol. Technol.** 33: 127-140.

Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. **Trends Food Sci. Technol.** 7(6): 179-187.

Altunkaya, A. and V. Gokmen. 2008. Effect of various inhibitors on enzymatic browning, antioxidant activity and total phenol content of fresh lettuce (*Lactuca sativa*). **Food Chem.** 107(3): 1173-1179.

Amarante, C. and N. H. Banks. 2001. Postharvest physiology and quality of coated fruit and vegetables. **Hortic. Rev.** 26: 161-238.

- Apichartvorasilp, S., V. Chonhenchob and B. R. Harte. 2005. Effect of polymeric films and modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut mangoes. **Kasetsart J. Nat. Sci.** 39: 119-127.
- Apintanapong, M., K. Cheachumluang, P. Suansawan and N. Thongprasert. 2007. Effect of antibrowning agents on banana slices and vacuum-fried slices. **J. Food Agr. Environ.** 5: 151-157.
- A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists. Inc.
- ASTM. 2002. Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor. ASTM D 3985-02. **Annual Book of ASTM Standards**. 15.09.
- _____. 2003. Standard test method for tensile properties of plastics. ASTM D 638-03. **Annual Book of ASTM Standards**. 08.02.
- Babic, I., G. Hilbert, C. Nguyen and J. Guiraud. 1992. The yeast flora of stored ready to use carrots and their role in spoilage. **Int. J. Food Sci. Technol.** 27(4): 473-484.
- _____ and A. E. Watada. 1996. Microbial populations of fresh-cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. **Postharvest Biol. Technol.** 9(2): 187-193.
- Bachmann, J. and R. Earles. 2000. **Postharvest Handling of Fruits and Vegetables**. Available Source: <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/postharvest.pdf>, January 10, 2009.

- Baldwin, E. A. 1994. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present, and future, pp. 25-64. *In* J. M. Krotcha, E. A. Baldwin and M. Nisperos-Carriedo, eds. **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality**. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA.
- _____, M. O. Nisperos-Carried and R. A. Baker. 1995. Use of edible coating for lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**. 30(1): 35–38.
- _____, J. K. Burns, W. Kazokas, J. K. Brecht, R. D. Hagenmaier and R. J Bender. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biol. Technol.** 17(3): 215-226.
- Banks, N. H. 1984. Some effects of TAL Pro-Long coating on ripening bananas. **J. Exp. Bot.** 35(1): 127–137.
- Bartz, J. A. and C. I. Wei. 2003. **Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables**. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Bauernfreund, J. C. and D. M. Pinkert. 1970. Food processing with added ascorbic acid. **Adv. Food Res.** 18: 220-315.
- Beaulieu, J. C. and J. R. Gorny. 2006. **The Commercial Storage of Fruits, Vegetable and Florist and Nursery Crop**. Agriculture Handbook. Available Source: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66>, November 5, 2008.
- Beuchat, L. R. and D. A. Golden. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. **Food Technol.** 43(1): 134-142.

- Bico, S. L. S., M. F. J. Raposo, R. M. S. C. Morais and A. M. M. B. Morais. 2009. Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. **Food Control**. 20(5): 508-514.
- Binder, A. 1997. **Agarose Gel Electrophoresis**. Available Source: <http://www.uni-graz.at/~binder/thesis/node41.html>, February 20, 2007.
- Brecht, K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**. 30(1): 18-22.
- Carlin , F., N. Gontard, M. Reich and C. Nguyen-The. 2006. Utilization of zein coating and sorbic acid to reduce *Listeria monocytogenes* growth on cooked sweet corn. **J. Food Sci.** 66(9): 1385-1389.
- Castaner, M., M. I. Gil and F. Arteas. 1997. Organic acids as browning inhibitors on harvested baby lettuce and endive. **Eur. Food Res. Technol.** 205(5): 375-379.
- Castanon, X., A. Argaz and A. Lopez-Malo. 1999. Effect of storage temperature on the microbial and color stability of banana puree with addition of vanillin or potassium sorbate. **Food Sci. Technol. Int.** 5(1): 51-58.
- Castrillo, M., N. J. Kruger and F. R. Whatley. 1992. Sucrose metabolism in mango fruit during ripening. **Plant Sci.** 84: 45-51.
- Cha, D. S., J. H. Choi, M. S. Chinnan and H. J. Park. 2002. The antimicrobial films based on Na-alginate and *K*-carrageenan. **LWT**. 35(8): 715-719.
- Chantanawarangoon, S. 2000. **Quality maintenance of fresh-cut mango cubes**. M.S.Thesis, University of California, Davis.

- Chaplin, M. 2007. **Polysaccharide**. Available Source: <http://www.lsbu.ac.uk/water/hyalg.html>, January 13, 2006.
- Charalambous, G. and G. Doxastakis. 1989. **Food Emulsifiers Chemistry Technology Functional Properties and Applications**. Elsevier Science Publishing Co., New York.
- Chonhenchob, V., Y. Chantarasomboon and S. P. Singh. 2007. Quality changes of treated fresh-cut tropical fruits in rigid modified atmosphere packaging containers. **Packag. Technol. Sci.** 20(1): 27–37.
- Coffey, D. C., D. A. Bell and A. Henderson. 1995. Cellulose and cellulose derivatives, pp. 123. In A. M. Stephen, ed. **Food Polysaccharides and their Applications**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Cuppett, S. L. 1994. **Edible Coating and Films to Improve Food Quality**. Technomic Publishing Co., Lancaster, Pennsylvania.
- Cuq, B., N. Gontard and S. Guilbert. 1995. Edible films and coatings as active layers, pp. 111–142. In M. L. Rooney, ed. **Active Food Packagings**. Blackie Acad. & Profess., Glasgow, Scotland.
- Debeaufort, F., J. A. Quezada-Gallo and A. Voilley. 1998. Edible films and coating: tomorrow's packagings: a review. **Crit. Rev. Food Sci.** 38: 299-313.
- Dong, X., R. E. Wrolstad and D. Sugar. 2000. Extending shelf life of fresh-cut pears. **J. Food Sci.** 65(1): 181–186.
- Ethiraj, S. and E. R. Suresh. 1988. Studies on micro-organisms associated during processing of mango. **Acta Hortic.** 231: 731–735.

- Fang, Y., S. Al-Assaf, G. O. Phillips, K. Nishinari, T. Funami and A. Williams. 2008. Binding behavior of calcium to polyuronates: comparison of pectin with alginate. **Carbohydr. Poly.** 72(2): 334-341.
- Food and Drug Administration. 1987. **Chemical preservatives**. Code of federal regulation, Title 21 part 182, Washington, DC.
- Fuchs, Y., E. Pesis and G. Zauberman. 1980. Changes in amylase activity, starch and sugar contents in mango fruit pulp. **Sci. Hort.** 13: 155-160.
- Ganz, A. J. 1977. Cellulose hydrocolloids, pp. 383-391. *In* H. Graham, ed. **Food Colloids**. AVI Pub. Co., Westport.
- Gemma, O. O., A. A. Ingrid and M. B. Olga. 2006. Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds. **J. Food Sci.** 71(3): 216-224.
- Glenn, G. M. and B. W. Poovaiah. 1985. Cuticular permeability to calcium compounds in “Golden Delicious” apple fruit. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 110: 192–195.
- Glicksman, M. 1982. **Food Hydrocolloids**. 1st ed. New York.
- Golan-Goldhirsh, A., J. R. Whitaker and V. Kahn. 1984. Relation between structure of polyphenol oxidase and prevention of browning. **Adv. Exp. Med. Biol.** 177: 437-456.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., C. Y. Wang and J. G. Buta. 2000. Maintaining quality of fresh-cut mangoes using antibrowning agents and modified atmosphere packaging. **J. Agric. Food Chem.** 48(9): 4204-4208.

Gonzalez-Aguilar, G. A., S. Ruiz-Cruza, R. Cruz-Valenzuelaa, A. Rodriguez-Flelixa and C. Y.

Wang. 2004. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. **LWT**. 37(3): 369-376.

_____, _____, H. Soto-Valdez, F. Vazquez-Ortiz, R. Pacheco-Aguilar¹ and C. Y. Wang.

2005. Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents. **Int. J. of Food Sci. Technol.** 40(4): 377–383.

_____, J. Celis, A. Sotelo-Mundo, R. Rogelio, R. De-la, A. Laura, R. G. Joaquin and A. P.

Emilio. 2008. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5°c. **Int. J. Food Sci. Technol.** 43(1): 91-101.

Gorny, J. R., B. Hess-Pierce, R. A. Cifuentes and A. A. Kader. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives.

Postharvest Biol. Technol. 24(3): 271-278.

Gould, G.W. 2000. The use of other chemical preservatives: sulfite and nitrite, pp. 200. *In* B.M.

Lund, T.C. Baird-Parker and G.W. Gould, eds. **The Microbiology Safety and Quality of Food**. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland.

Graham, H. D. 1978. **Encyclopedia of Food Science**. 1st ed. The AVI Publishing Co., New York.

Greve, L. C. and J. M. Labavitch. 1991. Cell wall metabolism in ripening fruit: V. analysis of cell wall synthesis in ripening tomato pericarp tissue using a D-[U-13C]-glucose tracer and gas chromatography-mass spectrometry. **Plant Physiol.** 97: 1456-1461.

Guerrero-Beltran, J. A., B. G. Swanson and G.V. Barbosa-Canovas. 2005. Inhibition of polyphenoloxidase in mango puree with 4-hexylresorcinol, cystein and ascorbic acid. **LWT**. 38(6): 625–630.

- Hayashi, K., M. Terada, T. Mizunuma and Y. Yokotsuka. 1979. Retarding effect of acetic acid on growth of contaminated bacteria during shoyu-koji making process. **J. Food Sci.** 44(2): 359-362.
- Hershko, V. and A. Nussinovitch. 1998. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium cepa*) skin. **Food Hydrocoll.** 12(2): 195-202.
- Howard, L. R. and T. Dewi. 1995. Sensory, microbiological and chemical quality of mini-peeled carrots as affected by edible coating treatment. **J. Food Sci.** 60(1): 142–144.
- Iyengar, R. and A .J. McEvily. 1992. Anti-browning agent: alternatives to the use of sulfites in foods. **Trends Food Sci. Technol.** 3: 60-64.
- Izumi, H., M. Nagano and Y. Ozaki. 2004. Microbial Evaluation of fresh marketed vegetables. **Journal Memoirs of teh School of Biology-Oriented Science and Technology of Kinki University.** 13: 15-22.
- Jacobi, K. K and J. E. Giles. 1997. Quality of ‘Kensington’ mango (*Mangifera indica* Linn.) fruit following combined vapour heat disinfestations and hot water disease control treatments. **Postharvest Biol. Technol.** 12(3): 285-292.
- Kader, A. A. 2008. **Fresh-Cut Mangoes as a Value-Added Product (Literature Review and Interviews).** Available Source: http://mango.org/media/31003/fresh_cut_mangos_literature_review.pdf, October 2, 2008
- Kahn, V. 1985. Effect of protein, protein hydrolyzates and amino acid on *o*-dihydroxyphenolase activity of polyphenol oxidase of mushroom, avocado, and banana. **J. Food Sci.** 50(1): 111-115.

- Kamelya, L. G. and G. A. Hasham. 2000. **Compositions and processes for maintaining the fresh sensory attributes of freshly-cut apples**. US Patent 6054160.
- Kanner, J., H. Mendel and P. Budowski. 1977. Prooxidant and antioxidant effects of ascorbic acid and metal salts in a β -carotene-linoleate model system. **J. Food Sci.** 42(1): 60-65.
- Karbowiak, T., F. Debeaufort and A. Voilley. 2007. Influence of thermal process on structure and functional properties of emulsion-based edible films. **Food Hydrocoll.** 21(5-6): 879–888.
- Kenneth, M. 2006. **Experiments in Metal Forming**. Available Source: <http://www.seattlerobotics.org/encoder/200610/article1/index.htm>, April 15, 2008.
- Kester, K. and O. Fennema. 1986. Edible films and coatings: a review. **Food Technol.** 12: 47-49.
- Kittur, F., N. Saroja and H. R. Tharanathan. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. **Eur. Food Res. Technol.** 213(4-5): 306-311.
- Knee, M. and I. M. Bartley. 1981. Composition and metabolism of cell wall polysaccharide in ripening fruits, pp. 133-148. *In* J. Friend and M. J. C. Rhodes, eds. **Recent Advance in the Biochemistry of Fruits and Vegetables**. Academic Press, London.
- Lamikanra, O. 2002. **Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market**. CRC Press, New York.
- Larsen, M. and C. B. Watkins. 1995. Firmness and concentrations of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberries stored in controlled and modified atmospheres **Postharvest Biol. Technol.** 5: 39-50.

- Lawless, T. H. and H. Heymann. 1998. **Sensory Evaluation of Food Principles and Practices**. Chapman and Hall, New York.
- Lazan, H., Z. M. Ali, C. Z. C. Chik and G. R. Chaplin. 1986. Polyphenol oxidase and associated ripening change in mangoes and the effect of heat treatment. **Asean Food J.** 2: 113-116.
- Lee, J. Y., H. J. Park, C. Y. Lee and W. Y. Choi. 2003. Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. **LWT.** 36(3): 323-329.
- Lee-Kim, M. S., E. S. Hwang and K. H. Kim. 2007. Inhibition studies on burdock polyphenyl oxidase (PPO) activity. **J. Food Process. Preserv.** 21(6): 485-494.
- Levine, A. S. and C. R. Fellers. 1940. Inhibiting effect of acetic acid upon microorganisms in the presence of sodium chloride and sucrose. **J. Bacteriol.** 40(2): 255-269.
- Li, P. and M. M. Barth. 1998. Impact of edible coating on nutritional and physiological changes in lightly- processed carrots. **Postharvest Biol. Technol.** 14: 51-60.
- Li-Qin, Z., Z. Jie, Z. Shu-Hua and G. Lai-Hui. 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. **Food Chem.** 114(1): 174-179.
- Limbanyen, A., J. K. Brecht, S. A. Sargent and J. A. Bartz. 1998. Fresh-cut mango fruit slices. **HortScience.** 33: 457-462.
- Lizada, G. B. 1993. Mango, pp. 255-271. In G. B. Seymour, J. E. Taylor and G. A. Tucker, eds. **Biochemistry of Fruit Ripening**. Chapman and Hall, London.

- Lowings, P. H. and D. F. Cutts. 1982. The preservation of fresh fruits and vegetables. *In* **Proceedings of the International Institute of the Food Science and Technology Annual Symposium**. Nottingham, England.
- Magnuson, J. A., A. J. King and T. Torok. 1990. Microflora of partially processed lettuce. **Appl. Environ. Microbiol.** 56(12): 3851-3854.
- Maftoonazad, N. and H. S. Ramaswamy. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methylcellulose-based coating. **LWT.** 38(6): 617–624.
- _____, _____, M. Moalemiyan and A. C. Kushalappa. 2007. Effect of pectin-based edible emulsion coating on changes in quality of avocado exposed to *Lasiodyplodia theobromae* infection. **Carbohydr. Poly.** 68(2): 341–349.
- Maria, A., R. Grau, A. Sobrino-Lopez, M. S. Tapia and O. Martin-Belloso. 2006. Browning inhibition in fresh-cut ‘Fuji’ apple slices by natural antibrowning agents. **J. Food Sci.** 71(1): 59-65.
- Marin, M. A. and M. P. Cano. 1992. Patterns of peroxidase in ripening mango (*Mangifera indica* L.) fruits. **J. Food Sci.** 57(3): 690-692.
- McCord, J. D. and A. Kilara. 1983. Control of enzymatic browning in processed mushroom (*Agaricus bisporus*). **J. Food Sci.** 48(5): 1479-1484.
- McEvily, A. J., R. Iyengar and W. S. Otwell. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverage. **Crit. Rev. Food Sci. Nutri.** 32(3): 253-273.
- Mohsenin, N. N. 1986. **Physical Properties of Plant and Animal Materials**. Gordon and Breach Publishers, New York.

- Moldao-Martins, M., S. M. Beirao-da-Costa and M. L. Beirao-da-Costa. 2003. The effects of edible coatings on postharvest quality of the “Bravo de Esmolfe” apple. **Eur. Food Res. Technol.** 217(4): 325-328.
- Monsalalve-Gonzalez, A., V. Gustavo, P. Ralph, J. McEvily and J. Rhada. 1993. Control of browning during storage of apple slice preserved by combined method 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. **J. Food Sci.** 58(4): 797-800.
- Nagonawa, R., N. Iwata, K. Ishikawa, H. Fukuda, T. Fujino and A. Suzuki. 1996. Inhibition of microbial growth by ajoene, a sulfur-containing compound derived from garlic. **Appl. Environ. Microbiol.** 62(11): 4238-4242.
- Nelson, P. E. and D. K. Tressler. 1980. **Fruit and Vegetable Juice Processing Technology.** 3rd ed. The AVI Publishing Co., Connecticut.
- Ngarmsak, M., B. Ooraikul, P. J. Delaquis, P. M. A. Toivonen and G. Mazza. 2005. Effect of sanitation treatments with heated, chlorinated water on the microbiology of fresh-cut Thai mangoes. **ISHS Acta Horticult.** 682: 1895-1900.
- _____, P. Delaquis, P. Toivonen, T. Ngarmsak, B. Ooraikul and G. Mazza. 2006. Microbiology of fresh-cut mangoes prepared from fruit sanitised in hot chlorinated water. **Food Sci. Technol. Int.** 12(2): 95–102.
- Nicolus, J. J., F. C. Richard-Forget, P. M. Goupy, M. J. Amiot and S. Y. Aubert. 1994. Enzymatic browning reaction in apple and apple products. **Crit. Rev. Food. Sci. Nutri.** 34(2): 105-157.
- Nielsen, M. K. and N. Arneborg. 2007. The effect of citric acid and pH on growth and metabolism of anaerobic *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces bailii* cultures. **Food Microbiol.** 24(1): 101-105.

- Nisperos-carriedo, M. O. 1994. Edible coatings and films based on polysaccharides, pp. 305-335. In J. M. Krochta, E. A. Baldwin and M. O. Nisperos-Carriedo, eds. **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality**. Technomic Publishing Co., Lancaster, Pennsylvania.
- Nussinovitch, A. and V. Hershko. 1996. Gellan and alginate vegetable coatings. **Carbohydr. Poly.** 30(2-3): 185-192.
- Oakenfull, D. and A. Scott. 1984. Hydrophobic interaction in the gelation of high methoxyl pectins. **J. Food Sci.** 49(4): 1093-1098.
- Olivas, G. I., J. J. Rodriguez and G. V. Barbosa-Canovas. 2003. Edible coatings composed of methylcellulose, stearic acid, and additives to preserve quality of pear wedges. **J. Food Process. Preserv.** 27(4): 299-320.
- _____ and G. V. Barbosa-Canovas. 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. **Crit. Rev. Food Sci. Nutri.** 45(7-8): 657-670.
- _____, D. S. Mattinson and G. V. Barbosa-Canovas. 2007. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. **Postharvest Biol. Technol.** 45(1): 89-96.
- Oms-Oliu, G., I. Aguilo-Aguayo and O. Martin-Belloso. 2006. Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds. **J. Food Sci.** 71(3): 216-224.
- _____, R. Soliva-Fortuny and O. Martin-Belloso. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. **LWT.** 41(10): 1862-1870.
- Ozoglu, H. and A. Bayindirli. 2002. Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. **Food Control.** 13: 213-221.

- Park, H. J. 1999. Development of advanced edible coating for fruits. **Trends Food Sci. Technol.** 10: 254-260.
- Parish, M. E., L. R. Beuchat, T. V. Suslow, L. J. Harris, E. H. Garrett, J. N. Farber and F. F. Busta. 2006. Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce. **CRFSFS.** 2(1): 161-173.
- Perez-Gago, M. B., M. Serrab, M. Alonso, M. Mateos and M. A. Del-Rio. 2005. Effect of whey protein and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. **Postharvest Biol. Technol.** 36(1): 77–85.
- Pesis, E. 2005. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. **Postharvest Biol. Technol.** 37(1): 1–19.
- Piagentini, A. M., D. R. Guemes and M. E. Pirovani. 2003. Mesophilic aerobic population of Fresh-cut spinach as affected by chemical treatment and type of packaging film. **J. Food Sci.** 68(2): 602-606.
- Pifferi, P. G., L. Baldassari and R. Cultrera. 1974. Inhibition by carboxylic acids of an odiphenol oxidase from *Prunus avium* fruits. **J. Sci Food Agric.** 25: 263–270.
- Plotto, A., J. Bai, E. A. Baldwin and J. K. Brecht. 2003. Effect of pretreatment of intact ‘Kent’ and ‘Tommy Atkins’ mangoes with ethanol vapor, heat or 1-methylcyclopropene on quality and shelf life of fresh-cut slices. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 116: 394-400.
- _____, K. L. Goodner and E. A. Baldwin. 2004. Effect of polysaccharide coatings on quality of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica*). **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 117: 382-388.

- Ponting, J. D., R. Jackson and G. Watters. 1972. Refrigerated apple slice: preservative effects of ascorbic acid, calcium and sulfite. **J. Food Sci.** 37(3): 434-436.
- Poubol, J. and H. Izumi. 2005a. Shelf-life and microbial quality. of fresh-cut mango cubes stored in high CO₂ controlled atmospheres. **J. Food Sci.** 70(1): 69-74.
- _____. 2005b. Physiology and microbiological quality of fresh-cut mango cubes as affected by high-O₂ controlled atmospheres. **J. Food Sci.** 70(6): 286-291.
- Rao, M. A. and H. J. Cooley. 1983. Dynamic rheological measurement of structure development in high-methoxyl pectin/fructose gel. **J. Food Sci.** 58(4): 876-879.
- Rathore, H. A., T. Masud, S. Sammi and A. H. Soomro. 2007. Effect of storage on physico-chemical composition and sensory properties of mango(*Mangifera indica* L.). **Pakistan J. Nutri.** 6(2): 143-148.
- Rattanapanone, N., Y. Lee, T. Wu and A. E. Watada. 2001. Quality and microbial changes of fresh-cut mango cubes held in controlled atmosphere. **HortScience.** 36(6): 1091-1095.
- Ribeiro, C., A. A. Vicente, J. A. Teixeira and C. Miranda. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biol. Technol.** 44(1): 63–70.
- Robert, C., F. Richard-Forget, C. Rough, M. Paion and F. Cadet. 1996. A kinetic study of inhibition of palmito polyphenol oxidase by L-cysteine. **Int. J. Biochem. Cell Biol.** 28(4): 457-463.

- Robles-Sanchez, R. M., M. A. Rojas-Grau, I. Odriozola-Serrano, G. A. Gonzalez-Aguilar and O. Martin-Belloso. 2009. Effect of minimal processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut 'Kent' mango (*Mangifera indica* L.). **Postharvest Biol. Technol.** 51(3): 384-390.
- Rocha, A. M. C. N. and A. M. M. B. Morais. 2003. Shelf life of minimally processed apple (cv. Jonagored) determined by colour changes. **Food Control.** 14(1): 13–20.
- Rojas-Grau, M. A., R. J. Avena-Bustillos, M. Friedman, P. R. Henika, O. Martin-Belloso and T. H. McHu. 2006. Mechanical, barrier, and antimicrobial properties of apple puree edible films containing plant essential oils. **J. Agri. Food Chem.** 54(24): 9262-9267.
- _____, M. S. Tapia and O. Martin-Belloso. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. **LWT.** 41(1): 139-147.
- Saltveit, M. E. 1997. Physical and physiological changes in minimally processed fruit and vegetables, pp. 205-220. *In* F. A. Tomas-Bar Beran and R. J. Robins, eds. **Phytochemistry of Fruit and Vegetables.** Oxford Science Publications, Oxford.
- Santerre, C. R., J. N. Cash and D. J. Vannorman. 1988. Ascorbic acid/citric acid combination in the processing of frozen apple slices. **J. Food Sci.** 53(6): 1713-1716.
- Sapers, G. M. and F. W. Douglas. 1987. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. **J. Food Sci.** 52(5): 1258-1262.
- _____. 1993. Browning of foods: control by sulfites an antioxidants and other means. **Food Technol.** 47(10): 75-84.
- _____ and R. L. Miller. 1998. Browning inhibition in fresh-cut pears. **J. Food Sci.** 63(2): 342-346.

- Seymour, G. B., H. Wainwright and H. G. A. Tucker. 1991. Cell wall changes in ripening fruit. **Acta Horticult.** 269: 249-255.
- Schlimme, D. V. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. **HortScience.** 30: 15-17.
- Schultz, T. H., H. S. Owens and W. D. Maclay. 1984. Pectinase films. **J. Colloid Sci.** 3: 53-58.
- Selby, H. M., W. M. Wynne and R. L. Whistler. 1973. **Industrial Gums.** 2nd ed. Academic Press, New York.
- Selvaraj, Y. and R. Kumar. 1989. Changes in sugars, organic acids, amino acids, lipid constituents and aroma characteristics of ripening mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **J. Food Sci. Technol.** 26(6): 308-313.
- Soliva-Fortuny, R. C. and O. Martin-Belloso. 2003. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits. **Trends Food Sci. Technol.** 14: 341-353.
- Son, S. M., K. D. Moon and C. Y. Lee. 2000. Kinetic study of oxalic acid inhibition on enzymatic browning. **J. Agric. Food Chem.** 48(6): 2071-2074.
- _____. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agent an apple slices. **Food Chem.** 73(1): 23-30.
- Stephen, A. M. 1995. **Food Polysaccharides and their Application.** Marcel, Inc., New York.
- Tefera, A., T. Seyoum and K. Woldetsadik. 2007. Effect of disinfection, packaging and storage environmental on the shelf life of mango. **Biosystems Eng.** 96(2): 201-212.

- Thompson, A. K. 2003. **Fruit and Vegetables Harvesting, Handling and Storage**. Blackwell Publishing Ltd., Bedford, England.
- Tovar, B., L. I. Ibarra, H. S. García and M. Mata. 2000. Some compositional changes in Kent mango (*Mangifera indica*) slices during storage. **J. Appl. Hort.** 2(1): 10-14.
- _____, H. S., Garcia and M. Mata. 2001. Physiology of pre-cut mango. II. evolution of organic acids. **Food Res. Int.** 34: 705–714.
- Truesdell, S. J., J. C. Sims, P. A. Boerman, J. L. Seymour and R. A. Lazarus. 1991. Pathways for metabolism of ketoaldonic acids in an *Erwinia* sp. **J. Bacteriol.** 173(21): 6651-6656.
- Vamos-Vigyazo, L. 1981. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **Crit. Rev. Food Sci. Nutri.** 15(1): 49-127.
- _____. 1995. Prevention of enzymatic browning in fruits and vegetables: a review of principles and practice, pp. 49-63. In C. Y. Lee and J. R. Whitaker, eds. **ACS Symposium Series 600**. Washington, D.C.
- Vazquez-Salinas, C. and S. Lakshminarayana. 1985. Composition changes in mango fruit during ripening at different storage temperature. **J. Food Sci.** 50(6): 1646-1648.
- Veltman, R. H., R. M. Kho, A. C. R. Van-Schaik, M. G. Sanders and J. Oosterhaven. 2000. Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. **Postharvest Biol. Technol.** 19(2): 129-137.
- Vilas-Boas, B. and A. A. Kader. 2006. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biol. Technol.** 39(2): 155–162.

Yoruk, R. and M. R. Marshall. 2003. A survey on the potential mode of inhibition for oxalic acid on polyphenol oxidase. **J. Food Sci.** 68(8): 2479–2485.

_____, S. Yoruk, M. O. Balaban and M. R. Marshall. 2004. Machine vision analysis of antibrowning potency for oxalic acid: a comparative investigation on banana and apple. **J. Food Sci.** 69(6): 281-289.

Watada, A. E. and L. Qi. 1999. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biol. Technol.** 15(3): 201-205.

Wong, D. W. S., W. M. Camirand and A. E. Pavlath. 1994a. Development of edible coatings for minimally processed fruits and vegetables, pp. 65-88. *In* J. M. Krotcha, E. A. Baldwin, and M. Nisperos-Carriedo, eds. **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality**. Technomic Publishing Co., Lancaster, Pennsylvania.

_____, S. J. Tillin, J. S. Hudson and A. E. Pavlath. 1994b. Gas exchange in cut apples with bilayer coatings. **J. Agri. Food Chem.** 42(10): 2278-2285.

Wood, C. G. 1974. Seaweed Extract. **J. Chem. Edu.** 51: 449-452.

Zheng, X. and S. Tian. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. **J. Food Chem.** 96(4): 519-523.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

สารด้านการเกิดสี น้ำตาล	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ร้อยละ)*													
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	2.87 ^e	8.82 ^b	10.44 ^c	13.55 ^b	14.30 ^c	18.42 ^a	20.57 ^a	23.01 ^a	26.03 ^a	26.80 ^a	32.95 ^a	33.40 ^a	33.32 ^a	33.78 ^a
กรดแอสซิดิก	0.58 ^g	5.78 ^d	4.86 ^g	8.67 ^e	7.93 ^f	9.53 ^c	9.70 ^g	11.37 ^g	12.47 ^f	14.30 ^f	14.76 ^c	16.38 ^c	18.34 ^c	19.19 ^c
กรดซอร์บิก	5.35 ^b	12.42 ^a	12.62 ^a	13.69 ^a	14.71 ^a	15.53 ^b	18.65 ^b	20.18 ^c	20.40 ^c	19.59 ^c	21.63 ^c	20.32 ^c	21.58 ^c	21.81 ^c
ซีสแตอิน	0.78 ^f	3.87 ^f	5.66 ^f	5.59 ^g	5.52 ^g	6.18 ^g	9.93 ^f	12.11 ^f	12.07 ^g	10.77 ^g	10.85 ^g	12.08 ^g	13.22 ^g	12.83 ^g
กรดแอสคอร์บิก	4.73 ^c	5.51 ^e	7.84 ^c	8.05 ^f	8.61 ^e	8.36 ^f	9.96 ^c	12.99 ^c	13.31 ^e	14.35 ^e	13.96 ^f	13.37 ^f	13.40 ^f	14.03 ^f
กรดซิตริก	5.92 ^a	8.82 ^b	10.16 ^d	10.32 ^d	12.37 ^d	12.07 ^d	12.80 ^d	15.96 ^d	16.39 ^d	15.05 ^d	17.12 ^d	17.54 ^d	18.50 ^d	18.48 ^d
กรดออกซาลิก	4.22 ^d	8.17 ^c	12.35 ^b	12.68 ^c	14.60 ^b	15.15 ^c	17.79 ^c	22.01 ^b	25.93 ^b	26.89 ^b	28.98 ^b	28.84 ^b	23.88 ^b	30.34 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

สารด้านการเกิด สีน้ำตาล	การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (ร้อยละ)*													
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	54.51 ^a	79.15 ^a	99.73 ^a	108.76 ^c	126.72 ^b	134.43 ^b	142.56 ^a	146.49 ^a	164.49 ^a	171.61 ^a	172.14 ^a	174.14 ^a	176.62 ^a	180.89 ^a
กรดแอสซิดิก	40.07 ^c	62.32 ^e	81.62 ^d	81.99 ^f	95.77 ^e	108.27 ^e	114.15 ^f	122.61 ^e	122.61 ^e	134.56 ^e	141.18 ^e	143.01 ^e	145.04 ^e	149.08 ^e
กรดซอร์บิก	51.19 ^b	77.89 ^b	97.51 ^b	115.80 ^a	128.46 ^a	132.13 ^c	135.96 ^c	139.02 ^c	139.02 ^b	154.90 ^b	161.86 ^b	162.24 ^b	164.12 ^b	164.23 ^b
ซีสเทอีน	21.08 ^g	44.35 ^g	72.95 ^c	72.61 ^g	84.95 ^g	90.57 ^g	103.74 ^g	107.21 ^g	107.21 ^g	117.68 ^g	122.09 ^g	125.35 ^g	128.33 ^g	130.86 ^g
กรด แอสคอร์บิก	46.32 ^d	64.90 ^d	81.00 ^d	91.68 ^d	94.94 ^f	103.74 ^f	114.35 ^e	117.23 ^f	117.23 ^f	128.39 ^f	132.23 ^f	133.19 ^f	132.74 ^f	136.10 ^f
กรดซิตริก	35.91 ^f	57.51 ^f	73.28 ^c	84.77 ^c	103.90 ^d	115.19 ^d	125.36 ^d	130.04 ^d	130.04 ^d	143.44 ^d	144.73 ^d	146.56 ^d	147.58 ^d	149.17 ^d
กรดออกซาลิก	47.02 ^c	74.21 ^c	93.63 ^c	110.69 ^b	124.54 ^c	134.35 ^a	138.81 ^b	143.02 ^b	143.02 ^c	149.95 ^c	159.87 ^c	161.26 ^c	164.74 ^c	166.48 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารด้านการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

สารด้านการเกิดสีน้ำตาล	การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (ร้อยละ)*													
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	4.51 ^a	4.90 ^a	7.61 ^a	9.97 ^a	11.65 ^a	11.88 ^b	13.91 ^b	14.99 ^b	19.26 ^a	22.31 ^a	25.36 ^a	26.42 ^a	28.81 ^a	30.26 ^a
กรดแอสซิดิก	1.84 ^d	3.88 ^b	2.57 ^c	4.62 ^d	4.95 ^d	5.83 ^d	6.11 ^d	8.08 ^d	7.32 ^c	9.46 ^c	12.98 ^d	12.40 ^c	13.46 ^c	15.16 ^c
กรดซอร์บิก	2.94 ^b	3.11 ^d	4.70 ^b	7.29 ^b	10.01 ^b	10.88 ^c	13.51 ^b	13.93 ^c	15.31 ^b	14.22 ^c	17.88 ^c	18.02 ^c	19.75 ^c	20.94 ^c
ซีสแตอิน	1.58 ^e	0.69 ^g	2.37 ^f	2.80 ^f	3.45 ^f	4.36 ^f	4.58 ^f	5.76 ^g	6.41 ^f	7.75 ^g	9.60 ^f	10.11 ^f	10.13 ^g	9.78 ^g
กรดแอสคอร์บิก	1.87 ^d	2.39 ^c	3.21 ^d	3.52 ^c	3.87 ^c	4.45 ^c	4.80 ^c	6.76 ^f	7.70 ^d	8.13 ^f	9.05 ^g	9.87 ^g	10.71 ^f	13.06 ^f
กรดซิตริก	1.26 ^f	1.50 ^f	2.01 ^g	2.42 ^g	2.66 ^g	4.41 ^f	6.37 ^c	7.30 ^c	9.64 ^c	9.67 ^d	11.06 ^c	12.63 ^d	13.78 ^d	16.19 ^d
กรดออกซาลิก	2.41 ^c	3.44 ^c	4.35 ^c	7.24 ^c	9.66 ^c	13.50 ^a	14.77 ^a	18.36 ^a	19.44 ^a	18.93 ^b	21.21 ^b	23.16 ^b	24.38 ^b	27.30 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตร)	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	10.74 ^a	16.59 ^a	17.62 ^a	18.42 ^a	18.86 ^a	19.34 ^a	21.40 ^a	22.90 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	4.98 ^g	7.67 ^h	8.28 ^h	8.56 ^h	7.99 ^h	9.69 ^h	11.30 ^h	11.47 ^h
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	6.71 ^f	11.27 ^c	11.26 ^g	12.74 ^g	12.57 ^g	13.87 ^g	14.42 ^g	15.26 ^g
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.55 ^e	9.96 ^g	12.36 ^f	13.19 ^f	13.42 ^f	15.19 ^f	15.19 ^f	17.62 ^f
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	9.02 ^d	11.01 ^f	13.38 ^e	14.03 ^e	13.99 ^e	14.81 ^e	15.40 ^e	17.67 ^e
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	9.04 ^d	11.77 ^d	13.46 ^d	14.58 ^d	15.66 ^d	16.08 ^d	16.68 ^d	18.06 ^d
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	9.76 ^b	15.25 ^b	16.38 ^c	17.28 ^b	17.27 ^b	17.49 ^c	18.62 ^c	19.70 ^c
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	9.48 ^c	13.90 ^c	16.86 ^b	17.06 ^c	16.00 ^c	18.02 ^b	20.40 ^b	20.69 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตร)	การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	81.21 ^a	133.00 ^a	143.53 ^a	152.76 ^a	162.84 ^a	166.52 ^a	168.29 ^a	171.52 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	59.48 ^g	68.81 ^h	85.96 ^h	97.66 ^h	98.16 ^h	107.62 ^h	117.02 ^h	118.61 ^h
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	74.28 ^h	106.10 ^g	113.36 ^g	120.59 ^g	123.33 ^g	124.50 ^g	126.74 ^g	128.23 ^g
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	64.12 ^f	104.16 ^f	117.98 ^f	123.99 ^f	128.72 ^f	131.18 ^f	134.50 ^f	135.36 ^f
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	76.03 ^c	112.83 ^c	120.65 ^c	127.91 ^c	132.42 ^c	136.30 ^c	138.33 ^c	141.46 ^c
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	66.00 ^e	111.09 ^d	123.96 ^d	131.11 ^d	133.69 ^d	137.85 ^d	140.77 ^d	141.74 ^d
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	77.21 ^b	108.12 ^c	126.41 ^c	134.00 ^c	139.21 ^c	142.38 ^c	144.31 ^c	145.35 ^c
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	70.19 ^d	123.28 ^b	133.49 ^b	144.34 ^b	145.71 ^b	150.01 ^b	152.44 ^b	153.86 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวดังหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตร)	การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	1.23 ^c	2.60 ^f	7.22 ^a	10.00 ^b	14.85 ^a	19.26 ^a	23.85 ^a	26.37 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	0.94 ^d	0.58 ^h	2.53 ^h	3.84 ^g	5.88 ^h	6.32 ^h	8.23 ^h	8.60 ^h
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	0.17 ^c	3.16 ^d	3.99 ^c	5.34 ^f	7.25 ^g	9.68 ^g	11.62 ^g	13.15 ^g
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	0.11 ^f	2.15 ^g	3.83 ^f	4.64 ^e	8.97 ^e	10.66 ^f	12.40 ^f	13.97 ^f
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	2.62 ^a	4.31 ^c	3.47 ^g	6.61 ^d	8.10 ^f	12.20 ^d	13.80 ^e	15.29 ^c
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	1.25 ^c	4.89 ^a	5.13 ^b	8.53 ^c	11.16 ^d	11.56 ^e	16.54 ^d	16.02 ^d
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	1.23 ^c	2.60 ^e	4.35 ^d	10.00 ^b	13.42 ^c	16.40 ^c	18.12 ^c	17.77 ^c
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	2.20 ^b	4.59 ^b	5.05 ^c	11.46 ^a	14.61 ^b	17.47 ^b	20.48 ^b	21.84 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเดอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตร)	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	14.36 ^a	19.56 ^a	20.60 ^a	20.47 ^a	20.68 ^a	21.14 ^a	21.96 ^a	22.49 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 2	2.83 ^h	5.49 ^h	4.86 ^h	5.98 ^h	7.18 ^g	7.95 ^h	8.31 ^h	9.44 ^h
ซีสเดอินร้อยละ 1.5	7.35 ^g	7.35 ^g	7.92 ^g	8.10 ^g	8.26 ^f	9.19 ^g	10.92 ^g	11.06 ^g
ซีสเดอินร้อยละ 1	7.75 ^f	8.76 ^f	9.32 ^f	8.77 ^f	8.29 ^f	9.28 ^f	11.26 ^f	11.77 ^f
ซีสเดอินร้อยละ 0.5	8.30 ^d	11.76 ^d	12.66 ^d	13.84 ^b	14.18 ^b	15.37 ^b	15.74 ^c	15.86 ^c
ซีสเดอินร้อยละ 0.25	9.38 ^c	12.58 ^b	13.79 ^b	12.77 ^d	13.19 ^d	13.56 ^d	16.70 ^c	16.94 ^d
ซีสเดอินร้อยละ 0.1	7.92 ^e	11.44 ^e	11.38 ^e	12.05 ^e	12.01 ^e	13.27 ^e	15.82 ^d	17.37 ^c
ซีสเดอินร้อยละ 0.05	10.24 ^b	12.56 ^c	13.12 ^c	13.28 ^c	13.68 ^c	14.39 ^c	17.08 ^b	17.30 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวดังหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเดอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตร)	การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	102.67 ^a	127.90 ^a	125.97 ^a	131.70 ^a	134.09 ^a	72.59 ^h	77.75 ^g	89.20 ^f
ซีสเดอินร้อยละ 2	46.84 ^h	61.60 ^h	67.40 ^h	70.64 ^h	98.25 ^c	102.74 ^d	112.85 ^c	127.27 ^b
ซีสเดอินร้อยละ 1.5	64.88 ^c	67.99 ^g	72.28 ^g	75.26 ^g	136.70 ^a	75.51 ^h	86.90 ^g	96.64 ^f
ซีสเดอินร้อยละ 1	67.68 ^d	75.52 ^f	81.70 ^f	84.36 ^f	101.30 ^e	104.72 ^d	114.92 ^c	129.31 ^b
ซีสเดอินร้อยละ 0.5	51.95 ^g	81.20 ^e	90.57 ^e	94.03 ^e	138.10 ^a	140.59 ^a	83.56 ^h	85.86 ^h
ซีสเดอินร้อยละ 0.25	68.96 ^c	93.54 ^c	97.05 ^d	99.81 ^d	94.22 ^g	98.46 ^g	98.97 ^f	102.97 ^f
ซีสเดอินร้อยละ 0.1	60.05 ^f	91.10 ^d	103.01 ^c	108.63 ^c	103.03 ^e	103.14 ^e	106.54 ^d	109.20 ^d
ซีสเดอินร้อยละ 0.05	77.96 ^b	110.76 ^b	118.00 ^b	125.32 ^b	116.26 ^c	117.20 ^c	130.96 ^b	132.20 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองบนมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเทอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตร)	การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ตัวควบคุม (น้ำกลั่น)	2.86 ^a	0.17 ^g	0.57 ^c	2.02 ^c	21.68 ^a	5.32 ^h	6.51 ^g	8.16 ^f
ซีสเทอีนร้อยละ 2	0.22 ^g	0.38 ^f	2.56 ^b	1.85 ^d	9.78 ^d	10.56 ^c	9.06 ^c	11.18 ^b
ซีสเทอีนร้อยละ 1.5	7.36 ^a	2.24 ^h	3.18 ^f	6.22 ^b	21.79 ^a	7.07 ^h	8.08 ^g	10.31 ^f
ซีสเทอีนร้อยละ 1	2.73 ^g	3.92 ^e	4.67 ^d	5.64 ^c	12.21 ^e	12.42 ^d	13.78 ^c	16.89 ^b
ซีสเทอีนร้อยละ 0.5	12.83 ^a	3.52 ^g	3.01 ^h	7.48 ^b	25.52 ^a	29.47 ^a	8.57 ^h	8.52 ^h
ซีสเทอีนร้อยละ 0.25	7.27 ^c	4.59 ^f	7.02 ^d	6.71 ^e	10.98 ^g	11.26 ^g	12.24 ^f	13.41 ^f
ซีสเทอีนร้อยละ 0.1	19.05 ^a	4.99 ^h	4.67 ^g	6.48 ^f	13.66 ^e	14.55 ^e	13.38 ^d	15.30 ^d
ซีสเทอีนร้อยละ 0.05	8.35 ^c	7.72 ^d	7.46 ^c	8.41 ^b	15.40 ^c	16.19 ^c	17.38 ^b	18.77 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 10 คะแนนความชอบสีเนื้อมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบสีเนื้อ (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.90 ± 0.74^a	7.30 ± 0.67^a	7.10 ± 0.57^a	7.10 ± 0.32^a	6.80 ± 0.63^a	6.50 ± 0.53^a	5.40 ± 0.84^a	4.80 ± 0.79^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.80 ± 0.79^a	7.20 ± 0.63^a	7.10 ± 0.57^a	7.00 ± 0.94^a	6.70 ± 1.34^a	6.20 ± 1.03^{ab}	5.10 ± 0.74^{ab}	4.30 ± 0.82^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.90 ± 0.88^a	7.30 ± 0.95^a	7.00 ± 1.15^a	7.00 ± 1.15^a	6.50 ± 0.85^a	6.20 ± 0.63^{ab}	5.10 ± 0.74^{ab}	4.10 ± 1.52^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	7.90 ± 0.74^a	7.10 ± 0.57^a	6.80 ± 0.92^a	6.50 ± 0.97^a	6.30 ± 1.34^a	6.00 ± 1.25^{ab}	4.90 ± 0.99^{ab}	4.20 ± 1.40^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	8.00 ± 0.82^a	7.10 ± 0.99^a	6.80 ± 1.40^a	6.40 ± 1.17^a	6.30 ± 1.06^a	5.50 ± 1.08^{bc}	4.70 ± 1.25^{ab}	4.00 ± 0.67^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	7.80 ± 0.79^a	7.00 ± 0.67^a	6.80 ± 1.14^a	6.30 ± 0.95^a	5.90 ± 1.10^a	4.90 ± 0.74^c	4.30 ± 1.06^b	4.10 ± 1.20^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.80 ± 0.79^a	7.00 ± 0.67^a	6.60 ± 0.84^a	6.40 ± 0.70^a	5.80 ± 0.92^a	4.90 ± 0.74^c	4.30 ± 0.82^b	4.00 ± 1.15^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	8.00 ± 0.82^a	5.90 ± 0.99^b	4.50 ± 1.18^b	2.70 ± 0.82^b	2.30 ± 0.67^b	1.90 ± 0.57^d	1.70 ± 0.48^c	1.50 ± 0.53^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 11 คะแนนความชอบกลิ่นมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบกลิ่นมะม่วงสุก (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a	6.50 $\pm$ 0.53 ^a	6.40 $\pm$ 0.70 ^a	6.10 $\pm$ 0.74 ^a	5.80 $\pm$ 1.03 ^a	5.30 $\pm$ 1.25 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a	6.70 $\pm$ 0.67 ^a	6.60 $\pm$ 0.70 ^a	6.20 $\pm$ 0.92 ^a	5.80 $\pm$ 1.48 ^a	5.00 $\pm$ 1.15 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.90 $\pm$ 0.57 ^a	7.00 $\pm$ 0.00 ^a	6.60 $\pm$ 0.70 ^a	6.50 $\pm$ 0.71 ^a	6.20 $\pm$ 0.92 ^a	6.00 $\pm$ 1.33 ^a	5.40 $\pm$ 1.17 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	6.90 $\pm$ 1.10 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	6.90 $\pm$ 1.10 ^a	6.50 $\pm$ 0.97 ^a	6.30 $\pm$ 1.16 ^a	6.10 $\pm$ 1.20 ^a	5.70 $\pm$ 0.82 ^a	5.30 $\pm$ 1.25 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.70 $\pm$ 0.67 ^a	6.50 $\pm$ 0.85 ^a	6.30 $\pm$ 1.06 ^a	6.00 $\pm$ 0.94 ^a	5.40 $\pm$ 1.07 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	6.90 $\pm$ 1.20 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.60 $\pm$ 1.17 ^a	6.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.40 $\pm$ 1.35 ^a	5.80 $\pm$ 1.14 ^a	5.00 $\pm$ 1.05 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	6.80 $\pm$ 1.14 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	6.80 $\pm$ 0.92 ^a	6.60 $\pm$ 1.07 ^a	6.40 $\pm$ 0.97 ^a	6.20 $\pm$ 1.14 ^a	5.70 $\pm$ 1.06 ^a	5.10 $\pm$ 0.88 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	7.00 $\pm$ 1.05 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	6.60 $\pm$ 0.97 ^a	6.40 $\pm$ 0.52 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.10 $\pm$ 1.10 ^a	4.50 $\pm$ 0.53 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 12 คะแนนความชอบกลิ่นเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจีโนมสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบกลิ่นเปรี้ยว (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.20 $\pm$ 1.03 ^a	5.20 $\pm$ 0.63 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.20 $\pm$ 0.92 ^a	5.10 $\pm$ 0.74 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.10 $\pm$ 1.10 ^a	7.40 $\pm$ 0.84 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.80 $\pm$ 1.03 ^a	6.30 $\pm$ 0.67 ^a	5.00 $\pm$ 0.82 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.40 $\pm$ 0.84 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 1.03 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.30 $\pm$ 0.95 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	6.10 $\pm$ 0.57 ^a	5.30 $\pm$ 0.95 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	7.10 $\pm$ 1.52 ^a	7.10 $\pm$ 1.20 ^a	7.40 $\pm$ 0.97 ^a	7.50 $\pm$ 1.27 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.80 $\pm$ 1.14 ^a	6.20 $\pm$ 0.63 ^a	5.20 $\pm$ 0.79 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.30 $\pm$ 1.49 ^a	7.00 $\pm$ 1.41 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.10 $\pm$ 1.10 ^a	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.00 $\pm$ 0.82 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.20 $\pm$ 1.23 ^a	6.90 $\pm$ 1.10 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	6.60 $\pm$ 1.07 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	6.30 $\pm$ 0.82 ^a	5.10 $\pm$ 0.74 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 13 คะแนนความชอบกลิ่นแปลกปลอมของมะม่วงตัดแต่งจีโนมสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบกลิ่นแปลกปลอม (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.40 $\pm$ 0.70 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.70 $\pm$ 0.95 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.20 $\pm$ 0.92 ^a	5.50 $\pm$ 0.53 ^a	5.40 $\pm$ 0.52 ^a	5.10 $\pm$ 0.57 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.20 $\pm$ 1.03 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.40 $\pm$ 0.84 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.50 $\pm$ 0.53 ^a	5.20 $\pm$ 0.79 ^a	5.20 $\pm$ 0.63 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.30 $\pm$ 1.06 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 1.03 ^a	6.50 $\pm$ 0.85 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.70 $\pm$ 0.67 ^a	5.30 $\pm$ 0.67 ^a	5.10 $\pm$ 0.74 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	7.30 $\pm$ 1.06 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.10 $\pm$ 0.99 ^a	5.70 $\pm$ 0.67 ^a	5.50 $\pm$ 0.53 ^a	5.20 $\pm$ 0.79 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.30 $\pm$ 1.06 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.70 $\pm$ 1.06 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.60 $\pm$ 0.52 ^a	5.50 $\pm$ 0.53 ^a	5.20 $\pm$ 0.63 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	7.20 $\pm$ 1.32 ^a	7.20 $\pm$ 1.14 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.60 $\pm$ 0.70 ^a	6.30 $\pm$ 0.67 ^a	5.70 $\pm$ 0.82 ^a	5.40 $\pm$ 0.97 ^a	5.40 $\pm$ 0.70 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.30 $\pm$ 1.49 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.50 $\pm$ 0.53 ^a	6.40 $\pm$ 0.97 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.50 $\pm$ 0.53 ^a	5.10 $\pm$ 0.57 ^a	5.00 $\pm$ 0.67 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.50 $\pm$ 1.35 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.40 $\pm$ 0.97 ^a	6.10 $\pm$ 0.57 ^a	5.60 $\pm$ 0.70 ^a	5.20 $\pm$ 0.63 ^a	5.10 $\pm$ 0.74 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 14 คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งจีโนมสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบรสหวาน (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.60 $\pm$ 0.84 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.00 $\pm$ 0.47 ^a	7.10 $\pm$ 1.10 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.30 $\pm$ 0.48 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.40 $\pm$ 0.70 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.60 $\pm$ 0.97 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.40 $\pm$ 1.07 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.30 $\pm$ 1.16 ^a	7.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.40 $\pm$ 0.97 ^a	7.40 $\pm$ 1.26 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.50 $\pm$ 1.08 ^a	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	7.60 $\pm$ 0.84 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.40 $\pm$ 0.97 ^a	7.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.40 $\pm$ 0.70 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 15 คะแนนความชอบรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจีเอ็มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบรสเปรี้ยว (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.20 $\pm$ 1.23 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 1.20 ^a	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	7.20 $\pm$ 1.32 ^a	7.40 $\pm$ 0.97 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.80 $\pm$ 1.03 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	6.90 $\pm$ 0.57 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.80 $\pm$ 0.92 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 16 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบเนื้อสัมผัส (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.70 ± 0.82^a	7.30 ± 0.82^a	6.30 ± 1.06^a	5.80 ± 0.63^a	4.90 ± 0.74^a	3.90 ± 0.74^a	3.40 ± 0.84^a	2.70 ± 0.82^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.60 ± 0.97^a	7.20 ± 0.79^a	6.60 ± 1.07^a	5.70 ± 0.67^a	5.00 ± 0.67^a	4.30 ± 0.95^a	3.90 ± 0.74^a	3.30 ± 0.95^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.70 ± 0.67^a	7.30 ± 0.67^a	6.30 ± 0.95^a	5.70 ± 0.95^a	4.90 ± 0.74^a	4.30 ± 1.16^a	3.60 ± 1.35^a	3.40 ± 0.52^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	8.00 ± 0.82^a	7.60 ± 0.84^a	6.60 ± 0.84^a	5.50 ± 0.85^a	4.90 ± 0.74^a	3.90 ± 0.74^a	3.50 ± 0.85^a	2.80 ± 0.63^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.70 ± 0.82^a	7.30 ± 0.95^a	6.30 ± 0.95^a	5.70 ± 0.95^a	4.90 ± 1.10^a	4.10 ± 0.74^a	3.60 ± 0.84^a	2.90 ± 0.74^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	7.60 ± 0.52^a	7.30 ± 0.95^a	6.50 ± 0.85^a	5.50 ± 0.85^a	4.70 ± 0.95^a	3.90 ± 0.74^a	3.70 ± 0.67^a	2.90 ± 0.74^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.60 ± 0.70^a	7.30 ± 0.67^a	6.30 ± 0.82^a	5.70 ± 0.95^a	4.80 ± 0.79^a	4.40 ± 0.97^a	3.50 ± 0.85^a	3.00 ± 0.67^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.70 ± 0.67^a	7.40 ± 0.70^a	6.40 ± 0.70^a	5.60 ± 0.84^a	4.80 ± 0.79^a	4.40 ± 0.84^a	3.50 ± 1.08^a	2.90 ± 0.74^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 17 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบโดยรวม (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2	7.40 ± 0.52^a	7.10 ± 0.57^a	6.60 ± 0.97^a	6.30 ± 1.16^a	6.10 ± 0.88^a	5.30 ± 0.48^{ab}	4.20 ± 0.63^a	3.90 ± 1.29^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1.5	7.20 ± 0.79^a	7.00 ± 0.67^a	6.80 ± 0.63^a	6.10 ± 0.88^a	6.00 ± 0.67^a	4.90 ± 0.74^{abc}	3.90 ± 0.74^a	3.80 ± 0.63^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 1	7.30 ± 0.67^a	7.10 ± 0.88^a	6.80 ± 0.63^a	6.10 ± 0.74^a	6.00 ± 0.67^a	4.80 ± 0.63^{abc}	3.80 ± 0.63^a	3.80 ± 0.63^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.5	7.30 ± 0.67^a	7.10 ± 0.57^a	6.70 ± 0.67^a	6.10 ± 0.74^a	5.60 ± 0.70^{ab}	4.70 ± 0.67^{bc}	3.60 ± 0.70^a	3.60 ± 1.35^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.25	7.50 ± 0.71^a	7.30 ± 0.67^a	6.60 ± 0.97^a	6.40 ± 0.97^a	5.70 ± 0.67^{ab}	4.70 ± 0.67^{bc}	3.80 ± 0.63^a	3.30 ± 0.82^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.1	7.30 ± 0.95^a	7.10 ± 0.74^a	6.70 ± 0.67^a	6.10 ± 0.88^a	5.50 ± 1.35^a	4.60 ± 0.70^a	3.80 ± 0.63^a	3.30 ± 0.67^a
กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.05	7.40 ± 0.52^a	7.00 ± 0.82^a	6.60 ± 0.84^a	6.20 ± 0.79^a	5.10 ± 0.74^b	4.50 ± 0.53^a	3.80 ± 0.63^a	3.60 ± 0.84^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.40 ± 0.52^a	6.50 ± 0.67^b	5.40 ± 0.84^b	4.20 ± 0.79^b	3.20 ± 0.63^c	2.90 ± 0.74^d	2.20 ± 0.79^b	1.80 ± 0.63^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 18 คะแนนความชอบสีเนื้อมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอรินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบสีเนื้อ (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเตอรินร้อยละ 2	7.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.60 $\pm$ 0.52 ^a	7.40 $\pm$ 0.84 ^a	7.20 $\pm$ 0.42 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.50 $\pm$ 0.53 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ .5	7.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.50 $\pm$ 0.53 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^{ab}	6.80 $\pm$ 0.92 ^a	6.60 $\pm$ 0.84 ^a	5.60 $\pm$ 0.84 ^a	5.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 1	7.90 $\pm$ 0.88 ^a	7.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^{ab}	6.50 $\pm$ 1.08 ^a	6.50 $\pm$ 0.85 ^{ab}	5.70 $\pm$ 0.82 ^a	5.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.5	7.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.48 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^{ab}	6.60 $\pm$ 0.70 ^a	6.30 $\pm$ 1.16 ^{abc}	5.70 $\pm$ 0.82 ^a	5.10 $\pm$ 1.29 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.25	8.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	6.70 $\pm$ 0.82 ^{ab}	6.10 $\pm$ 0.99 ^a	6.30 $\pm$ 1.16 ^{abc}	5.10 $\pm$ 1.20 ^{ab}	5.00 $\pm$ 0.94 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.1	7.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.40 $\pm$ 0.52 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.40 $\pm$ 0.97 ^b	6.10 $\pm$ 0.99 ^a	5.60 $\pm$ 0.97 ^{bc}	4.30 $\pm$ 1.06 ^b	5.00 $\pm$ 1.15 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.05	7.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a	6.40 $\pm$ 0.52 ^b	6.20 $\pm$ 0.79 ^a	5.50 $\pm$ 0.85 ^c	4.30 $\pm$ 0.82 ^b	4.80 $\pm$ 1.32 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	8.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.20 $\pm$ 0.63 ^b	4.70 $\pm$ 0.95 ^b	3.20 $\pm$ 1.03 ^c	2.90 $\pm$ 0.57 ^b	2.80 $\pm$ 1.03 ^d	1.70 $\pm$ 0.48 ^c	1.60 $\pm$ 0.70 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 19 คะแนนความชอบกลิ่นมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเทอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบกลิ่นมะม่วงสุก (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเทอีนร้อยละ 2	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.90 $\pm$ 0.88 ^a	6.60 $\pm$ 0.97 ^a	6.30 $\pm$ 0.67 ^a	6.20 $\pm$ 0.79 ^a	5.80 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 1.5	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.70 $\pm$ 0.67 ^a	6.70 $\pm$ 0.95 ^a	6.30 $\pm$ 0.82 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.70 $\pm$ 0.95 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 1	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.40 $\pm$ 0.70 ^a	6.60 $\pm$ 0.70 ^a	6.30 $\pm$ 0.82 ^a	5.50 $\pm$ 0.97 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.5	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 1.03 ^a	6.30 $\pm$ 0.82 ^a	6.30 $\pm$ 1.06 ^a	6.10 $\pm$ 0.57 ^a	5.80 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.25	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.40 $\pm$ 0.52 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.70 $\pm$ 0.67 ^a	6.30 $\pm$ 1.06 ^a	6.00 $\pm$ 0.94 ^a	5.80 $\pm$ 0.92 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.1	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.80 $\pm$ 0.63 ^a	6.30 $\pm$ 1.16 ^a	6.10 $\pm$ 0.88 ^a	5.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.05	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.80 $\pm$ 1.23 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.40 $\pm$ 0.84 ^a	6.20 $\pm$ 0.92 ^a	6.00 $\pm$ 0.94 ^a	5.40 $\pm$ 0.84 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	6.60 $\pm$ 0.97 ^a	6.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.30 $\pm$ 0.95 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 20 คะแนนความชอบกลิ่นเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจีโนมสารละลายซีสเทอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบกลิ่นเปรี้ยว (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเทอีนร้อยละ 2	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.40 $\pm$ 0.97 ^a	5.50 $\pm$ 0.97 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 1.5	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.70 $\pm$ 0.95 ^a	5.70 $\pm$ 0.67 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 1	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.40 $\pm$ 0.97 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.70 $\pm$ 0.95 ^a	5.60 $\pm$ 0.84 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.5	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.60 $\pm$ 0.97 ^a	5.70 $\pm$ 0.95 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.25	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	6.70 $\pm$ 0.82 ^a	5.80 $\pm$ 1.03 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.1	7.30 $\pm$ 1.16 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 1.14 ^a	6.50 $\pm$ 0.85 ^a	5.50 $\pm$ 0.85 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.05	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 1.03 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	6.30 $\pm$ 0.95 ^a	5.50 $\pm$ 0.85 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.30 $\pm$ 1.06 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	6.90 $\pm$ 1.20 ^a	6.50 $\pm$ 0.97 ^a	5.50 $\pm$ 0.85 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 21 คะแนนความชอบกลิ่นแปลกปลอมของมะม่วงคัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเทอีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบกลิ่นแปลกปลอม (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเทอีนร้อยละ 2	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	6.50 $\pm$ 0.85 ^a	6.10 $\pm$ 0.74 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.40 $\pm$ 0.70 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 1.5	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	6.70 $\pm$ 0.67 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 1	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	6.40 $\pm$ 0.84 ^a	5.70 $\pm$ 0.95 ^a	5.60 $\pm$ 0.52 ^a	5.60 $\pm$ 0.84 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.5	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	6.50 $\pm$ 0.85 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.80 $\pm$ 0.63 ^a	5.60 $\pm$ 0.84 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.25	7.40 $\pm$ 0.70 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	6.60 $\pm$ 0.70 ^a	6.10 $\pm$ 0.74 ^a	5.70 $\pm$ 0.67 ^a	5.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.40 $\pm$ 0.70 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.1	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.50 $\pm$ 0.53 ^a	6.00 $\pm$ 0.82 ^a	5.60 $\pm$ 0.84 ^a	5.70 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a
ซีสเทอีนร้อยละ 0.05	7.60 $\pm$ 0.97 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.80 $\pm$ 0.79 ^a	6.00 $\pm$ 0.67 ^a	5.70 $\pm$ 0.67 ^a	5.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.60 $\pm$ 0.97 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.50 $\pm$ 0.97 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	6.60 $\pm$ 0.84 ^a	6.10 $\pm$ 0.57 ^a	5.70 $\pm$ 0.67 ^a	5.60 $\pm$ 0.97 ^a	7.50 $\pm$ 0.97 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 22 คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเดอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบรสหวาน (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเดอินร้อยละ 2	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 1.5	7.40 $\pm$ 0.52 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.40 $\pm$ 0.52 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 1	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.60 $\pm$ 0.97 ^a	7.40 $\pm$ 0.84 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.5	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.25	7.20 $\pm$ 1.03 ^a	7.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.20 $\pm$ 1.03 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.1	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.05	7.60 $\pm$ 0.84 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.50 $\pm$ 0.85 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.60 $\pm$ 0.84 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.40 $\pm$ 0.84 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 23 คะแนนความชอบรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเดอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อ ปริมาตร)	ความชอบรสเปรี้ยว (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเดอินร้อยละ 2	7.10 $\pm$ 1.20 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.20 $\pm$ 1.14 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.60 $\pm$ 0.97 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.90 $\pm$ 0.99 ^a	7.10 $\pm$ 1.20 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 1.5	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 1	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	6.80 $\pm$ 1.03 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.5	7.10 $\pm$ 0.57 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.40 $\pm$ 0.84 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.57 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.25	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	6.90 $\pm$ 0.74 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.1	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.67 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.10 $\pm$ 0.99 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.82 ^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.05	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.00 $\pm$ 1.05 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.20 $\pm$ 0.79 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.30 $\pm$ 0.67 ^a	7.10 $\pm$ 0.88 ^a	7.20 $\pm$ 0.92 ^a	7.20 $\pm$ 0.63 ^a	7.30 $\pm$ 0.95 ^a	7.40 $\pm$ 0.70 ^a	7.10 $\pm$ 0.74 ^a	7.30 $\pm$ 0.67 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 24 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเดอินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบเนื้อสัมผัส (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเดอินร้อยละ 2	7.90 ± 0.74^a	7.40 ± 0.52^a	6.50 ± 0.85^a	6.10 ± 0.74^a	5.10 ± 0.74^a	4.50 ± 0.85^{ab}	3.90 ± 0.88^a	7.90 ± 0.74^a
ซีสเดอินร้อยละ 1.5	7.90 ± 0.74^a	7.70 ± 0.67^a	6.60 ± 0.84^a	6.00 ± 0.82^a	5.20 ± 0.63^a	4.70 ± 0.67^{ab}	4.00 ± 0.67^a	7.90 ± 0.74^a
ซีสเดอินร้อยละ 1	7.90 ± 0.74^a	7.50 ± 0.85^a	6.40 ± 0.97^a	5.90 ± 0.74^a	5.10 ± 0.74^a	4.50 ± 0.85^{ab}	4.00 ± 0.67^a	7.90 ± 0.74^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.5	7.60 ± 0.70^a	7.40 ± 0.97^a	6.60 ± 0.97^a	6.00 ± 0.67^a	5.00 ± 0.67^a	4.40 ± 0.70^{ab}	3.90 ± 0.74^a	7.60 ± 0.70^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.25	7.80 ± 0.63^a	7.50 ± 0.85^a	6.60 ± 0.97^a	6.00 ± 0.67^a	5.40 ± 0.70^a	4.30 ± 0.67^{ab}	4.00 ± 0.67^a	7.80 ± 0.63^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.1	7.80 ± 0.63^a	7.20 ± 0.79^a	6.50 ± 1.08^a	6.00 ± 0.82^a	5.00 ± 0.82^a	4.00 ± 0.67^{ab}	3.80 ± 0.79^a	7.80 ± 0.63^a
ซีสเดอินร้อยละ 0.05	7.90 ± 0.74^a	7.20 ± 0.63^a	6.40 ± 0.84^a	6.10 ± 0.74^a	5.00 ± 0.67^a	4.30 ± 0.67^{ab}	3.60 ± 0.97^a	7.90 ± 0.74^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.70 ± 0.48^a	7.40 ± 0.84^a	6.50 ± 0.85^a	5.90 ± 0.74^a	4.90 ± 0.74^a	3.90 ± 0.57^b	3.90 ± 0.74^a	7.70 ± 0.48^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 25 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งจุ่มสารละลายซีสเตอรินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	ความชอบโดยรวม(คะแนน)±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
ซีสเตอรินร้อยละ 2	7.60 ± 0.52 ^a	7.30 ± 0.48 ^a	7.20 ± 0.79 ^a	6.80 ± 0.63 ^a	6.60 ± 0.52 ^a	5.90 ± 0.74 ^a	5.00 ± 0.67 ^a	7.60 ± 0.52 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 1.5	7.50 ± 0.53 ^a	7.30 ± 0.67 ^a	7.00 ± 0.67 ^a	6.60 ± 0.70 ^a	6.50 ± 0.53 ^a	5.50 ± 1.08 ^a	4.70 ± 0.82 ^a	7.50 ± 0.53 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 1	7.80 ± 0.63 ^a	7.20 ± 0.79 ^a	6.90 ± 0.74 ^a	6.60 ± 0.70 ^a	6.30 ± 0.67 ^a	5.40 ± 1.07 ^a	4.60 ± 0.97 ^a	7.80 ± 0.63 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.5	7.60 ± 0.52 ^a	7.30 ± 0.67 ^a	6.90 ± 0.74 ^a	6.50 ± 0.53 ^a	6.30 ± 0.82 ^a	5.30 ± 0.95 ^a	4.40 ± 1.17 ^a	7.60 ± 0.52 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.25	7.90 ± 0.57 ^a	7.20 ± 0.79 ^a	7.00 ± 0.82 ^a	6.40 ± 0.84 ^a	6.20 ± 0.79 ^a	5.20 ± 1.03 ^a	4.40 ± 1.07 ^a	7.90 ± 0.57 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.1	7.90 ± 0.88 ^a	7.20 ± 0.79 ^a	6.90 ± 0.74 ^a	6.20 ± 0.92 ^a	5.80 ± 1.32 ^a	5.20 ± 1.23 ^a	4.40 ± 0.84 ^a	7.90 ± 0.88 ^a
ซีสเตอรินร้อยละ 0.05	7.70 ± 0.67 ^a	7.20 ± 0.79 ^a	6.80 ± 0.92 ^a	6.30 ± 0.82 ^a	5.80 ± 0.79 ^a	5.20 ± 1.03 ^a	4.20 ± 0.92 ^a	7.70 ± 0.67 ^a
น้ำกลั่น (ตัวควบคุม)	7.60 ± 0.52 ^b	6.20 ± 1.03 ^b	5.50 ± 0.71 ^b	4.70 ± 0.95 ^b	3.60 ± 0.70 ^b	3.10 ± 0.74 ^b	2.40 ± 0.52 ^b	7.60 ± 0.52 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 26 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	0.00 ^a	3.58 ^a	7.20 ^a	11.25 ^a	12.74 ^a	18.28 ^a	24.16 ^a	33.07 ^a
DA	0.00 ^a	1.65 ^f	3.45 ^c	3.79 ^c	5.38 ^h	7.25 ⁱ	10.66 ^{cd}	16.07 ^e
DC	0.00 ^a	2.45 ^b	3.16 ^e	3.45 ^f	5.22 ^j	8.41 ^e	10.49 ^{cd}	15.69 ^g
DAC	0.00 ^a	0.19 ⁱ	1.41 ^k	2.76 ^l	4.26 ^k	4.75 ^l	6.50 ^e	8.49 ^l
CC	0.00 ^a	2.29 ^c	3.79 ^b	5.01 ^c	8.37 ^b	12.66 ^b	16.02 ^b	19.50 ^c
CCA	0.00 ^a	1.84 ^e	3.02 ^f	4.60 ^d	6.28 ^d	8.32 ^f	11.96 ^c	16.03 ^f
CCC	0.00 ^a	1.57 ^g	1.96 ⁱ	3.34 ⁱ	5.62 ^f	7.92 ^h	10.62 ^{cd}	15.20 ⁱ
CA	0.00 ^a	2.13 ^d	3.29 ^d	5.39 ^b	8.11 ^c	11.94 ^c	16.34 ^b	20.21 ^b
CAA	0.00 ^a	0.56 ^h	2.14 ^h	3.28 ^j	5.77 ^e	8.22 ^g	11.73 ^c	16.61 ^d
CAC	0.00 ^a	0.19 ⁱ	2.36 ^g	2.81 ^k	5.70 ^e	8.68 ^d	12.00 ^c	15.29 ^h
CCAC	0.00 ^a	0.02 ^j	1.86 ⁱ	3.37 ^h	5.50 ^g	7.01 ^j	9.21 ^d	12.02 ^j
CAAC	0.00 ^a	0.02 ^j	0.77 ^l	3.39 ^g	5.26 ⁱ	6.50 ^k	8.87 ^c	11.28 ^k

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 27 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (ร้อยละ)*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	0.00 ^a	8.38 ^a	16.06 ^a	24.44 ^a	33.36 ^a	42.51 ^a	55.88 ^a	78.86 ^a
DA	0.00 ^a	1.00 ^k	2.00 ^k	8.46 ^f	13.60 ^g	23.75 ^c	27.29 ^c	35.05 ^c
DC	0.00 ^a	5.30 ^c	5.53 ^f	8.38 ^g	13.60 ^g	25.67 ^d	29.44 ^d	32.82 ^f
DAC	0.00 ^a	3.46 ^f	5.00 ^g	5.23 ^k	6.15 ^k	6.61 ^l	13.30 ^l	20.29 ^k
CC	0.00 ^a	2.61 ^h	6.99 ^b	16.53 ^b	23.37 ^b	31.36 ^b	38.59 ^b	47.81 ^b
CCA	0.00 ^a	3.54 ^e	4.69 ^h	8.53 ^c	15.99 ^c	22.44 ^f	26.21 ⁱ	37.36 ^d
CCC	0.00 ^a	4.46 ^d	6.00 ^e	7.46 ⁱ	16.68 ^d	21.21 ^h	26.90 ^f	37.51 ^d
CA	0.00 ^a	5.53 ^b	6.38 ^c	13.76 ^c	22.37 ^c	34.28 ^c	36.51 ^c	45.66 ^c
CAA	0.00 ^a	1.08 ^j	3.31 ^j	7.69 ^h	13.22 ^h	16.60 ⁱ	26.59 ^g	31.98 ^h
CAC	0.00 ^a	3.31 ^g	6.15 ^d	8.69 ^d	14.45 ^f	21.60 ^g	26.44 ^h	31.98 ^g
CCAC	0.00 ^a	1.46 ⁱ	3.31 ^j	4.53 ^l	8.99 ^j	13.45 ^j	15.07 ^k	22.37 ^j
CAAC	0.00 ^a	0.92 ^l	4.38 ⁱ	5.53 ^j	9.53 ⁱ	12.53 ^k	15.76 ^j	22.75 ⁱ

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 28 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงค่าเหลือง (ร้อยละ) *							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	0.00 ^a	16.45 ^d	24.73 ^a	64.23 ^a	71.34 ^a	90.60 ^a	106.71 ^a	124.64 ^a
DA	0.00 ^a	21.23 ^a	24.49 ^b	35.37 ^c	38.11 ^d	36.21 ^h	51.47 ^h	66.63 ^g
DC	0.00 ^a	17.90 ^c	18.57 ^f	30.42 ^e	35.74 ^f	41.90 ^e	58.16 ^c	69.75 ^c
DAC	0.00 ^a	0.03 ^l	13.77 ^h	24.38 ⁱ	27.99 ^l	29.32 ^k	34.99 ^l	50.26 ^l
CC	0.00 ^a	11.48 ^g	20.04 ^e	33.05 ^d	57.98 ^b	65.38 ^b	70.71 ^c	82.74 ^b
CCA	0.00 ^a	19.35 ^b	22.96 ^c	24.04 ^j	29.96 ^j	49.65 ^d	61.08 ^d	66.11 ^h
CCC	0.00 ^a	2.86 ^j	11.94 ^j	24.61 ^h	29.53 ^k	49.10 ^d	56.74 ^f	68.74 ^d
CA	0.00 ^a	2.20 ^k	13.36 ⁱ	38.29 ^b	51.42 ^c	59.22 ^c	71.14 ^b	79.61 ^c
CAA	0.00 ^a	11.94 ^f	11.71 ^k	24.64 ⁱ	30.42 ^h	38.11 ^g	50.58 ⁱ	62.72 ⁱ
CAC	0.00 ^a	14.69 ^e	17.52 ^g	28.37 ^f	35.92 ^e	40.83 ^f	52.75 ^g	67.64 ^f
CCAC	0.00 ^a	8.62 ⁱ	18.62 ^f	24.73 ^h	30.16 ⁱ	33.05 ⁱ	36.73 ^k	55.29 ^k
CAAC	0.00 ^a	9.43 ^h	22.30 ^d	24.87 ^g	33.31 ^g	32.50 ^j	38.29 ^j	58.30 ^j

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวดังหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 29 อัตราการหายใจระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภครได้

การทดลอง	อัตราการหายใจ (มก.CO ₂ /กก.ชม.) ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
DW	271.51 ± 8.01	185.74 ± 4.13	182.00 ± 8.58	197.80 ± 4.46	191.72 ± 9.96	189.62 ± 9.36	198.09 ± 8.06	194.79 ± 4.77
DA	234.35 ± 5.09	194.59 ± 2.87	189.45 ± 5.13	217.52 ± 6.47	208.55 ± 6.38	210.78 ± 7.19	202.80 ± 6.08	212.68 ± 1.76
DC	298.80 ± 9.11	262.61 ± 4.28	242.93 ± 8.64	277.43 ± 8.64	256.65 ± 4.08	257.00 ± 4.92	275.99 ± 5.56	294.32 ± 6.17
DAC	194.80 ± 6.95	203.13 ± 7.62	218.03 ± 8.33	195.19 ± 9.15	223.03 ± 6.26	236.69 ± 6.97	241.87 ± 7.27	215.88 ± 7.69
CC	115.92 ± 5.03	98.19 ± 7.61	99.32 ± 4.60	96.24 ± 7.04	92.59 ± 7.77	104.22 ± 4.52	92.29 ± 3.77	86.26 ± 8.06
CCA	114.06 ± 7.04	101.06 ± 6.82	110.84 ± 6.25	101.54 ± 5.55	100.54 ± 7.63	101.79 ± 1.18	92.07 ± 3.63	98.08 ± 7.18
CCC	106.25 ± 0.99	101.12 ± 6.33	103.51 ± 5.33	101.55 ± 6.04	99.20 ± 2.23	103.08 ± 5.10	98.14 ± 0.49	92.45 ± 9.02
CA	106.74 ± 5.43	110.73 ± 6.46	99.81 ± 8.61	98.12 ± 6.39	100.17 ± 1.53	108.96 ± 9.16	100.00 ± 5.58	96.29 ± 5.26
CAA	108.04 ± 7.21	97.34 ± 4.12	99.55 ± 3.79	96.56 ± 6.30	90.90 ± 3.59	96.44 ± 5.08	84.92 ± 2.91	84.50 ± 1.29
CAC	114.67 ± 7.78	105.40 ± 7.26	105.76 ± 3.93	106.92 ± 5.00	85.15 ± 1.29	105.81 ± 4.85	96.21 ± 7.70	98.59 ± 2.50
CCAC	115.71 ± 4.35	111.30 ± 1.93	110.69 ± 1.20	113.32 ± 4.23	104.23 ± 4.55	106.49 ± 5.09	98.00 ± 4.44	101.81 ± 4.64
CAAC	111.02 ± 1.84	103.56 ± 5.20	94.92 ± 1.74	96.27 ± 5.69	91.65 ± 3.10	99.65 ± 9.55	94.76 ± 7.93	86.48 ± 2.62

หมายเหตุ * เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 30 อัตราการหายใจระหว่างมะม่วงตัดแต่งเปลือกและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้ (ต่อ)

การทดลอง	อัตราการหายใจ (มก.CO ₂ /กก.ชม.) ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*						
	วันที่ 8	วันที่ 9	วันที่ 10	วันที่ 11	วันที่ 12	วันที่ 13	วันที่ 14
DW	194.88 ± 5.64	209.89 ± 3.45	249.00 ± 3.79	217.47 ± 6.46	225.94 ± 1.29	223.23 ± 8.59	234.85 ± 2.79
DA	192.76 ± 8.79	199.65 ± 8.24	226.98 ± 8.05	209.55 ± 2.05	216.91 ± 9.49	218.88 ± 4.44	226.74 ± 6.85
DC	255.19 ± 9.21	267.89 ± 3.24	281.54 ± 9.90	276.45 ± 7.92	286.31 ± 7.11	270.34 ± 3.59	285.53 ± 2.72
DAC	189.91 ± 9.69	215.95 ± 9.77	238.49 ± 0.53	223.06 ± 6.18	233.27 ± 4.23	244.26 ± 0.15	235.51 ± 5.14
CC	106.65 ± 1.76	105.01 ± 2.14	108.56 ± 0.56	95.70 ± 8.38	94.87 ± 1.00	94.63 ± 4.04	95.74 ± 3.93
CCA	101.58 ± 7.60	108.03 ± 6.31	105.56 ± 6.70	97.76 ± 0.47	102.42 ± 5.77	100.55 ± 7.17	97.41 ± 1.15
CCC	100.64 ± 8.67	104.48 ± 8.80	104.04 ± 6.64	93.76 ± 8.08	97.24 ± 7.94	94.43 ± 3.43	96.33 ± 2.04
CA	105.71 ± 6.02	102.10 ± 4.37	99.38 ± 5.66	98.28 ± 7.61	99.84 ± 8.02	93.91 ± 1.93	96.08 ± 2.97
CAA	93.75 ± 9.19	95.71 ± 0.61	94.18 ± 6.79	87.10 ± 2.08	93.32 ± 8.23	90.59 ± 4.66	95.35 ± 2.61
CAC	104.29 ± 4.53	101.41 ± 9.02	109.54 ± 5.49	93.36 ± 8.94	98.60 ± 4.06	100.03 ± 4.78	94.90 ± 2.04
CCAC	96.25 ± 0.31	105.22 ± 7.47	109.04 ± 3.78	101.08 ± 5.96	101.66 ± 6.81	97.04 ± 3.21	97.48 ± 1.84
CAAC	95.67 ± 4.15	97.93 ± 2.86	103.34 ± 7.39	91.45 ± 4.02	98.31 ± 0.47	97.33 ± 6.08	94.13 ± 1.71

หมายเหตุ * เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 31 ปริมาณเอทานอลในมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	ปริมาณเอทานอล (ร้อยละ) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.07 $\pm$ 0.00 ^d	0.07 $\pm$ 0.01 ^f	0.09 $\pm$ 0.03 ^d	0.07 $\pm$ 0.01 ^c	0.08 $\pm$ 0.02 ^d	0.10 $\pm$ 0.02 ^d
DA	0.07 $\pm$ 0.00 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^{bcd}	0.08 $\pm$ 0.01 ^{def}	0.10 $\pm$ 0.03 ^{bcd}	0.09 $\pm$ 0.02 ^{de}	0.08 $\pm$ 0.00 ^d	0.10 $\pm$ 0.02 ^d
DC	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.07 $\pm$ 0.03 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^{abcd}	0.07 $\pm$ 0.01 ^{ef}	0.09 $\pm$ 0.01 ^{cd}	0.10 $\pm$ 0.01 ^{bcd}	0.09 $\pm$ 0.00 ^{cd}	0.12 $\pm$ 0.02 ^{bcd}
DAC	0.07 $\pm$ 0.02 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.10 $\pm$ 0.01 ^{abc}	0.10 $\pm$ 0.01 ^{cdef}	0.07 $\pm$ 0.01 ^d	0.10 $\pm$ 0.02 ^{cde}	0.1 $\pm$ 0.01 ^{bcd}	0.10 $\pm$ 0.01 ^{cd}
CC	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.10 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.13 $\pm$ 0.01 ^a	0.13 $\pm$ 0.01 ^a	0.13 $\pm$ 0.02 ^{abc}	0.13 $\pm$ 0.02 ^a	0.14 $\pm$ 0.00 ^{ab}
CCA	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.09 $\pm$ 0.02 ^{abcd}	0.11 $\pm$ 0.00 ^{abcd}	0.14 $\pm$ 0.01 ^a	0.13 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.14 $\pm$ 0.01 ^a	0.13 $\pm$ 0.01 ^{abc}
CCC	0.07 $\pm$ 0.02 ^a	0.07 $\pm$ 0.02 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^{abcd}	0.10 $\pm$ 0.01 ^{bcd}	0.14 $\pm$ 0.01 ^a	0.14 $\pm$ 0.01 ^a	0.12 $\pm$ 0.01 ^{bcd}	0.13 $\pm$ 0.03 ^{abcd}
CA	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.00 ^a	0.09 $\pm$ 0.01 ^{abcd}	0.13 $\pm$ 0.03 ^{abc}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{abc}	0.11 $\pm$ 0.03 ^{abcd}	0.11 $\pm$ 0.03 ^{abc}	0.14 $\pm$ 0.01 ^a
CAA	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.02 ^a	0.07 $\pm$ 0.02 ^{cd}	0.08 $\pm$ 0.01 ^{ef}	0.12 $\pm$ 0.02 ^{ab}	0.11 $\pm$ 0.01 ^{abcd}	0.13 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.14 $\pm$ 0.00 ^{ab}
CAC	0.06 $\pm$ 0.01 ^a	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.07 $\pm$ 0.00 ^a	0.12 $\pm$ 0.03 ^{abcd}	0.12 $\pm$ 0.02 ^{ab}	0.11 $\pm$ 0.02 ^{abcd}	0.13 $\pm$ 0.02 ^a	0.13 $\pm$ 0.01 ^{ab}
CCAC	0.07 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^a	0.11 $\pm$ 0.02 ^{ab}	0.13 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.12 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.13 $\pm$ 0.02 ^{abc}	0.13 $\pm$ 0.01 ^a	0.12 $\pm$ 0.02 ^{abcd}
CAAC	0.08 $\pm$ 0.00 ^a	0.07 $\pm$ 0.02 ^a	0.10 $\pm$ 0.02 ^{ab}	0.12 $\pm$ 0.04 ^{abc}	0.13 $\pm$ 0.01 ^a	0.11 $\pm$ 0.02 ^{abcd}	0.13 $\pm$ 0.01 ^a	0.13 $\pm$ 0.00 ^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 32 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้

การทดลอง	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.87 $\pm$ 0.12 ^a	13.00 $\pm$ 0.00 ^{bc}	14.17 $\pm$ 0.29 ^a	14.50 $\pm$ 0.00 ^{cd}	16.17 $\pm$ 0.29 ^a	17.00 $\pm$ 0.00 ^b	17.50 $\pm$ 0.00 ^{ab}
DA	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.60 $\pm$ 0.17 ^a	12.50 $\pm$ 0.00 ^{def}	13.33 $\pm$ 0.29 ^{cd}	15.17 $\pm$ 0.29 ^a	16.50 $\pm$ 0.00 ^a	17.50 $\pm$ 0.00 ^a	17.90 $\pm$ 0.17 ^a
DC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.67 $\pm$ 0.29 ^a	13.53 $\pm$ 0.46 ^a	13.50 $\pm$ 0.50 ^{bc}	14.67 $\pm$ 0.29 ^{bcd}	14.83 $\pm$ 0.29 ^{cde}	16.50 $\pm$ 0.00 ^c	18.00 $\pm$ 0.00 ^b
DAC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.50 $\pm$ 0.00 ^a	12.00 $\pm$ 0.00 ^g	13.83 $\pm$ 0.29 ^{ab}	14.67 $\pm$ 0.29 ^{bcd}	15.33 $\pm$ 0.29 ^{bc}	17.17 $\pm$ 0.29 ^{ab}	17.50 $\pm$ 0.00 ^{ab}
CC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.43 $\pm$ 0.12 ^a	13.20 $\pm$ 0.00 ^{ab}	14.00 $\pm$ 0.00 ^a	14.67 $\pm$ 0.29 ^{bcd}	14.67 $\pm$ 0.52 ^{de}	15.00 $\pm$ 0.50 ^f	16.17 $\pm$ 0.58 ^c
CCA	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.83 $\pm$ 0.29 ^a	12.83 $\pm$ 0.29 ^{bcd}	12.83 $\pm$ 0.29 ^{ab}	14.33 $\pm$ 0.29 ^{de}	14.83 $\pm$ 0.29 ^{cde}	16.00 $\pm$ 0.00 ^d	17.00 $\pm$ 0.00 ^b
CCC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.40 $\pm$ 0.17 ^a	12.83 $\pm$ 0.29 ^{bcd}	12.83 $\pm$ 0.29 ^c	13.20 $\pm$ 0.00 ^g	14.00 $\pm$ 0.00 ^f	14.50 $\pm$ 0.00 ^g	15.83 $\pm$ 0.58 ^c
CA	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.50 $\pm$ 0.00 ^a	12.33 $\pm$ 0.29 ^{efg}	13.50 $\pm$ 0.00 ^{bc}	13.83 $\pm$ 0.29 ^f	14.83 $\pm$ 0.29 ^{cde}	17.00 $\pm$ 0.00 ^b	17.33 $\pm$ 0.29 ^{ab}
CAA	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.93 $\pm$ 0.12 ^g	13.50 $\pm$ 0.00 ^{bc}	14.00 $\pm$ 0.00 ^{ef}	14.33 $\pm$ 0.29 ^{ef}	16.17 $\pm$ 0.29 ^{cd}	17.17 $\pm$ 0.29 ^b
CAC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.83 $\pm$ 0.58 ^a	12.67 $\pm$ 0.29 ^{cde}	13.00 $\pm$ 0.00 ^{de}	14.83 $\pm$ 0.29 ^{abc}	15.33 $\pm$ 0.29 ^{bc}	15.50 $\pm$ 0.00 ^e	17.00 $\pm$ 0.50 ^b
CCAC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.67 $\pm$ 0.29 ^a	12.70 $\pm$ 0.17 ^{cde}	13.50 $\pm$ 0.00 ^{bc}	14.83 $\pm$ 0.29 ^{abc}	15.00 $\pm$ 0.50 ^{bcd}	16.33 $\pm$ 0.00 ^{cd}	17.50 $\pm$ 0.00 ^{ab}
CAAC	11.33 $\pm$ 0.29 ^a	11.83 $\pm$ 0.58 ^a	12.17 $\pm$ 0.29 ^{fg}	13.50 $\pm$ 0.00 ^{bc}	15.00 $\pm$ 0.00 ^{ab}	15.50 $\pm$ 0.00 ^b	16.00 $\pm$ 0.00 ^d	17.00 $\pm$ 0.00 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 33 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ร้อยละ) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.44 $\pm$ 0.02 ^{cd}	1.44 $\pm$ 0.04 ^b	1.60 $\pm$ 0.00 ^a	1.41 $\pm$ 0.03 ^c	1.48 $\pm$ 0.00 ^a	1.34 $\pm$ 0.00 ^a	1.26 $\pm$ 0.02 ^c
DA	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.47 $\pm$ 0.08 ^{bc}	1.45 $\pm$ 0.02 ^b	1.54 $\pm$ 0.00 ^{bc}	1.47 $\pm$ 0.02 ^d	1.38 $\pm$ 0.02 ^d	1.23 $\pm$ 0.02 ^c	1.02 $\pm$ 0.00 ^g
DC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.48 $\pm$ 0.04 ^{bc}	1.59 $\pm$ 0.02 ^a	1.57 $\pm$ 0.02 ^{ab}	1.44 $\pm$ 0.02 ^{bc}	1.49 $\pm$ 0.00 ^a	1.29 $\pm$ 0.02 ^b	1.24 $\pm$ 0.02 ^{cd}
DAC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.44 $\pm$ 0.00 ^{cd}	1.46 $\pm$ 0.04 ^b	1.60 $\pm$ 0.03 ^a	1.46 $\pm$ 0.02 ^{bc}	1.44 $\pm$ 0.02 ^{abcd}	1.18 $\pm$ 0.00 ^d	1.17 $\pm$ 0.02 ^c
CC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.42 $\pm$ 0.00 ^d	1.56 $\pm$ 0.02 ^a	1.61 $\pm$ 0.02 ^a	1.48 $\pm$ 0.02 ^b	1.48 $\pm$ 0.02 ^a	1.30 $\pm$ 0.02 ^b	1.29 $\pm$ 0.02 ^b
CCA	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.44 $\pm$ 0.00 ^{cd}	1.48 $\pm$ 0.00 ^b	1.58 $\pm$ 0.02 ^{ab}	1.47 $\pm$ 0.05 ^{bc}	1.41 $\pm$ 0.11 ^{bcd}	1.13 $\pm$ 0.02 ^c	1.15 $\pm$ 0.02 ^{ef}
CCC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.49 $\pm$ 0.02 ^b	1.43 $\pm$ 0.02 ^b	1.49 $\pm$ 0.02 ^{cd}	1.55 $\pm$ 0.02 ^a	1.47 $\pm$ 0.00 ^{ab}	1.35 $\pm$ 0.02 ^a	1.32 $\pm$ 0.02 ^a
CA	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.48 $\pm$ 0.03 ^{bc}	1.56 $\pm$ 0.04 ^a	1.44 $\pm$ 0.00 ^d	1.50 $\pm$ 0.03 ^{bc}	1.42 $\pm$ 0.02 ^c	1.02 $\pm$ 0.00 ^f	1.01 $\pm$ 0.02 ^g
CAA	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.60 $\pm$ 0.00 ^a	1.58 $\pm$ 0.05 ^a	1.49 $\pm$ 0.04 ^{cd}	1.47 $\pm$ 0.02 ^b	1.40 $\pm$ 0.02 ^{cd}	1.18 $\pm$ 0.02 ^d	1.15 $\pm$ 0.02 ^{ef}
CAC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.44 $\pm$ 0.00 ^{cd}	1.55 $\pm$ 0.02 ^a	1.53 $\pm$ 0.02 ^{bc}	1.47 $\pm$ 0.02 ^b	1.45 $\pm$ 0.03 ^{abc}	1.05 $\pm$ 0.02 ^f	1.04 $\pm$ 0.02 ^g
CCAC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.48 $\pm$ 0.02 ^{bc}	1.58 $\pm$ 0.02 ^a	1.44 $\pm$ 0.00 ^d	1.44 $\pm$ 0.02 ^{bc}	1.48 $\pm$ 0.02 ^c	1.29 $\pm$ 0.02 ^b	1.22 $\pm$ 0.00 ^d
CAAC	1.39 $\pm$ 0.09 ^a	1.49 $\pm$ 0.04 ^b	1.56 $\pm$ 0.04 ^a	1.45 $\pm$ 0.02 ^d	1.45 $\pm$ 0.00 ^{bc}	1.39 $\pm$ 0.02 ^{cd}	1.21 $\pm$ 0.02 ^{cd}	1.12 $\pm$ 0.00 ^f

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 34 สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบ
บริโภคน้ำได้

การทดลอง	สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	8.15 ^a	8.24 ^a	9.05 ^a	8.86 ^d	10.27 ^c	10.91 ^c	12.65 ⁱ	13.90 ^h
DA	8.15 ^a	7.89 ^c	8.62 ^d	8.68 ^g	10.32 ^b	12.00 ^a	14.27 ^d	17.48 ^a
DC	8.15 ^a	7.87 ^c	8.51 ^e	8.58 ⁱ	10.18 ^d	9.94 ^j	12.78 ^h	13.75 ⁱ
DAC	8.15 ^a	7.99 ^d	8.21 ^f	8.64 ^h	10.03 ^f	10.64 ^d	14.50 ^c	14.97 ^e
CC	8.15 ^a	8.05 ^c	8.48 ^c	8.69 ^f	9.89 ^g	9.91 ^k	11.53 ^j	12.53 ^j
CCA	8.15 ^a	8.21 ^b	8.67 ^c	8.76 ^e	9.77 ^h	10.53 ^f	14.15 ^e	14.83 ^f
CCC	8.15 ^a	7.63 ^g	8.97 ^b	8.63 ^h	8.39 ^k	9.52 ^l	10.70 ^k	11.97 ^k
CA	8.15 ^a	7.76 ^f	7.92 ^h	9.38 ^a	9.20 ^j	10.44 ^g	16.60 ^a	12.10 ^b
CAA	8.15 ^a	7.08 ^h	7.56 ^j	9.04 ^c	9.52 ⁱ	10.24 ^h	13.70 ^f	14.97 ^e
CAC	8.15 ^a	8.22 ^b	8.19 ^f	8.52 ^j	10.09 ^e	10.59 ^e	14.83 ^b	16.40 ^c
CCAC	8.15 ^a	7.88 ^c	8.04 ^g	9.38 ^a	10.27 ^c	10.12 ⁱ	12.65 ⁱ	14.39 ^g
CAAC	8.15 ^a	7.96 ^d	7.81 ⁱ	9.33 ^b	10.34 ^a	11.18 ^b	13.27 ^g	15.18 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 35 ความเป็นกรด-เบสระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	ความเป็นกรด-เบส $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	3.10 ± 0.01^a	3.15 ± 0.01^{fg}	3.23 ± 0.01^{cd}	3.25 ± 0.01^d	3.28 ± 0.01^b	3.23 ± 0.01^c	3.26 ± 0.02^{def}	3.29 ± 0.01^a
DA	3.10 ± 0.01^a	3.25 ± 0.01^{ab}	3.24 ± 0.00^{cd}	3.30 ± 0.00^a	3.30 ± 0.01^a	3.24 ± 0.00^{cde}	3.30 ± 0.00^a	3.26 ± 0.00^{cd}
DC	3.10 ± 0.01^a	3.23 ± 0.01^c	3.19 ± 0.01^f	3.18 ± 0.01^g	3.24 ± 0.00^d	3.25 ± 0.00^c	3.29 ± 0.01^{abc}	3.25 ± 0.00^{de}
DAC	3.10 ± 0.01^a	3.25 ± 0.01^{ab}	3.32 ± 0.01^a	3.28 ± 0.01^b	3.25 ± 0.01^d	3.28 ± 0.01^b	3.27 ± 0.00^{cde}	3.24 ± 0.00^c
CC	3.10 ± 0.01^a	3.23 ± 0.02^{bc}	3.24 ± 0.01^c	3.16 ± 0.01^h	3.25 ± 0.01^d	3.24 ± 0.01^{cd}	3.25 ± 0.01^f	3.27 ± 0.01^c
CCA	3.10 ± 0.01^a	3.19 ± 0.00^d	3.19 ± 0.00^f	3.25 ± 0.00^d	3.29 ± 0.00^{ab}	3.30 ± 0.02^a	3.28 ± 0.01^{bcd}	3.28 ± 0.01^b
CCC	3.10 ± 0.01^a	3.18 ± 0.01^{de}	3.24 ± 0.01^{cd}	3.21 ± 0.01^f	3.25 ± 0.01^d	3.25 ± 0.01^{cd}	3.28 ± 0.01^{bcd}	3.26 ± 0.01^{cd}
CA	3.10 ± 0.01^a	3.14 ± 0.01^g	3.22 ± 0.01^e	3.20 ± 0.01^f	3.21 ± 0.01^c	3.29 ± 0.00^a	3.27 ± 0.01^{cde}	3.29 ± 0.01^{ab}
CAA	3.10 ± 0.01^a	3.24 ± 0.01^{bc}	3.23 ± 0.01^d	3.24 ± 0.01^d	3.20 ± 0.01^f	3.27 ± 0.00^b	3.26 ± 0.01^{def}	3.26 ± 0.01^c
CAC	3.10 ± 0.01^a	3.16 ± 0.02^{fg}	3.26 ± 0.01^b	3.19 ± 0.01^g	3.24 ± 0.00^d	3.25 ± 0.00^c	3.23 ± 0.01^g	3.28 ± 0.02^{ab}
CCAC	3.10 ± 0.01^a	3.26 ± 0.01^a	3.16 ± 0.01^g	3.22 ± 0.01^c	3.24 ± 0.01^d	3.25 ± 0.00^c	3.29 ± 0.01^{ab}	3.26 ± 0.00^{cd}
CAAC	3.10 ± 0.01^a	3.17 ± 0.01^{ef}	3.24 ± 0.01^c	3.26 ± 0.01^c	3.27 ± 0.00^c	3.25 ± 0.01^{de}	3.26 ± 0.01^{ef}	3.25 ± 0.00^{de}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 36 ความแน่นเนื้อระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้

การทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตันต่อตารางเมตร) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.70 $\pm$ 0.17 ^a	12.08 $\pm$ 0.93 ^c	5.08 $\pm$ 0.06 ^c	4.76 $\pm$ 0.48 ^c	4.20 $\pm$ 0.49 ^c	2.43 $\pm$ 0.40 ^d	1.85 $\pm$ 0.21 ^d
DA	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.39 $\pm$ 0.44 ^a	10.72 $\pm$ 0.59 ^f	5.63 $\pm$ 0.31 ^c	4.77 $\pm$ 0.09 ^c	3.97 $\pm$ 0.15 ^c	3.31 $\pm$ 0.61 ^c	2.19 $\pm$ 0.09 ^{cd}
DC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.15 $\pm$ 0.35 ^a	11.26 $\pm$ 0.24 ^{cf}	7.20 $\pm$ 1.05 ^b	4.91 $\pm$ 0.52 ^c	3.19 $\pm$ 0.11 ^d	2.98 $\pm$ 0.15 ^{cd}	1.94 $\pm$ 0.32 ^{cd}
DAC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	18.98 $\pm$ 0.48 ^a	10.74 $\pm$ 0.54 ^f	4.88 $\pm$ 0.47 ^c	4.57 $\pm$ 0.26 ^c	3.81 $\pm$ 0.16 ^c	4.36 $\pm$ 0.44 ^c	2.32 $\pm$ 0.13 ^c
CC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	18.42 $\pm$ 2.05 ^a	14.59 $\pm$ 0.77 ^{abc}	11.94 $\pm$ 0.58 ^a	9.74 $\pm$ 0.71 ^{ab}	8.93 $\pm$ 0.59 ^a	7.67 $\pm$ 0.45 ^b	7.52 $\pm$ 0.33 ^{ab}
CCA	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	18.90 $\pm$ 0.06 ^a	15.20 $\pm$ 0.42 ^{ab}	11.62 $\pm$ 0.78 ^a	9.25 $\pm$ 0.33 ^{ab}	8.52 $\pm$ 0.12 ^{ab}	8.17 $\pm$ 0.43 ^{ab}	7.31 $\pm$ 0.33 ^{bc}
CCC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	18.47 $\pm$ 0.19 ^a	14.32 $\pm$ 0.67 ^{bcd}	12.76 $\pm$ 1.00 ^a	9.58 $\pm$ 0.50 ^{ab}	8.40 $\pm$ 0.27 ^{ab}	8.35 $\pm$ 0.08 ^{ab}	7.69 $\pm$ 0.27 ^{ab}
CA	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.04 $\pm$ 0.71 ^a	13.50 $\pm$ 0.44 ^d	12.17 $\pm$ 0.86 ^a	9.00 $\pm$ 0.66 ^b	8.30 $\pm$ 0.10 ^b	8.14 $\pm$ 0.47 ^{ab}	7.02 $\pm$ 0.38 ^c
CAA	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.32 $\pm$ 0.90 ^a	15.11 $\pm$ 0.35 ^{ab}	12.37 $\pm$ 0.22 ^a	8.99 $\pm$ 0.26 ^b	8.78 $\pm$ 0.26 ^{ab}	8.62 $\pm$ 0.29 ^a	7.45 $\pm$ 0.16 ^{ab}
CAC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.82 $\pm$ 0.64 ^a	13.60 $\pm$ 0.76 ^{cd}	12.41 $\pm$ 0.14 ^a	9.22 $\pm$ 0.33 ^{ab}	8.44 $\pm$ 0.12 ^{ab}	8.38 $\pm$ 0.47 ^{ab}	7.65 $\pm$ 0.12 ^{ab}
CCAC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	19.75 $\pm$ 0.29 ^a	15.62 $\pm$ 0.39 ^a	12.62 $\pm$ 0.62 ^a	9.11 $\pm$ 0.16 ^{ab}	8.66 $\pm$ 0.28 ^{ab}	8.20 $\pm$ 0.13 ^{ab}	7.89 $\pm$ 0.09 ^a
CAAC	23.93 $\pm$ 0.64 ^a	18.72 $\pm$ 0.21 ^a	14.31 $\pm$ 0.29 ^{bcd}	12.38 $\pm$ 0.29 ^a	9.81 $\pm$ 0.11 ^a	8.67 $\pm$ 0.10 ^{ab}	8.56 $\pm$ 0.18 ^a	7.71 $\pm$ 0.17 ^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวดังหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 37 การสูญเสียน้ำหนักระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	5.97 $\pm$ 1.09 ^a	9.80 $\pm$ 1.17 ^a	14.96 $\pm$ 1.51 ^a	21.15 $\pm$ 1.59 ^a	27.68 $\pm$ 0.22 ^a	34.53 $\pm$ 1.69 ^a	44.97 $\pm$ 1.94 ^a
DA	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.25 $\pm$ 0.22 ^{def}	8.21 $\pm$ 0.69 ^{cd}	13.98 $\pm$ 1.22 ^b	18.21 $\pm$ 0.79 ^c	26.59 $\pm$ 0.56 ^b	34.17 $\pm$ 2.12 ^b	41.81 $\pm$ 1.22 ^c
DC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	7.38 $\pm$ 0.84 ^{cde}	10.86 $\pm$ 0.89 ^c	15.59 $\pm$ 1.38 ^b	21.56 $\pm$ 1.34 ^c	27.99 $\pm$ 1.63 ^b	35.78 $\pm$ 1.69 ^b	45.54 $\pm$ 0.57 ^c
DAC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	9.33 $\pm$ 0.29 ^b	12.32 $\pm$ 0.93 ^b	16.40 $\pm$ 1.07 ^b	24.42 $\pm$ 1.01 ^b	31.29 $\pm$ 1.12 ^a	37.92 $\pm$ 0.17 ^a	48.25 $\pm$ 1.03 ^b
CC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	1.22 $\pm$ 0.37 ^{cd}	4.67 $\pm$ 0.99 ^c	6.21 $\pm$ 1.44 ^c	9.71 $\pm$ 0.84 ^{de}	16.38 $\pm$ 2.23 ^c	22.86 $\pm$ 1.93 ^d	28.40 $\pm$ 1.18 ^c
CCA	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	2.61 $\pm$ 1.20 ^{cde}	4.12 $\pm$ 0.25 ^{ef}	5.76 $\pm$ 0.78 ^d	11.06 $\pm$ 1.26 ^{ef}	18.23 $\pm$ 1.56 ^c	25.80 $\pm$ 0.08 ^d	29.45 $\pm$ 2.19 ^c
CCC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	3.08 $\pm$ 1.04 ^b	3.44 $\pm$ 0.41 ^{cd}	6.00 $\pm$ 0.41 ^c	10.89 $\pm$ 0.34 ^d	17.81 $\pm$ 1.86 ^c	25.60 $\pm$ 0.91 ^c	30.39 $\pm$ 1.65 ^d
CA	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	3.36 $\pm$ 0.46 ^{ef}	5.09 $\pm$ 0.83 ^f	6.36 $\pm$ 1.13 ^d	11.56 $\pm$ 0.42 ^{fg}	20.71 $\pm$ 0.20 ^c	22.77 $\pm$ 0.34 ^c	23.73 $\pm$ 1.17 ^{fg}
CAA	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	3.10 $\pm$ 0.65 ^{cd}	4.20 $\pm$ 0.92 ^{def}	5.48 $\pm$ 1.22 ^d	8.27 $\pm$ 0.69 ^g	14.00 $\pm$ 1.07 ^d	18.07 $\pm$ 0.98 ^f	21.17 $\pm$ 1.10 ^{fg}
CAC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.99 $\pm$ 0.27 ^{def}	6.56 $\pm$ 0.66 ^{ef}	8.24 $\pm$ 0.51 ^d	10.28 $\pm$ 0.83 ^h	18.14 $\pm$ 1.50 ^d	19.86 $\pm$ 0.95 ^f	22.74 $\pm$ 0.75 ^g
CCAC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	1.61 $\pm$ 0.38 ^f	3.58 $\pm$ 1.78 ^f	5.15 $\pm$ 1.83 ^d	9.00 $\pm$ 1.24 ^g	15.66 $\pm$ 2.11 ^d	22.05 $\pm$ 1.35 ^e	29.36 $\pm$ 1.11 ^c
CAAC	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.40 $\pm$ 1.22 ^c	6.11 $\pm$ 0.79 ^{cde}	9.11 $\pm$ 0.22 ^c	12.28 $\pm$ 1.20 ^{ef}	18.98 $\pm$ 1.54 ^c	21.33 $\pm$ 0.78 ^e	23.48 $\pm$ 0.82 ^f

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 38 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโกลได้

การทดลอง	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) *							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	1.07 ^a	3.45 ^a	4.64 ^a	5.71 ^a	6.54 ^a	6.61 ^a	7.43 ^a	7.62 ^a
DA	1.07 ^a	2.29 ^b	3.37 ^c	3.50 ^b	3.49 ^d	4.15 ^c	4.56 ^c	5.49 ^c
DC	1.07 ^a	2.13 ^c	2.76 ^d	3.14 ^d	3.58 ^b	4.30 ^b	5.49 ^b	7.51 ^b
DAC	1.07 ^a	2.30 ^b	3.39 ^b	3.51 ^b	3.51 ^c	3.52 ^d	4.32 ^d	5.11 ^d
CC	1.07 ^a	1.32 ^e	2.58 ^g	2.68 ^f	3.16 ^g	3.36 ^f	3.45 ^h	4.52 ^e
CCA	1.07 ^a	1.34 ^e	1.15 ^l	2.25 ⁱ	2.35 ^k	2.46 ^j	3.45 ^h	3.63 ^j
CCC	1.07 ^a	1.29 ^f	1.96 ^k	2.04 ^j	3.28 ^f	3.35 ^f	3.78 ^e	3.89 ^g
CA	1.07 ^a	1.62 ^d	2.67 ^e	2.82 ^e	2.67 ^h	3.34 ^g	4.32 ^d	4.51 ^f
CAA	1.07 ^a	1.15 ^g	2.46 ^h	2.48 ^g	2.57 ⁱ	3.87 ⁱ	3.73 ^f	3.67 ⁱ
CAC	1.07 ^a	1.61 ^d	2.08 ^j	3.16 ^c	3.41 ^e	3.44 ^e	3.48 ^g	3.68 ^h
CCAC	1.07 ^a	1.06 ⁱ	2.59 ^f	2.68 ^f	2.64 ^h	2.92 ^h	3.06 ⁱ	3.11 ^l
CAAC	1.07 ^a	1.08 ^h	2.40 ⁱ	2.41 ^h	2.42 ^j	2.44 ^k	2.92 ^j	3.31 ^k

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 39 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดระหว่างมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ($\log_{10}$ CFU/g) *							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	1.05 ^a	3.04 ^a	4.20 ^a	4.23 ^a	4.71 ^a	5.14 ^a	5.16 ^a	5.86 ^a
DA	1.05 ^a	2.19 ^b	3.25 ^b	3.36 ^b	3.36 ^c	3.60 ^c	4.21 ^c	4.32 ^c
DC	1.05 ^a	2.12 ^c	2.60 ^c	3.10 ^c	3.48 ^b	4.14 ^b	4.40 ^b	4.64 ^b
DAC	1.05 ^a	1.76 ^d	3.01 ^d	2.57 ^d	2.64 ^d	2.88 ^d	3.53 ^c	4.04 ^d
CC	1.05 ^a	1.24 ^f	1.20 ^f	1.23 ^h	1.47 ^h	2.22 ^g	2.68 ⁱ	3.39 ⁱ
CCA	1.05 ^a	1.11 ^g	1.06 ^k	1.11 ^k	1.28 ⁱ	1.95 ⁱ	3.17 ^h	3.30 ^j
CCC	1.05 ^a	0.88 ^l	1.13 ^g	1.33 ^f	1.81 ^e	2.25 ^f	3.20 ^g	3.66 ^c
CA	1.05 ^a	1.44 ^c	1.51 ^e	1.47 ^e	1.47 ^h	1.87 ^j	3.30 ^f	3.65 ^f
CAA	1.05 ^a	1.03 ^j	1.04 ^g	1.30 ^g	1.54 ^g	1.95 ⁱ	3.56 ^d	3.57 ^g
CAC	1.05 ^a	1.07 ^h	1.11 ^j	1.17 ^j	1.78 ^f	2.13 ^h	2.42 ^j	3.53 ^h
CCAC	1.05 ^a	0.99 ^k	1.09 ^l	1.04 ^l	1.30 ⁱ	1.96 ⁱ	2.31 ^k	3.06 ^l
CAAC	1.05 ^a	1.04 ⁱ	1.11 ⁱ	1.17 ⁱ	1.08 ^j	2.31 ^c	2.42 ^j	3.14 ^k

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 40 คะแนนความชอบสีเนื้อมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้

การทดลอง	ความชอบสีเนื้อ (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.87 $\pm$ 0.83 ^a	4.80 $\pm$ 0.68 ^b	2.60 $\pm$ 1.12 ^b	1.67 $\pm$ 0.72 ^c	1.40 $\pm$ 0.51 ^d	1.27 $\pm$ 0.46 ^g	1.00 $\pm$ 0.00 ^d	1.00 $\pm$ 0.00 ^f
DA	7.93 $\pm$ 1.03 ^a	7.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.80 $\pm$ 0.77 ^a	6.67 $\pm$ 0.82 ^{ab}	6.27 $\pm$ 0.88 ^{bc}	5.40 $\pm$ 0.99 ^{ef}	5.20 $\pm$ 0.94 ^c	4.67 $\pm$ 1.05 ^c
DC	8.00 $\pm$ 0.65 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.80 $\pm$ 0.77 ^{ab}	6.67 $\pm$ 1.05 ^{abc}	6.20 $\pm$ 0.86 ^{bcd}	5.93 $\pm$ 1.03 ^b	5.13 $\pm$ 0.74 ^{cde}
DAC	7.80 $\pm$ 0.77 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	7.27 $\pm$ 0.96 ^a	7.13 $\pm$ 0.92 ^a	6.80 $\pm$ 1.15 ^{ab}	6.60 $\pm$ 0.63 ^{ab}	6.33 $\pm$ 0.82 ^a
CC	8.07 $\pm$ 0.26 ^a	7.07 $\pm$ 0.96 ^a	6.60 $\pm$ 0.83 ^a	6.33 $\pm$ 0.82 ^b	6.07 $\pm$ 0.59 ^c	5.07 $\pm$ 0.88 ^f	5.07 $\pm$ 0.96 ^c	4.73 $\pm$ 0.70 ^c
CCA	7.93 $\pm$ 0.59 ^a	7.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.73 $\pm$ 0.80 ^{ab}	6.47 $\pm$ 0.64 ^{abc}	6.07 $\pm$ 0.70 ^{cd}	6.00 $\pm$ 0.76 ^{ab}	5.20 $\pm$ 0.56 ^{cde}
CCC	7.87 $\pm$ 0.74 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	6.93 $\pm$ 0.80 ^a	6.93 $\pm$ 0.80 ^{ab}	6.60 $\pm$ 0.91 ^{abc}	6.20 $\pm$ 0.68 ^{bcd}	6.20 $\pm$ 0.68 ^{ab}	5.33 $\pm$ 0.82 ^{cd}
CA	7.73 $\pm$ 0.59 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.60 $\pm$ 0.91 ^a	6.60 $\pm$ 0.83 ^{ab}	6.00 $\pm$ 0.65 ^c	5.53 $\pm$ 0.92 ^{def}	5.33 $\pm$ 0.98 ^c	5.00 $\pm$ 0.65 ^{de}
CAA	8.07 $\pm$ 0.46 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.60 $\pm$ 0.83 ^{ab}	6.53 $\pm$ 0.64 ^{abc}	5.80 $\pm$ 0.68 ^{de}	6.00 $\pm$ 0.76 ^{ab}	5.53 $\pm$ 0.74 ^{cd}
CAC	8.00 $\pm$ 0.76 ^a	7.27 $\pm$ 0.88 ^a	7.00 $\pm$ 0.76 ^a	6.87 $\pm$ 0.74 ^{ab}	6.60 $\pm$ 1.12 ^{abc}	6.07 $\pm$ 0.88 ^{cd}	6.00 $\pm$ 0.85 ^{ab}	5.67 $\pm$ 0.62 ^{bc}
CCAC	7.87 $\pm$ 0.64 ^a	7.33 $\pm$ 0.62 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	6.93 $\pm$ 0.80 ^{ab}	6.60 $\pm$ 0.63 ^{abc}	6.20 $\pm$ 0.94 ^{ab}	6.13 $\pm$ 0.74 ^{ab}
CAAC	7.93 $\pm$ 0.88 ^a	7.40 $\pm$ 0.63 ^a	7.27 $\pm$ 0.59 ^a	7.20 $\pm$ 0.86 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.67 $\pm$ 0.82 ^a	6.77 $\pm$ 0.88 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 41 คะแนนความชอบกลิ่นมะม่วงตัดแต่งสุกเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้

การทดลอง	ความชอบกลิ่นมะม่วงสุก (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.13 $\pm$ 0.74 ^{abc}	7.13 $\pm$ 1.03 ^a	7.00 $\pm$ 0.85 ^a	5.20 $\pm$ 1.01 ^b	6.07 $\pm$ 0.88 ^a	4.73 $\pm$ 1.10 ^b	3.47 $\pm$ 0.92 ^b	3.33 $\pm$ 0.96 ^b
DA	6.93 $\pm$ 0.59 ^c	7.00 $\pm$ 0.85 ^a	7.00 $\pm$ 0.85 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.40 $\pm$ 0.74 ^a	5.73 $\pm$ 1.16 ^a	5.53 $\pm$ 0.92 ^a	5.53 $\pm$ 0.74 ^a
DC	7.20 $\pm$ 0.68 ^{abc}	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.87 $\pm$ 0.92 ^a	6.93 $\pm$ 0.88 ^a	6.33 $\pm$ 0.90 ^a	5.67 $\pm$ 1.23 ^a	5.73 $\pm$ 0.88 ^a	5.40 $\pm$ 1.06 ^a
DAC	7.13 $\pm$ 0.83 ^{abc}	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	7.00 $\pm$ 0.93 ^a	6.93 $\pm$ 0.88 ^a	6.33 $\pm$ 0.72 ^a	5.60 $\pm$ 1.24 ^a	5.53 $\pm$ 0.99 ^a	5.33 $\pm$ 0.98 ^a
CC	7.67 $\pm$ 0.49 ^a	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.87 $\pm$ 0.74 ^a	6.93 $\pm$ 0.88 ^a	6.40 $\pm$ 0.74 ^a	5.27 $\pm$ 1.03 ^{ab}	5.60 $\pm$ 0.99 ^a	5.53 $\pm$ 0.92 ^a
CCA	7.07 $\pm$ 0.88 ^{bc}	7.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.93 $\pm$ 0.88 ^a	6.67 $\pm$ 0.90 ^a	6.27 $\pm$ 0.88 ^a	5.53 $\pm$ 0.99 ^{ab}	5.53 $\pm$ 0.92 ^a	5.33 $\pm$ 0.82 ^a
CCC	7.07 $\pm$ 0.70 ^{bc}	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	6.60 $\pm$ 0.91 ^a	6.27 $\pm$ 1.03 ^a	5.47 $\pm$ 0.92 ^{ab}	5.73 $\pm$ 1.03 ^a	5.73 $\pm$ 0.80 ^a
CA	6.93 $\pm$ 0.70 ^c	7.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.93 $\pm$ 0.80 ^a	6.80 $\pm$ 0.86 ^a	6.20 $\pm$ 0.86 ^a	5.73 $\pm$ 0.88 ^a	6.00 $\pm$ 0.76 ^a	5.47 $\pm$ 0.92 ^a
CAA	7.07 $\pm$ 0.70 ^{bc}	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	6.93 $\pm$ 0.96 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.33 $\pm$ 0.72 ^a	5.67 $\pm$ 0.82 ^a	6.07 $\pm$ 0.88 ^a	5.67 $\pm$ 0.82 ^a
CAC	6.93 $\pm$ 0.70 ^c	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.80 $\pm$ 0.77 ^a	6.73 $\pm$ 0.88 ^a	6.73 $\pm$ 0.86 ^a	5.93 $\pm$ 0.70 ^a	5.60 $\pm$ 0.99 ^a	5.60 $\pm$ 0.63 ^a
CCAC	7.27 $\pm$ 0.70 ^{abc}	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.93 $\pm$ 0.88 ^a	6.87 $\pm$ 0.83 ^a	6.40 $\pm$ 0.91 ^a	5.73 $\pm$ 1.16 ^a	5.60 $\pm$ 0.83 ^a	5.60 $\pm$ 0.83 ^a
CAAC	7.60 $\pm$ 0.51 ^{ab}	7.20 $\pm$ 0.88 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	6.67 $\pm$ 0.82 ^a	6.27 $\pm$ 0.70 ^a	5.80 $\pm$ 1.26 ^a	5.80 $\pm$ 0.86 ^a	5.47 $\pm$ 0.74 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 42 คะแนนความชอบกลิ่นเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคนได้

การทดลอง	ความชอบกลิ่นเปรี้ยว (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	7.20 $\pm$ 0.77 ^a	7.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.47 $\pm$ 1.19 ^a	5.80 $\pm$ 1.21 ^a	4.40 $\pm$ 1.50 ^b	4.40 $\pm$ 1.30 ^b	4.33 $\pm$ 0.90 ^b
DA	7.33 $\pm$ 0.49 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	7.20 $\pm$ 0.94 ^a	6.40 $\pm$ 0.99 ^a	6.13 $\pm$ 0.74 ^a	5.80 $\pm$ 0.94 ^a	5.73 $\pm$ 0.88 ^a	5.07 $\pm$ 1.10 ^a
DC	7.27 $\pm$ 0.59 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	7.13 $\pm$ 0.92 ^a	6.47 $\pm$ 0.99 ^a	6.00 $\pm$ 0.76 ^a	5.87 $\pm$ 0.99 ^a	5.33 $\pm$ 0.98 ^a	5.13 $\pm$ 0.92 ^a
DAC	7.27 $\pm$ 0.88 ^a	7.20 $\pm$ 0.77 ^a	7.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.73 $\pm$ 0.88 ^a	6.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.00 $\pm$ 0.76 ^a	5.53 $\pm$ 0.83 ^a	5.07 $\pm$ 1.03 ^a
CC	7.20 $\pm$ 0.86 ^a	7.20 $\pm$ 0.77 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	6.60 $\pm$ 0.74 ^a	5.93 $\pm$ 0.96 ^a	5.80 $\pm$ 0.94 ^a	5.60 $\pm$ 0.91 ^a	5.13 $\pm$ 0.92 ^a
CCA	7.47 $\pm$ 0.52 ^a	7.20 $\pm$ 0.86 ^a	7.07 $\pm$ 0.80 ^a	6.60 $\pm$ 0.83 ^a	6.07 $\pm$ 0.70 ^a	6.07 $\pm$ 0.80 ^a	5.53 $\pm$ 0.83 ^a	5.07 $\pm$ 0.80 ^a
CCC	7.20 $\pm$ 0.86 ^a	7.13 $\pm$ 0.99 ^a	6.93 $\pm$ 0.80 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.07 $\pm$ 0.70 ^a	6.00 $\pm$ 0.85 ^a	5.60 $\pm$ 0.83 ^a	5.20 $\pm$ 0.94 ^a
CA	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	7.00 $\pm$ 0.76 ^a	6.73 $\pm$ 0.80 ^a	6.07 $\pm$ 0.70 ^a	5.93 $\pm$ 0.80 ^a	5.67 $\pm$ 0.98 ^a	5.20 $\pm$ 0.94 ^a
CAA	7.33 $\pm$ 0.49 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.67 $\pm$ 0.82 ^a	5.93 $\pm$ 0.70 ^a	5.93 $\pm$ 0.80 ^a	5.53 $\pm$ 0.83 ^a	5.27 $\pm$ 0.80 ^a
CAC	7.33 $\pm$ 0.62 ^a	7.33 $\pm$ 0.90 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.80 $\pm$ 0.68 ^a	5.93 $\pm$ 0.70 ^a	5.87 $\pm$ 0.74 ^a	5.60 $\pm$ 0.91 ^a	5.47 $\pm$ 0.64 ^a
CCAC	7.33 $\pm$ 0.72 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	6.67 $\pm$ 0.82 ^a	6.07 $\pm$ 0.80 ^a	5.93 $\pm$ 0.80 ^a	5.67 $\pm$ 0.90 ^a	5.40 $\pm$ 0.83 ^a
CAAC	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	6.33 $\pm$ 0.72 ^a	6.00 $\pm$ 0.76 ^a	5.80 $\pm$ 0.68 ^a	5.67 $\pm$ 0.90 ^a	5.33 $\pm$ 0.90 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 43 คะแนนความชอบกลิ่นแปลกปลอมของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้

การทดลอง	ความชอบกลิ่นแปลกปลอม (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.60 $\pm$ 0.83 ^a	7.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.47 $\pm$ 0.83 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.10 $\pm$ 0.94 ^a	6.00 $\pm$ 1.06 ^a	5.90 $\pm$ 0.70 ^a	5.85 $\pm$ 1.08 ^a
DA	7.47 $\pm$ 1.06 ^a	7.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.20 $\pm$ 0.99 ^a	6.20 $\pm$ 1.13 ^a	6.10 $\pm$ 1.13 ^a	5.85 $\pm$ 0.63 ^a	5.90 $\pm$ 0.86 ^a
DC	7.73 $\pm$ 0.99 ^a	7.33 $\pm$ 1.23 ^a	6.33 $\pm$ 1.11 ^a	6.33 $\pm$ 0.77 ^a	6.20 $\pm$ 1.36 ^a	6.10 $\pm$ 0.92 ^a	6.00 $\pm$ 0.70 ^a	5.80 $\pm$ 0.59 ^a
DAC	7.47 $\pm$ 0.88 ^a	7.47 $\pm$ 1.05 ^a	6.47 $\pm$ 0.98 ^a	6.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.20 $\pm$ 0.82 ^a	6.05 $\pm$ 0.98 ^a	6.00 $\pm$ 0.86 ^a	6.00 $\pm$ 0.92 ^a
CC	7.53 $\pm$ 0.99 ^a	7.33 $\pm$ 0.83 ^a	6.33 $\pm$ 0.92 ^a	6.20 $\pm$ 0.90 ^a	6.20 $\pm$ 0.70 ^a	6.05 $\pm$ 0.92 ^a	5.90 $\pm$ 0.62 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a
CCA	7.60 $\pm$ 0.63 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.40 $\pm$ 0.99 ^a	6.20 $\pm$ 0.77 ^a	6.10 $\pm$ 0.77 ^a	6.10 $\pm$ 0.91 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.80 $\pm$ 0.92 ^a
CCC	7.47 $\pm$ 0.99 ^a	7.20 $\pm$ 0.86 ^a	6.33 $\pm$ 1.11 ^a	6.20 $\pm$ 0.77 ^a	6.00 $\pm$ 0.86 ^a	6.00 $\pm$ 0.80 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.85 $\pm$ 0.96 ^a
CA	7.73 $\pm$ 0.88 ^a	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.33 $\pm$ 0.90 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.00 $\pm$ 0.68 ^a	6.05 $\pm$ 0.82 ^a	5.90 $\pm$ 0.52 ^a	5.80 $\pm$ 0.86 ^a
CAA	7.60 $\pm$ 0.91 ^a	7.20 $\pm$ 1.15 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.20 $\pm$ 0.94 ^a	6.10 $\pm$ 0.68 ^a	6.05 $\pm$ 0.83 ^a	6.00 $\pm$ 0.91 ^a	5.90 $\pm$ 0.90 ^a
CAC	7.53 $\pm$ 0.74 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	6.33 $\pm$ 0.98 ^a	6.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.10 $\pm$ 0.83 ^a	6.00 $\pm$ 0.83 ^a	6.00 $\pm$ 0.91 ^a	5.90 $\pm$ 0.99 ^a
CCAC	7.53 $\pm$ 0.74 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.40 $\pm$ 0.99 ^a	6.40 $\pm$ 0.74 ^a	6.10 $\pm$ 0.64 ^a	6.05 $\pm$ 0.63 ^a	5.90 $\pm$ 0.74 ^a	5.80 $\pm$ 0.88 ^a
CAAC	7.47 $\pm$ 0.74 ^a	7.40 $\pm$ 0.74 ^a	6.47 $\pm$ 0.99 ^a	6.40 $\pm$ 0.74 ^a	6.20 $\pm$ 0.86 ^a	6.10 $\pm$ 0.88 ^a	5.90 $\pm$ 0.64 ^a	5.80 $\pm$ 0.80 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 44 คะแนนความชอบรสหวานของมะม่วงตัดแต่งเค็มนและไม่เค็มนด้วยสารเค็มนบริโภคได้

การทดลอง	ความชอบรสหวาน (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.53 $\pm$ 0.64 ^a	7.40 $\pm$ 0.51 ^a	7.47 $\pm$ 0.92 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	7.13 $\pm$ 0.92 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	7.27 $\pm$ 0.59 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a
DA	7.60 $\pm$ 0.74 ^a	7.60 $\pm$ 0.74 ^a	7.47 $\pm$ 1.36 ^a	7.33 $\pm$ 0.90 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	7.33 $\pm$ 0.94 ^a	7.20 $\pm$ 0.56 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a
DC	7.60 $\pm$ 0.91 ^a	7.47 $\pm$ 0.92 ^a	7.53 $\pm$ 1.25 ^a	7.40 $\pm$ 1.24 ^a	7.20 $\pm$ 1.08 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	7.20 $\pm$ 0.56 ^a	7.20 $\pm$ 0.77 ^a
DAC	7.53 $\pm$ 0.74 ^a	7.53 $\pm$ 0.99 ^a	7.40 $\pm$ 0.74 ^a	7.33 $\pm$ 0.98 ^a	7.27 $\pm$ 0.88 ^a	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a
CC	7.60 $\pm$ 1.06 ^a	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.47 $\pm$ 0.64 ^a	7.33 $\pm$ 0.90 ^a	7.33 $\pm$ 0.98 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	7.20 $\pm$ 0.56 ^a	7.13 $\pm$ 1.06 ^a
CCA	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.47 $\pm$ 0.83 ^a	7.53 $\pm$ 1.13 ^a	7.33 $\pm$ 0.90 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	7.07 $\pm$ 0.59 ^a	7.27 $\pm$ 0.59 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a
CCC	7.60 $\pm$ 0.51 ^a	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.47 $\pm$ 1.13 ^a	7.40 $\pm$ 1.06 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	7.07 $\pm$ 0.80 ^a
CA	7.53 $\pm$ 0.64 ^a	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.40 $\pm$ 1.06 ^a	7.40 $\pm$ 1.30 ^a	7.20 $\pm$ 0.77 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a
CAA	7.73 $\pm$ 0.46 ^a	7.60 $\pm$ 0.99 ^a	7.40 $\pm$ 0.99 ^a	7.40 $\pm$ 0.91 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	7.20 $\pm$ 0.86 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a
CAC	7.73 $\pm$ 1.08 ^a	7.53 $\pm$ 0.52 ^a	7.47 $\pm$ 1.13 ^a	7.33 $\pm$ 0.82 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a
CCAC	7.80 $\pm$ 0.94 ^a	7.67 $\pm$ 0.98 ^a	7.40 $\pm$ 1.06 ^a	7.33 $\pm$ 0.82 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	7.07 $\pm$ 0.88 ^a
CAAC	7.80 $\pm$ 0.86 ^a	7.64 $\pm$ 0.83 ^a	7.47 $\pm$ 0.99 ^a	7.40 $\pm$ 0.83 ^a	7.13 $\pm$ 0.99 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 45 คะแนนความชอบรสเปรี้ยวของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบพรีโปกได้

การทดลอง	ความชอบรสเปรี้ยว (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	6.87 $\pm$ 0.92 ^a	6.73 $\pm$ 0.80 ^a	6.67 $\pm$ 0.72 ^{ab}	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.53 $\pm$ 0.83 ^a	6.60 $\pm$ 0.74 ^a	6.87 $\pm$ 0.74 ^a	6.93 $\pm$ 1.22 ^a
DA	6.67 $\pm$ 0.98 ^a	6.67 $\pm$ 0.72 ^a	6.60 $\pm$ 0.99 ^{ab}	6.33 $\pm$ 0.90 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.67 $\pm$ 0.92 ^a	6.93 $\pm$ 1.33 ^a	6.87 $\pm$ 1.36 ^a
DC	6.60 $\pm$ 0.83 ^a	6.67 $\pm$ 0.72 ^a	6.73 $\pm$ 0.96 ^{ab}	6.47 $\pm$ 0.99 ^a	6.33 $\pm$ 0.98 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a	6.80 $\pm$ 1.37 ^a	6.87 $\pm$ 1.25 ^a
DAC	6.60 $\pm$ 0.91 ^a	6.73 $\pm$ 0.80 ^a	6.53 $\pm$ 0.92 ^{ab}	6.40 $\pm$ 0.99 ^a	6.53 $\pm$ 0.99 ^a	6.60 $\pm$ 0.99 ^a	6.87 $\pm$ 1.64 ^a	6.73 $\pm$ 1.16 ^a
CC	6.73 $\pm$ 0.70 ^a	6.53 $\pm$ 0.99 ^a	6.60 $\pm$ 0.74 ^{ab}	6.40 $\pm$ 1.12 ^a	6.40 $\pm$ 0.91 ^a	6.60 $\pm$ 0.99 ^a	6.73 $\pm$ 1.62 ^a	6.93 $\pm$ 1.33 ^a
CCA	6.67 $\pm$ 0.82 ^a	6.67 $\pm$ 0.72 ^a	6.53 $\pm$ 0.92 ^{ab}	6.73 $\pm$ 0.80 ^a	6.60 $\pm$ 0.91 ^a	6.80 $\pm$ 1.15 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a
CCC	6.80 $\pm$ 0.77 ^a	6.47 $\pm$ 0.83 ^a	6.87 $\pm$ 0.70 ^{ab}	6.53 $\pm$ 0.99 ^a	6.47 $\pm$ 0.83 ^a	6.73 $\pm$ 0.96 ^a	6.67 $\pm$ 1.05 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a
CA	6.67 $\pm$ 0.72 ^a	6.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	6.40 $\pm$ 0.74 ^a	6.40 $\pm$ 0.92 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a	6.67 $\pm$ 1.00 ^a	7.00 $\pm$ 0.94 ^a
CAA	6.80 $\pm$ 0.77 ^a	6.67 $\pm$ 0.90 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	6.53 $\pm$ 0.74 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a	7.00 $\pm$ 1.00 ^a	6.80 $\pm$ 0.94 ^a
CAC	6.67 $\pm$ 0.98 ^a	6.60 $\pm$ 0.83 ^a	6.33 $\pm$ 0.62 ^b	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.60 $\pm$ 0.99 ^a	6.67 $\pm$ 0.90 ^a	7.07 $\pm$ 1.49 ^a	7.13 $\pm$ 0.99 ^a
CCAC	6.73 $\pm$ 0.88 ^a	6.53 $\pm$ 0.92 ^a	6.42 $\pm$ 0.74 ^{ab}	6.53 $\pm$ 0.99 ^a	6.60 $\pm$ 0.99 ^a	6.67 $\pm$ 0.90 ^a	6.73 $\pm$ 0.70 ^a	6.87 $\pm$ 0.99 ^a
CAAC	6.80 $\pm$ 0.86 ^a	6.53 $\pm$ 0.74 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^{ab}	6.47 $\pm$ 0.83 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.67 $\pm$ 1.05 ^a	6.80 $\pm$ 0.77 ^a	6.93 $\pm$ 0.96 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 46 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคได้

การทดลอง	ความชอบเนื้อสัมผัส (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.67 $\pm$ 0.62 ^a	7.40 $\pm$ 0.74 ^a	4.93 $\pm$ 1.03 ^c	4.27 $\pm$ 1.22 ^b	2.53 $\pm$ 1.06 ^c	1.93 $\pm$ 0.70 ^c	1.47 $\pm$ 0.64 ^d	1.20 $\pm$ 0.41 ^c
DA	7.67 $\pm$ 0.98 ^a	7.27 $\pm$ 0.80 ^a	5.60 $\pm$ 0.91 ^b	4.67 $\pm$ 1.11 ^b	3.33 $\pm$ 1.05 ^b	2.67 $\pm$ 0.82 ^b	2.53 $\pm$ 0.92 ^c	2.00 $\pm$ 0.65 ^d
DC	7.53 $\pm$ 0.92 ^a	7.20 $\pm$ 0.94 ^a	5.73 $\pm$ 1.16 ^b	4.47 $\pm$ 1.30 ^b	3.27 $\pm$ 1.22 ^b	2.47 $\pm$ 1.25 ^{cb}	2.20 $\pm$ 0.77 ^c	1.87 $\pm$ 0.64 ^d
DAC	7.53 $\pm$ 0.92 ^a	7.33 $\pm$ 0.72 ^a	5.53 $\pm$ 1.25 ^{bc}	4.33 $\pm$ 1.11 ^b	3.20 $\pm$ 0.86 ^b	2.93 $\pm$ 1.03 ^b	2.67 $\pm$ 0.62 ^c	2.20 $\pm$ 0.68 ^d
CC	7.47 $\pm$ 0.83 ^a	7.33 $\pm$ 0.82 ^a	7.00 $\pm$ 0.53 ^a	6.53 $\pm$ 0.52 ^a	6.20 $\pm$ 0.94 ^a	6.00 $\pm$ 0.85 ^a	5.47 $\pm$ 1.06 ^b	5.13 $\pm$ 0.92 ^c
CCA	7.47 $\pm$ 0.74 ^a	7.40 $\pm$ 0.63 ^a	6.93 $\pm$ 0.59 ^a	6.60 $\pm$ 0.74 ^a	6.20 $\pm$ 0.77 ^a	6.13 $\pm$ 1.06 ^a	5.80 $\pm$ 0.86 ^b	5.07 $\pm$ 0.70 ^c
CCC	7.47 $\pm$ 1.06 ^a	7.40 $\pm$ 0.74 ^a	6.93 $\pm$ 0.80 ^a	6.53 $\pm$ 1.13 ^a	6.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.27 $\pm$ 0.80 ^a	5.73 $\pm$ 0.88 ^b	5.53 $\pm$ 0.92 ^{abc}
CA	7.67 $\pm$ 1.11 ^a	7.53 $\pm$ 0.74 ^a	6.93 $\pm$ 0.70 ^a	6.67 $\pm$ 0.90 ^a	6.47 $\pm$ 0.74 ^a	6.07 $\pm$ 0.70 ^a	5.67 $\pm$ 0.82 ^b	5.33 $\pm$ 0.82 ^{bc}
CAA	7.67 $\pm$ 0.82 ^a	7.33 $\pm$ 0.62 ^a	7.00 $\pm$ 0.76 ^a	6.73 $\pm$ 0.96 ^a	6.60 $\pm$ 0.83 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	5.93 $\pm$ 0.80 ^{ab}	5.60 $\pm$ 0.83 ^{abc}
CAC	8.07 $\pm$ 0.59 ^a	7.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.87 $\pm$ 0.64 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.40 $\pm$ 0.91 ^a	6.40 $\pm$ 0.99 ^a	5.87 $\pm$ 0.83 ^{ab}	5.47 $\pm$ 0.74 ^{abc}
CCAC	7.93 $\pm$ 1.03 ^a	7.40 $\pm$ 0.63 ^a	7.07 $\pm$ 0.70 ^a	6.40 $\pm$ 1.18 ^a	6.33 $\pm$ 0.98 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.07 $\pm$ 0.88 ^{ab}	5.87 $\pm$ 0.99 ^{ab}
CAAC	7.40 $\pm$ 0.63 ^a	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.00 $\pm$ 0.76 ^a	6.47 $\pm$ 0.99 ^a	6.47 $\pm$ 0.74 ^a	6.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.20 $\pm$ 0.77 ^a	6.00 $\pm$ 0.85 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางผนวกที่ 47 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงตัดแต่งเคลือบและไม่เคลือบด้วยสารเคลือบบริโภคน้ำได้

การทดลอง	ความชอบโดยรวม (คะแนน) $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*							
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8	วันที่ 10	วันที่ 12	วันที่ 14
DW	7.33 $\pm$ 0.62 ^a	6.87 $\pm$ 0.74 ^a	5.07 $\pm$ 0.70 ^b	4.00 $\pm$ 1.13 ^b	1.60 $\pm$ 0.74 ^c	1.47 $\pm$ 0.64 ^c	1.40 $\pm$ 0.51 ^d	1.27 $\pm$ 0.46 ^d
DA	7.47 $\pm$ 1.13 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	6.27 $\pm$ 0.59 ^a	6.13 $\pm$ 0.52 ^a	5.60 $\pm$ 0.99 ^b	5.07 $\pm$ 1.03 ^b	4.07 $\pm$ 0.88 ^c	3.27 $\pm$ 0.80 ^c
DC	7.47 $\pm$ 0.83 ^a	7.13 $\pm$ 0.83 ^a	6.20 $\pm$ 1.01 ^a	6.07 $\pm$ 0.70 ^a	5.67 $\pm$ 1.11 ^b	5.13 $\pm$ 1.19 ^b	3.93 $\pm$ 0.70 ^c	3.20 $\pm$ 0.86 ^c
DAC	7.53 $\pm$ 0.74 ^a	7.13 $\pm$ 0.52 ^a	6.47 $\pm$ 0.74 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	5.87 $\pm$ 1.06 ^{ab}	5.13 $\pm$ 1.19 ^b	4.00 $\pm$ 0.76 ^c	3.87 $\pm$ 0.92 ^b
CC	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.20 $\pm$ 0.77 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.13 $\pm$ 0.64 ^{ab}	5.87 $\pm$ 0.64 ^a	5.47 $\pm$ 0.64 ^{ab}	5.13 $\pm$ 0.74 ^a
CCA	7.40 $\pm$ 0.63 ^a	7.13 $\pm$ 0.74 ^a	6.40 $\pm$ 0.91 ^a	6.27 $\pm$ 0.46 ^a	6.27 $\pm$ 0.70 ^{ab}	6.00 $\pm$ 0.65 ^a	5.40 $\pm$ 0.63 ^b	5.40 $\pm$ 0.63 ^a
CCC	7.53 $\pm$ 0.52 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^{ab}	6.00 $\pm$ 0.93 ^a	5.47 $\pm$ 0.92 ^{ab}	5.33 $\pm$ 0.90 ^a
CA	7.40 $\pm$ 0.63 ^a	7.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.67 $\pm$ 0.82 ^a	6.40 $\pm$ 0.74 ^a	6.27 $\pm$ 0.59 ^{ab}	6.07 $\pm$ 0.59 ^a	5.80 $\pm$ 0.77 ^{ab}	5.40 $\pm$ 0.99 ^a
CAA	7.33 $\pm$ 0.62 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.20 $\pm$ 0.94 ^a	6.27 $\pm$ 0.70 ^{ab}	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	5.80 $\pm$ 0.70 ^a	5.60 $\pm$ 0.74 ^a
CAC	7.47 $\pm$ 0.74 ^a	7.13 $\pm$ 0.64 ^a	6.73 $\pm$ 0.88 ^a	6.27 $\pm$ 0.70 ^a	6.20 $\pm$ 0.94 ^{ab}	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	5.80 $\pm$ 0.86 ^{ab}	5.60 $\pm$ 0.99 ^a
CCAC	7.47 $\pm$ 0.92 ^a	7.33 $\pm$ 0.72 ^a	6.47 $\pm$ 0.92 ^a	6.33 $\pm$ 0.82 ^a	6.13 $\pm$ 0.74 ^{ab}	6.00 $\pm$ 0.76 ^a	5.53 $\pm$ 0.74 ^{ab}	5.67 $\pm$ 0.90 ^a
CAAC	7.53 $\pm$ 0.83 ^a	7.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.53 $\pm$ 0.92 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.40 $\pm$ 0.83 ^a	6.20 $\pm$ 0.68 ^a	6.00 $\pm$ 0.76 ^{ab}	5.73 $\pm$ 0.59 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

*เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอรรถพล ภูษณะพงษ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 5 กันยายน 2526
สถานที่เกิด	กาญจนบุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การเกษตร) ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์