



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการเคลือบอัลจินตและเจลแลนกัมแบบไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพ

มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of Alginate and Gellan-Based Microemulsion Coating on  
Qualities of Fresh-cut Mango

ดร. ระจิตร สุวพานิช

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2556

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการเคลือบอัลจิเนตและเจลแลนกัมแบบไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพ

มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of Alginate and Gellan-Based Microemulsion Coating on  
Qualities of Fresh-cut Mango

RC H

ร 214ค

2556

ดร. ระจิตร สุวพานิช

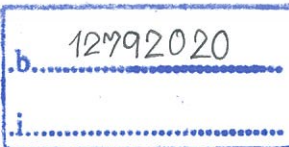
เลขหมู่.....

143555

เลขทะเบียน.....

วันเดือนปี

17 ต.ค. 2559



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2556

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	ผลของการเคลือบอัลจินตและเจลแลนกัมแบบไมโครอิมัลชันต่อคุณภาพ มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค
แหล่งเงินทุน	งบประมาณเงินแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ	2556 จำนวน 323,400 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2555 ถึงเดือน กันยายน 2556
หัวหน้าโครงการ	ดร. รชจิตร สุวพานิช
หน่วยงานต้นสังกัด	สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารเคลือบโซเดียมแอลจินตและเจลแลนกัมที่มีผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคระหว่างการเก็บรักษา โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการหาสูตรที่เหมาะสมของสารเคลือบโซเดียมแอลจินต 2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) หรือสารเคลือบเจลแลนกัม 0.5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ร่วมกับการใช้กลีเซอรอล 0.25-2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และน้ำมันดอกทานตะวัน 0.025, 0.05 และ 0.125 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) วางแผนการทดลองแบบ Box-Behnken ประเมินผลการทดลองจากการสูญเสียน้ำหนัก และลักษณะปรากฏโดยรวมของชิ้นมะม่วงเขียวเสวยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 และ 33 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ผลการประเมินพบว่ามะม่วงเขียวเสวยที่เคลือบด้วยโซเดียมแอลจินต 2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ร่วมกับกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และน้ำมันดอกทานตะวัน 0.025 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) หรือสารเคลือบเจลแลนกัม 0.5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ร่วมกับกลีเซอรอล 0.63 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และน้ำมันดอกทานตะวัน 0.025 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บรักษา 16 ชั่วโมง ทั้ง 2 ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าสูตรอื่นๆ และมีลักษณะปรากฏโดยรวมที่ดีกว่า ในการศึกษาขั้นที่ 2 ได้ศึกษาผลของสารทั้งสองชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา คือ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 8 วันเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษาได้ 6 วัน การเคลือบผิวมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยสารทั้งสองทำให้สูญเสียน้ำหนัก มีค่าสี ความแน่นเนื้อ กิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส แตกต่างจากชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) มะม่วงที่เคลือบด้วยโซเดียมแอลจินตหรือ เจลแลนกัมในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปเท่ากับ  $2.95 \times 10^6$  และ  $3.54 \times 10^6$  โคโลนีต่อกรัม (ตามลำดับ) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปเท่ากับ  $4.27 \times 10^6$  โคโลนีต่อกรัม

เอกสารสำคัญ: โซเดียมอัลจินต เจลแลนกัม มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค มอนูญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Research Title :** Effect of Alginate and Gellan-Based Microemulsion Coating on Qualities of Fresh-cut Mango.

**Researcher :** Dr. RachitSuwapanich

**Faculty :** Agro-Industry

**Department :** Food process engineering

## ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of sodium alginate and gellan gum on quality and safety of fresh-cut mango cv. Kaew Sawoey during storage. The first step, Box-Behnken experimental design used to determine the optimization of sodium alginate 2% (w/v) or gellan gum 0.5% (w/v) with glycerol 0.25-2% (w/v) and sunflower oil 0.025%, 0.05% and 0.125%(w/w). Edible coating on fresh-cut mango were evaluated by weight loss and appearance until 16 hr. at 25°C in 98.9% and 33% relative humidity. The result shown that edible coating containing 2% (w/v) sodium alginate , 2% (w/v) glycerol and 0.025% (w/v) sunflower oil or 0.5 (w/v) gellan gum, 0.63% (w/v) glycerol and 0.025% (w/v) sunflower oil were the optimized formulation which determine from weight loss and overall appearance after storage 16 hr at 98.9 and 33% RH. Finally, the effect of the optimized formulation were study on qualities change of fresh-cut mango during storage at 5 and 10°C. Coating fresh-cut fruit stored at 5°C maintained better than stored at 10°C. Edible coating of fresh-cut mango had the storage life of 8 days compared with the control had storage life only 6 days. Both edible coatings of fresh-cut mango were significantly difference in weight loss, color, firmness and activity of enzyme polyphenol oxidase compared with the control ( $p \leq 0.05$ ). Microbial quality of fresh cut mango with the acceptable limit during 8 days at 5°C showed that the total plate count of fresh-cut mango coated with sodium alginate and gellan gum were  $2.95 \times 10^6$  and  $3.54 \times 10^6$  CFU/g respectively compared with the control was  $4.27 \times 10^6$  CFU/g

**Keywords:** Sodium alginate, Gellan gum, Fresh-cut mango

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยจากแหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2556 และ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่อำนวยความสะดวกในการบริการสถานที่ ที่ทำงานวิจัยทำงานได้ สะดวกยิ่งขึ้น

ระจิตร สุพานิช  
ผู้วิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ(ไทย)	ก
บทคัดย่อ(อังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	2
1.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์	3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	31
3.1 วัสดุดิบ	31
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	31
3.3 สารเคมี	32
3.4 ขั้นตอนและวิธีทดลอง	33
3.5 การศึกษาที่ 1	35
3.6 การศึกษาที่ 2	36
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 การหาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเคลือบมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคร	40
4.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคร	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	85
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก	95
ประวัติผู้วิจัย	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อมะม่วงส่วนที่บริโภคได้ (ต่อปริมาณ 100 กรัม)	6
ตารางที่ 2.2 การใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้	26
ตารางที่ 4.1 ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ(WVR) ของสารเคลือบอัลจินตและเจลแลนกัมในแต่ละสูตร สารเคลือบที่ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) และที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น)	48
ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบลักษณะปรากฏของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค ระยะเวลาการเก็บ รักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	51
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบลักษณะปรากฏของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค ระยะเวลาการเก็บ รักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	52
ตารางที่ 4.4 ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค เมื่อระยะเวลาการ เก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	79
ตารางที่ 4.5 ค่าการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของตัวอย่างมะม่วงเขียวเสวยตัด แต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลา 8 วัน	80
ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	84
ตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนผสมของสารเคลือบผิวเจลแลนกัมแผนการทดลองแบบ Box-Behnken	96
ตารางภาคผนวกที่ 2 ส่วนผสมของสารเคลือบผิวอัลจินตแผนการทดลองแบบ Box-Behnken	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคร่วม	11
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของอัลจิเนต (Alginate) ชนิดต่างๆ	27
ภาพที่ 2.3 กลไกการเกิดเจลของ calcium alginate (Egg-box model)	28
ภาพที่ 3.1 มะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่มีความแก่ทางการค้า	31
ภาพที่ 3.2 การเตรียมผลมะม่วงเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่เปลือกของผลมะม่วง	33
ภาพที่ 3.3 การเคลือบผิวมะม่วงตัวแต่งพร้อมบริโภคร่วม	34
ภาพที่ 3.4 บรรจุชิ้นมะม่วงในกล่องพลาสติก PET	34
ภาพที่ 3.5 การหา Water vapor Resistance (WVR)	35
ภาพที่ 3.6 การวัดสีของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น	36
ภาพที่ 3.7 การวัดความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น	37
ภาพที่ 3.8 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	38
ภาพที่ 4.1 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบอัลจิเนตในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น)	41
ภาพที่ 4.2 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบอัลจิเนตในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น)	41
ภาพที่ 4.3 ลักษณะปรากฏของชิ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคร่วมที่เคลือบด้วยอัลจิเนต เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง	42
ภาพที่ 4.4 ลักษณะปรากฏของชิ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคร่วมที่เคลือบด้วยอัลจิเนต เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.5 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบเจลแลนแกมในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น)	45
ภาพที่ 4.6 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบเจลแลนแกมในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น)	45
ภาพที่ 4.7 ลักษณะปรากฏของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโคนที่เคลือบด้วยเจลแลนแกม เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง	46
ภาพที่ 4.8 ลักษณะปรากฏของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโคนที่เคลือบด้วยเจลแลนแกม เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง	47
ภาพที่ 4.9 การเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	51
ภาพที่ 4.10 การเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคนที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	53
ภาพที่ 4.11 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคนที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	55
ภาพที่ 4.12 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคนที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	56
ภาพที่ 4.13 ค่า $L^*$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโคนที่ได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	57
ภาพที่ 4.14 ค่า $a^*$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโคนที่ได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.15 ค่า $b^*$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	58
ภาพที่ 4.16 ค่า $\Delta E$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	59
ภาพที่ 4.17 ค่า $L^*$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	60
ภาพที่ 4.18 ค่า $a^*$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	61
ภาพที่ 4.19 ค่า $b^*$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	61
ภาพที่ 4.20 ค่า $\Delta E$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	62
ภาพที่ 4.21 ค่า $L^*$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	63

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.22 ค่า $a^*$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	64
ภาพที่ 4.23 ค่า $b^*$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	64
ภาพที่ 4.24 ค่า $\Delta E$ ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	65
ภาพที่ 4.25 ค่า $L^*$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	67
ภาพที่ 4.26 ค่า $a^*$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	68
ภาพที่ 4.27 ค่า $b^*$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	68
ภาพที่ 4.28 ค่า $\Delta E$ ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน	69

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.29 ความแน่นเนื้อของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่ บริโภคได้ 2 ชนิด และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	70
ภาพที่ 4.30 ความแน่นเนื้อของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่ บริโภคได้ 2 ชนิด และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	71
ภาพที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix ) ของมะม่วงตัดแต่ง พร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	73
ภาพที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix ) ของมะม่วงตัดแต่ง พร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	73
ภาพที่ 4.33 พีเอชของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	75
ภาพที่ 4.34 พีเอชของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	76
ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อม บริโภคที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	78
ภาพที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อม บริโภคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	78

## บทที่ 1

### บทนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เฉพาะในจังหวัดฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2550 มีมูลค่าการส่งออกมากกว่า 27.5 ล้านบาท มะม่วงที่ส่งออกอยู่ในรูปผลสดทั้งพันธุ์ที่รับประทานดิบ เช่น พันธุ์เขียวเสวย โชคอนันต์ และพันธุ์ที่รับประทานผลสุก เช่น พันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และสีทอง ปัจจุบันผู้ส่งออกหลายรายได้ส่งมะม่วงสุกในสภาพแปรรูปเบื้องต้นหรือผ่านการตัดแต่งเบื้องต้น (minimally processed or fresh cut) จำหน่ายต่างประเทศ เช่น ประเทศแคนาดา แต่ปัญหาที่สำคัญคือ อายุการวางจำหน่ายที่สั้นของมะม่วงที่มีสาเหตุจากการเสื่อมเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในขั้นตอนการตัดแต่ง และการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาและวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวของมะม่วงสุกที่ผ่านการแปรรูปเบื้องต้น สำหรับมะม่วงรับประทานดิบ เช่น มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โชคอนันต์ หรือฟ้าลั่น ก็มีศักยภาพในการส่งออกเช่นเดียวกับมะม่วงรับประทานสุก โดยเฉพาะมะม่วงเขียวเสวยเนื่องจากมีรสชาติที่หวานมัน ลักษณะเนื้อกรอบ เป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างชาติ ดังนั้นการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการแปรรูปมะม่วงเขียวเสวยพร้อมบริโภครูปดังกล่าวจึงนับว่ามีความสำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาซึ่งจะทำให้สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศที่อยู่ห่างไกลซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่งค่อนข้างนาน อีกทั้งในปัจจุบันยังไม่มีแปรรูปมะม่วงเขียวเสวยพร้อมบริโภคเพื่อการส่งออกอย่างจริงจัง

วิธีการที่ใช้ในการรักษาคุณภาพและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของผลไม้แปรรูปพร้อมบริโภคสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การแช่ในสารละลายคลอรีน การแช่ในสารละลายกรด การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง ตลอดจนการบรรจุในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมเป็นวิธีการที่น่าจะสามารถช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงดิบแปรรูปพร้อมบริโภคได้ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ แต่ปัญหาที่พบคือ มะม่วงมีลักษณะแห้งไม่เป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภค และได้คำแนะนำจากผู้ทดสอบให้ปรับปรุงลักษณะปรากฏของชิ้นมะม่วง ผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เช่น อัลจิเนต (Alginate) และเจลแลนแกม (Gellan gum) มาใช้ในการปรับปรุงลักษณะปรากฏของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

### 1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันมะม่วงมีมูลค่าการส่งออกมากกว่า 27.5 ล้านบาทโดยเฉพาะมะม่วงเขียวเสวยเนื่องจากมีรสชาติที่หวานมัน ลักษณะเนื้อกรอบ แต่ปัญหาที่สำคัญคือ อายุการวางจำหน่ายที่สั้นของมะม่วง ที่มีสาเหตุจากการเสื่อมเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในขั้นตอนการตัดแต่ง และการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา ดังนั้นจึงหาวิธีการที่เหมาะสมในการแปรรูปมะม่วงเขียวเสวยพร้อมบริโภคโดยใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ คือ อัลจิเนต (Alginate) และเจลแลนแกม (Gellan gum) โดยหลังจากที่หาสูตรสารเคลือบอัลจิเนต และ เจลแลนแกมที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาแล้ว จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายเคมี ภายภาพ ของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

### 1.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ปัจจุบันผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Fresh-cut) ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจาก มีความสะดวกและประหยัดเวลาในการเตรียม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่ได้รับนิยมนิยมจากผู้บริโภค อย่างไรก็ตามผลผลิตพร้อมบริโภคได้รับสภาพเครียดทางกายภาพ เช่น การปอกเปลือก การหั่นเป็นชิ้น ส่งผลให้เนื้อเยื่อเกิดการเสียหายหรือฉีกขาดจะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ มีผลทำให้ผักและผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณภาพไป โดยทั่วไปผลไม้ตัดแต่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดกว่าผักตัดแต่ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ผลไม้มีการตัดแต่งและรอยตัดมากกว่า ผักและเนื้อเยื่อของผลไม้มักจะมีสีที่อ่อนกว่าจึงสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดมากกว่า

การเปลี่ยนแปลงของผลไม้ตัดแต่งที่สำคัญได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวและการสูญเสียความกรอบไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในที่สุด ( Soliva-Fortuny & Martin Bellose, 2003 )

ได้มีการใช้กรรมวิธีการต่างๆ มากมายที่สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่ดีของผลไม้ตัดแต่ง เช่น การใช้สารมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อในน้ำล้าง การควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำในระหว่างกระบวนการผลิต การแช่ในสารละลายกรด สารละลายแคลเซียม การใช้สารธรรมชาติเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ การบรรจุในภาชนะที่มีการปรับสภาพบรรยากาศ เป็นต้น ลักษณะของเนื้อผลไม้ภายหลังการตัดแต่งจะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับปัจจัยหลายประการ โดยมีปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ชนิดและสายพันธุ์ของผลไม้ อุณหภูมิในระหว่างการผลิต และการเก็บรักษาการผลิตและการเก็บรักษาปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  ในการเก็บรักษา และสารยับยั้งต่างๆ ที่ใช้ชะลอการเสื่อมสภาพ (Brencht, 1995) จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพที่ดัดแปลงบรรยากาศสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ แต่ปัญหาที่พบคือ มะม่วงมีลักษณะแห้งไม่เป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภค และได้คำแนะนำจากผู้ทดสอบให้ปรับปรุงลักษณะปรากฏของชั้นมะม่วง ผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวความคิดในการนำสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เช่น อัลจิเนต (Alginate) และเจลแลนกัม (Gellan gum) มาใช้ในการปรับปรุงลักษณะปรากฏของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

### 1.3 วัตถุประสงค์

1. หาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเคลือบมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคจากสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันที่เตรียมได้จากอัลจิเนต และ เจลแลนกัม
2. ศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่ให้ผลดีที่สุด ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางสรีรวิทยาและทางเคมีของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  และ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส

### 1.4 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

**การทดลองที่ 1** หาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเคลือบมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคจากสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชันที่เตรียมได้จากอัลจิเนต และ เจลแลนกัม

**การทดลองที่ 2** ศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่ได้ผลดีจากการทดลองที่ 1 ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางสรีรวิทยา ทางเคมี และจุลินทรีย์ ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค ตลอดจนศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  และ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### มะม่วง

มะม่วงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Mangifera indica* Linn. เป็นไม้ผลเขตร้อนที่เก่าแก่และสำคัญที่สุดชนิดหนึ่ง มีการปลูกทั่วไปแถบประเทศในเขตร้อน เช่น อินเดีย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย จีน บังคลาเทศ ปากีสถาน เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา และบราซิล (Mukherjee, 1997)

พันธุ์มะม่วงที่ปลูกอยู่ในปัจจุบันแบ่งตามลักษณะถิ่นกำเนิด และการกระจายสายพันธุ์ได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. มะม่วงกลุ่มอินเดีย (Indian type)
2. มะม่วงกลุ่มอินโดจีน (Indochina type)
3. มะม่วงกลุ่มลูกผสม

นอกจากนี้มะม่วงยังสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของผลได้อีก 3 ประเภท คือ

1. มะม่วงบริโภคผลดิบหรือมะม่วงมัน มะม่วงกลุ่มนี้จะมีรสหวานเมื่อตอนแก่จัด ถึงแม้จะยังไม่สุก เช่น เขียวสวย พิมเสนมัน และ แรด อีกกลุ่มหนึ่งมีรสมันไม่เปรี้ยวถึงแม้ผลยังเล็ก เช่น สายฝน ฟาลัน และ หนองแขง เป็นต้น โดยทั่วไปมะม่วงที่บริโภคผลดิบทุกชนิดจะเก็บรักษาไว้ในลักษณะมะม่วงแก่ได้ไม่กี่วัน ก็จะเริ่มสุก ซึ่งโดยมากจะมีรสจืดชืด ไม่อร่อยเหมือนขณะยังดิบอยู่ ดังนั้นจึงไม่นิยมที่จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศหรือส่งไปจำหน่ายยังจังหวัดที่อยู่ห่างไกล (ภูวนาท, 2540)
2. มะม่วงบริโภคผลสุก มะม่วงกลุ่มนี้เมื่อผลดิบจะมีรสเปรี้ยวมาก ดังนั้นจึงนิยมเก็บเกี่ยวออกจากต้นเมื่อผลแก่เต็มที่ แล้วบ่มให้สุกจึงนำมาบริโภค เมื่อผลสุกแล้วจะมีรสหวานและมีกลิ่นหอม พันธุ์มะม่วงที่บริโภคผลสุก ได้แก่ อกร่องทอง พิมเสน หนังกกลางวัน ลิ่นงูเห่า และน้ำดอกไม้ เป็นต้น (ภูวนาท, 2540)
3. มะม่วงใช้แปรรูป เป็นมะม่วงที่มีผลดก ผลขนาดเล็กถึงปานกลาง เมื่อผลแก่จัดจะมีรสมันอมเปรี้ยว เมื่อผลสุกจะมีรสหวานอมเปรี้ยวหรือจืดชืด ผลดิบใช้ทำมะม่วงตากแห้งหรือมะม่วงดอง ผลสุกใช้เนื้อแปรรูปเป็นมะม่วงกวน และมะม่วงแผ่น สำหรับพันธุ์มะม่วงที่ใช้แปรรูปอย่างแพร่หลายปัจจุบันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ มะม่วงแก้ว มะม่วงพิมเสนเปรี้ยว และมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ที่ไม่นิยมบริโภคผลสุก ส่วนมะม่วงสามปี นิยมใช้ผลสุกทำแยมและทำน้ำมะม่วงบรรจุกระป๋อง ซึ่งมีคุณภาพดีมาก เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ (ภูวนาท, 2540)

### มะม่วงเขียวเสวย

เป็นมะม่วงที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน ผลใช้รับประทานดิบคุณภาพดีมาก รสชาติหวานตรงกับความต้องการของคนไทย การเจริญเติบโตและการแตกกิ่งค่อนข้างช้า ผลมีลักษณะค่อนข้างกลมรียาววงอวนเล็กน้อย โดยมีส่วนหัวใหญ่หนาและเรียวยาวสู่ส่วนปลาย ลักษณะของผลสีเขียวเข้ม เนื้อภายในมีสีขาวละเอียดกรอบ มีเนื้อมาก เสี้ยนค่อนข้างน้อย น้ำหนักของผลประมาณ 350 กรัม เมื่ออ่อนจะมีรสเปรี้ยว เปลือกหนาและเหนียว ผลไม่แตกง่าย มีต่อมไม่ชัด แก่จัดจะมีรสหวานมัน เมื่อสุกเปลือกจะมีสีเขียวปนเหลือง ลักษณะของเนื้อภายในเหลือง รสหวานซิด อายุตั้งแต่ออกดอกจนกระทั่งผลแก่ประมาณ 105 วัน เป็นมะม่วงที่ไม่ทนทานต่อสภาพการถูกน้ำท่วมขัง หากถูกน้ำท่วมขังเพียง 3 วันเท่านั้นต้นก็จะเหี่ยวเฉา ขื่อเสียวคือจะมียางไหลตามกิ่งและลำต้น แต่มีความต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดี

### คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม และโพแทสเซียม คุณค่าทางโภชนาการของผลมะม่วง แสดงดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อมะม่วงส่วนที่บริโภคได้ (ต่อปริมาณ 100 กรัม)

Nutrient Value	per 100 grams	Units
<b>Proximate</b>		
Water	81.71	g
Energy	65	kcal
Energy	272	kJ
Protein	0.51	g
Total lipid (fat)	0.27	g
Ash	0.50	g
Carbohydrate, by difference	17.0	g
Fiber, total	1.8	g
Sugars, total	14.8	g
<b>Minerals</b>		
Calcium, Ca	10	mg
Iron, Fe	0.13	mg
Magnesium, Mg	9	mg
Phosphorus, P	11	mg
Potassium, K	156	mg
Sodium, Na	2	mg
Zinc, Zn	0.04	mg
Copper, Cu	0.11	mg
Manganese, Mn	0.027	mg
Selenium, Se	0.6	mcg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อมะม่วงส่วนที่บริโภคได้ (ต่อปริมาณ 100 กรัม)

Nutrient Value	per 100 grams	Units
<b>Vitamin</b>		
Vitamin C, total ascorbic acid	27.7	mg
Thiamin	0.058	mg
Riboflavin	0.057	mg
Niacin	0.584	mg
Pantothenic acid	0.160	mg
Vitamin B-6	0.134	mcg
Folate, total	14	mcg
Folic acid	0	mcg
Folate, food	14	mcg_DFE
Folate, DFE	14	mcg
Chlorine, total	7.6	mcg
Vitamin B-12	0	mcg
Vitamin B-12, added	0	mcg_RAE
Vitamin A, RAE	38	mcg
Retinol	0	mcg
Carotene, beta	445	mcg
Carotene, alpha	17	mcg
Cryptoxanthin, beta	11	IU
Vitamin A, IU	765	mcg
Lycopene	0	mcg
Lutein + zeaxanthin	0	mg
Vitamin E (alpha-tocopherol)	1.12	mg
Vitamin E, added	0	mcg
Vitamin K (phylloquinone)	4.2	mcg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อมะม่วงส่วนที่บริโภคได้ (ต่อปริมาณ 100 กรัม)

Nutrient Value	per 100 grams	Units
Lipid		
Fatty acid, total saturated	0.066	g
4:0	0	g
6:0	0	g
8:0	0	g
10:0	0	g
12:0	0.001	g
14:0	0.009	g
16:0	0.052	g
18:0	0.003	g
Fatty acid, total monosaturated	0.101	g
16:1 undifferentiated	0.048	g
18:1 undifferentiated	0.054	g
20:1	0	g
22:1 undifferentiated	0	g
Fatty acid, total polyunsaturated	0.051	g
18:2 undifferentiated	0.014	g
18:3 undifferentiated	0.037	g
18:4	0	g
20:4 undifferentiated	0	g
20:5 n-3	0	g
22:5 n-3	0	g
22:6 n-3	0	mg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อมะม่วงส่วนที่บริโภคได้ (ต่อปริมาณ 100 กรัม)

Nutrient Value	per 100 grams	Units
Cholesterol	0	
<b>Amino acids</b>		
Tryptophan	0.008	g
Threonine	0.019	g
Isoleucine	0.018	g
Leucine	0.031	g
Lysine	0.041	g
Methionine	0.005	g
Phenylalanine	0.017	g
Tyrosine	0.010	g
Valine	0.026	g
Arginine	0.019	g
Histidine	0.012	g
Alanine	0.051	g
Aspartic acid	0.042	g
Glutamic acid	0.060	g
Glycine	0.021	g
Proline	0.018	g
Serine	0.022	g
<b>Other</b>		
Alcohol, ethyl	0	g
Caffeine	0	mg
Theobromine	0	mg

ที่มา: USDA Agricultural Research Service, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค

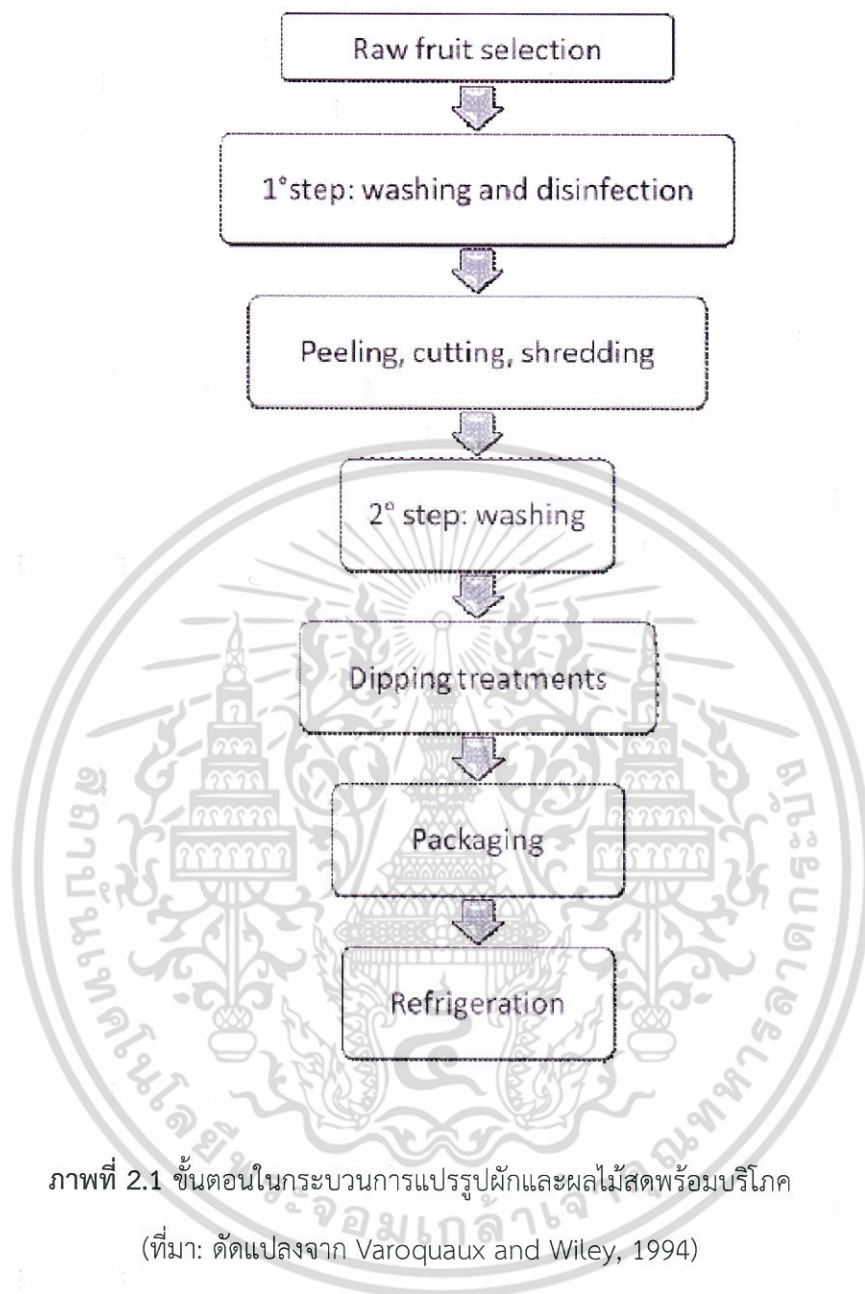
ผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีขั้นตอนการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างใดหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การล้างทำความสะอาด การปกปิดเปลือก การเอาไส้หรือเมล็ดออก การหั่นชิ้นหรือการซอยเป็นชิ้นเล็กๆ การบรรจุ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่ผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคนั้นยังคงมีชีวิตอยู่ (จริงแท้, 2544) ปัจจุบันผลไม้สดพร้อมบริโภคมีปริมาณการบริโภคเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะผลไม้ที่มีผลขนาดใหญ่และเปลือกยาก เช่น ทูเรียน ขนุน สับปะรด แตงโม และแคนตาลูป เนื่องจากผู้บริโภคต้องการความสะดวกสบาย รวดเร็ว ง่ายต่อการบริโภค และประหยัดเวลา (Rattanapanone *et al.*, 2000)

จริงแท้ (2544) ได้สรุปข้อควรพิจารณาในการเลือกวัตถุดิบสำหรับแปรรูปผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคควรมีลักษณะดังนี้

1. ผลขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สะดวกในการซื้อบริโภค
2. ราคา ถ้าราคาผลไม้สูงและมีผลขนาดใหญ่ การแปรรูปเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภคจะดึงดูดความสนใจให้ผู้บริโภคซื้อได้ง่าย
3. ผลไม้หลายชนิดมีปัญหาในเรื่องคุณภาพภายในซึ่งตรวจสอบไม่ได้จากภายนอก การแปรรูปพร้อมบริโภคจะช่วยให้ตรวจสอบคุณภาพได้ดีขึ้น
4. ความยากในการปอกผลไม้บางชนิด เช่น ขนุน และทูเรียน ซึ่งปอกได้ยากและอาจมีอันตราย ทำให้ผู้บริโภคไม่อยากเสียเวลาหรือเสี่ยงในการปอกเอง
5. ส่วนเปลือกหรือส่วนที่บริโภคไม่ได้มีปริมาณมาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งและมีราคาแพงขึ้นโดยไม่จำเป็น
6. ผลไม้หลายชนิดมีปัญหาเรื่องการเข้าทำลายโดยแมลงวันผลไม้ ทำให้ส่งไปขายในต่างประเทศบางประเทศไม่ได้ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ เสียเวลา และค่าใช้จ่ายการแปรรูปเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภคอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้

## ขั้นตอนการผลิตผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค

กระบวนการแปรรูปผักผลไม้สดพร้อมบริโภคแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือการแปรรูปผักที่เป็นผักใบ และผลไม้ที่เป็นผลหรือพืชหัว (ภาพที่ 2.1)



### การเปลี่ยนแปลงของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค

ผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการแปรรูปต่างๆ เช่น การปอกเปลือก การตัด หรือหั่นเป็นชิ้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ทำให้เซลล์ของผลผลิตผลึกทำลาย ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน

การผลิตผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคนั้นเป็นกระบวนการที่ทำให้ผักและผลไม้เกิดบาดแผลซึ่งเป็นสาเหตุให้ผักและผลไม้มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น (Beaulieu and Lea, 2003) อัตราการหายใจของผักและผลไม้สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าผักและผลไม้เหล่านั้นจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานเพียงใด ผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงจะเน่าเสียเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ (Rico *et al.*, 2007)

การศึกษาอัตราการหายใจของแคนตาลูปที่หั่นด้วยมีดที่คมและที่อหยาบพบว่าความคมของมีดที่ใช้หั่นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการหายใจ เพราะส่งผลกระทบต่อการทำลายเซลล์บริเวณรอยตัดตัวอย่างเช่น แคนตาลูปที่หั่นด้วยมีดที่มีอัตราการหายใจสูงกว่าแคนตาลูปที่หั่นด้วยมีดคมประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน (Portela and Cantwell, 2001) ผลกวีที่ปอกเปลือกและหั่นขึ้นมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงกว่าผลกวีที่ไม่ปอกเปลือก 2-4 เท่า (Agar *et al.*, 1999) นอกจากนี้ Kim *et al.* (2004) ได้ศึกษาอัตราการหายใจของกะหล่ำปลีสีขาวและสีม่วงทั้งหัวและหั่นขึ้น พบว่ากะหล่ำปลีหั่นขึ้นมีอัตราการหายใจสูงกว่าโดยเมื่อเก็บรักษากะหล่ำปลีสีขาวทั้งหัวและหั่นขึ้นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีอัตราการหายใจซึ่งวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่คายออกมาเท่ากับ 0.8-1.1 mmol kg<sup>-1</sup> per hour และ 0.9-1.5 mmol kg<sup>-1</sup> per hour ตามลำดับ ส่วนกะหล่ำปลีสีม่วงทั้งหัวและหั่นขึ้นมีอัตราการหายใจ 0.6-0.8 mmol kg<sup>-1</sup> per hour และ 1.1-1.4 mmol kg<sup>-1</sup> per hour ตามลำดับ

## 2. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค คือการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) เมื่อเซลล์ถูกทำลายในระหว่างกระบวนการผลิตผลไม้สดพร้อมบริโภค จะทำให้เอนไซม์ภายในเซลล์ออกมาเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างออกซิเจนในอากาศกับสารตั้งต้นได้อย่างอิสระ เอนไซม์สำคัญที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค คือเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ซึ่งจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารฟีนอล (phenolic compound) กับก๊าซออกซิเจน ทำให้เกิดสารประกอบสีน้ำตาลขึ้นบริเวณรอยแผลของผักและผลไม้สด ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (Toivonen and Brummell, 2008)

ผลิตผลบางชนิดเมื่อมีการหั่นขึ้นและเกิดบาดแผล บริเวณรอบๆ บาดแผลจะเกิดสีน้ำตาล (จริงแท้, 2544) เช่น ผลมังคุดที่ปอกเปลือกเมื่อจุ่มด้วยสารต้านการเกิดสีน้ำตาล แล้วเก็บรักษาไว้ในถุงเป็นเวลา 10 วัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าเนื้อมังคุดมีสีคล้ำ มีค่า  $L^*$  ลดลงจาก 73 เป็น 60 (Manurakchinakorn *et al.*, 2005) สับปะรดหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีค่า  $L^*$  ลดลงจาก 69 เหลือประมาณ 61 (Antoniolli *et al.*, 2005) ส่วนลูกพลับหั่นชิ้นมีค่า  $L^*$  ลดลงจาก 69 เหลือเพียงประมาณ 55 ภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน (Perez-Gago *et al.*, 2005) นอกจากนี้ผักบางชนิด เช่น fennel เมื่อหั่นแล้วบรรจุในถุง เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน พบว่าค่า  $L^*$  ลดลงจาก 65 เหลือเพียง 54 (Spagna *et al.*, 2005)

### 3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคนอกจากเกิดจากรอยแผลเมื่อทำการปอกเปลือกหรือหั่นชิ้นจะกระตุ้นให้มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น จะเร่งอัตราการหายใจและการเสื่อมสลายให้เร็วขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของผักและผลไม้อ่อนนุ่ม (Toivonen and Brummell, 2008)

การเก็บรักษาเนื้อมังคุดที่ปอกเปลือกแล้ว ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 13 นิวตัน เหลือประมาณ 7-9 นิวตัน (Manurakchinakorn *et al.*, 2005) ลูกพลับหั่นชิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 3.04 นิวตัน เป็น 1.66 นิวตัน (Perez-Gago *et al.*, 2005) ความแน่นเนื้อของแคนตาลูปหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ลดลงจาก 15 นิวตัน เหลือประมาณ 8-12 นิวตัน หากจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการเก็บรักษา เป็นเวลา 1 นาที สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงได้ประมาณ 25-33 เปอร์เซ็นต์ (Lana-Guzman and Barrett, 2000; Portela and Cantwell, 2001) ในสับปะรดหั่นชิ้นความแน่นเนื้อลดลงจาก 55 นิวตัน เหลือเพียงประมาณ 40 นิวตัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004)

### 4. การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี

การเก็บรักษาแบริดหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (titratable; TA) และปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid; AA) ลดลงมากกว่าแบริดที่ไม่ได้หั่นชิ้น (Del Aguila *et al.*, 2006) ผลกีวีหั่นที่หั่น เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีวิตามินซีลดลงประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ (Agar *et al.*, 1999) สำหรับแคนตาลูปหั่นชิ้น ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศ มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณน้ำตาลมีความเข้มข้นลดลง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4\pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เช่นเดียวกับผลมะเฟือง และแอปเปิล (Nicolais *et al.*, 2005; Senesi *et al.*, 2005; Teixeira *et al.*, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์วิทยา

การปกเปิดอกและหั่นชิ้นผักและผลไม้สด นอกจากจะเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี ทางสรีรวิทยาแล้ว ยังทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ง่ายด้วย เนื่องจากสารภายในเซลล์ที่รั่วไหลออกมาจากรอยบาดแผลของผักและผลไม้ เป็นแหล่งอาหารที่มีประโยชน์ ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี และก่อให้เกิดการเน่าเสียของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค (Brackett, 1994) ตัวอย่างเช่น ผลการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ของผักกาดหอมห่อที่หั่นและไม่หั่นหั่น พบว่าผักกาดหอมห่อหั่นหั่นมีจำนวนแบคทีเรีย และยีสต์-รา มากกว่าผักกาดหอมห่อที่ไม่ได้หั่นประมาณ 1.5 เท่า (Abadias *et al.*, 2008) ผลการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ของแคนตาลูปหั่นหั่น ที่จุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 30 วินาที พบว่าสามารถควบคุมการเจริญของแบคทีเรียทั้งหมด และยีสต์-รา ได้ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Portela and Cantwell, 2001) นอกจากนี้ Klaiber *et al.* (2005) ได้ศึกษาจำนวน จุลินทรีย์ของแครอทหั่นหั่น ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่าแครอทหั่นหั่นชุดควบคุมมีจำนวนจุลินทรีย์มากที่สุด และมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่จำนวนจุลินทรีย์ของแครอทหั่นหั่นที่จุ่มในสารละลายคลอรีน มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ

### การควบคุมคุณภาพของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค

#### 1. วัตถุดิบ

การผลิตผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค ควรใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีระยะการแก่และสุกที่เหมาะสม ควรคัดเลือกวัตถุดิบโดยอาจใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี รอยขีด และโรคการคัดเลือกวัตถุดิบเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนกระบวนการผลิต ซึ่งหากไม่คัดแยกวัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพออกไป อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายได้ (Yildiz, 1994) เนื่องจากคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษามากกว่าการใช้สารที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพ (Plotto *et al.*, 2004)

#### 2. กระบวนการผลิต

สิ่งสำคัญในกระบวนการผลิตผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค คือการรักษาความสะอาด เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิต บรรจุภัณฑ์ รวมทั้งสภาพแวดล้อมระหว่างกระบวนการผลิตด้วย

การลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของผักและผลไม้สดนั้น ทำได้โดยการล้างทำความสะอาด เพราะไม่เพียงเป็นการกำจัดเศษหิน ดิน ทรายที่ติดมากับผลิตผลเท่านั้น แต่อาจทำให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาหลุดออกไปได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำความสะดวกอาจทำได้โดยการแช่ผักและผลไม้ในน้ำแล้วใช้มือถูทำความสะอาด หรือใช้เครื่องฉีดน้ำไปยังผักและผลไม้ หรือใช้เครื่องกวั่นน้ำเคลื่อนที่เพื่อพัดเอาฝุ่นผงดินให้หลุดออกไป หรือใช้เครื่องพ่นฝอยน้ำไปยังผักและผลไม้ที่เคลื่อนที่ไปตามสายพานก็ได้ การใช้หลายๆ วิธีร่วมกันจะทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่หากน้ำที่ใช้ล้างไม่สะอาดจะเป็นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ให้กับผักและผลไม้ได้ การใช้สารฆ่าเชื้อ เช่น สารละลายคลอรีน สารละลายไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ หรือสารละลายกรดชนิดต่างๆ สามารถช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดี(สุมาลี, 2541)การปกเปิดอกและการหั่นชิ้น ควรใช้มีดที่สะอาด และคม การปกเปิดอก หรือหั่นชิ้นผลไม้โดยใช้มีดที่คมมากๆ จะทำให้เซลล์ของผลไม้ถูกทำลายน้อยลง เช่น การหั่นแคนตาลูปโดยใช้มีดที่คม ทำให้มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 6 วัน ในขณะที่การหั่นโดยใช้มีดที่ไม่คมจะมีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่า 6 วัน ที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส (Portela and Cantwell, 2001) และหลังการใช้งานควรล้างและทำความสะอาดใบมีดทุกครั้ง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในการผลิตครั้งต่อไป (Yildiz, 1994)

### 3. การขนส่งและการจำหน่าย

ผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคจะเสื่อมเสียอย่างรวดเร็วระหว่างการขนส่ง จึงต้องรักษาความสะดวกระหว่างการขนส่ง ควบคุมสภาวะในการขนส่งให้มีอุณหภูมิต่ำ และมีความชื้นสัมพัทธ์สูงเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ในระหว่างการวางจำหน่าย ต้องมีการรักษาความสะดวกและควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมด้วยเช่นกัน (Yildiz, 1994)

#### การปนเปื้อนของจุลินทรีย์

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค และยังใช้เป็นตัวกำหนดอายุการเก็บรักษาได้ด้วย จำนวนจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา โดยผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคที่มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคที่มีจำนวนจุลินทรีย์มาก (Narciso and Plotto, 2005) อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคนอกจากจะขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์แล้ว ยังขึ้นกับระยะความแก่และสุกของผลไม้ กระบวนการผลิตอุณหภูมิในการเก็บรักษา ความแน่นเนื้อ และพันธุ์ของผลไม้ก็อีกด้วย (DeRoever, 1998) การเข้าทำลายของเชื้อโรคต่างๆ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ชี้บ่งถึงคุณภาพ และการจัดการในกระบวนการผลิตผลไม้สดพร้อมบริโภคที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการควบคุมจุลินทรีย์

การเสื่อมเสียของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคอันเนื่องมาจากการเจริญของจุลินทรีย์สามารถควบคุมได้หลายวิธี ดังนี้

### 1. การควบคุมทางกายภาพ

#### 1.1. อุณหภูมิ

##### 1.1.1. ความร้อน

การใช้ความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เป็นอันตราย 2-3 องศาเซลเซียส กับผักและผลไม้สามารถกำจัดหรือยับยั้งการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ได้ การใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์มีประโยชน์ คือ ต้นทุนต่ำ ใช้เครื่องมือง่ายๆ และไม่มีสารเคมีตกค้างบนผิวของผักและผลไม้ ความร้อนที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์มีหลายแบบ เช่น ลมร้อน (hot air) ไอร้อนชื้น (humidified hot air) และน้ำร้อน (hot water) น้ำร้อนจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด หรือบางครั้งการใช้ไอร้อนชื้นจะมีประโยชน์ในแง่ที่ไม่ต้องการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากบรรจุภัณฑ์ การใช้ความร้อนควบคุมจุลินทรีย์จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ใกล้อุณหภูมิสูงสุดที่ผลิตผลจะสามารถทนได้ โดยไม่ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อ อย่างไรก็ตาม การใช้ความร้อนควบคุมจุลินทรีย์ ควรจะทดสอบอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด การศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์โดยการจุ่มผลมะม่วงลงในน้ำ หรือสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 12 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที พบว่าการใช้น้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 12 และ 50 องศาเซลเซียสสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เปลือกของผลมะม่วงได้ (Ngarmsak *et al.*, 2005)

##### 1.1.2. ความเย็น

การเก็บรักษาผักและผลไม้สดไว้ที่อุณหภูมิต่ำๆ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีประโยชน์ในการชะลอการเน่าเสียของผักและผลไม้ที่มีการติดเชื้อจากจุลินทรีย์อยู่ได้ผิวที่ลึก และไม่สามารถกำจัดออกได้โดยวิธีอื่นๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้แต่ละชนิดจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกัน เพื่อยับยั้งการเสื่อมสลาย (senescence) โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายจากการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ดังนั้นอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาอาจจะยับยั้งการเน่าเสียของผักและผลไม้ โดยการทำให้ผักและผลไม้มีความต้านทานและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2. ความแห้ง

ในการทำแห้งนั้น ความร้อนที่ได้จากกระบวนการสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ แต่จะได้ผลมากน้อยเพียงใดนั้นจะแตกต่างกันตามชนิดของผลไม้ จำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ และวิธีการให้ความร้อน ส่วนใหญ่แล้วแบคทีเรียและยีสต์จะถูกทำลายหมด แต่สปอร์ของแบคทีเรียและราต่างๆ อาจยังคงมีชีวิตรอดอยู่ได้ อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมในขณะที่ทำแห้งไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์อยู่แล้ว (สุมาลี, 2541)

## 1.3. แร่งดันออสโมติก

ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์จะมีสารต่างๆ เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นถ้าหากความเข้มข้นของสารภายในเซลล์มีค่าน้อยกว่าภายนอกเซลล์ จะทำให้มีแรงดันออสโมติกมากกว่า น้ำจึงออสโมซิสออกจากเซลล์มีผลทำให้เซลล์เหี่ยว ในทางตรงข้ามถ้าความเข้มข้นของสารภายในเซลล์มีค่ามากกว่าความเข้มข้นภายนอกเซลล์ แร่งดันออสโมติกจะต่ำกว่า ทำให้น้ำออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ มีผลทำให้เซลล์เต่งหรืออาจแตกได้

หลักการของแรงดันออสโมติกที่แตกต่างกัน สามารถนำมาใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ได้ โดยนำจุลินทรีย์มาไว้ในสารละลาย เช่น น้ำเกลือความเข้มข้น 10-15 เปอร์เซ็นต์ หรือ น้ำตาลความเข้มข้น 50-70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลทำให้เซลล์จุลินทรีย์เหี่ยว ไม่สามารถเจริญต่อไปได้ วิธีนี้ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ แต่เป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่านั้น (สุมาลี, 2541)

## 1.4. รังสี

### 1.4.1. รังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet)

รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่อยู่ในช่วงคลื่นประมาณ 2600 อังสตรอม จะช่วยป้องกันและควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียเฉพาะที่อยู่ตามพื้นผิวได้ดี รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะไม่แตกตัว แต่จะถูกโปรตีนและกรดนิวคลีอิกต่างๆ ดูดเอาไว้ซึ่งจะทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิกเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เซลล์ตาย (สุมาลี, 2541) การใช้รังสี UV-C ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อ 'Red Oak Leaf' พบว่าการใช้รังสี UV-C ความเข้มข้นอย่างน้อย 30 จูลต่อตารางเมตร ( $\text{Jm}^{-2}$ ) สามารถลดและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ หากใช้ที่ความเข้มข้น  $85 \text{ Jm}^{-2}$  จะสามารถยับยั้งการเจริญได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามการใช้รังสี UV-C ที่ความเข้มข้นสูงๆ ( $7.11 \text{ kJm}^{-2}$ ) จะทำให้เนื้อเยื่อของผักกาดหอมห่ออ่อนนุ่มและเกิดสีน้ำตาล ภายหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Allende *et al.*, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.4.2. รังสีแกมมา (gamma rays)

รังสีชนิดนี้ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของสารกัมมันตภาพ เช่น โคบอลต์-60 (cobalt 60) และซีเซียม-137 (caesium 137) รังสีชนิดนี้มีความสำคัญมากในการถนอมอาหาร มีกำลังทะลุทะลวงสูง เป็นรังสีที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีเสียง ไม่ร้อน และไม่รู้สึกดังนั้น ถ้าถูกรังสีแกมมาจึงไม่รู้สึกตัวว่าถูกรังสี จึงควรระวังอย่างยิ่งในการใช้รังสีชนิดนี้ รังสีแกมมาสามารถใช้ในการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้สดได้ แต่เมื่อใช้ปริมาณต่อครั้งสูงมากจะทำให้เกิดการผิดปกติกับผักและผลไม้สดได้ เช่น การเปลี่ยนสี เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม สุกผิดปกติ และเน่าเสียได้ง่าย (สุมาลี, 2541) การศึกษาการใช้รังสีแกมมา 0.5, 1.0 และ 1.5 kGy ในการรักษาคุณภาพของผักกาดหอมห่อตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าการใช้รังสีแกมมา 1.0 kGy เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการรักษาคุณภาพของผักกาดหอมห่อ (Kim *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2006) คือสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ ยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ในขณะที่การใช้รังสีแกมมา 1.5 kGy จะทำให้เซลล์หรือเนื้อเยื่อของผักกาดหอมห่อเกิดความเสียหาย (Zhang *et al.*, 2006)

### 1.4.3. ไมโครเวฟ (microwaves)

พลังงานไมโครเวฟเกิดจากการนำอาหารที่เป็นกลางไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นจะมีอิเล็กตรอนไม่สมดุลวิ่งเข้าชนโมเลกุลของอาหาร ดึงเอาอิเล็กตรอนไปจับคู่เพื่อให้เกิดความสมดุลโมเลกุลที่ถูกชนจะเกิดความไม่สมดุล ซึ่งจะต้องพยายามดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาทดแทนเรื่อยๆ การเคลื่อนตัวของอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดพลังงานความร้อนออกมา คือพลังงานไมโครเวฟความยาวคลื่นของไมโครเวฟจะอยู่ระหว่างแสงอินฟราเรด (infra red) กับคลื่นวิทยุในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จึงใช้ในการทำลายราในขนมปัง การพาสเจอร์ไรซ์เบียร์ และการสเตอริไลซ์ไวน์ และในปัจจุบันยังนำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันการงอกของมันฝรั่งด้วย แต่การใช้ไมโครเวฟในการถนอมอาหารจะมีข้อจำกัด เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นอาจส่งผลกระทบบ้างทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงได้ (สุมาลี, 2541)

## 2. การควบคุมด้วยสารเคมี

### 2.1. ฟีนอลและสารประกอบฟีนอล

ผลของสารประกอบฟีนอลในการทำลายจุลินทรีย์ คือจะทำให้เซลล์แตก ทำให้โปรตีนในเซลล์ตกตะกอน ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และทำให้กรดเอมิโนรั่วไหลออกจากเซลล์ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้จุลินทรีย์ตาย ส่งผลทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย และการผ่านเข้าออกของสารภายในเซลล์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดปกติ มีผลทำให้เซลล์ตายได้ การศึกษาสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ของสารประกอบฟีนอลในไวน์แดงที่ผลิตจากองุ่นพันธุ์ต่างๆ พบว่าไวน์แดงที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลและแอนโทไซยานินสูง มีสมบัติในการต้านทาน *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ได้ (Radovanovic et al., 2009)

## 2.2. แอลกอฮอล์

เอทานอล หรือเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ทำให้โปรตีนตกตะกอน ซึ่งก่อให้เกิดการเสียหายของโปรตีน ตัวอย่างเช่น การใช้เอทานอลที่ความเข้มข้นระหว่าง 70-95 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์สูงสุด อย่างไรก็ตาม เอทานอลยังก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ ซึ่งส่งผลให้เกิดการตายของจุลินทรีย์ด้วย (สุมาลี, 2541) การใช้ไอของเอทานอลร่วมกับการใช้น้ำร้อน (46 องศาเซลเซียส) ในการควบคุมจุลินทรีย์ของผลมะม่วงก่อนนำไปผลิตเป็นมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค พบว่าการรมผลมะม่วงด้วยเอทานอลเป็นเวลาอย่างน้อย 10 ชั่วโมงภายหลังการจุ่มในน้ำร้อน สามารถควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นได้ หากรมผลมะม่วงด้วยเอทานอลเป็นเวลา 20 ชั่วโมง จะทำให้เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ (Plotto et al., 2006)

## 2.3. ฮาโลเจน

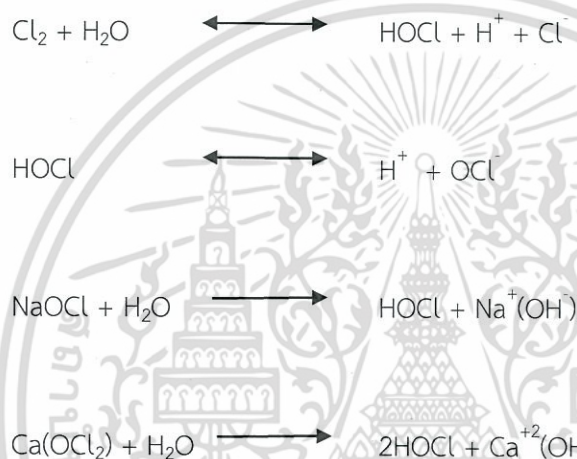
### 2.3.1. ไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite)

สารไฮโปคลอไรต์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมี 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮโปคลอไรต์และแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ โดยโซเดียมไฮโปคลอไรต์จะอยู่ในรูปสารละลายสีเหลืองอมเขียว มีกลิ่นฉุนของคลอรีน เป็นสารที่ไม่ติดไฟ แต่เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสจะสลายตัวได้ มีสมบัติเป็นด่างแก่ที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน ส่วนแคลเซียมไฮโปคลอไรต์จะอยู่ในรูปผงหรือเกล็ดสีขาวอมเหลือง เมื่อเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลายจะมีสมบัติเป็นด่างแก่ที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนเช่นกัน

ก๊าซคลอรีนเมื่อละลายน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสและแตกตัว (ภาวะสมดุล) ได้เป็นสารประกอบในรูปต่างๆ ได้แก่ คลอรีน กรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid, HOCl) และไฮโปคลอไรต์ไอออน (hypochlorite ion, OCl<sup>-</sup>) โดยสัดส่วนของสารประกอบแต่ละชนิดดังกล่าวขึ้นอยู่กับค่าพีเอชของสารละลาย กล่าวคือ ถ้าสารละลายมีค่าพีเอชต่ำกว่า 2 สารประกอบส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคลอรีน ถ้าสารละลายมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 2-6 สารประกอบส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปกรดไฮโปคลอรัส ถ้าสารละลายมีค่าพีเอชสูงกว่า 7.8 สารประกอบส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปไฮโปคลอไรต์ไอออน แต่ถ้าสารละลายมีค่าพีเอชสูงกว่า 8.5 จะแตกตัวให้ไฮโปคลอไรต์ไอออนเกือบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบคลอรีนที่อยู่ในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรต์และแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นกรดไฮโปคลอรัส และสารประกอบไฮดรอกไซด์ ส่วนกรดไฮโปคลอรัสที่เกิดขึ้นจะแตกตัวเป็นไฮโปคลอไรต์ไอออน โดยปกติคลอรีนในรูปของกรดไฮโปคลอรัส และไฮโปคลอไรต์ไอออน เรียกว่า คลอรีนอิสระ (free available chlorine) ซึ่งมีความสามารถในการฆ่าเชื้อสูง โดยกรดไฮโปคลอรัสมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีกว่าไฮโปคลอไรต์ไอออน 40-80 เท่าและประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารละลายจะลดลงเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้น (Gordon and Tachiyashiki, 1991; Lenntech, 2009)



กรดไฮโปคลอรัสที่อยู่ในสารละลายที่เป็นกลางหรือเป็นกรด จะเป็น oxidizing agent อย่างรุนแรง และมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายจุลินทรีย์ แต่ประสิทธิภาพจะลดลงถ้ามีสารประกอบอินทรีย์อยู่ด้วยไม่ว่าจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใด ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์นั้นนอกจากผลของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นภายในเซลล์จุลินทรีย์แล้ว ยังขึ้นกับผลของคลอรีนที่มีต่อโปรตีนของเซลล์โดยตรงอีกด้วย (Monarca *et al.*, 2004) เช่น งานวิจัยของ Ngarmsak *et al.*(2005) ที่รายงานว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ ในขณะที่สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสติก ความเข้มข้น 80 มิลลิกรัมต่อลิตรนั้นมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการล้างผลมะม่วงด้วยน้ำ ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เปลือกของผลมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide: $H_2O_2$ )

เป็นสารเคมีที่ทำลายจุลินทรีย์ได้ดี มีสมบัติเป็น oxidizing agent อย่างรุนแรง ความเข้มข้นที่ใช้กันทั่วไปคือ 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำลายเซลล์ปกติของแบคทีเรียได้ดีกว่าสปอร์ การที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำลายจุลินทรีย์ได้นั้น เกิดจากการที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ถูกเปลี่ยนเป็นน้ำ และน้ำถูกเปลี่ยนเป็นไฮดรอกซิลไอออน ( $OH^-$ ) จึงทำปฏิกิริยาได้กับไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) ของโปรตีน เป็นผลให้โปรตีนเสียสภาพ เซลล์จึงตาย นอกจากนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิด hydroxyl radical ภายในเซลล์ ซึ่งสารนี้มีความเป็นพิษสูง เซลล์จึงถูกทำลายได้ง่าย

ผลการศึกษาการใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการลดจำนวน *Salmonella* ที่เปลือกของผลแตงแคนตาลูปและฮันนี่ดิว พบว่าสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดี นอกจากนี้ แตงแคนตาลูป และฮันนี่ดิวที่ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ยังมีลักษณะปรากฏ และได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคดีกว่าการไม่ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน (Ukuku, 2004) การใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับนิซิน (nisin) โซเดียมแล็กเตต และกรดซิตริก เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับนิซิน ความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โซเดียมแล็กเตต ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว (Ukuku *et al.*, 2005)

### 2.4. สบู่และสารซักฟอก (detergent)

สบู่มีสมบัติในการยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้ดี โดยสบู่จะทำลายเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์จึงเป็นการเพิ่มสมบัติการยอมให้สารผ่านเข้า-ออกจากเซลล์ ทำให้สารต่างๆ ภายในเซลล์ไหลออกสู่ภายนอกได้อย่างรวดเร็ว เซลล์จึงถูกทำลาย สำหรับทางการค้านั้นได้มีการนำสารที่ทำลายแบคทีเรียมาใช้เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ทำให้สบู่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย และจุลินทรีย์อื่นๆ ได้ดียิ่งขึ้น (สุมาลี, 2541)

การที่สารซักฟอกทำลายแบคทีเรียได้นั้น เนื่องจากสารซักฟอกทำให้โปรตีนภายในเซลล์เสียสภาพ และสารซักฟอกไปรวมตัวกับโปรตีนและลิพิดที่เยื่อหุ้มเซลล์ ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ผิดปกติ นอกจากนี้การที่ผิวเซลล์ของแบคทีเรียมีประจุลบ จึงยึดจับกับสารซักฟอกที่มีประจุบวกได้ดี ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการ

ฉีกขาด จึงเป็นการเพิ่มสมบัติการยอมให้สารผ่านเข้า-ออกจากเซลล์ และยังทำให้สารบางอย่างที่จำเป็นต่อการเจริญของแบคทีเรียรั่วออกจากเซลล์ แบคทีเรียจึงตายในที่สุด

## 2.5. กรดและด่าง

กรดและด่างใช้ยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้ โดยจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออน กรดอินทรีย์มีสมบัติในการทำละลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดอินทรีย์ เพราะแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนได้มากกว่า จุลินทรีย์แต่ละชนิดทนต่อสภาพความเป็นกรดได้แตกต่างกันยีสต์และราทนกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย กรดแก่และด่างแก่จะทำลายจุลินทรีย์โดยทำลายผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้สมบัติการยอมให้สารผ่านเข้า-ออกจากเซลล์เพิ่มขึ้น เซลล์จึงถูกทำลายในปัจจุบันได้มีการนำกรดและด่างไปใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์มากมาย เช่น กรดเบนโซอิก (benzoic acid), กรดซาลิไซลิก (salicylic acid), กรดฟอร์มิก (formic acid), กรดเพอร์ออกซี-แอสिटิก (peroxyacetic acid), กรดซिटริก, โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น

## 3. การควบคุมทางชีวภาพ ด้วยสารปฏิชีวนะและยารักษาโรค

การนำเอาสารปฏิชีวนะที่ไม่เป็นพิษมาใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ มีข้อควรคำนึงถึง คือสารปฏิชีวนะนั้น มีประสิทธิภาพในการทำละลายจุลินทรีย์แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ดังนั้น สารปฏิชีวนะอาจมีผลทำลายจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งได้ แต่ไม่สามารถทำลายชนิดอื่นๆ ทำให้ได้ผลไม่ดี หรืออาจต้องใช้สารปฏิชีวนะหลายชนิดซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองมาก และจุลินทรีย์จะมีความสามารถในการพัฒนาตนเองให้สามารถทนทานต่อความเข้มข้นของสารปฏิชีวนะ หรือที่เรียกว่าดื้อต่อสารปฏิชีวนะ ผู้ที่บริโภคอาหารที่มีสารปฏิชีวนะอยู่เสมอ อาจมีผลต่อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในลำไส้ตามปกติ และมีการพัฒนาของจุลินทรีย์ให้ต้านทานต่อสารปฏิชีวนะชนิดนั้นได้ ถึงแม้ว่าสารปฏิชีวนะที่ใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์จะน้อยกว่าที่ใช้ในการรักษาก็ตาม ดังนั้นจึงได้กำหนดให้เลือกใช้สารปฏิชีวนะที่ไม่ได้ใช้ในการรักษามาใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ (นงลักษณ์และปรีชา, 2544)

### การทำ pre-treatment สำหรับเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภค

การทำ pre-treatment สำหรับเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภคมีหลายวิธี ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

#### 1. วิธีทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1. อุณหภูมิ

การศึกษาการควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพันธุ์โชคอนันต์โดยการล้างผลมะม่วงในน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 80 มิลลิกรัมต่อลิตร สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรและสารละลายแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 5 นาที พบว่าการล้างผลมะม่วงด้วยน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และยีสต์-รา ที่เปลือกผลมะม่วง และการล้างผลมะม่วงด้วยน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ก่อนการหั่นชิ้นสามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน (Ngarmsak *et al.*, 2005)

### 1.2. การตัดแปลงหรือควบคุมสภาพบรรยากาศ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยาของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง ( $4 \text{ kPa O}_2 + 10 \text{ kPa CO}_2$  หรือ  $2 \text{ kPa O}_2 + 10 \text{ kPa CO}_2$ ) และบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน พบว่าการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงสามารถยืดอายุการวางจำหน่ายได้ แต่อุณหภูมิจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการยืดอายุการวางจำหน่าย (Rattanapanone *et al.*, 2001) การเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ จะลดอัตราการหายใจของเนื้อมะม่วงซึ่งมีประโยชน์ในการยืดอายุการเก็บรักษา แต่อาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นได้ (Nakamura *et al.*, 2004)

### 1.3. การใช้สารเคลือบผิว

การใช้สารเคลือบผิว เช่น สารละลาย carboxymethylcellulose ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ หรือ สารละลาย carboxymethylcellulose ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ maltodextrin ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เช่น calcium ascorbate ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้น พบว่าการใช้สารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสของเนื้อมะม่วงสุกระหว่างการเก็บรักษาได้ และการใช้ carboxymethylcellulose เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

maltodextrin สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพต่างๆ เช่น สี และความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นได้ (Plotto *et al.*, 2004) นอกจากนี้ Purwadaria and Wuryani (2000) ได้ศึกษาสารเคลือบผิวชนิดหนึ่งที่มีส่วนผสมของ soy protein isolate, low methoxy pectin, alginate acid, sodiumalginate, glycerol 87 เปอร์เซนต์, beewax, lauric acid และ stearic acid เคลือบผิวเนื้อมะม่วงพันธุ์ Arumanis หั่นชิ้น พบว่าสามารถชะลอการหายใจ และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่างๆ ของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นได้

## 2. การใช้สารเคมี

### 2.1. สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนร่วมกับเอทานอล

การยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพันธุ์ Kent และ Tommy Atkins โดยการรมผลมะม่วงก่อนการหั่นชิ้นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ด้วย 1-methylcyclopropene(1-MCP) ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 หรือ 12 ชั่วโมง หรือเอทานอล (5.0 กรัมต่อผลไม้ 1 กิโลกรัม) เป็นเวลา 24 หรือ 8 ชั่วโมง และการใช้ความร้อนอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซนต์เป็นเวลา 24 หรือ 12 ชั่วโมง พบว่า การใช้ 1-MCP และการใช้ความร้อน ทำให้เนื้อมะม่วงมีค่าความแน่นเนื้อลดลง ในขณะที่การใช้เอทานอลจะยังคงรักษาค่าความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงได้ แต่เอทานอลจะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ เมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงพันธุ์ Kent เป็นเวลา 8 วัน ส่วนเนื้อมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins พบว่า การใช้ 1-MCP จะทำให้ค่าความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นลดลง (Plotto *et al.*, 2003)

### 2.2. Anti-browning agents

การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น โดยใช้สารยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ได้แก่ 4-hexylresorcinol (HR) (0.001 mol/L) ร่วมกับ potassium sorbate (KS) (0.05 mol/L) และ HR + KS + D-isoascorbic acid (ER) (0.5 mol/L) ร่วมกับการใช้บรรจุภัณฑ์ตัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere packaging, MAP) พบว่า การใช้ HR + KS + ER ร่วมกับ MAP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) และการเจริญของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน โดยการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและ MAP นี้ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดและน้ำตาลของเนื้อมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000)

### 2.3. Firming agents

การศึกษาค่าความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (0-8% w/w) อุณหภูมิ (20-55 องศาเซลเซียส) และระยะเวลา (5-60 นาที) ในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น โดยพิจารณาจากสี ความเอกลักษณะนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และค่าพีเอช ของเนื้อมะม่วง พบว่าการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3.5% w/w อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการรักษาคุณภาพของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นโดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีการตัดแปลงสภาพบรรยากาศพบว่าการจุ่มเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่สภาวะดังกล่าวข้างต้นร่วมกับการเก็บรักษาโดยใช้บรรจุภัณฑ์ตัดแปลงบรรยากาศ (5% O<sub>2</sub> และ 5% CO<sub>2</sub>) สามารถรักษาคุณภาพของเนื้อมะม่วงได้เป็นเวลา 5 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Trindade *et al.*, 2003)

### สารเคลือบผิวที่บริโภคได้

การใช้ฟิล์มบริโภคได้และการเคลือบผิวจะถูกขยายสำหรับหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหารรวมทั้งผลไม้สดและการประมวลผลน้อยที่สุดและผัก เหตุผลในการใช้งานคือยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ (Park *et al.*, 1994) การควบคุมการเกิดออกซิเดชันและ degradative ปฏิกริยาการหายใจ (McHugh และ Krochta, 1994), เพิ่มเนื้อและประสาทสัมผัสลักษณะและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Guilbert *et al.*, 1996) Krochta (2001) แสดงให้เห็นว่าปัจจุบันการเคลือบผิวที่บริโภคได้ในเชิงพาณิชย์เป็นตัวทำลายตาม (เอทานอล) และการอุตสาหกรรมอาหารควรเปลี่ยนสารเคลือบผิวทำลายเหล่านี้มีการเคลือบน้ำตามไปให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานและความปลอดภัยด้านสิ่งแวดล้อม

การเคลือบผิวผลิตผลด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เพื่อทดแทนสารเคลือบผิวธรรมชาติที่หายไปมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ ลดการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล และจำกัดการแลกเปลี่ยนแก๊สภายในผล (จริงแท้, 2544) การควบคุมให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงและออกซิเจนต่ำ ส่งผลต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งการยับยั้งโดยตรงและเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อโรค (สายชล, 2528) นอกจากนี้การเคลือบผิวยังช่วยทำให้ผลิตผลมีลักษณะปรากฏที่ดี ผิวสด ไม่เหี่ยว และมีความมันวาว ดึงดูดความสนใจผู้บริโภค และ การใช้สารเคลือบผิวยังมีประโยชน์ทางอ้อม คือ สามารถผสมสารอื่นลงไปกับสารเคลือบผิว เช่น การผสมสารต้านจุลินทรีย์ สารต้านออกซิเดชัน สารสีหรือสารย้อมผิว สารให้กลิ่น สารเติมแต่งอาหารอื่น ๆ เป็นต้น สารเคลือบผิวเหล่านี้จะช่วยเป็นตัวพาสารเคมีให้ติดอยู่กับผิวผลิตผล (นิธิยา และ ไพโรจน์, 2547) นอกจากนี้การใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ช่วยลดการสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ชนิดของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้

สารประกอบที่ใช้กันมาก ได้แก่ โคอิตซาน, แอลเจอีน, เซลลูโลส, อัลจีเนต, คาราจีแนน, เซอีน, เวย์, คาร์นูบา, ซีผึ้ง และกรดไขมัน เป็นต้น สำหรับการประยุกต์ใช้สารประกอบเหล่านี้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 การใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้

Fresh-cut fruits	Coating composition	Reference
Apple	Alginate	[52, 53, 54]
Apple	Whey protein	[55, 56]
Apple	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Whey protein</li> <li>○ Hydroxypropyl methylcellulose</li> </ul>	[57]
Apple	Trehalose, sucrose and sodium chloride	[58]
Banana	Carrageenan	[59]
Cactus pear	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sodium alginate</li> <li>○ Agar</li> <li>○ Fish protein gel</li> </ul>	[60]
Litchi	Chitosan	[61]
Mango	Chitosan	[7]
Mango	Mango puree	[62]
Melon	Alginate	[63]
Papaya	Chitosan	[64]
Papaya	Alginate	[65]
Pear	Alginate	[66]
Pear	Hydroxypropyl methylcellulose	[67]
Plum	Hydroxypropyl methylcellulose	[68]
Strawberries	Chitosan	[32]

ที่มา: Corbo และคณะ 200

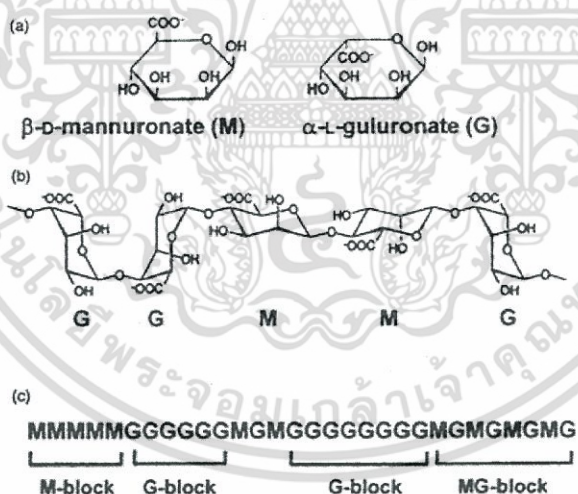
## อัลจีเนต (Alginate)

อัลจีเนตหรืออัลจินเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (Phaeophyceae) ในการผลิตอัลจีเนตเป็นอุตสาหกรรมสาหร่ายทะเลที่ใช้ ได้แก่ *Macrocystis pyrifera* มีอัลจินประมาณ 14-19 %, *Laminaria cloustoni* และ *Laminaria digitata* มีอัลจินประมาณ 15-40 % ปริมาณที่พบจะขึ้นกับชนิดของสาหร่าย ฤดูกาล และแหล่งที่สาหร่ายเจริญเติบโต สาหร่ายเหล่านี้พบได้ทั่ว ๆ ไปในโลก ประเทศที่ผลิตอัลจีเนต มาก คือ อเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน นอร์เวย์ แคนาดา และญี่ปุ่น

อัลจีเนตเป็น unbranched binary copolymer ของ 1,4-b-D-manuronic acid (M) และ L-guluronic acid (G) โมเลกุลประกอบด้วย homopolymeric regions ของ G และ M ที่เรียกว่า G- และ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M-blocks ตามลำดับและยังมีบางส่วนของโมเลกุลเป็น MG-blocks ดังภาพที่ 2.2 สัดส่วนของ copolymer และโครงสร้างเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดสมบัติของอัลจินต เช่น ถ้าโพลิเมอร์มี G ในปริมาณที่สูงจะมี สมบัติเป็น เจลที่แข็งที่ความเข้มข้นของโลหะประจุบวกเฉพาะ (polyvalent metal cation) แต่ถ้า โพลิเมอร์มี M ปริมาณสูงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดเจลที่อ่อนนุ่ม และมีสภาวะในการเกิดเจล ที่กว้างกว่า อัลจินตที่ผลิตจำหน่าย เป็นการค้ำมีหลายอนุพันธ์จึงมีสมบัติการละลายในน้ำที่แตกต่างกัน เช่น อนุพันธ์ ของเกลือ  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  และยังผลิตในรูปของ propylene glycol alginate ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของ alginic acid กับ propylene oxide ภายใต้อุณหภูมิ ความดัน อนุพันธ์เหล่านี้จะละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ความหนืดของ สารละลายอัลจินตที่ได้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความเข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล และการมีโลหะประจุบวก

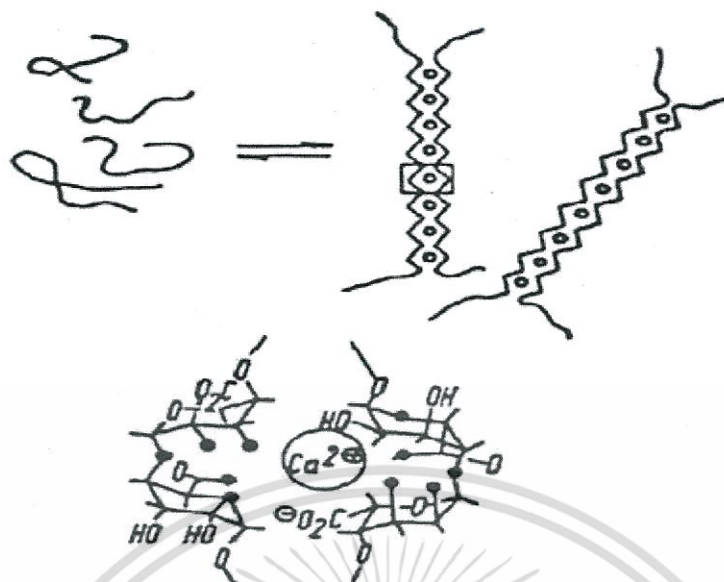
อัลจินตไม่ทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นเจลและจะเกิดเจลได้เมื่อทำปฏิกิริยากับ  $\text{Ca}^{2+}$  โครงสร้าง ของเจลมี ลักษณะคล้ายกล่องไข่ (egg box) โดยมี  $\text{Ca}^{2+}$  เกาะอยู่กับสายโพลิเมอร์ดังภาพที่ 2.3 คุณสมบัติที่ดีของอัลจินตคือ ทำให้เกิด Irreversible gel ในน้ำเย็นเมื่อมี  $\text{Ca}^{2+}$  รวมอยู่ด้วย ซึ่งคุณสมบัติในการเกิดเจลที่อุณหภูมิต่ำนี้ทำให้อัลจินต แตกต่างจากไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากสาหร่ายสีแดง



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของอัลจินต (Alginate) ชนิดต่างๆ

ที่มา : Phillips and Williams, 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 กลไกการเกิดเจลของ calcium alginate (Egg-box model)

อัลจินเนตถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 โดยเติมในอาหารกระป๋อง บางชนิด ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว ทำให้อิมัลชันคงตัว สารทำให้เกิดเจล และสาร ยับยั้งการเกิด syneresis ตัวอย่างเช่น

- propylene glycol alginate ใช้ในน้ำสลัด (salad dressing) และเบียร์ เพราะมีความสามารถละลายได้สูงที่ pH ต่ำ
- โซเดียมอัลจินเนตใช้เป็นส่วนผสมในไส้พายมะนาวที่แช่เย็นเพื่อให้เกิดความคงตัวระหว่าง freeze-thaw
- ใช้เคลือบผิวชิ้นเนื้อปลา ก่อนนำไปแช่เยือกแข็งเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด freeze burn กับชิ้นเนื้อปลา
- ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับไอศกรีม, frozen dessert, sherbet, processed cheese และใช้เป็น Alginate gel restructured products เช่น Onion rings และ Shrimp-like fish products

### เจลแลนแกม (Gellan gum)

เจลแลนแกมเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ผลิตจากการหมักคาร์โบไฮเดรตด้วยจุลินทรีย์ *Pseudomonas elodea* เจลแลนแกมมีโครงสร้างเป็นเส้นตรง ซึ่งสายหลักประกอบด้วยหน่วยซ้ำๆ ของน้ำตาลกลูโคส กรดกลูคูโรนิก น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลแรมโนส การละลายของเจลแลนแกมต้องใช้ความร้อนสูงกว่า 90 °C และไม่สามารถละลายได้ในน้ำกระด้าง ในการเกิดเจลต้องใช้ไอออนประจุบวก (divalent cation) เช่น แคลเซียม ไอออน (Omoto *et al.*, 1999) ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลของเจลแลนแกม ได้แก่ ความเป็นกรด และความร้อนที่ใช้ในการทำให้เจลแลนแกมละลาย (Yamamoto and Curha, 2007) ปริมาณน้ำตาล (Miyoshi and เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nishinari, 1999) และไอออนในสารละลาย (Morris *et al.*, 1999) เจลที่เกิดจากเจลแลนกัมมีลักษณะใส เป็นตัวปลดปล่อยกลิ่นรสที่ดี และทนต่อความร้อน สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีพีเอชในระดับต่าง ๆ ได้ในช่วงกว้าง (Miyoshi and Nishinari, 1999)

### สารเคลือบผิวไมโครอิมัลชัน

อิมัลชัน หมายถึง การกระจายตัวของของเหลว 2 ชนิด หรือมากกว่าที่ไม่ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากมีแรงตึงผิวที่เกิดขึ้นระหว่างของเหลวทั้งสองชนิด หากเป็นอิมัลชันปกติหรือแมคโครอิมัลชันจะเป็นสารละลายสีขาวขุ่น และเมื่อตั้งทิ้งไว้ของเหลวจะแยกออกจากกันเป็น 2 ชั้นสำหรับไมโครอิมัลชันจะมีลักษณะตรงข้ามกับแมคโครอิมัลชันคือ จะไม่ปรากฏลักษณะเป็นสีขาวขุ่น สารละลายที่ได้จะมีลักษณะโปร่งแสง (translucent) หรือโปร่งใส (transparent) มีความคงตัวดีและไม่แยกชั้น อนุภาคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าแมคโครอิมัลชัน ประมาณ 2000 อังสตรอม (0.2 ไมโครเมตร,  $\mu\text{m}$ ) ถึง 100 อังสตรอม (0.01 ไมโครเมตร) ดังนั้นการที่จะเรียกว่า แมคโครอิมัลชันหรือไมโครอิมัลชันจึงขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค เพราะเกิดจากกระบวนการอิมัลซิฟิเคชันเช่นเดียวกัน (Prince, 1977) ไมโครอิมัลชันเตรียมขึ้นครั้งแรกโดย George Radaward ในปี ค.ศ. 1928 เป็นการกระจายตัวของคาร์บูบาร์แวคซีในน้ำ และเนื่องจากขนาดอนุภาคของไมโครอิมัลชันจะเล็กมาก จึงจัดไมโครอิมัลชันเป็นนาโนเทคโนโลยีอย่างหนึ่ง ในระบบของไมโครอิมัลชันของเหลวชนิดหนึ่งจะต้องเป็นน้ำเสมอ แต่แมคโครอิมัลชันน้ำจะเป็นของเหลวชนิดหนึ่งและอาจไม่มีน้ำก็ได้ สำหรับไมโครอิมัลชันที่ผลิตในทางการค้าจะประกอบด้วย น้ำมันหรือแวคซี น้ำ และสารลดแรงตึงผิวหรืออิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งนิยมใช้กรดไขมัน นอกจากนี้ยังมีสารร่วมลดแรงตึงผิว (co-surfactant) ซึ่งมักเป็นแอลกอฮอล์ และเรียกแอลกอฮอล์ว่าเป็น amphiphile ซึ่งสามารถทำให้เกิดเป็นอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคเล็กมากๆ ได้ สารละลายที่ได้จะกระจายตัวเป็นของเหลวโปร่งใสที่แสงผ่านได้ และถ้าปั่นในเครื่องเหวี่ยงนาน 5 นาที ที่ 100xg จะไม่เกิดการแยกชั้น ในปัจจุบันกระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและยาส่วนใหญ่จะเตรียมให้อยู่ในรูปของไมโครอิมัลชัน (Hagenmaier and Baker, 1994a; Hagenmaier, 1998a) การทำสารเคลือบผิวให้อยู่ในรูปสารละลายไมโครอิมัลชัน ซึ่งเป็นการกระจายตัวของแวคซีในน้ำ เมื่อสารเคลือบผิวแห้งโครงสร้างของสารเคลือบผิวจะมีรูเล็กๆ เกิดขึ้น เนื่องจากอนุภาคหยดน้ำในอิมัลชันระเหยหายไป จึงเป็นช่องทางให้แก๊สผ่านเข้า-ออกได้บ้าง นอกจากนี้ความร้อนและความเร็วที่ใช้ในระหว่างผสมจะเป็นเทคนิคสำคัญที่ทำให้ได้สารเคลือบผิวที่มีลักษณะเป็นไมโครอิมัลชัน (Hagenmaier, 1998a) กรดไขมันที่นิยมใช้ในการเตรียมสารเคลือบผิวไมโครอิมัลชัน ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic acid:  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ ) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว และกรดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันชนิดอิ่มตัว ได้แก่ กรดไมริสติก (myristic acid:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$ ) กรดลอริก (lauric acid:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ ) กรดปาล์มิติก (palmitic acid:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ ) และกรดสเตียริก (stearic acid:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ ) (Hagenmaier and Baker, 1994a) หากกรดไขมันที่ใช้มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ยาวจะ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียให้กับสารเคลือบผิวได้ดีกว่าโครงสร้างโมเลกุลที่เป็นโซ่สั้น และ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียได้ดีกว่ากรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Javis *et.al.*, 1962)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

##### 3.1 วัตถุประสงค์

มะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่มีระยะความแก่ทางการค้า จากตลาดสี่มุมเมือง คัดเลือกผลที่มีขนาดน้ำหนักใกล้เคียงกันประมาณ 350-370 กรัม ปราศจากโรค แมลง และ ตาหนี คัดเลือกผลให้มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันโดยใช้วิธีจมในน้ำ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ  $15 \pm 1$  องศาเซลเซียสและทำการทดลองในวันรุ่งขึ้น



ภาพที่ 3.1 มะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่มีความแก่ทางการค้า

##### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 2 ตำแหน่ง (Digital balance; Mettler Toledo รุ่น PB 1502-L)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 4 ตำแหน่ง (Digital balance; Mettler Toledo รุ่น PB 1502-L)
3. เครื่องวัดสี (Colorimeter Minolta รุ่น CR 400)
4. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส(Texture Analyzer; Stable Micro Systems รุ่น TAX2I)
5. Hot plate
6. ถังดัดจิตอล
7. ถังพลาสติกใส มีฝาปิด (PET)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Digital Refractometer รุ่น PAL-1, ATAGO, Tokyo ,Japan)
9. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH mater รุ่น inoLab Level 1)
10. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator Cooling, Sanyo รุ่น MIR-253)
11. ขวดโหล

### 3.3 สารเคมี

1. โซเดียมอัลจิเนต (Food Grade)
2. เจลแลนกัม (Food Grade)
3. กรดแอสคอร์บิก (CARLO ERBA REGENTI)
4. แคลเซียมคลอไรด์
5. กลีเซอรอล (CARLO ERBA REGENTI)
6. น้ำมันดอกทานตะวัน (ยี่ห้อ มรกต)
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์
8. โซเดียมไฮโปคลอไรด์
9. แคลเซียมคลอไรด์
10. น้ำกลั่น
11. ฟีนอล์ฟทาลีน
12. Sodium dihydrogen orthophosphate (Ajax Finechem)
13. Di-Sodium hydrogen orthophosphate (Ajax Finechem)
14. Pyrocatechol (Merck)
15. Metaphosphoric acid (Merck)
16. Sulfuric acid (RCI Labscan)
17. Tartaric acid (Merck)
18. Potassium dihydrogen phosphate (Merck)
19. Plate Count Agar (PCA) (Himedia)
20. Potato dextrose agar (PDA) (Himedia)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

#### 3.4.1 การเตรียมผลมะม่วงเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่เปลือกของผลมะม่วง

จุ่มผลมะม่วงในสารละลายกรดโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที ใช้อัตราส่วนผลมะม่วง 1 ผลต่อสารละลาย 0.5 ลิตร (Narciso and Plotto, 2005)



ภาพที่ 3.2 การเตรียมผลมะม่วงเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่เปลือกของผลมะม่วง

#### 3.4.2 วิธีการเตรียมสารเคลือบผิวด้วยเทคนิคไมโครอิมัลชัน

เตรียมสารเคลือบของอัลจินेट 2 % (w/v) และ เจลแลนแกม 0.5% (w/v) โดยวิธีไมโครอิมัลชันชนิดเติมน้ำลงในแว็กซ์ (water to wax) ตามวิธีของ Tapia และ คณະ (2008) ละลายอัลจินेट หรือเจลแลนแกม เติมน้ำกลั่นที่ละน้อย ๆ ให้ความร้อนแก่อัลจินेट หรือ เจลแลนแกม ที่อุณหภูมิ  $70^{\circ}\text{C}$  และคนให้เข้ากันอย่างรวดเร็วด้วยเครื่องปั่นจนหลอมเหลว แล้วจึงเติมกลีเซอรอลในอัตราส่วน 0.25% ถึง 2% (w/v) และเติมน้ำมันดอกทานตะวันความเข้มข้น 0.025 % (w/w) (วางแผนการทดลองแบบ Box-Behnken ค่าแสดง ณ ตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2) จะได้สารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน

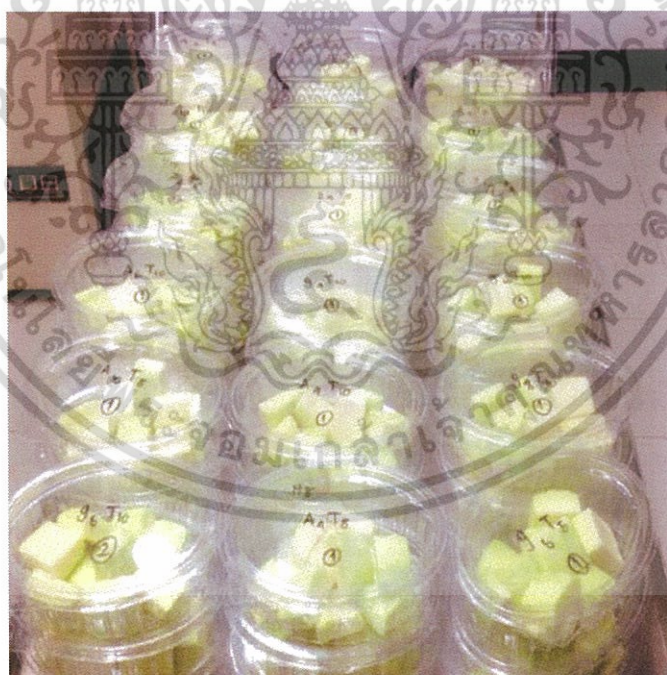
#### 3.4.3 การเตรียมมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค

ปอกเปลือกมะม่วงและหั่นชิ้นเนื้อมะม่วง ออกเป็นด้านละ 4-6 ชั้นนำมาผสมคละกันจุ่มชิ้นมะม่วงในสารเคลือบผิวที่เตรียมจากข้อ 3.5.2 นาน 2 นาที แล้วจึงนำมาจุ่มต่อในสารละลายที่มีอัตราส่วนของแคลเซียมเอ็กสาร์เน็เป็นเอ็กสาร์เน็ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอไรด์ 2 % (w/v) ที่มีแอสคอร์บิกในอัตราส่วน 1 % และ 2% (w/v) นาน 2 นาที แล้วจึงบรรจุขึ้นมะม่วงใน  
กล่องพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  และ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.3 การเคลือบผิวมะม่วงตัวแต่งพร้อมบริโภค



ภาพที่ 3.4 บรรจุขึ้นมะม่วงในกล่องพลาสติก PET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การศึกษาที่ 1 หาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเคลือบมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

ในขั้นตอนการศึกษานี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1. การหาปริมาณของกลีเซอรอลที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นพลาสติกไฮดรอกซีและปริมาณของกรดแอสคอร์บิกที่เติมลงไปเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยพิจารณาจากค่า Water vapor Resistance (WVR) ตามวิธีการหาค่า WVR ของ Garcia and Zaritzky (1998)

2. การหาปริมาณของน้ำมันดอกทานตะวันที่เหมาะสมมีเติมลงไปในสารเคลือบผิวที่ได้จากอัลจินตและเจลาแลนกัน โดยพิจารณาจากค่า Water vapor Resistance (WVR) ตามวิธีการหาค่า WVR ของ Garcia and Zaritzky (1998)

3. วิเคราะห์ผลการทดลองและพิจารณาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมมาใช้ศึกษาผลของสารเคลือบผิวนั้น ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค



ภาพที่ 3.5 การหา Water vapor Resistance (WVR)

### 3.6 การศึกษาที่ 2 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

เตรียมผลมะม่วงตามวิธีการในข้อ 3.4.1 และ 3.4.3 แช่ชิ้นมะม่วงในสารเคลือบผิวที่คัดเลือกจากการศึกษาที่ 1 บรรจุเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นลงในกล่องพลาสติกจำนวน 10 ชั้นต่อกล่องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส นำตัวอย่างเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในวันเริ่มต้นและระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 2 วันเปรียบเทียบกับชุดควบคุม จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

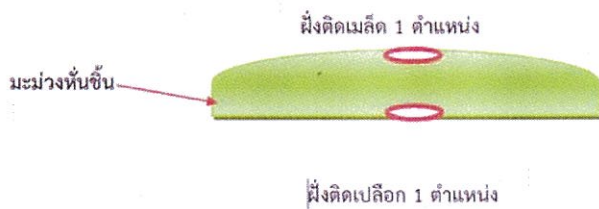
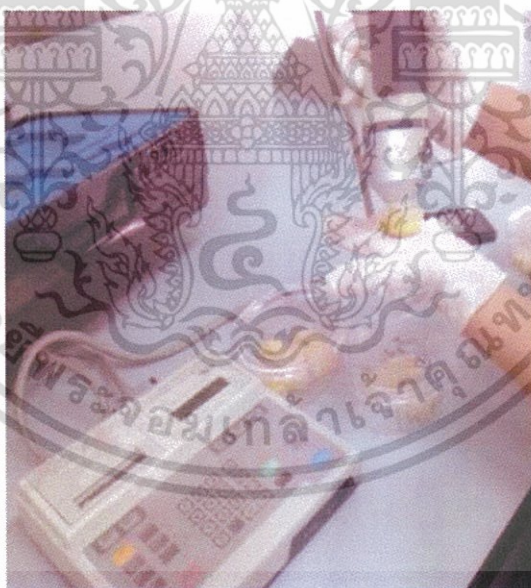
### 3.6.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

ซึ่งน้ำหนักเนื้อมะม่วงก่อนและหลังการเก็บรักษานำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

### 3.6.2 การเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นเนื้อมะม่วง

มะม่วง 1 ชิ้น ทำการวัดสีเนื้อมะม่วงด้านที่ติดกับเปลือก และ ด้านที่ติดกับเมล็ด ฟังละ 1 ตำแหน่ง โดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter Minolta รุ่น CR 400) (ภาพที่ 3.6) ทำการทดลองกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ชิ้น นำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยและรายงานผลที่วัดได้เป็นค่า  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  และ  $\Delta E$

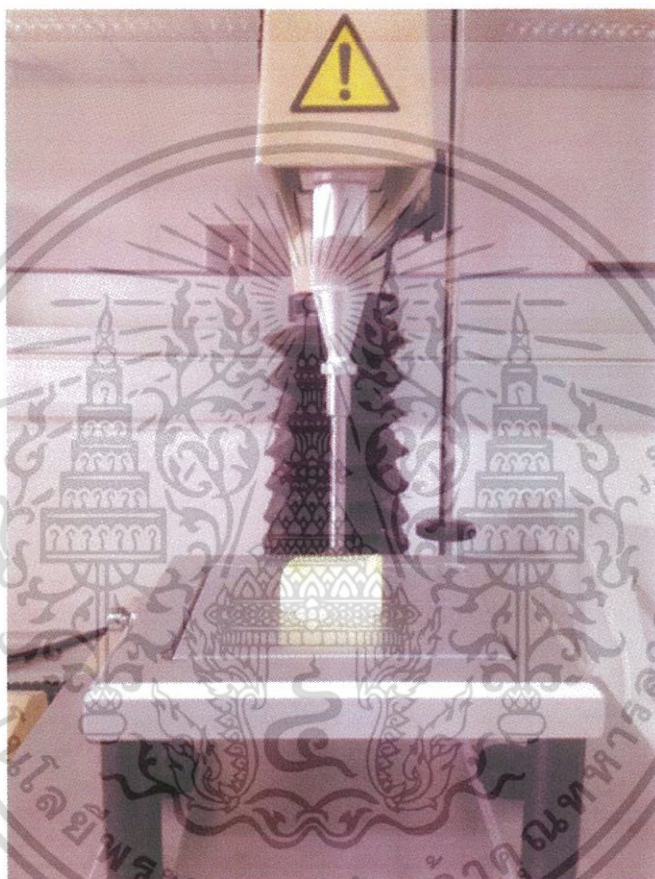


ภาพที่ 3.6 การวัดสีของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของชิ้นเนื้อมะม่วง

วัดความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงด้านติดเปลือกชิ้นละ 1 ตำแหน่งด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ดัดแปลงจากวิธีของ Tapia และ คณะ (2008) โดยใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร (5 mm-diameter probe) ความเร็ว 5 มิลลิเมตรต่อวินาที (ภาพที่ 3.7) ทำการทดลองกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ชิ้นค่าแรงกดที่วัดได้มีหน่วยเป็นนิวตันนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 3.7 การวัดความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้น

### 3.6.4 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid)

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด วิเคราะห์โดยทำการคั้นน้ำมะม่วงและกรองแยกกากออก หยดน้ำมะม่วงที่คั้นได้ลงบน digital refractometer: Atago รุ่น PAL-1 ทำการอ่านและบันทึกค่าที่ได้ (ภาพที่ 3.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

### 3.6.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่าพีเอช, pH)

นำตัวอย่างเนื้อมะม่วงที่ปั่นเป็นเนื้อเดียวกันมาวัดค่าพีเอช (อาจเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดแล้วลงไปเล็กน้อยเพื่อเจือจางแล้วนำมาวัดค่าพีเอช) โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์และก่อนใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ทุกครั้งตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดโดยการใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานพีเอช 4.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับทำการทดลองกรรมวิธีละ 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

### 3.6.6 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Total titratable acidity, TA)

วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมะม่วงโดยวิธีไทเทรชันด้วยสารละลายด่างมาตรฐานและคำนวณผลในรูปของกรดซิตริกต่อ 100 กรัมเนื้อมะม่วง (AOAC method 942.15, 2000)

### 3.6.7 อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

คำนวณหาอัตราส่วนระหว่าง TSS และ TA ที่วิเคราะห์ได้

### 3.6.8 การวัดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase; PPO)

การวัดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส วัดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในตัวอย่างเนื้อมะม่วงในระหว่างการเก็บรักษา ใช้วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Flurkey and Jen (1978) นำเนื้อมะม่วงไปสกัดเอนไซม์ และวัดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส โดยปีเปตสารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้มาจำนวน 0.2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายสับสเตรต ได้แก่ สารละลายไพโรแคทีคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพอร์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ pH 7.0 ปริมาตร 4.0 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตรทันที ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อ่านค่าทุกๆ 30 วินาที เป็นเวลา 2 นาที นำค่าที่วัดได้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะเวลากับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวอย่างในช่วงของเส้นกราฟที่มีความชันเป็นเส้นตรง โดยกำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์พอลีฟีนอลออกซิเดส 1 หน่วย (unit) เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย ในเวลา 1 นาที ที่ค่า pH = 7.0

### 3.6.9 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Pate Count) (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทั้งหมด วิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคนแต่ละสภาวะ ตัวอย่างละประมาณ 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกสำหรับเข้าเครื่องตีปั่น ด้วยวิธี aseptic technique เติมน้ำยาสำหรับเจือจาง 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วย stomacher จนตัวอย่างกระจายจนทั่ว ตัวอย่างที่ได้มีระดับการเจือจาง  $1:10$  ( $10^{-1}$ ) ปิเปิดตัวอย่างที่ระดับเจือจาง  $10^{-1}$  มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำยาสำหรับเจือจางปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer จะได้ตัวอย่างที่ได้มีระดับการเจือจาง  $10^{-2}$  จากนั้นปิเปิดตัวอย่างที่ระดับเจือจาง  $10^{-2}$  มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำยาสำหรับเจือจางปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer จะได้ตัวอย่างที่ได้มีระดับการเจือจาง  $10^{-3}$  ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ด้วยไมโครเวฟจนอุ่นละลายจนหมด พักไว้ให้เย็นซักครู่จึงนำไปใส่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ปิเปิดตัวอย่างที่เจือจางแล้วในแต่ละระดับการเจือจาง ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  และ  $10^{-3}$ ) ใส่ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน เทอาหาร PCA ประมาณ 10 มิลลิลิตร ทับบนตัวอย่างในจานเพาะเชื้อ ปิดฝาจานและทำการเขย่า/หมุนวนจานจนอุ่นอาหารแผ่กระจายจนทั่วจานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้จนอุ่นอาหารแข็งดีแล้ว ทำการคว่ำจานแล้วนำไปบ่มใน incubator ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ประมาณ 48 ชั่วโมง ทำการตรวจนับและรายงานผลในหน่วย log cfu/g

### 3.6.10 การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบ ด้วยวิธีการหาอัตราความชอบ สเกลการยอมรับ 1 ถึง 9 (9 – point hedonic scaling) ใช้จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 การทดลองที่ 1 หาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเคลือบมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค

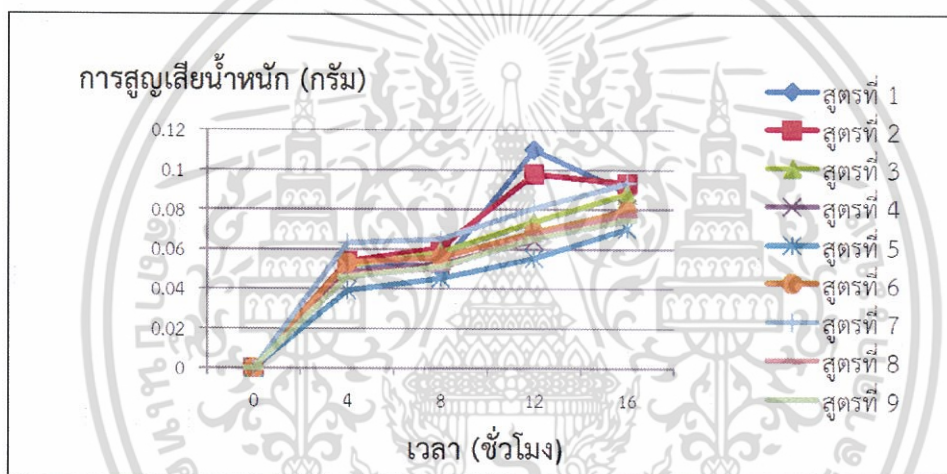
การหาสูตรสารเคลือบผิวมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค 2 ชนิด คือ โซเดียมอัลจิเนต และ เจลแลนกัม ตามแผนการทดลองแบบ Box-Behnken ดังแสดงในภาคผนวกตารางที่ 1 ค และ 2 ค โดยเก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) และที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) พร้อมชั่งน้ำหนักทุก 4 ชั่วโมง เพื่อมาคำนวณหาค่าการซึมผ่านของไอน้ำ (WVR) ต่อไป ได้ผลการทดลองดังนี้

##### สารเคลือบอัลจิเนต

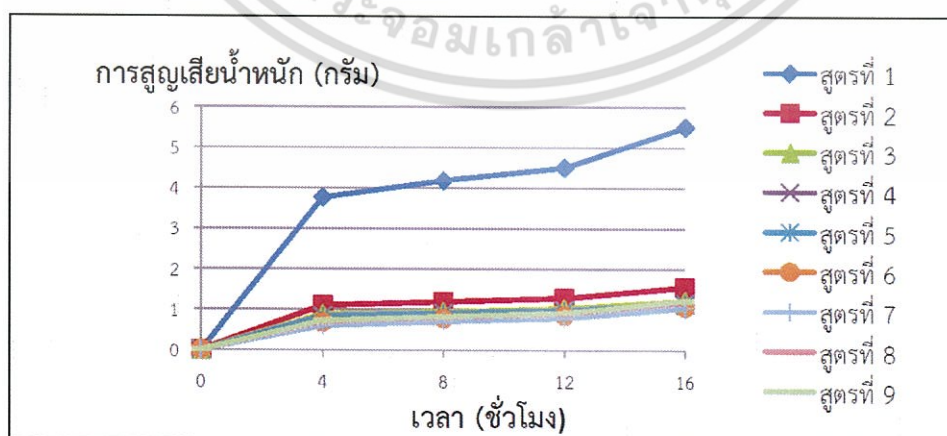
ชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีช่วงการสูญเสียน้ำหนักในสูตรที่ 1 – 9 ดังนี้ 0-0.0886 , 0-0.0931 , 0-0.0877 , 0-0.0805 , 0-0.0703, 0-0.0792 , 0-0.0931, 0-0.0769 และ 0-0.0744 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) และในชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และสูญเสียน้ำหนักมากในสูตรที่ 1 โดยมีช่วงการสูญเสียน้ำหนักในสูตรที่ 1 – 9 ดังนี้ 0-5.511 , 0-1.5491 , 0-1.2150 , 0-1.1300 , 0-1.1506 , 0-1.0582 , 0-1.0386 , 0-1.1844 และ 0-1.2158 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) เมื่อคำนวณหาค่าการซึมผ่านของไอน้ำ (WVR) จะได้ว่า ชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) สูตรที่ 1- 9 เท่ากับ 84.75, 95.27, 112.84, 123.87, 144.52, 118.88, 100.58, 126.75 และ 129.67 ตามลำดับและในชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) สูตรที่ 1- 9 เท่ากับ 1.68, 5.89, 7.38, 7.85, 7.73, 9.02, 9.67, 8.46 และ 8.24 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะปรากฏของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเตเก็บรักษาใน ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) จะพบว่า ชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่ง พร้อมบริโภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเตสูตรที่ 7 มีลักษณะดีกว่าสูตรอื่น คือสูตรอื่นเกิดสีน้ำตาลที่ชั้นมะม่วงเมื่อเก็บ รักษาเป็นเวลา 16 ชั่วโมง แต่ขณะที่ สูตรที่ 7 ยังคงมีสีเขียวอยู่มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิวเพียงเล็กน้อยบริเวณเนื้อ ติดเปลือก (ภาพที่ 4.3) ในลักษณะปรากฏของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเต เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) พบว่า ชั้นมะม่วง เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภาคจะมีลักษณะเหี่ยวในทุกสูตร แต่ในสูตรที่ 7 ไม่มีการเกิดสีน้ำตาลที่ชั้นมะม่วง ในขณะที่สูตรอื่นเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 4.4)

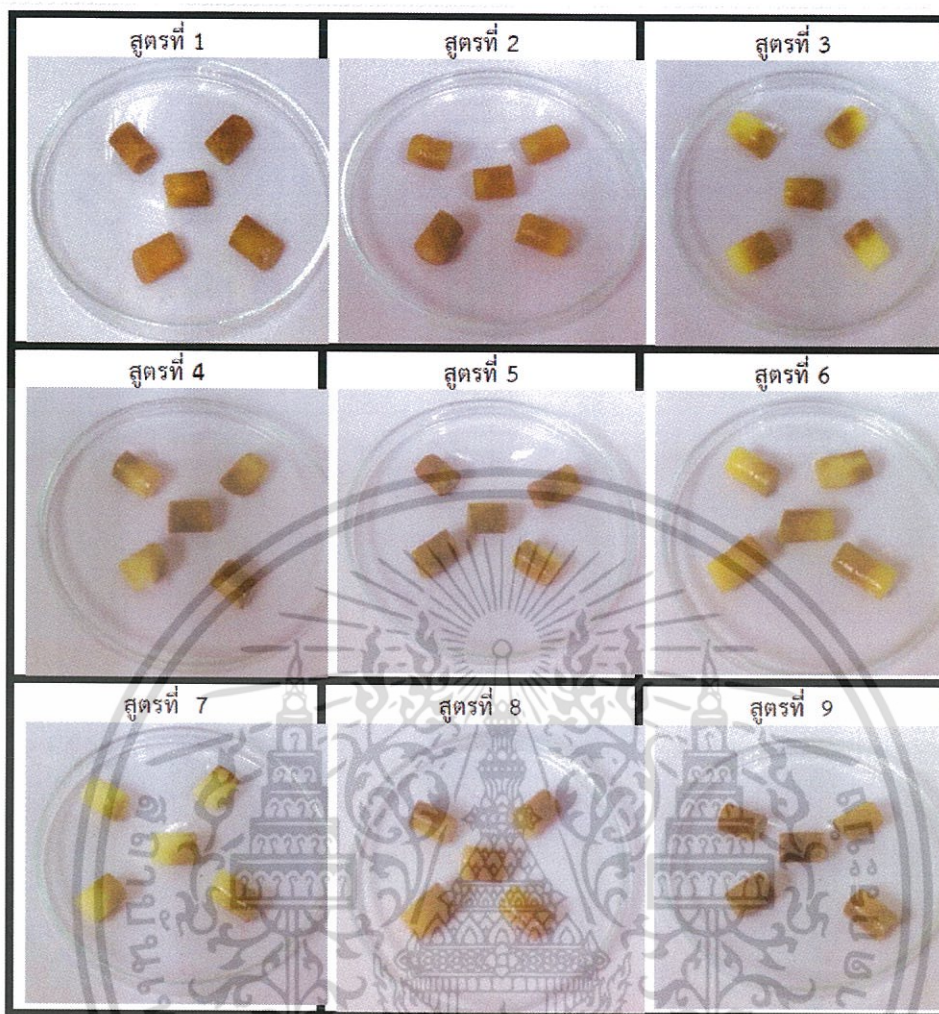


ภาพที่ 4.1 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบอัลจินเตในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น)



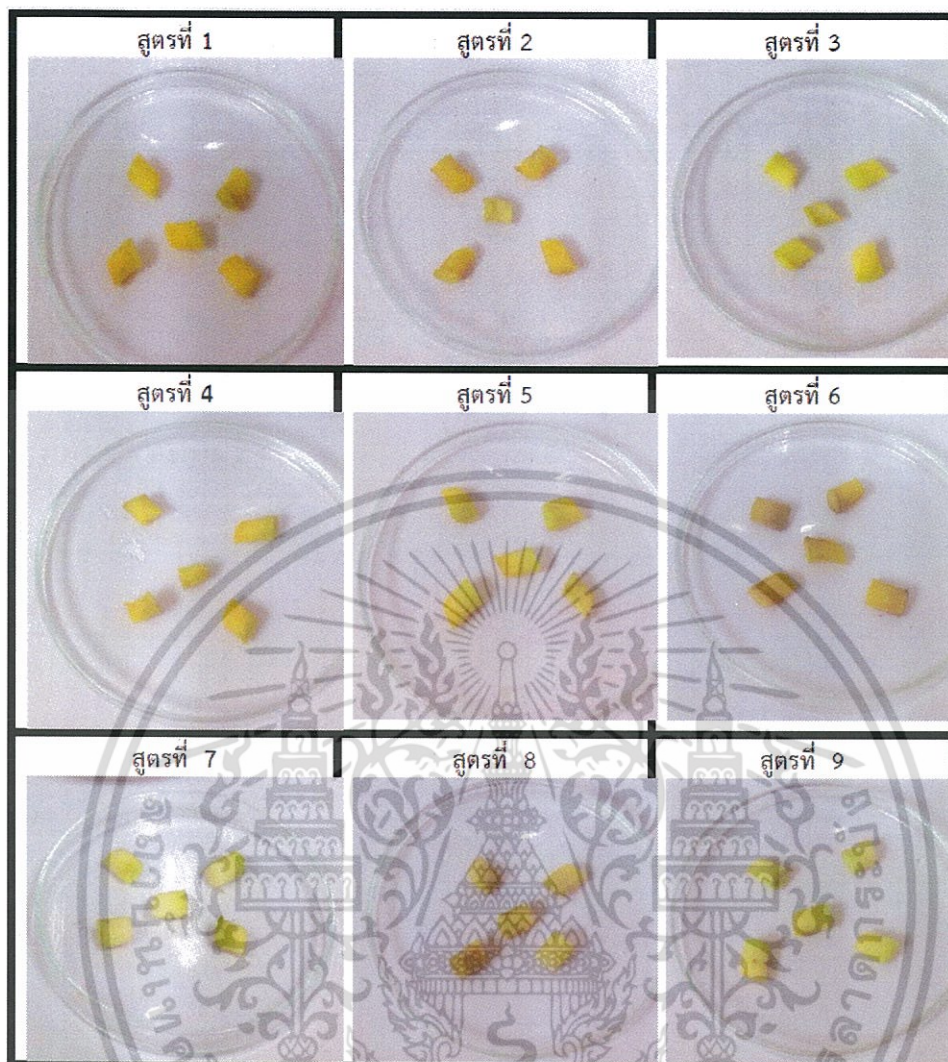
ภาพที่ 4.2 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบอัลจินเตในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ลักษณะปรากฏของขึ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดที่เคลือบด้วยอัลจินตเก็บรักษาใน  
ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ลักษณะปรากฏของขึ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต เก็บรักษาใน  
ความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

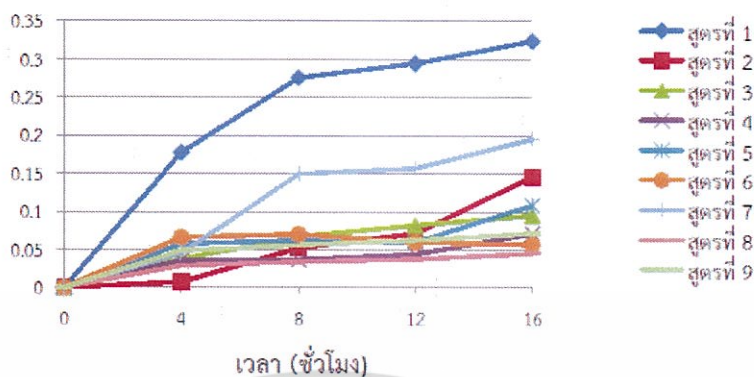
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารเคลือบเจลแลนแกม

ชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยเจลแลนแกมที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีช่วงการสูญเสียน้ำหนักในสูตรที่ 1 – 9 ดังนี้ 0-0.3243 , 0-0.1460 , 0-0.0953 , 0-0.0953 , 0-0.0715 , 0-0.1087 , 0-0.0569 , 0-0.1958 , 0-0.0455 และ 0-0.0717 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) และในชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยอัลจินตที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีช่วงการสูญเสีย น้ำหนักในสูตรที่ 1 – 9 ดังนี้ 0-1.1363 , 0-1.3065 , 0-1.2574 , 0-1.1226 , 0-1.5181 , 0-1.0959 , 0-1.3336 , 0-1.2017 และ 0-1.2267 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6) เมื่อคำนวณหาค่าการซึมผ่านของไอน้ำ (WVR) จะได้ว่า ชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยเจลแลนแกมที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) สูตรที่ 1- 9 เท่ากับ 0.0122, 0.0057, 0.0037, 0.0024, 0.0035, 0.0017, 0.0080, 0.0016 และ 0.0025 ตามลำดับและในชั้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วย เจลแลนแกมที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) สูตรที่ 1- 9 เท่ากับ 0.0371, 0.0433, 0.0410, 0.0370, 0.0511, 0.0359, 0.0444, 0.0396 และ 0.0404 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

ลักษณะปรากฏของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคที่เคลือบด้วยเจลแลนแกมเก็บรักษาใน ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) จะพบว่า ชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่ง พร้อมบริโศคที่เคลือบด้วยเจลแลนแกมสูตรที่ 1 มีลักษณะดีกว่าสูตรอื่น คือสูตรอื่นเกิดสีน้ำตาลจันดำที่ชั้น มะม่วงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 ชั่วโมง แต่ขณะที่ สูตรที่ 1 ยังคงมีสีเขียว (ภาพที่ 4.7) ในลักษณะปรากฏ ของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคที่เคลือบด้วยเจลแลนแกมเก็บรักษาใน ความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) พบว่า ชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคจะมีลักษณะ เหลียวในทุกสูตร แต่ในสูตรที่ 1 ไม่มีการเกิดสีน้ำตาลที่ชั้นมะม่วง (ภาพที่ 4.8)

การสูญเสียน้ำหนัก (กรัม)



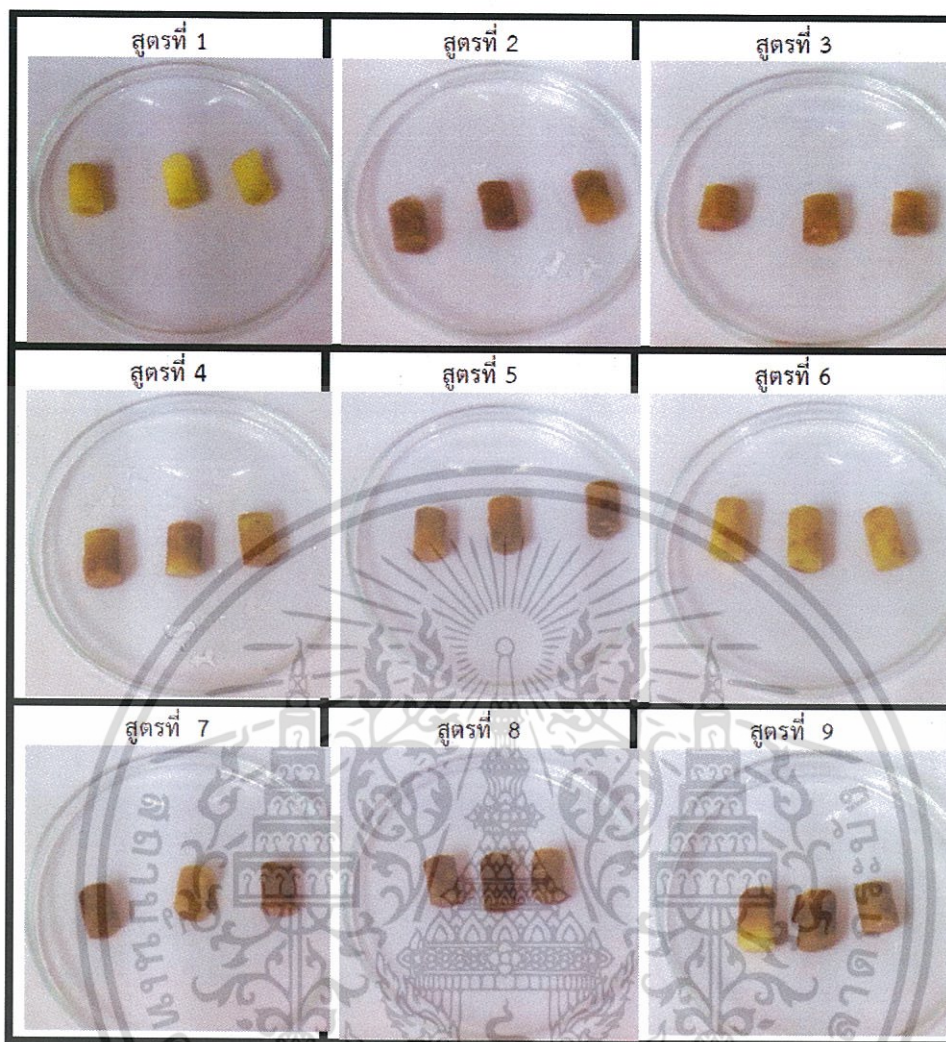
ภาพที่ 4.5 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบเจลแลนกันในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น)

การสูญเสียน้ำหนัก (กรัม)



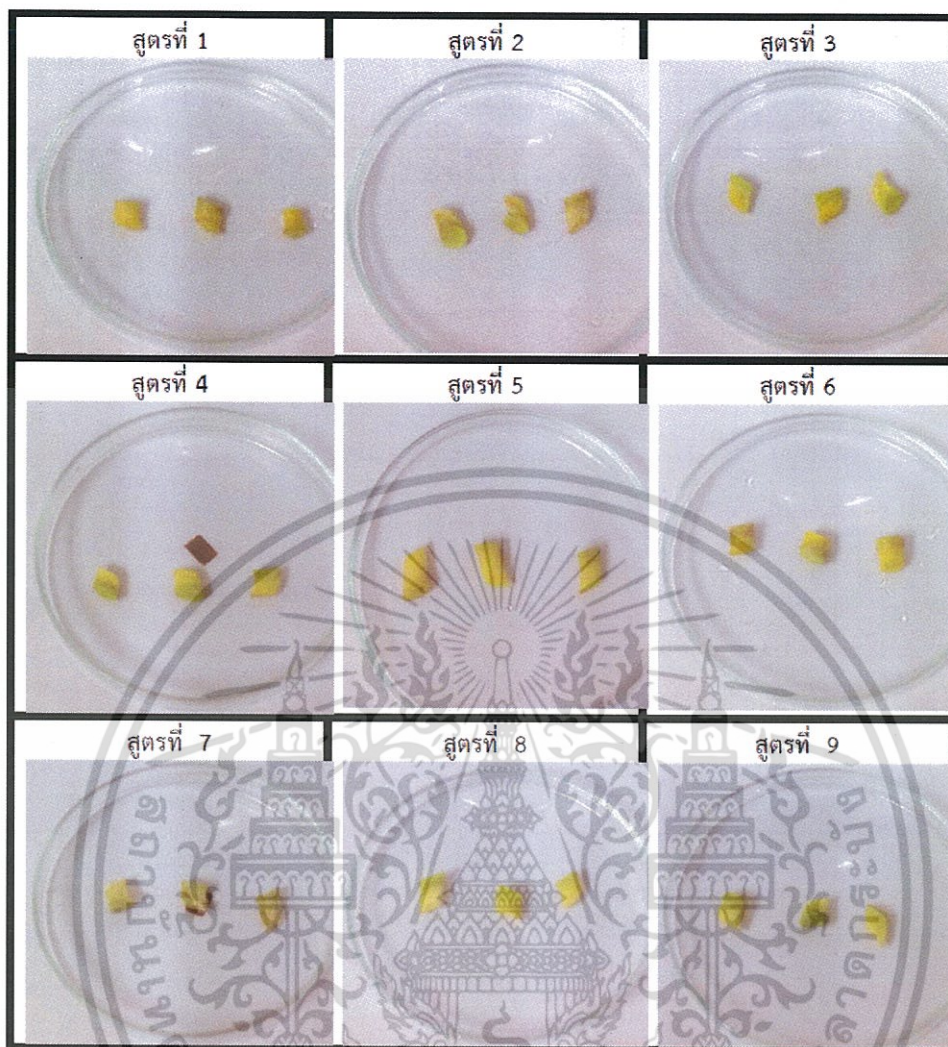
ภาพที่ 4.6 การสูญเสียน้ำหนักของสารเคลือบเจลแลนกันในแต่ละสูตร ที่เก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ลักษณะปรากฏของชิ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยเจลแลนกิน เก็บรักษาใน  
ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 ลักษณะปรากฏของขึ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยเจลแลนกัม เก็บรักษาใน  
ความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ(WVR) ของสารเคลือบอัลจิเนตและเจลแลนกัมในแต่ละสูตรสารเคลือบที่ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9% (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) และที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3% (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น)

ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ(WVR)				
สูตร	อัลจิเนต		เจลแลนกัม	
	โซเดียมคลอไรด์	แมกนีเซียมคลอไรด์	โซเดียมคลอไรด์	แมกนีเซียมคลอไรด์
1	84.755	1.683	0.0122	0.0371
2	95.277	5.892	0.0057	0.0433
3	112.848	7.388	0.0037	0.0410
4	123.872	7.856	0.0024	0.0370
5	144.524	7.737	0.0035	0.0511
6	118.885	9.028	0.0017	0.0359
7	100.580	9.670	0.0080	0.0444
8	126.750	8.464	0.0016	0.0396
9	129.676	8.240	0.0025	0.0404

จากผลจะพบว่า ค่าการสูญเสียน้ำหนักของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจิเนตและชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยสารเคลือบเจลแลนกัมจะมีการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาโดยชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจิเนตและชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยสารเคลือบเจลแลนกัมที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) จะมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าที่เก็บรักษาไว้ในโถปิดสนิทที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) เนื่องจาก การเก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมากกว่าชั้นมะม่วง จึงเกิดการซึมผ่านของน้ำในชั้นมะม่วงออกสู่อากาศในโถปิดสนิทเพื่อปรับความชื้นในชั้นมะม่วงให้เท่าความชื้นของอากาศในโถปิดสนิท ในขณะที่การเก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากกว่าชั้นมะม่วง จึงเกิดการซึมผ่านของน้ำในอากาศในโถปิดสนิทเข้าสู่ชั้นมะม่วงเพื่อปรับความชื้นในชั้นมะม่วงให้เท่าความชื้นของอากาศในโถปิดสนิท ดังนั้น เก็บรักษาที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 33.3 % (สารละลายเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์เข้มข้น) ชั้นมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคจึงมีลักษณะเขียว แต่เก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ 98.9 % (สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น) ขึ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคจึงมีลักษณะเต่ง เนื้อแน่น

**4.2 การทดลองที่ 2** ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ (สูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1)

การเคลือบผิวผลมะม่วงตัดแต่งพันธุ์เขียวเสวยด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิด คือ โซเดียมอัลจิเนต และ เจลแลนกัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน สารเคลือบทั้ง 2 ชนิด มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีดังต่อไปนี้

#### 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ

จากการนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งเคลือบด้วยสารเคลือบอัลจิเนตและเจลแลนกัมมาเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิ คือ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส ผลการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ มีผลดังนี้

##### อุณหภูมิเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส

มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม กับ มะม่วงตัดแต่งพร้อมที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัมพบว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองยังไม่มีเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏในวันเริ่มต้นทดลอง (ตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.9 ) แต่เมื่อเข้าสู่การเก็บรักษาวันที่ 2 มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุมเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ และผิวของชั้นมะม่วงมีลักษณะแห้ง มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต มีผิวลื่นมันวาวจากสารเคลือบ สีที่ปรากฏยังคงความเป็นสีเขียวคล้ายวันเริ่มต้นของการทดลอง มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัมมีลักษณะแห้ง เริ่มปรากฏสีน้ำตาลบนผิวของชั้นมะม่วงเล็กน้อย ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 การทดลองเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเข้มทั้งชั้นมะม่วง โดยมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุมแห้งมากกว่ามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนตและเจลแลนกัม ตามลำดับ ซึ่งดูไม่น่ารับประทาน (ภาพที่ 4.9 )

ที่ อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลอย่างช้าๆ โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

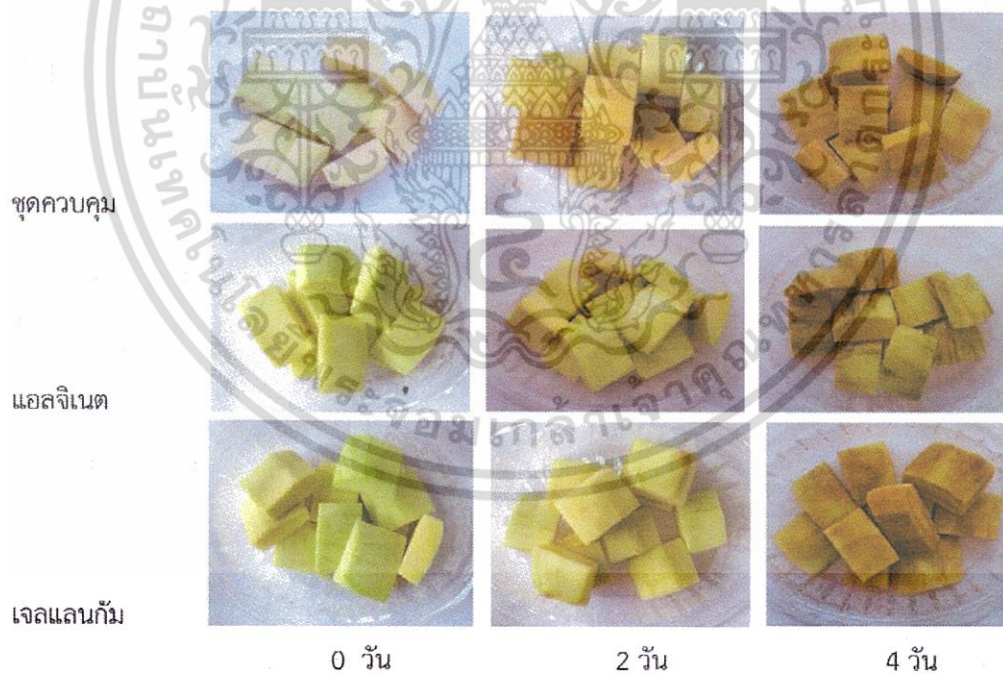
เคลือบด้วยอัลจิเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกที่เคลือบด้วยเจลแลนก็พบว่ามี มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกทั้ง 3 ชุดการทดลองยังไม่มีเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏในวันเริ่มต้นทดลอง(ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.10 ) ในวันที่ 2-10 ของการเก็บรักษา มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกชุดที่เคลือบด้วยอัลจิเนตและเจลแลนก็ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏจากวันเริ่มต้นการทดลอง แต่มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกชุดควบคุม ขึ้น มะม่วงมีลักษณะเป็นสีเขียวเห็นเส้นใย ผิวมะม่วงเริ่มแห้งและแห้งมากในวันที่ 10 (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.10 )

จากผลการทดลองในครั้งนี้จะเห็นว่า ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกทุกชุด การทดลองสามารถเก็บได้เพียง 4 วัน ก็เกิดเป็นสีน้ำตาลจนหมดทั้งชิ้น เนื่องด้วยอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะสมแก่การเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ แต่ที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 10 วันบ่งชี้ให้เห็นว่า อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเหมาะสมแก่การเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศกและยังมีส่วนช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพของสารเคลือบเพื่อชะลอการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยี การเก็บรักษาเนื้อมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศก ของคมจันทร์ และคณะ (มปป.) ที่ทำการศึกษาผลกระทบของ การใช้ความร้อน สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล ระยะการสุก และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพการเก็บ รักษาของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโศก พบว่า เนื้อมะม่วง เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีความ รุนแรงของการเกิดสีน้ำตาลมากกว่าที่ 5 และ 2 องศาเซลเซียส โดยเนื้อมะม่วงตัดแต่งที่เตรียมจากมะม่วง ระยะห่าม เก็บรักษาที่ 2 5 และ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 10 8 และ 4 วัน ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงระยะ สุก เก็บรักษาที่ 2 5 และ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 10 6 และ 2 วัน ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะ เวลานานขึ้น ผิวเนื้อมะม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบลักษณะปรากฏของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

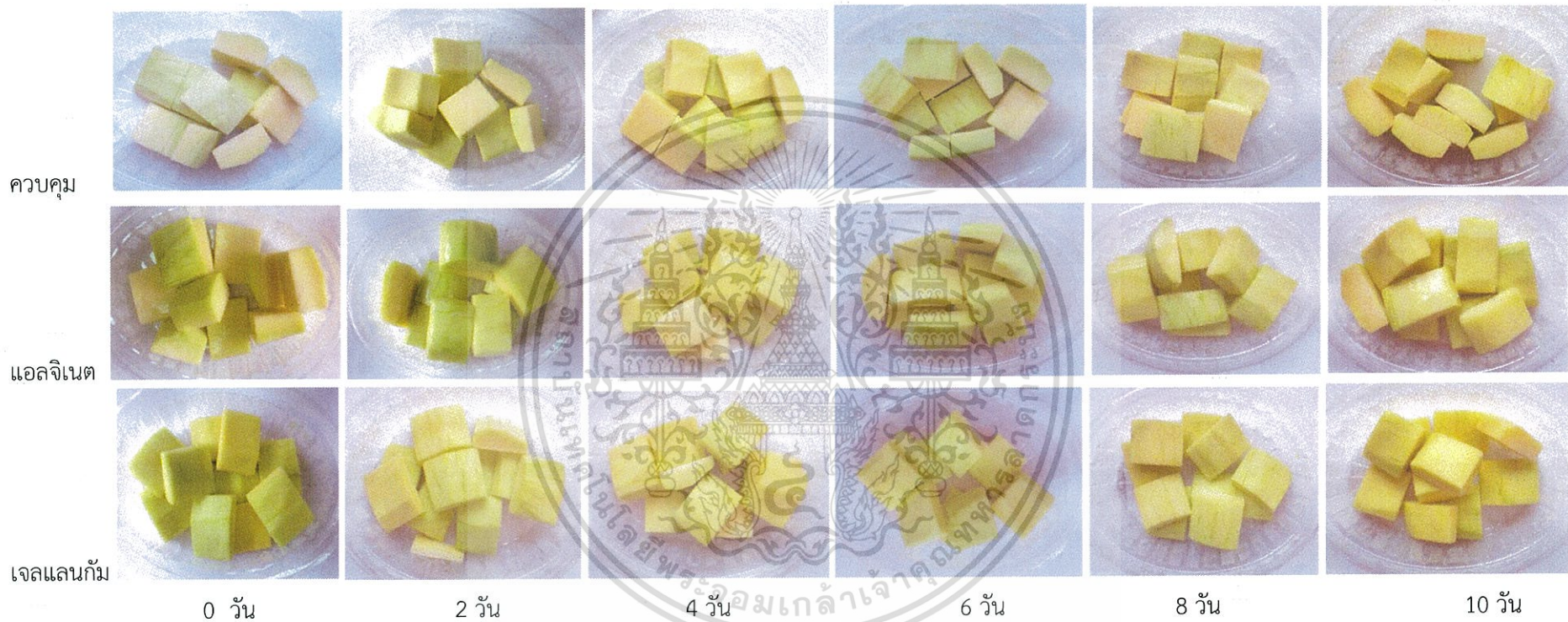
ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)		
	0	2	4
ชุดควบคุม	ชั้นมะม่วงด้านบนมีสีเขียวอ่อนๆ เขียวอ่อนๆ สม่ำเสมอ ด้านล่างติดเม็ดสีขาว เห็นเส้นใยของมะม่วงบางๆ	ชั้นมะม่วงด้านบนได้เริ่มเกิดสีน้ำตาลอ่อนๆ แต่จะเข้มกว่าด้านล่าง เส้นใยเห็นชัดเจนขึ้น ผิวค่อนข้างแห้ง	ชั้นมะม่วงเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้น ทั้งด้านบนและล่าง เส้นใยสังเกตเห็นได้ชัดเจน ผิวมีความแห้งมาก
แอลจินेट	ชั้นมะม่วงด้านบนมีสีเขียวอ่อนๆ สม่ำเสมอ ด้านล่างสีขาวยาว ที่ผิวสีน้ำตาลและขาวของสารเคลือบ เห็นเส้นใยของมะม่วงบางๆ	ชั้นมะม่วงด้านบนติดเปลือกสีเขียวสม่ำเสมอ ด้านล่างสีขาวยาว ที่ผิวสีน้ำตาลและขาวของสารเคลือบ ยังคงเก็บความสดของมะม่วงได้อยู่	ชั้นมะม่วงด้านบนบริเวณเส้นใยเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้น ด้านล่างเริ่มเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ สม่ำเสมอ แต่ยังคงมีความชุ่มชื้นอยู่
เจลแลนกัม	ชั้นมะม่วงด้านบนมีสีเขียวอ่อนๆ สม่ำเสมอ ด้านล่างสีขาวยาว ผิวของชั้นมะม่วงมีความชุ่มชื้น เห็นเส้นใยของมะม่วงบางๆ	ชั้นมะม่วงด้านบนมีสีเขียวและเริ่มเกิดสีน้ำตาลบริเวณเส้นใย ส่วนด้านล่างเป็นสีเขียว ผิวเริ่มแห้ง	ชั้นมะม่วงเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้น ทั้งด้านบนและล่าง สีไม่สม่ำเสมอ ผิวมีความแห้งแต่น้อยกว่าชุดควบคุม



ภาพที่ 4.9 การเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 4.10 การเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

#### 4.2.2 การสูญเสียน้ำหนัก

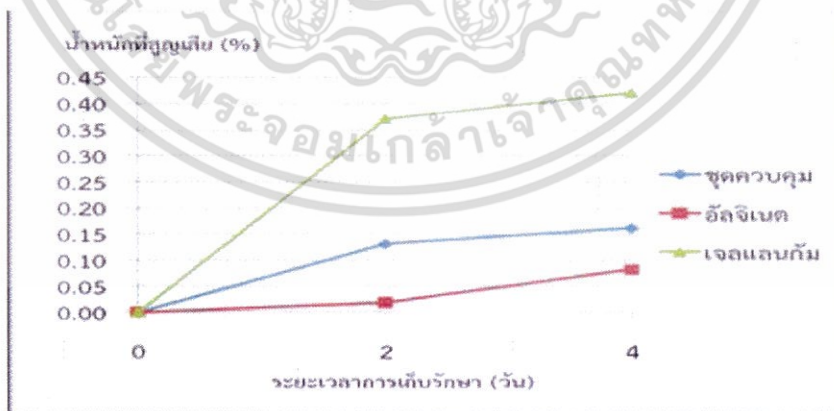
จากการนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งเคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินเตและเจลแลนกันมา เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส ผลการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ มีผลดังนี้

ที่ อุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมที่เคลือบด้วยอัลจินเต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกันพบว่ามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองยังไม่มี การสูญเสียน้ำหนักในวันเริ่มต้นทดลอง(ภาพที่ 4.11 ) ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.13, 0.01 และ 0.37 ตามลำดับ ในวันที่4 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.16, 0.08 และ 0.42 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11)

ที่ อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมที่เคลือบด้วยอัลจินเต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกันพบว่ามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองยังไม่มี การสูญเสียน้ำหนักในวันเริ่มต้นทดลอง(ภาพที่ 4.12 ) ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.012, 0.005 และ 0.009 ตามลำดับ ในวันที่4 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.12, 0.08 และ 0.09 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.2, 0.09 และ 0.2 ตามลำดับ ในวันที่4 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.35, 0.09 และ 0.21 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12)ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินเตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเท่ากับ 0.41, 1.17 และ 0.23 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12)

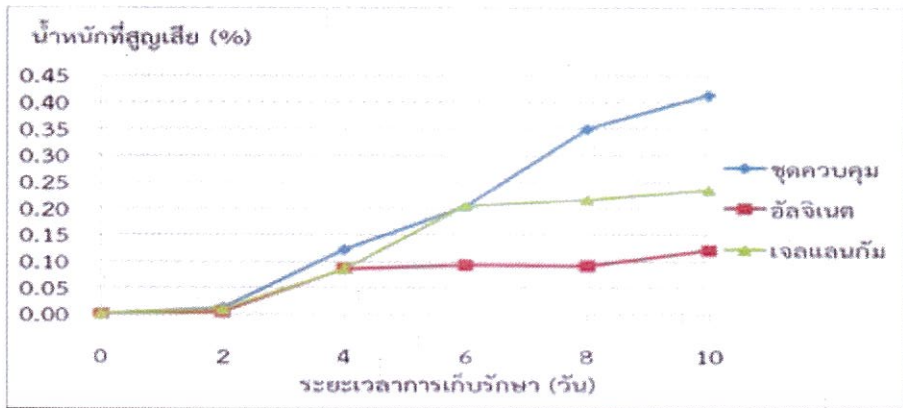
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในครั้งนี้ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยอัลจินตมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด รองลงมาคือ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยเจลแลนแกม และ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยเจลาติน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติจะพบว่าชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 4.4) และที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยอัลจินตมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด รองลงมาคือ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยเจลาติน และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยเจลาติน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติจะพบว่าชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 4.5) บ่งชี้ให้เห็นว่า สารเคลือบอัลจินตช่วยลดการระเหยของน้ำออกจากชั้นมะม่วง ทำให้ลดการสูญเสียน้ำได้ดีกว่าสารเคลือบเจลาตินแกม ได้ผลสอดคล้องกันทั้งที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสสารเคลือบทั้งสองชนิดมีส่วนช่วยในการลดการสูญเสียน้ำซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสารเคลือบบริโภคได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่ง ของอรรรพพล ภูษณะพงษ์ (2552) ที่นำสารเคลือบคาราจีแนนและสารเคลือบอัลจินตความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักซึ่งเหมาะสมสำหรับนำมาเคลือบบนมะม่วงตัดแต่ง พบว่า การเคลือบมะม่วงตัดแต่งด้วยสารเคลือบบริโภคได้สามารถลดอัตราการหายใจได้ 2.5 เท่า ลดการสูญเสียน้ำหนักได้ 2 เท่า แต่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่เคลือบด้วยอัลจินตสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชุดควบคุมอาจเป็น เนื่องจากสารเคลือบเจลาตินแกมทำงานได้ไม่ดีที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.11 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน  
ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

#### 4.2.3 การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศค

จากการนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคซึ่งเคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตและเจลแลนแก้มมา เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส โดย วัดสีของชั้น มะม่วงที่ 2 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่ 1 คือ ส่วนผิวติดเปลือกของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศค ตำแหน่ง ที่ 2 คือ ส่วนผิวติดเมล็ดของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศค ผลการเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่ง มีผลดังนี้

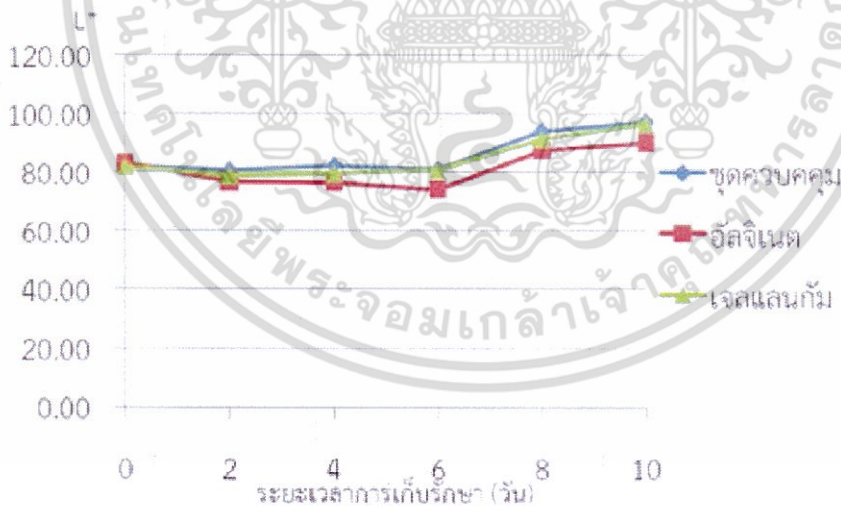
##### ที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

-ตำแหน่งที่ 1 (ส่วนผิวติดเปลือกของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศค)

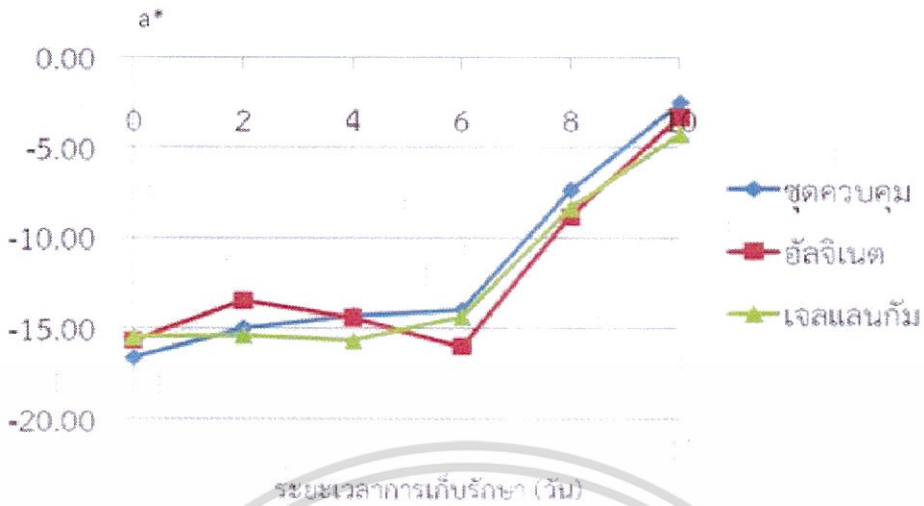
การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคซึ่งวัดจากค่า  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  และ  $\Delta E$  โดยค่า  $L^*$  ของมะม่วงตัด แต่งพร้อมบริโศคทั้ง 3 ชุดการทดลองคือ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่ เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่เคลือบด้วยเจลแลนแก้ม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอด ระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคพร้อมบริโศคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีความสว่าง ขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยค่า  $L$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 82.12-97.15, 83.01-90.25 และ 81.82-96.34 ในมะม่วงตัดแต่ง พร้อมบริโศคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่เคลือบ ด้วยเจลแลนแก้ม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 4.13 ) ส่วนค่า  $a^*$  ของมะม่วงตัดแต่ง พร้อมบริโศคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วง ตัดแต่งพร้อมบริโศคพร้อมบริโศคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $a^*$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

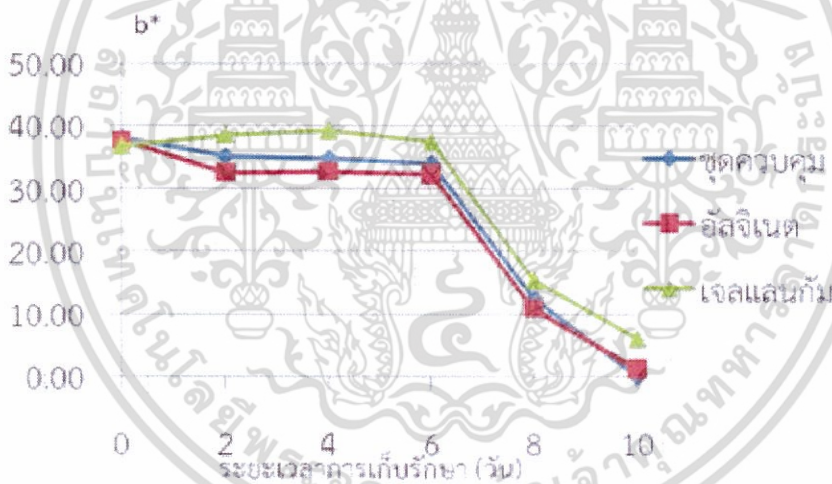
อยู่ในช่วงเท่ากับ -16.61-(-2.49) , -15.67-(-3.29) และ -15.44-(-4.21) ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปชด  
 ควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน  
 ตามลำดับ(ภาพที่ 4.14) ส่วนค่า  $b^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มลดลง  
 เรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปพร้อมบริโภครูปทั้ง 3 ชุดการทดลอง  
 มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองลดลงเรื่อยๆ โดยค่า  $b^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 38.11-0.14 , 37.69-1.22 และ  
 36.75-6.17 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปชดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปที่เคลือบด้วยอัลจินต  
 มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ(ภาพที่ 4.15) และค่า  $\Delta E$  ของมะม่วงตัดแต่ง  
 พร้อมบริโภครูปทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วง  
 ตัดแต่งพร้อมบริโภครูปพร้อมบริโภครูปทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $\Delta E$  อยู่  
 ในช่วงเท่ากับ 0- 43.21, 0- 39.18 และ 0- 35.65 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปชดควบคุม มะม่วงตัดแต่ง  
 พร้อมบริโภครูปที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ ซึ่งชนิด  
 ของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทางสถิติ (ภาพที่ 4.16 และ  
 ตารางที่ 4.5)



ภาพที่ 4.13 ค่า  $L^*$  ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วย  
 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

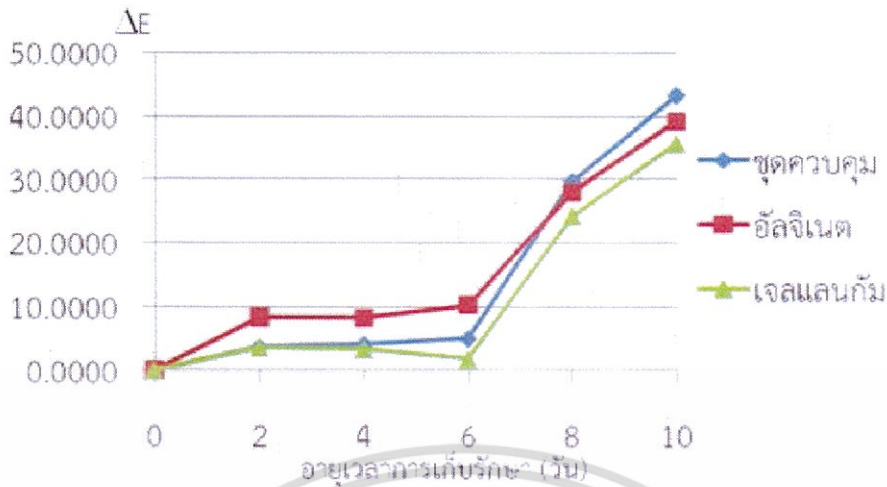


ภาพที่ 4.14 ค่า  $a^*$  ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 4.15 ค่า  $b^*$  ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



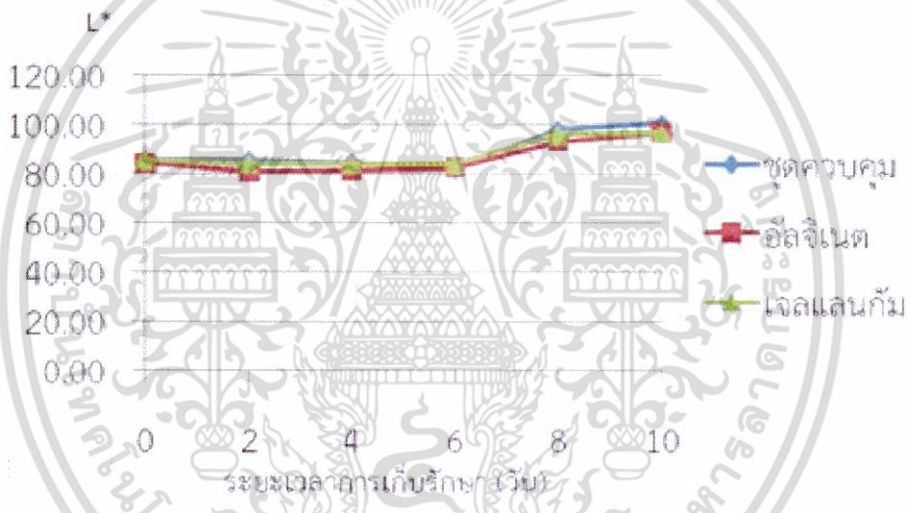
ภาพที่ 4.16 ค่า  $\Delta E$  ส่วนผิดพลาดเบี่ยงเบนของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

-ตำแหน่งที่ 2 (ส่วนผิดพลาดเบี่ยงเบนของขึ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค)

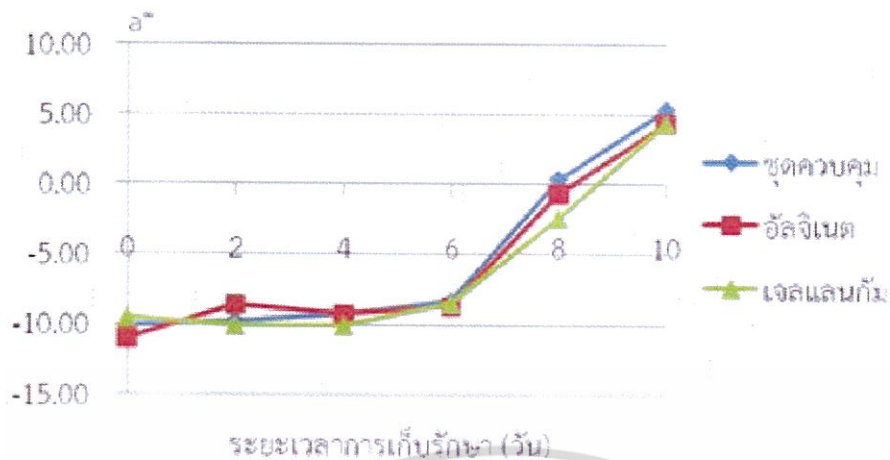
การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งวัดจากค่า  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  และ  $\Delta E$  โดยค่า  $L^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองคือ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนแกม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีความสว่างขึ้นเล็กน้อย โดยค่า  $L^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 85.11-100.31, 84.09-96.55 และ 85.47-96.55 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนแกม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 4.17) ส่วนค่า  $a^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $a^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ -10.09-5.32, -10.99-4.29 และ -9.54-4.29 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนแกม ตามลำดับ(ภาพที่ 4.18) ส่วนค่า  $b^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองลดลงเรื่อยๆ โดยค่า  $b^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 33.29-(-3.26), 36.19-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

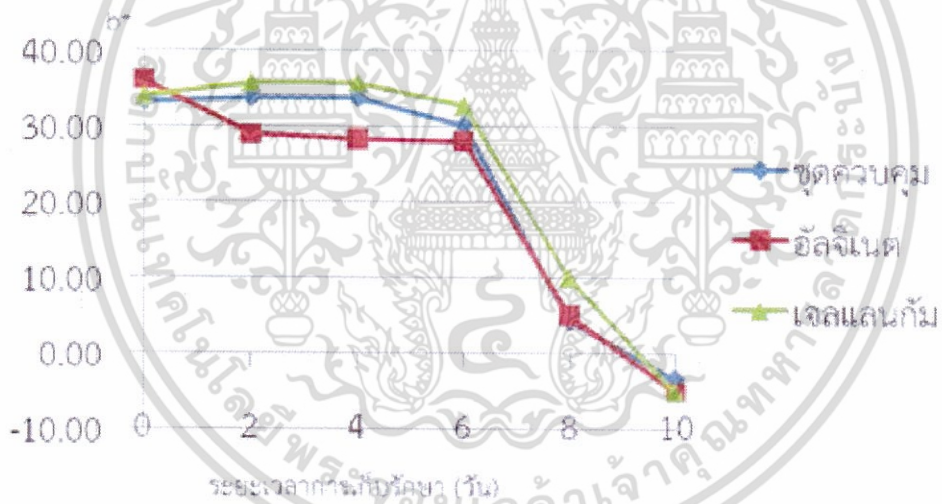
(-4.98) และ 33.94(-4.98) ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมชดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ(ภาพที่ 4.19) และค่า  $\Delta E$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $\Delta E$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 0- 42.48 ,0- 45.65 และ 0- 41.55 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ ซึ่งชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทางสถิติ (ภาพที่ 20 และ ตารางที่ 4.5)



ภาพที่ 4.17 ค่า  $L^*$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสาร เคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

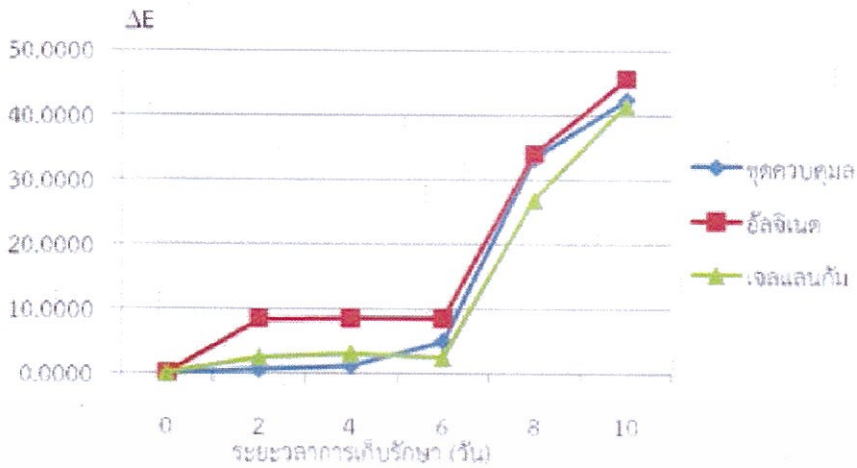


ภาพที่ 4.18 ค่า  $a^*$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 4.19 ค่า  $b^*$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



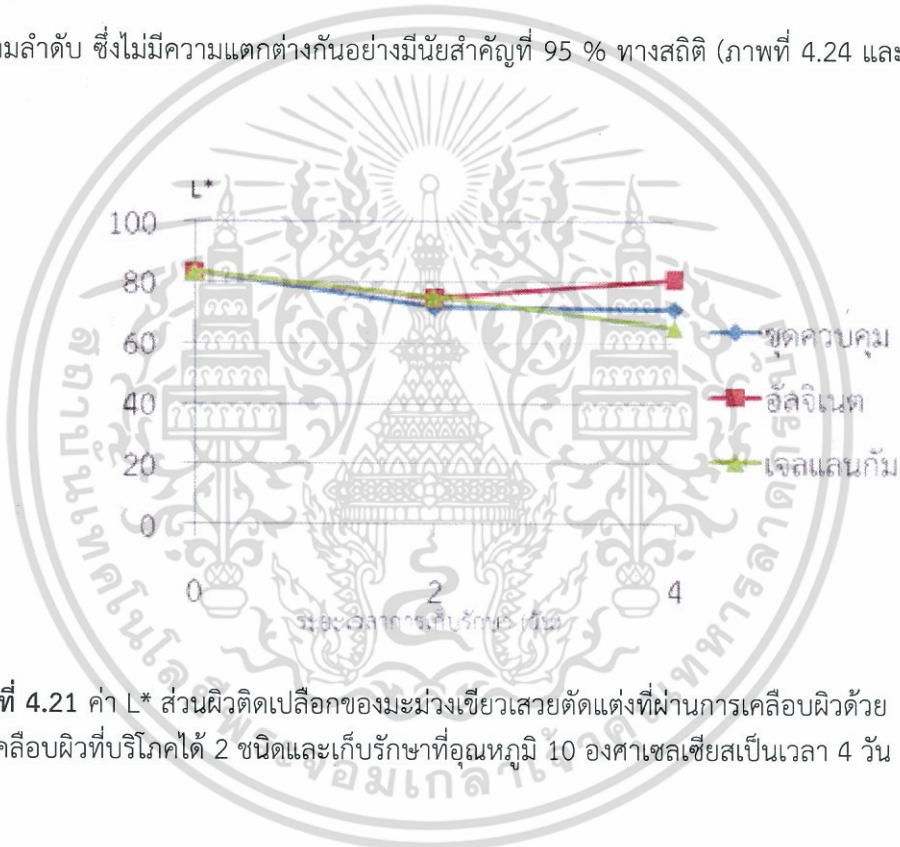
ภาพที่ 4.20 ค่า  $\Delta E$  ส่วนผิวดัดเมสตีของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่  
บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

#### ที่ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

-ตำแหน่งที่ 1 (ส่วนผิวดัดเปลือกของชิ้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค)

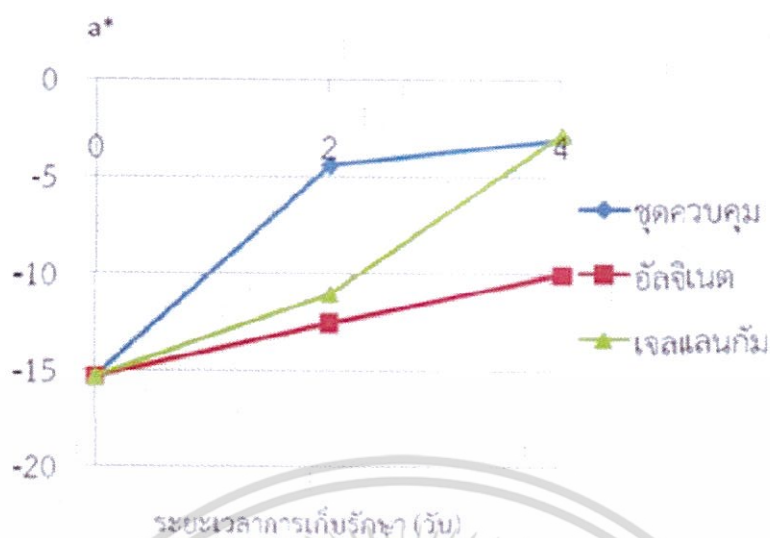
การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งวัดจากค่า  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  และ  $\Delta E$  โดยค่า  $L^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองคือ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีความสว่างลดลง โดยค่า  $L^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 83.27-70.97, 83.27-80.62 และ 83.27-64.96 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.21) ส่วนค่า  $a^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $a^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ -15.37-(-3.08), -15.37-(-10.08) และ -15.37-(-2.81) ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22) ส่วนค่า  $b^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคพร้อมบริโภคมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต มีแนวโน้มลดลง แสดงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมพร้อมบริโคมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองลดลง โดยค่า  $b^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 37.07-40.54 ,37.07-20.85 และ 37.07-42.61 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ(ภาพที่ 23) และค่า  $\Delta E$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมพร้อมบริโคมทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $\Delta E$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 0- 17.73 , 0- 17.27 และ 0- 22.88 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโคมที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 % ทางสถิติ (ภาพที่ 4.24 และตารางที่ 4.4)



ภาพที่ 4.21 ค่า  $L^*$  ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโคมได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

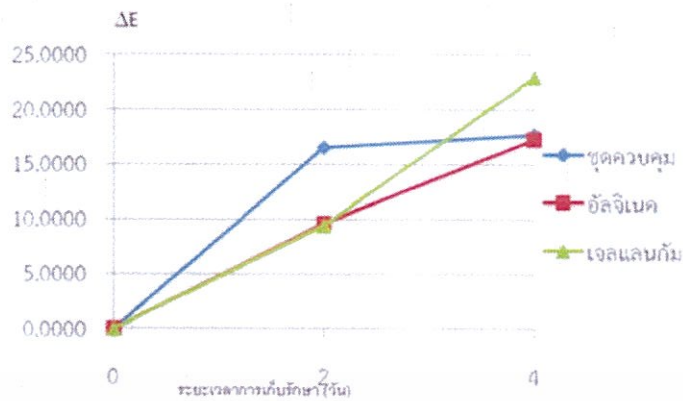


ภาพที่ 4.22 ค่า  $a^*$  ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน



ภาพที่ 4.23 ค่า  $b^*$  ส่วนผิวติดเปลือกของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 ค่า  $\Delta E$  ส่วนผิดพลาดเปลี่ยนแปลงของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่ปริภาคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

-ตำแหน่งที่ 2 (ส่วนผิดพลาดเฉลี่ยของชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมปริภาค)

การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคซึ่งวัดจากค่า  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  และ  $\Delta E$  โดยค่า  $L^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัม มีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคพร้อมปริภาคมีความสว่างลดลง ในขณะที่ มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเนตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคพร้อมปริภาคมีความสว่างเพิ่มขึ้น โดยค่า  $L^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 84.85-74.81, 84.85-90.33 และ 84.85-68.21 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัมตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.25) ส่วนค่า  $a^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคพร้อมปริภาคทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $a^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ -9.4(-0.86), -9.4(-4.47) และ -9.4-2.13 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัม ตามลำดับ(ภาพที่ 4.26) ส่วนค่า  $b^*$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคพร้อมปริภาคมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคที่เคลือบด้วยอัลจินเนตมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมปริภาคพร้อมปริภาคมีความ

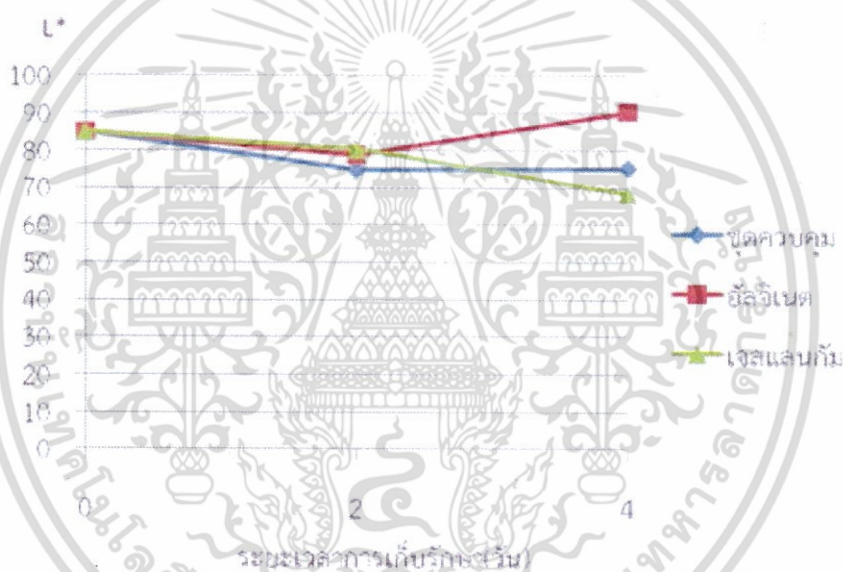
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสีเหลืองลดลง โดยค่า  $b^*$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 32.75-34.36 ,32.75-13.50 และ 32.36-39.10 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ(ภาพที่ 4.27) และค่า  $\Delta E$  ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงพร้อมบริโภครูปทรงทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยค่า  $\Delta E$  อยู่ในช่วงเท่ากับ 0-12.96 ,0-20.61 และ 0- 21.22 ในมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ตามลำดับ ซึ่งชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทางสถิติ(ภาพที่ 4.28 และตารางที่ 4.4)

จากผลการทดลองนี้ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลมมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน จะมีค่าความสว่างของสีลดลง ทั้งที่ส่วนผิวดินเปลือกและส่วนผิวติดเมล็ด แต่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ค่าความสว่างของสีจะมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีส่วนช่วยมากกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงสีแดง ( $a^*$ ) และการเปลี่ยนแปลงสีเหลือง ( $b^*$ ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่เส้นกราฟไปแน่นอน อาจเนื่องจากเก็บรักษาได้เพียง 4 วันก็เกิดสีน้ำตาลเสื่อมสภาพจึงทำให้มีจุดวิเคราะห์เพียง 2 จุด ซึ่งมีน้อยเกินไปที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริง แต่แนวโน้มที่เปลี่ยนไปคือเกิดสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นบ่งชี้ให้เห็นว่าเก็บรักษาเพียง 4 วันก็เกิดการเป็นสีน้ำตาล ส่วนค่าการเปลี่ยนแปลงของสี ( $\Delta E$ ) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลมมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากขึ้นในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน แต่ชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงสีแดง ( $a^*$ ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงสีเหลือง ( $b^*$ ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงกลม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครูปทรงที่

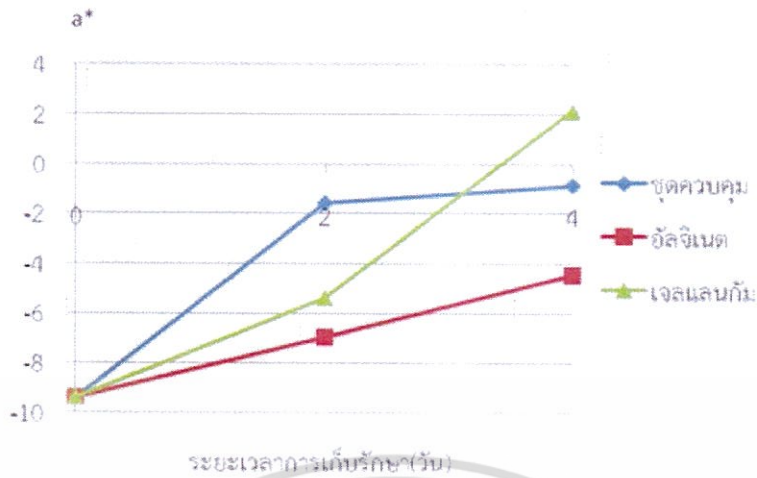
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนด้วยเจลแลนแก้ม มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงและลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และค่าการเปลี่ยนแปลงของสี ( $\Delta E$ ) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลควบคุมมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เคลือบด้วยอัลจินต และ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เคลือบด้วยเจลแลนแก้ม จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีสูงขึ้นและสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา บ่งชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงจะเริ่มเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหลังจากที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน เวลา 6 วันจึงเป็นเวลาที่ดีที่สุดของมะม่วงเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลควบคุมมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เคลือบด้วยอัลจินต และ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เคลือบด้วยเจลแลนแก้ม และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติจะพบว่าชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

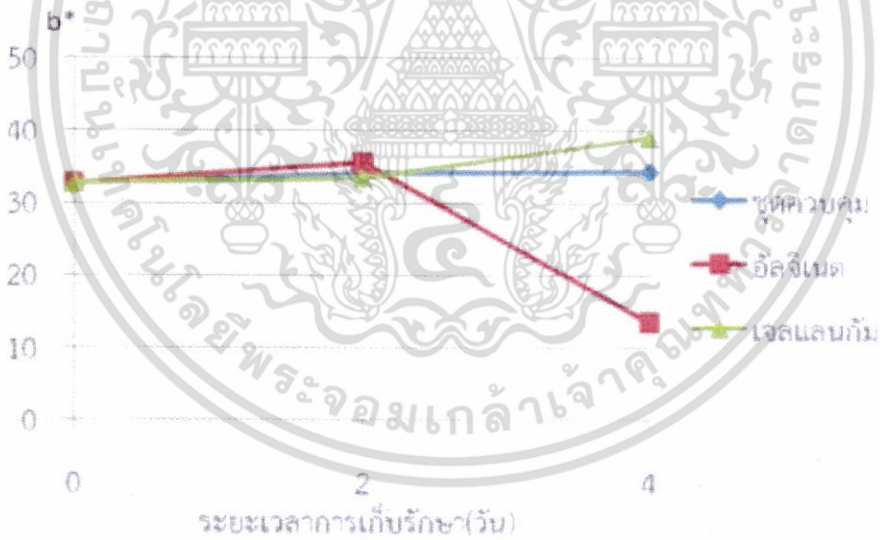


ภาพที่ 4.25 ค่า  $L^*$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

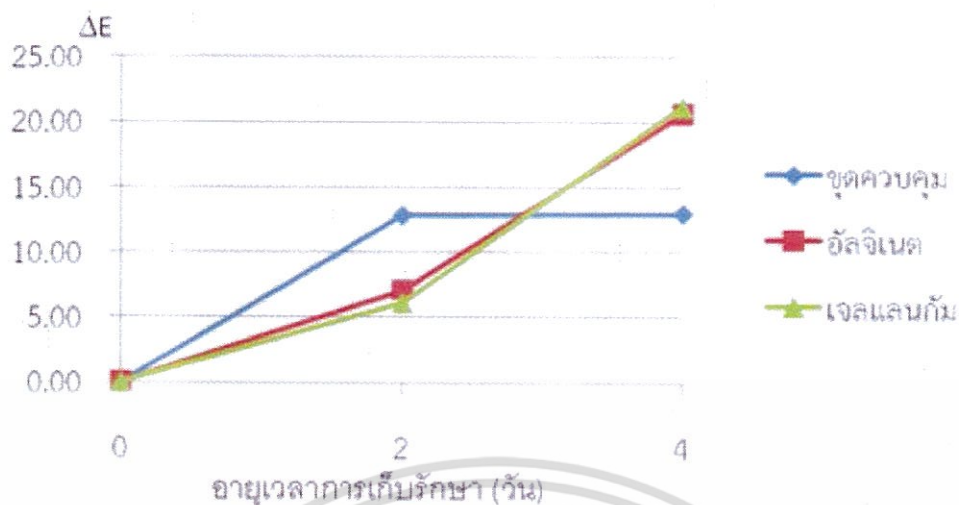


ภาพที่ 4.26 ค่า  $a^*$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน



ภาพที่ 4.27 ค่า  $b^*$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.28 ค่า  $\Delta E$  ส่วนผิวติดเมล็ดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

#### 4.2.4 ความแน่นเนื้อ (firmness)

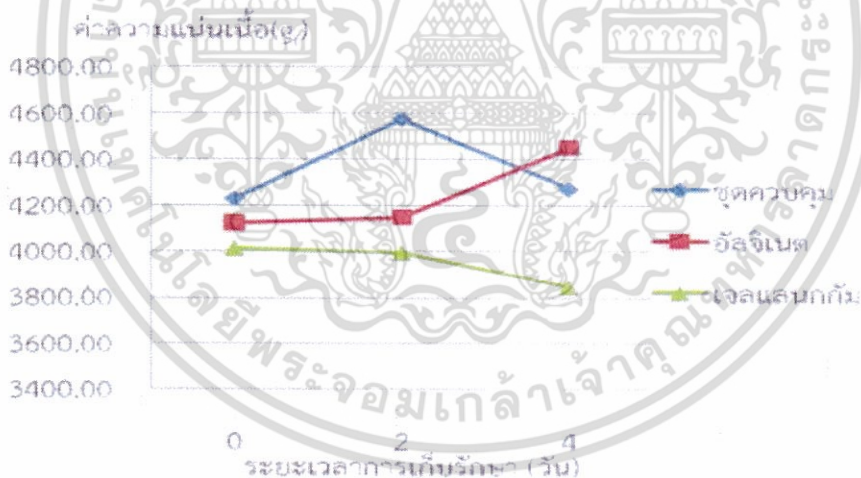
ผลการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 2 ชนิด เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 วันและ 10 วัน ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ที่ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งแต่ละชุดการทดลอง มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นในช่วง 2 วันแรก ซึ่งชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นสูงสุด แต่หลังจากช่วง 2 วันแรกของการเก็บรักษา มะม่วงตัดแต่งแต่ละชุดการทดลองเริ่มมีความแน่นเนื้อของลดลงเรื่อยๆ ยกเว้นมะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยอัลจินตมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น และมีความแน่นเนื้อมากที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนค่าความแน่นเนื้อวันสุดท้ายของการเก็บรักษารองลงมาคือ ชุดควบคุม และชุดการทดลอง มะม่วงตัดแต่งชุดการทดลองที่เคลือบด้วยเจลแลนกันตามลำดับและมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 4272.69, 4451.63, 3845.07 g f ตามลำดับ (ภาพที่ 4.29)

ที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งแต่ละการทดลองมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลอง พบว่ามะม่วงตัดแต่งที่เคลือบด้วยด้วยเจลแลนกันและชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน คือ มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 5316.28 และ 5215.33 g f ส่วนมะม่วงที่เคลือบด้วยอัลจินต มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 4117.51 g f ในวันเริ่มต้นการทดลอง หลังจากนั้นพบว่า มะม่วงตัดแต่งชุดการทดลองที่เคลือบด้วยเจลแลนกันและชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้าๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

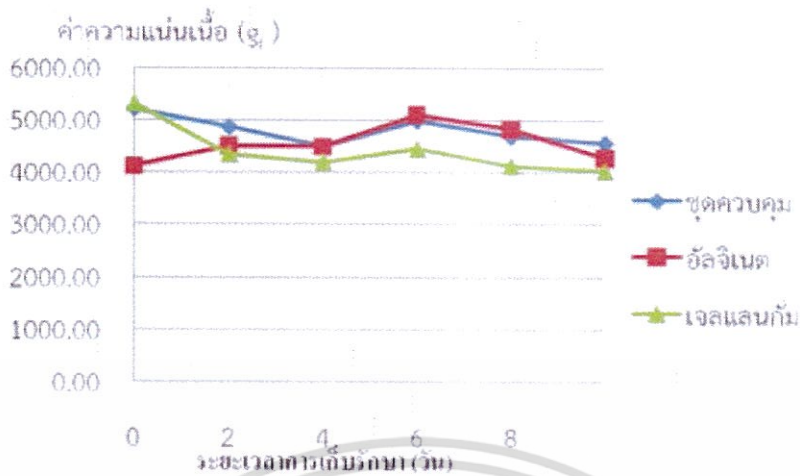
ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา แต่มะม่วงตัดแต่งชุดที่เคลือบด้วยอัลจินตมีแนวโน้มความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นทั้ง 3 ชุดการทดลองมีแนวโน้มความแน่นเนื้อเพิ่มสูงขึ้นจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา จากนั้นความแน่นเนื้อเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่มีความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ ชุดควบคุม รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบอัลจินตและเจลแลนกัน คือมีความแน่นเนื้อ เท่ากับ 4574.69, 4279.51 และ 4035.22 g f ตามลำดับ (ภาพที่ 4.30)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tapia และคณะ (2008) พบว่าความแน่นเนื้อจะมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และเนื้อมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยเจลแลน จะมีอัตราความแน่นเนื้อลดลงน้อยกว่ามะละกอสชุดควบคุมที่ไม่ได้ทำการเคลือบ ความแน่นเนื้อที่มีค่าลดลงมีผลจากเพคตินที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้สามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อและย่อยสลายสารประกอบของผนังเซลล์ (Wiley, 1994) โดยจะเข้าไปสลายโปรตีนในส่วนของ pectin/protein matrix ในผนังเซลล์ จึงมีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผักและผลไม้ลดลง (Tucker, 1993)



ภาพที่ 4.29 ความแน่นเนื้อของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่

บริโกลได้ 2 ชนิด และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน



ภาพที่ 4.30 ความแน่นเนื้อของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโกลได้ 2 ชนิด และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

#### 4.2.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix )

จากการนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโกลซึ่งเคลือบด้วยสารเคลือบอัลจิเนตและเจลแลนกันมาเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) มีผลดังนี้

ที่ อุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลมีการการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) ลดลงเรื่อยๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลชุดควบคุมที่จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในวันที่เริ่มต้นทดลอง มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลทั้ง 3 ชุดการทดลอง ที่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด( $^{\circ}$  Brix) เท่ากับคือ 9.55  $^{\circ}$  Brix ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 9.82 , 9.12. และ 9.02 ตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 10.2 , 9.1 และ 9.32 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.31)

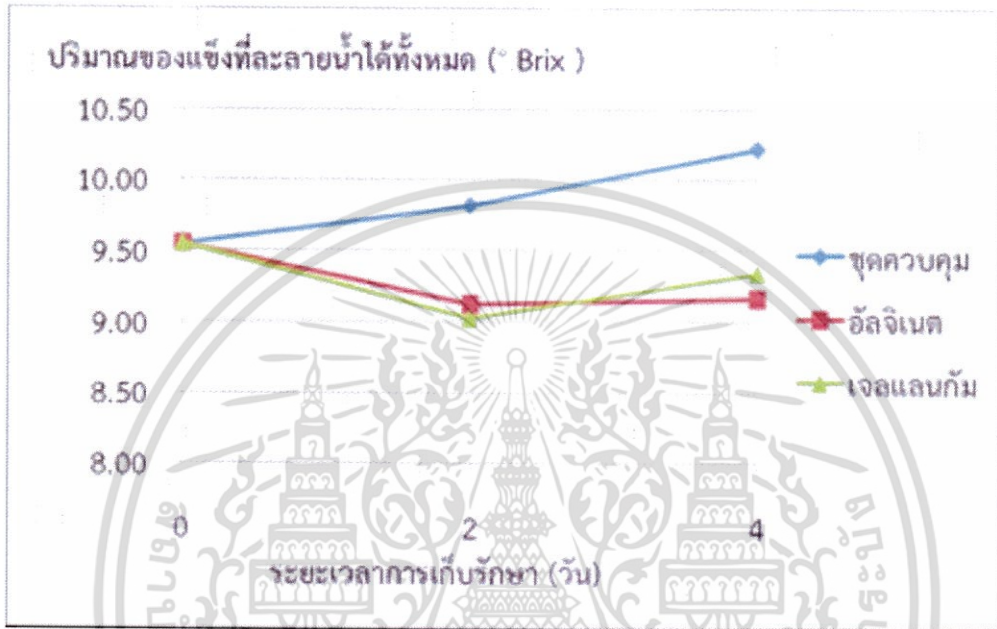
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีการการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) ลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุมที่จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาจนถึงวันที่ 4 ในวันที่เริ่มต้นทดลองนั้น มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง ที่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด( $^{\circ}$  Brix) เท่ากับคือ 10.87 ,11.0 และ 11.20  $^{\circ}$  Brix ตามลำดับ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 11.09 , 8.81 และ 9.89 ตามลำดับ ในวันที่ 4ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 11.18 ,8.84 และ 10.82 ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 10.81 , 8.44 และ 10.36 ตามลำดับ ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 10.27 , 9.1 และ 10.23 ตามลำดับ ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix )ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 11.60 , 8.84 และ 9.77 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.32)

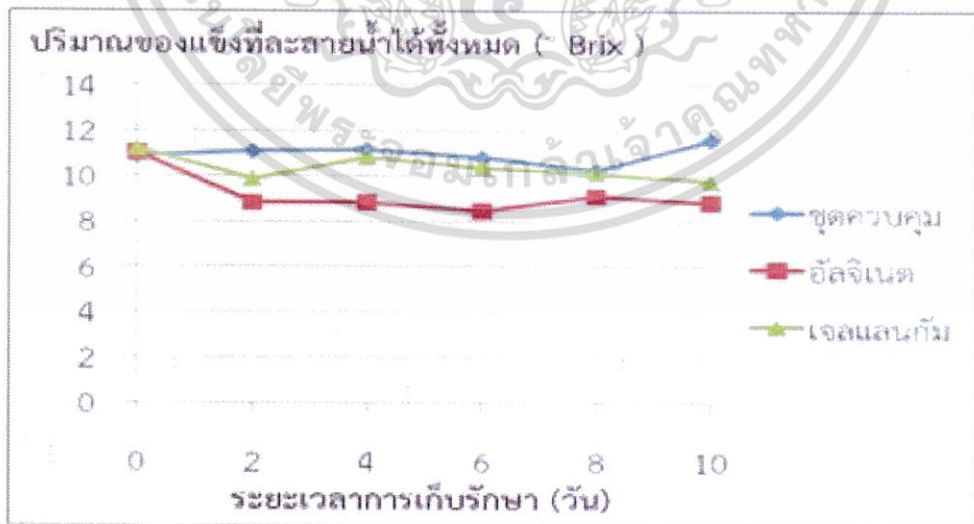
จากผลการทดลองนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด( $^{\circ}$  Brix) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สอดคล้องกันคือ มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด( $^{\circ}$  Brix) น้อยกว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบเจลแลนกันและมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ตามลำดับ ซึ่งมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุมไม่มีสารเคลือบผิวมาป้องกันการระเหยของน้ำ ออกนอกชั้นเนื้อมะม่วง ดังนั้นจึงเกิดการระเหยของน้ำ ทำให้ชั้นมะม่วงมีความหวมเข้มข้นขึ้น และมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตและมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบเจลแลนกัน สารเคลือบไปยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการหายใจของมะม่วง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสุกของผลไม้ ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix) จึงมีค่าน้อยกว่ามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคสดควบคุมที่ไม่มีสารเคลือบผิว และเมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติจะพบว่าชนิดของสารเคลือบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.6. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่าพีเอช, pH)

จากการนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งเคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตและเจลแลนกันมา เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลดังนี้

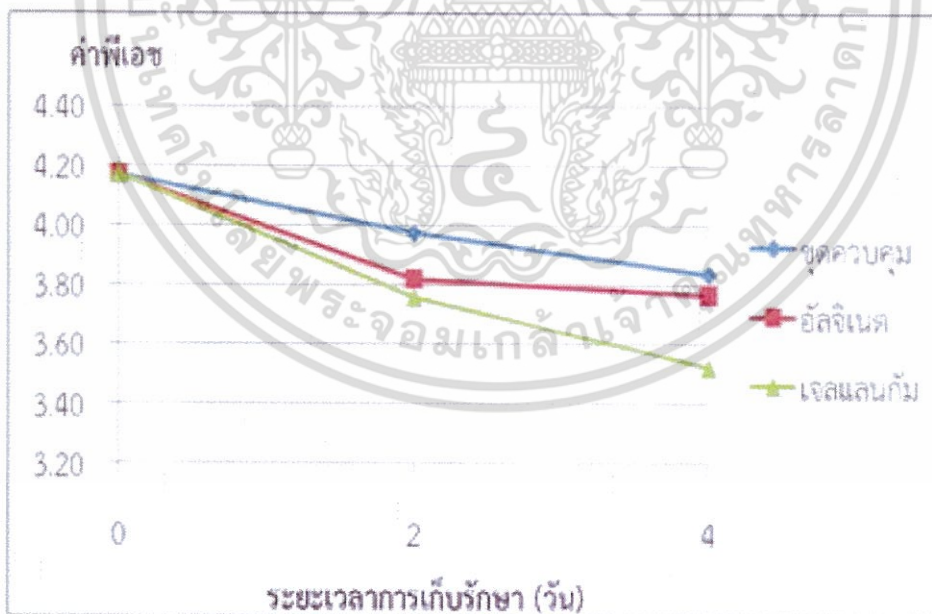
ที่ อุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกันพบว่ามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในวันเริ่มต้นทดลองเท่ากับ 4.17 ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.9, 3.8 และ 3.7 ตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.8 ,3.7 และ 3.5 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.33)

ที่ อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาจนถึงวันที่ 4 ในวันเริ่มต้นทดลองนั้น มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง ที่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับคือ 3.83,3.85 และ 3.87 ตามลำดับ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 3.96 , 3.86 และ 3.77 ตามลำดับ ในวันที่ 4ของการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 4.14,3.8และ 3.92 ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วย อัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 4.01, 3.89และ 3.8 ตามลำดับ ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 4.02 , 3.78 และ 3.85 ตามลำดับ ในวันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

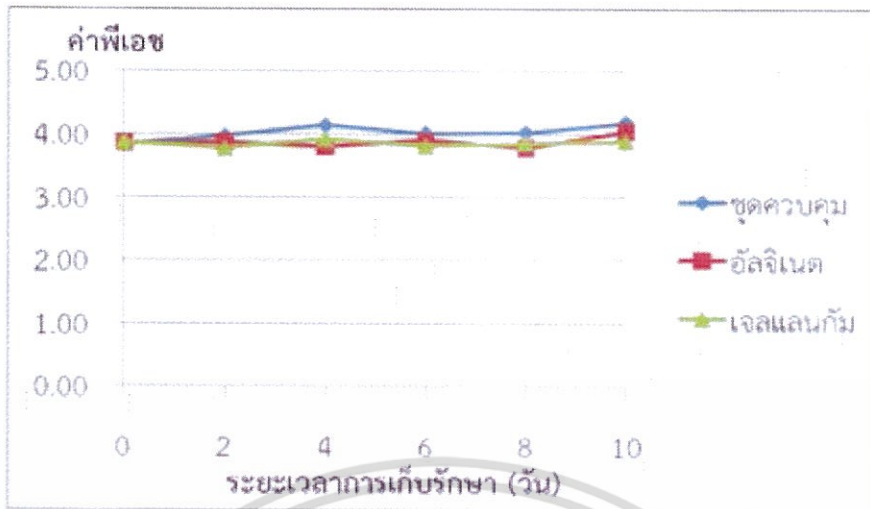
10 ของการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 4.18 , 4.03 และ 3.89 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.34)

จากผลการทดลองนี้ ในด้านชุดการทดลองทั้ง 3 ชุด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สอดคล้องกันคือ มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบเจลแลนกันมีค่าความเป็นกรด-ด่าง น้อยกว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตและมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติจะพบว่า ชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในด้านอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง จะมีแนวโน้มลดลงเป็นอย่างมาก แต่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสค่าความเป็นกรด-ด่างแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงนัก เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง ยังสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) คือ ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่าง มาก ปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) จะน้อย ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่าง น้อย ปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) จะมาก



ภาพที่ 4.33 พีเอชของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภครวมที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.34 พีเอชของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

#### 4.2.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid )

จากการนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งเคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตและเจลแลนกันมา เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 10 องศาเซลเซียสและ 5 องศาเซลเซียส ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก มีผลดังนี้

ที่ อุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคมีค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค ซูดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมที่เคลือบด้วยอัลจินต มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน พบว่ามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ในวันเริ่มต้น ทดลองเท่ากับ 0.4416 ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคซูดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินตและชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) เท่ากับ 0.4650, 0.4181 และ 0.4266 ตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคซูดควบคุม ชุดที่เคลือบด้วยอัลจินต และชุดที่เคลือบด้วยเจลแลนกันมีปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) เท่ากับ 0.4792 ,0.3584 และ 0.4494 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.35)

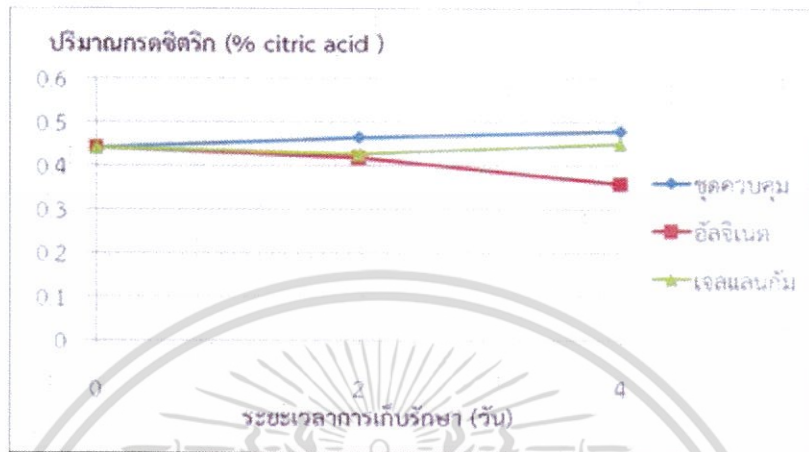
ที่ อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจินต และมะม่วงตัดแต่ง

พร้อมบริโภคมีค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาจนถึงวันที่ 4 ในวันเริ่มต้นทดลองนั้น มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้ง 3 ชุดการทดลอง ที่ ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) เท่ากับคือ 0.234, 0.298 และ 0.269 ตามลำดับ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 0.326, 0.264 และ 0.276 ตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 0.381, 0.323 และ 0.264 ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 0.367, 0.325 และ 0.355 ตามลำดับ ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของ มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 0.397 , 0.364 และ 0.309 ตามลำดับ ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยอัลจิเนต และมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบด้วยเจลแลนกัน มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนี้ 0.293 , 0.234 และ 0.304 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.36)

จากผลการทดลองนี้ ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สอดคล้องกันคือ มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบเจลแลนกันมีค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) น้อยกว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจิเนตและมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคชุดควบคุม ตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่ง ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) จะสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่าง มาก ปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) จะน้อย ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่าง น้อย ปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) จะมากด้วย ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ในระยะแรก อาจมีปริมาณมากเนื่องจากมะม่วงยังไม่เกิดการสุกแต่เมื่อเก็บรักษาต่อไปจะมีค่าลดลง ซึ่งจากการทดลองที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มจะลดลงแต่ยังไม่ชัดเจนเท่าใดนัก เนื่องด้วยในเนื้อมะม่วงมีปริมาณของแป้งอยู่มากเมื่อคั้นน้ำแป้งอาจผสมมากเกินไปจนทำให้ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดซิตริก(% citric acid ) ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติจะพบว่าชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) ของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโศคที่อายุการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมีของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค เมื่อระยะการเก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปัจจัยคุณภาพ	ชุดการทดลอง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
		0	2	4
น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ชุดควบคุม	0.00±0.00 <sup>Aa</sup>	0.13±0.04 <sup>Ab</sup>	0.16±0.04 <sup>Ab</sup>
	อัลจินต	0.00±0.00 <sup>Aa</sup>	0.02±0.02 <sup>Aa</sup>	0.08±0.02 <sup>Ab</sup>
	เจลแลนกัม	0.00±0.00 <sup>Aa</sup>	0.37±0.36 <sup>Aa</sup>	0.42±0.36 <sup>Aa</sup>
สี ค่าความแตกต่าง (ΔE)	ชุดควบคุม	0.00±0.00 <sup>Aa</sup>	16.56±0.89 <sup>Ab</sup>	17.77±0.89 <sup>Ab</sup>
	อัลจินต	0.00±0.00 <sup>Aa</sup>	10.68±2.37 <sup>Ab</sup>	23.05±2.37 <sup>Ac</sup>
	เจลแลนกัม	0.00±0.00 <sup>Aa</sup>	9.39±1.77 <sup>Ab</sup>	22.90±1.77 <sup>Ac</sup>
ความแน่นเนื้อ (gf)	ชุดควบคุม	4.18±2.16 <sup>Ba</sup>	4.58±2.16 <sup>Ba</sup>	4.27±2.16 <sup>Ba</sup>
	อัลจินต	4.08±1.66 <sup>Ba</sup>	4.15±1.66 <sup>Ba</sup>	4.45±1.66 <sup>Ba</sup>
	เจลแลนกัม	4.01±1.84 <sup>Aa</sup>	3.99±1.84 <sup>Aa</sup>	3.85±1.84 <sup>Aa</sup>
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix)	ชุดควบคุม	9.55±0.28 <sup>Ba</sup>	9.82±0.28 <sup>Ba</sup>	10.22±0.28 <sup>Ba</sup>
	อัลจินต	9.55±0.52 <sup>Aa</sup>	9.12±0.52 <sup>Aa</sup>	9.17±0.52 <sup>Aa</sup>
	เจลแลนกัม	9.55±0.23 <sup>Aa</sup>	9.02±0.23 <sup>Aa</sup>	9.34±0.23 <sup>Aa</sup>
pH	ชุดควบคุม	4.17±0.05 <sup>Ac</sup>	3.97±0.05 <sup>Ab</sup>	3.84±0.05 <sup>Aa</sup>
	อัลจินต	4.17±0.06 <sup>Ab</sup>	3.82±0.06 <sup>Aa</sup>	3.77±0.06 <sup>Aa</sup>
	เจลแลนกัม	4.17±0.05 <sup>Ac</sup>	3.76±0.05 <sup>Ab</sup>	3.52±0.05 <sup>Aa</sup>
ปริมาณกรดซิตริก (%)	ชุดควบคุม	3.45±0.27 <sup>Ba</sup>	3.63±0.27 <sup>Ba</sup>	3.74±0.27 <sup>Ba</sup>
	อัลจินต	3.45±0.27 <sup>Aa</sup>	3.27±0.27 <sup>Aa</sup>	2.80±0.27 <sup>Aa</sup>
	เจลแลนกัม	3.45±0.49 <sup>ABa</sup>	3.33±0.49 <sup>ABa</sup>	3.51±0.49 <sup>ABa</sup>

หมายเหตุ : อักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน คือ ชนิดของสารเคลือบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบ คือ alginate และ gellan ซ้ำอีกครั้ง โดบบรรจุมะม่วงเขียวเสวยที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสองชนิดเก็บรักษาในกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิ 5° c เป็นเวลา 8 วัน เปรียบเทียบกับมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ไม่ผ่านการเคลือบ (ชุดควบคุม) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศค แสดงดังผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** ค่าการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของตัวอย่างมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโศคที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 8 วัน

	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
<b>L*</b>					
Control	83.97±1.38 <sup>b</sup>	83.60±1.75 <sup>b</sup>	82.96±1.03 <sup>c</sup>	83.00±1.04 <sup>b</sup>	83.60±1.57 <sup>b</sup>
Alginate	82.24±0.69 <sup>a</sup>	82.64±1.32 <sup>a</sup>	82.29±1.11 <sup>b</sup>	81.56±1.25 <sup>a</sup>	81.68±1.12 <sup>a</sup>
Gellan Gum	82.05±1.23 <sup>a</sup>	82.77±1.28 <sup>ab</sup>	81.60±1.01 <sup>a</sup>	81.53±0.83 <sup>a</sup>	81.78±0.82 <sup>a</sup>
<b>C*</b>					
Control	31.18±4.77 <sup>a</sup>	31.55±3.97 <sup>a</sup>	36.25±2.28 <sup>ns</sup>	33.23±3.35 <sup>a</sup>	33.73±4.15 <sup>ns</sup>
Alginate	32.89±3.00 <sup>a</sup>	34.47±4.17 <sup>b</sup>	35.62±4.94 <sup>ns</sup>	37.06±5.33 <sup>b</sup>	35.89±4.36 <sup>ns</sup>
Gellan Gum	38.72±5.16 <sup>b</sup>	36.66±3.39 <sup>b</sup>	35.94±3.04 <sup>ns</sup>	36.86±3.41 <sup>b</sup>	34.25±2.10 <sup>ns</sup>
<b>h*</b>					
Control	91.88±1.72 <sup>ns</sup>	91.31±1.92 <sup>b</sup>	91.27±0.99 <sup>a</sup>	90.70±0.84 <sup>ns</sup>	91.28±1.14 <sup>ns</sup>
Alginate	91.95±0.96 <sup>ns</sup>	91.92±1.13 <sup>b</sup>	91.64±0.84 <sup>b</sup>	90.64±0.99 <sup>ns</sup>	91.11±0.84 <sup>ns</sup>
Gellan Gum	91.66±1.02 <sup>ns</sup>	90.31±1.24 <sup>a</sup>	90.87±0.75 <sup>a</sup>	90.80±0.79 <sup>ns</sup>	91.00±0.96 <sup>ns</sup>
<b>Firmness (N)</b>					
Control	3.06±0.20 <sup>ns</sup>	3.39±0.34 <sup>ns</sup>	3.12±0.41 <sup>ns</sup>	3.22±0.25 <sup>ab</sup>	3.17±0.17 <sup>b</sup>
Alginate	3.05±0.31 <sup>ns</sup>	3.39±0.31 <sup>ns</sup>	3.09±0.16 <sup>ns</sup>	3.11±0.32 <sup>a</sup>	3.00±0.26 <sup>a</sup>
Gellan Gum	3.04±0.33 <sup>ns</sup>	3.43±0.32 <sup>ns</sup>	3.07±0.17 <sup>ns</sup>	3.29±0.27 <sup>b</sup>	2.92±0.23 <sup>a</sup>
<b>Weight loss (%)</b>					
Control	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.25±0.02 <sup>ab</sup>	0.27±0.02 <sup>ns</sup>	0.34±0.02 <sup>b</sup>	0.35±0.01 <sup>a</sup>
Alginate	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>	0.27±0.03 <sup>ns</sup>	0.26±0.03 <sup>a</sup>	0.52±0.03 <sup>b</sup>
Gellan Gum	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.32±0.11 <sup>b</sup>	0.24±0.03 <sup>ns</sup>	0.44±0.04 <sup>c</sup>	0.69±0.05 <sup>c</sup>
<b>TA (%)</b>					
Control	0.37±0.01 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>c</sup>	0.33±0.01 <sup>c</sup>	0.35±0.01 <sup>c</sup>	0.37±0.02 <sup>b</sup>
Alginate	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>	0.28±0.02 <sup>a</sup>
Gellan Gum	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของตัวอย่างมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภาค (ต่อ)

	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
TSS (%Brix)					
Control	11.53±0.51 <sup>b</sup>	11.67±0.40 <sup>b</sup>	11.97±0.31 <sup>c</sup>	12.00±0.60 <sup>b</sup>	13.63±0.25 <sup>c</sup>
Alginate	7.27±0.06 <sup>a</sup>	8.30±0.17 <sup>a</sup>	8.70±0.10 <sup>b</sup>	8.83±0.15 <sup>a</sup>	9.80±0.26 <sup>b</sup>
Gellan Gum	7.17±0.31 <sup>a</sup>	8.07±0.15 <sup>a</sup>	8.20±0.20 <sup>a</sup>	8.17±0.15 <sup>a</sup>	8.77±0.57 <sup>a</sup>
Enz. Activity (unit/ml)					
Control	1.89±0.23 <sup>b</sup>	1.87±0.25 <sup>b</sup>	2.82±0.37 <sup>b</sup>	2.60±0.32 <sup>b</sup>	3.24±0.13 <sup>b</sup>
Alginate	0.54±0.04 <sup>a</sup>	0.66±0.14 <sup>a</sup>	0.86±0.23 <sup>a</sup>	0.73±0.12 <sup>a</sup>	0.77±0.02 <sup>a</sup>
Gellan Gum	1.65±0.23 <sup>b</sup>	2.39±0.35 <sup>b</sup>	2.53±0.40 <sup>b</sup>	2.50±0.21 <sup>b</sup>	3.03±0.20 <sup>b</sup>
TPC (log cfu/g)					
Control	3.83±0.15 <sup>c</sup>	4.00±0.03 <sup>c</sup>	4.09±0.08 <sup>c</sup>	4.27±0.11 <sup>c</sup>	4.27±0.22 <sup>c</sup>
Alginate	2.18±0.00 <sup>a</sup>	2.22±0.07 <sup>a</sup>	2.25±0.13 <sup>a</sup>	2.69±0.13 <sup>a</sup>	2.95±0.04 <sup>a</sup>
Gellan Gum	3.00±0.07 <sup>b</sup>	3.17±0.07 <sup>b</sup>	3.21±0.08 <sup>b</sup>	3.36±0.06 <sup>b</sup>	3.54±0.10 <sup>b</sup>

Weight loss (%) = น้ำหนักที่สูญเสีย TA (%) = ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ TSS (%Brix) = ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์บrix) Enz. Activity (unit/ml) = กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (ยูนิต/มิลลิลิตร) TPC (log cfu/g) = ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (<sup>abc</sup>) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งภายในแต่ละวันของการทดสอบแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (<sup>ns</sup>) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

จากผลการวิเคราะห์ สรุปได้ว่าการเคลือบด้วยสารทั้งสองชนิดสามารถช่วยรักษาและคงคุณภาพของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภาคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ได้ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งว่าการเคลือบด้วยสารทั้งสองชนิดนั้นทำให้คุณภาพของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งดีกว่าการไม่เคลือบ ( $p > 0.05$ ) โดยเฉพาะการเคลือบด้วย alginate นั้นสามารถรักษาคุณภาพของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งได้ดีกว่าการเคลือบด้วย gellan gum ( $p > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.5 พบว่าเมื่อนำมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภาคที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลานาน 8 วัน โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป ดังนี้

ค่า L\*, C\* และ h° ของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film มีค่าที่แตกต่างจากชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) โดย

- มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบสารทั้งชนิดที่เคลือบด้วย alginate และ gellan gum มีค่า L\* ที่ต่ำกว่าชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) แต่ค่า L\* ของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่เคลือบด้วย alginate นั้นมีค่าที่ไม่แตกต่างกับชุดที่เคลือบด้วย gellan gum ( $p \leq 0.05$ ) ในตลอดระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งในชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาในเวลาที่นานขึ้นจะมีสีที่ซีดลง ในขณะที่มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่เคลือบด้วย edible film ยังคงมีสีที่เขียวสด จึงส่งผลให้มีค่า  $L^*$  ที่ต่ำกว่าชุดควบคุม

- มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้งชนิดที่เคลือบด้วย alginate และ gellan gum มีค่า  $C^*$  ที่มากกว่าชุดควบคุม ( $p>0.05$ ) แต่ค่า  $C^*$  ของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่เคลือบด้วย alginate นั้นมีค่าที่ไม่แตกต่างกันกับชุดที่เคลือบด้วย gellan gum ( $p\leq 0.05$ ) ในตลอดระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จากที่กล่าวไปข้างต้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งในชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาในเวลาที่นานขึ้นจะมีสีที่ซีดลง ในขณะที่มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่เคลือบด้วย edible film ยังคงมีสีที่เขียวสด จึงส่งผลให้มีค่า  $C^*$  ที่มากกว่าชุดควบคุม
- มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้งชนิดที่เคลือบด้วย alginate และ gellan gum มีค่า  $h^*$  ที่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ( $p\leq 0.05$ ) ในตลอดระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

ค่าน้ำหนักที่สูญเสียของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้งชนิดที่เคลือบด้วย alginate และ gellan gum มีค่าที่แตกต่างกับชุดควบคุม ( $p>0.05$ ) โดยในวันที่ 2 – 6 ของการเก็บรักษาจะพบว่ามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดที่เคลือบด้วย alginate มีค่าน้ำหนักที่สูญเสียน้อยที่สุด แต่ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดควบคุมมีค่าน้ำหนักที่สูญเสียน้อยที่สุด เนื่องจากมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดควบคุมนั้นมีการสูญเสียน้ำจนผิวหน้าแห้ง ส่งผลให้น้ำภายในชั้นมะม่วงเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าได้ยากขึ้นจึงทำให้มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักในช่วงท้ายของการเก็บรักษาที่ต่ำลง ในขณะที่มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดที่เคลือบด้วย edible film ยังคงมีความชุ่มชื้นที่ผิวหน้าอยู่ จึงทำให้ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าน้ำหนักที่สูญเสียมากกว่าชุดควบคุม ซึ่งในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของค่าน้ำหนักที่สูญเสียที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น

ในส่วนของค่าความแน่นเนื้อ มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้ง 2 ชนิดมีค่าความแน่นเนื้อที่ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม ( $p\leq 0.05$ ) แต่ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่ามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อที่มากกว่ามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดที่เคลือบด้วย edible film

( $p > 0.05$ ) โดยเป็นผลเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำบริเวณผิวหน้า จึงทำให้ชั้นมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดควบคุม นั้นเกิดการแห้งและแข็งขึ้น

ด้านปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้เทอร์ตได้ของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้ง 2 ชนิด มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) โดยที่มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่เคลือบด้วย alginate นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกับชุดที่เคลือบด้วย gellan gum

ขณะที่มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่ต่ำกว่าชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) ซึ่งในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยเป็นผลจากการที่ตัวอย่างมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งมีการสุกต่อได้

ในส่วนกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส นั้น มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้ง 2 ชนิดมีค่าที่ต่ำกว่าชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) ซึ่งมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดที่เคลือบด้วย alginate มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสน้อยที่สุด โดยในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น

ด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งที่ผ่านการเคลือบด้วย edible film ทั้ง 2 ชนิด มีค่าที่ต่ำกว่าชุดควบคุม ( $p > 0.05$ ) ซึ่งมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งชุดที่เคลือบด้วย alginate มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่น้อยกว่าชุดที่เคลือบด้วย gellan gum ( $p > 0.05$ ) โดยในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น

เมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่า ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่ให้การยอมรับในมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทั้งสองชนิดน้อยกว่ามะม่วงในชุดควบคุมในทุก ๆ ด้าน มะม่วงที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบผิว sodium alginate จะมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคดีกว่ามะม่วงที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบผิว gellan gum นอกจากนี้มีข้อเสนอแนะจากผู้บริโภคว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทั้งสองชนิดจะมีรสขมเกิดขึ้น ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าความเข้มข้นของสารเคลือบทั้งสองชนิดมีความเข้มข้นที่สูงเกินไป สำหรับคะแนนการยอมรับแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลักษณะ	ชุดทดลอง	ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ				
		0	2	4	6	8
ลักษณะปรากฏ	control	6.9	6.3		6.6	6.0
	alginate	5.6	5.9		6.2	6.0
	gellan	5.0	4.2		5.7	4.7
รสชาติ	control	7.5	7.5		7.2	6.9
	alginate	4.6	6.8		4.9	5.0
	gellan	3.9	4.0		3.4	3.8
สี	control	6.8	6.2		6.9	6.7
	alginate	6.1	6.2		6.2	6.5
	gellan	6.0	4.3		5.3	5.1
กลิ่น	control	6.9	7.3		7.0	6.7
	alginate	4.9	5.4		5.7	5.5
	gellan	5.0	4.8		5.0	4.7
เนื้อสัมผัส	control	6.9	7.3		7.4	7.2
	alginate	5.1	6.2		5.9	5.4
	gellan	4.4	4.7		4.8	4.1
การยอมรับโดยรวม	control	7.2	6.8		6.7	7.0
	alginate	5.1	5.4		5.8	5.5
	gellan	4.5	4.0		4.6	4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 ตอนที่ 1 ศึกษาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเคลือบมะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโกล

- สูตรสารเคลือบอัลจินตที่เหมาะสมได้แก่ อัลจินต 2% (w/v) กลีเซอรอล 1% (w/v) กรดแอสคอบิก 2% น้ำมันดอกทานตะวัน 0.025%
- สูตรสารเคลือบเจลแลนกัมที่เหมาะสมได้แก่ เจลแลนกัม 0.5% (w/v) กลีเซอรอล 0.63 % (w/v) กรดแอสคอบิก 1 % น้ำมันดอกทานตะวัน 0.025%

#### 5.2 ตอนที่ 2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลพันธุ์เขียวเสวยที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่บริโกลได้จากการทดลองตอนที่ 1

- อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลคือ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นานเป็นเวลา 8 วัน แต่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเก็บรักษาได้เพียง 4 วัน
- การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ชุดควบคุม เป็นมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโกลที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเคลือบ คุณภาพที่ได้ทั้งลักษณะปรากฏ การสูญเสียน้ำหนัก ค่าความแน่นเนื้อ สีที่เปลี่ยนแปลง ค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (° Brix ) จะได้ค่าที่ไม่ดีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน ชุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบอัลจินตและเจลแลนกัม คุณภาพที่ได้ทั้งลักษณะปรากฏ การสูญเสีย น้ำหนัก ค่าความแน่นเนื้อ สีที่เปลี่ยนแปลง ค่าพีเอช ค่าปริมาณกรดซิตริก (% citric acid ) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (° Brix ) จะได้ค่าที่ดีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน บ่งชี้ให้เห็นว่าสารเคลือบมีส่วนช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโกล เมื่อพิจารณาจากค่าการยอมรับของผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแล้ว กลับพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยกว่ามะม่วงในชุดควบคุม เนื่องจากมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทั้งสองชนิดจะมีรสขมเกิดขึ้น ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าความเข้มข้นของสารเคลือบทั้งสองชนิดมีความเข้มข้นที่สูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 21-98 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 396 หน้า.

दनัย บุญเกียรติ และนิธยา รัตนานนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์ไอเดียนส์โตร์, กรุงเทพฯ. 114-125 น.

ไพโรจน์ วิริยจारी. 2535. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 275 หน้า.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2544. จุลชีววิทยาทั่วไป. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 735 หน้า.

นิธยา รัตนานนท์. 2547. สารเคลือบผิวที่บริโภคได้. น. 179-196. ใน: นิธยา รัตนานนท์ และ ไพโรจน์ วิริยจारी (ผู้รวบรวม), เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. TRIO Advertising & Media Co., Ltd., เชียงใหม่.

นิธยา รัตนานนท์ และ ไพโรจน์ วิริยจारी. 2547. เทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 228 หน้า.

ภูวนาท นนทธีร์. 2540. มะม่วง. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพมหานคร. 120 หน้า

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 365 น.

สุรพงษ์ โกสิยจินดา. 2530. การเคลือบผิวผลไม้สดด้วยนวลเทียม. เคหะการเกษตร. 11(124): 56-60.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2541. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. ชัยเจริญ, กรุงเทพมหานคร. 248 หน้า.

Abadias, M., J. Usall, M. Anguera, C. Solsona, and I. Vinas. 2008. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- establishments. *International Journal of Food Microbiology*. 123: 121-129.
- Agar, I.T., R. Massantini, B. Hess-Pierce, and A.A. Kader. 1999. Post harvest CO<sub>2</sub> and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *Journal of Food Science*. 64(3): 433-440.
- Allbrigo, L.G. 1972. Distribution of stomata and epicuticular wax on orange related to stem and ring breakdown and water loss. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 97(2): 220-223.
- Allende, A., J. McEvoy, Y. Tao, and Y. Luo. 2009. Antimicrobial effect of acidified sodium chlorite, sodium chlorite, sodium hypochlorite, and citric acid on *Escherichia coli* O157:H7 and natural microflora of fresh-cut cilantro. *Food Control*. 20(3): 230-234.
- Antoniolli, L.R., B.C. Benedetti, M.S.M. Souza Filho, M.F. Borges, and D.S. Garruti. 2005. Evaluation of hydrogen peroxide as alternative to the use of sodium hypochlorite in fresh-cut 'Perola' pineapple. *Acta Horticulturae*. 682: 1859-1864.
- AOAC. 2000. *Association of Official Analytical Chemists*. 17th ed., AOAC, Inc., Maryland, USA
- Beaulieu, J.C., and J.M. Lea. 2003. Volatile and quality changes in fresh-cut mangos prepared from firm-ripe and soft-ripe fruit, store in clamshell containers and passive MAP. *Postharvest Biology and Technology*. 30(1): 15-28.
- Ben-Yehoshua, S. 1987. Transpiration, water stress, and gas exchange. pp. 113- 170. In: J. Weichman, (ed.), *Postharvest Physiology of Vegetables*. Marcel Dekker, New York.
- Ben-Yehoshua, S., S.P. Burg and R. Young. 1985. Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapor and other gases. *Plant Physiology*. 79: 1048-1053.
- Bennett, H. 1975a. *Industrial Waxes*. Vol. 1. Chemical Publishing Company, Inc., New York. 413 pp.
- Bennett, H. 1975b. *Industrial Waxes*. Vol. 2. Chemical Publishing Company, Inc., New York. 410 pp.
- Bonting, S.L. and J.T.H.H.M. de Pont. 1983. *Membrane Transport: New Comprehensive*
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Biochemistry*. Vol. 2. Van Nostrand Reinhold Ltd., New York. 76-77 pp.

- Brackett, R.E. 1994. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. pp. 269-312. In: R.C. Wiley, (ed.), *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Chapman and Hall Inc., New York, U.S.A.
- Corbo, M.R., Speranza, B., Campaniello, D., D'Amato, D. and M. Sinigaglia. 2011. Fresh-cut fruits preservation: current status and emerging technologies. In: Current Research, Technology and Education Topic in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. Available [Online] [www.formatex.info/microbiology2/1143-1154.pdf](http://www.formatex.info/microbiology2/1143-1154.pdf)
- Del Aguila, J.S., F.F. Sasaki, L.S. Heiffig, E.M.M. Ortega, A.P. Jacomino, and R.A. Kluge. 2006. Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology*. 40(2): 149-154
- DeRoeve, C. 1998. Microbiological safety evaluations and recommendation on fresh produce. *Food Control*. 9(6): 321-347.
- Gassner, S.A., I. Rehovoth, E. Hellinger, A. Katchalsky and D. Vofsi. 1969. *Polyethylene-Natural Wax Emulsions for Coating Fruits and Vegetables*. U.S. Pat, New York. 1-3 pp.
- Goodwin, T.W. and E.I. Mercer. 1983. *Introduction to Plant Biochemistry*. 2nd ed. Pergamon Press, Oxford. 677 pp.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Celis, J., Rogelio, R., Sotelo-Mundo, R. R. and De La Rosa, L. A. 2008. Physiological and biochemical change of different fresh-cut mango cultivars stored at 5°C. *International Journal of Food Science and Technology*. 43:91-101.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., S. Ruiz-Cruz, R. Cruz-Valenzuela, A. Rodriguez-Felix, and C.Y. Wang. 2004. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *Food Science and Technology*. 37(3): 369-376.
- Gordon, G., and S. Tachiyashiki. 1991. Kinetics and mechanism of formation of chlorate ion from the hypochlorous acid/chlorite ion reaction at pH 6-10. *Environmental*
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Science and Technology*. 25(3): 468-474.

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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(9): 4204-4208

Hagenmaier, R.D. 1998a. Wax microemulsion formulations used as fruit coatings. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 111: 251-255.

Hagenmaier, R.D. 1998b. Selection of citrus 'wax' coatings on criteria other than short-term gloss. *Packinghouse Letter No.182*: 1-4.

Hagenmaier, R.D. 2000. Evaluation of a polyethylene-candelilla coating for 'Valencia' oranges. *Postharvest Biology and Technology*. 19: 147-154.

Hagenmaier, R.D. 2002. The flavor of mandarin hybrids with different coating. *Postharvest Biology and Technology*. 24: 79-87.

Hagenmaier, R.D. 2004. Fruit coatings containing ammonia instead of morpholine. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 117: 396-240.

Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1994a. Wax microemulsion and emulsions as citrus coatings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42: 899-902.

Hagenmaier, R.D. and K. Goodner. 2002. Storage of 'Marsh' grapefruit and 'Valencia' orange with different coatings. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 115: 303-308.

Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1994b. Internal gases, ethanol content and gloss of citrus fruit coated with polyethylene wax, canauba wax, shellac or resin at different application levels. *Horticultural Science*. 107: 261-265.

Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1995. Layered coating to control weight loss and preserve gloss of citrus fruit. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 30(2): 296-298.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hampel, C. A. and G.G. Hawley. 1973. *The Encyclopedia of Chemistry*. 3th ed. Van Nostrand Reinhold Ltd., New York. 1198 pp.
- Javis, N.L., C.O. Timmons and W.A. Simmon. 1962. The effect of monomolecular films on the surface temperature of water. pp. 41-58. *In: M. Ranter, (ed.), Retardation of Evaporation by Monolayer: Transport Process*. Academic Press, New York.
- Kays, S.J. 1991. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. The AVI Publishing, New York. 532 pp.
- Kim, J.G., Y. Luo, and K.C. Gross. 2004. Effect of package film on the quality of fresh-cut salad savoy. *Postharvest Biology and Technology*. 32(1): 99-107.
- Klaiber, R.G., S. Baur, G. Wolf, W.P. Hammes, and R. Carle. 2005. Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6(3): 351-362
- Kolattukudy, P.E. 1976. Introduction to natural waxes. pp. 1-15. *In: P.E. Kolattukudy, (ed.), Chemistry and Biochemistry of Natural Waxes*. Elsevier, Amsterdam.
- Lana-Guzman, I., and D.M. Barrett. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of freshcut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*. 19(1): 61-72.
- Lenntech. 2009. Disinfectants: Sodium hypochlorite. [online]. Available: <http://www.lenntech.com> (27 March 2009).
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurement. *HortScience*. 27 (12): 1254-1255.
- Manurakchinakorn, S., P. Nuymark, P. Phoopouk, P. Poohern, and U. Chamnan. 2005. Browning inhibition and firmness retention in fresh-cut mangosteens (*Garcinia mangostana* L.). *Acta Horticulturae*. 682: 1811-1818.
- Miyoshi, E. and K. Nishinari. 1999. Effects of sugar on the sol-gel transition in gellan gum Aqueous solutions. *Progr Colloid Polym Sci*. 114: 83-91 Cited Sanderson G.R. 1990,
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- pp. 201-232. In P. Harris, eds. Food gels. Elsevier Applied Science, London.
- Monarca, S., C. Zani, S.D. Richardson, A.D. Thruston Jr, M. Moretti, D. Feretti, and M. Villarini. 2004. A new approach to evaluating the toxicity and genotoxicity of disinfected drinking water. *Water Research*. 38(17): 3809- 3819.
- Morris, V.J., A.R. Kirby and A.P. Gunning. 1999. A fibrous model for gellan gels from atomic Force microscopy studies. *Progr Colloid Polym Sci*. 114:102-108
- Nakamura, N., D.V.S. Rao, T. Shiina, and Y. Nawa. 2004. Respiration properties of tree-ripe mango under CA condition. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 38(4): 221-226.
- Narciso, J., and A. Plotto. 2005. A comparison of sanitation system for fresh-cut mango. *HortTechnology*. 15(4): 837-842.
- Ngarmsak, M., T. Ngarmsak, B. Ooraikul, P.J. Delaquis, P.M. Toivonen, and G. Mazza. 2005. Effect of sanitation treatments on the microbiology of fresh-cut Thai mango. pp. 347-354. In: *APEC Symposium on Assuring Quality and Safety of Fresh Produce*. August, 1-3. Bangkok, Thailand.
- Nicolais, V., F. Villani, T. Maturi, and G. Barbieri. 2005. Preliminary study on the shelf life of minimally processed cantaloupe melon stored in protective atmosphere. *Acta Horticulturae*. 682: 1929-1936.
- Oboh, G. and J.H.T. Rocha. 2008. Antioxidant and neuroprotective properties of sour tea (*Hibicus sabdariffa*, calyx) and green tea (*Camellia sinensis*) on some pro-oxidant-induced lipid peroxidation in brain *in vitro*. *Food Biophysics*. 3: 382-389
- Pandy, B.P. 1982. *Plant Anatomy*. S. Chand and Company Ltd., New Delhi. 495 pp.
- Paredes-Lopez, O., E. Carmargo-Rubio and Y. Gallardo-Navarro. 1974. Use of coating of Candelilla wax for preservation of limes. *Journal of Sciencei Food Agricultural*. 25: 1207-1210.

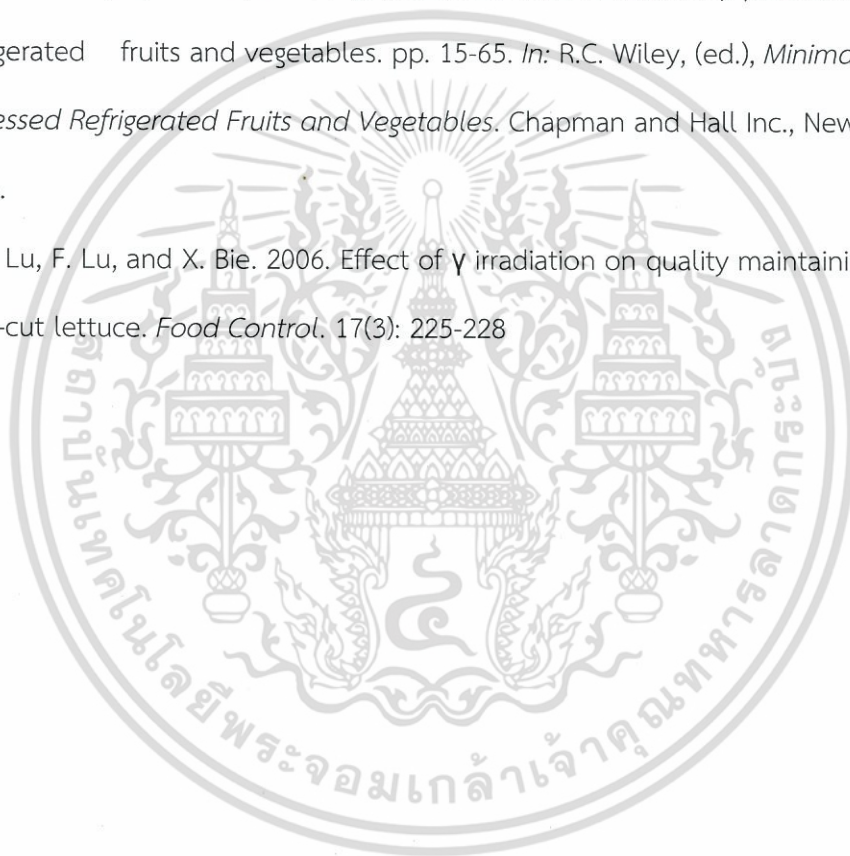
- Perez-Gago, M.B., M.A. del Rio, and M. Serra. 2005. Effect of whey protein-beeswax edible composite coating on color change of fresh-cut persimmons cv. 'Rojo Brillante'. *Acta Horticulturae*. 682: 1917-1928.
- Plotto, A., K.L. Goodner, E.A. Baldwin, J. Bai, and N. Rattanapanone. 2004. Effect of polysaccharide coating on quality of fresh cut mangoes (*Mangifera indica* L.). *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 117: 382-388.
- Portela, S.I., and M.I. Cantwell. 2001. Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Food Science*. 66(9): 1265-1270
- Prince, L.M. 1977. *Microemulsion, Theory and Practice*. Academic Press, New York. 28-30 pp.
- Purwadaria, H.K., and S. Wuryani. 2000. Respiration model for edible coated minimally processed mango. *Acta Horticulturae*. 509: 531-542.
- Radovanovic, A., B. Radovanovic, and B. Jovancicevic. 2009. Free radical scavenging and antibacterial activities of southern Serbian red wines. *Food Chemistry*. 117(2): 326-331
- Rattanapanone, N., C. Chongsawat, and S. Chaiteep. 2000. Fresh-cut fruits in Thailand. *HortScience*. 35(4): 1-4.
- 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.
- Rico, D., A.B. Martin-Diana, J.M. Barat, and C. Barry-Ryan. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology*. 18(7): 373-386.
- Sadler, G.D., and P.A. Murphy. 2003. pH and titratable acidity. pp. 207-226. In: S.S. Nielsen, (ed.), *Food Analysis*. 3rd ed., Kluwer Academic, New York, USA.
- Senesi, E., A. Calabretto, M. Macario, and R. Lo Scalzo. 2005. Effect of a partial drying pretreatment on the respiration activity of fresh-cut apple. *Acta Horticulturae*. 682: 1839-1846.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Spagna, G., M. Chisari, and V. Giannone. 2005. Effect of stabilizing treatments and packaging of minimally processed fennel. *Acta Horticulturae*. 682: 1971-1976.
- Tapia MS, Rojas-Graü MA, Rodríguez FJ, Ramírez J, Carmona A, Martín-Belloso O. 2007. Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *J Food Sci*. 2007 May;72(4):E190-6.
- Tapia MS, Rojas-Graü MA, Rodríguez FJ, Ramírez J, Carmona A, Martín-Belloso O. 2008. Use of alginate-based coating for improving barrier, texture and nutritional of fresh papaya. *Food Hydrocolloids*. 22: 1493-1503.
- Teixeira, G.H.A., J.E. Durigan, and R.E. Alves. 2005. Use of carambola (*Averrhoa carambola* L. 'Fwang Tung') fruit at two stages of maturity for fresh-cut products. *Acta Horticulturae*. 682: 1901-1908.
- Trindade, P., M.L. Beirao-da-Costa, M. Moldao-Martins, M. Abreu, E.M. Goncalves, and S. Beirao-da-Costa. 2003. The effect of heat treatments and calcium chloride applications on quality of fresh-cut mango. *Acta Horticulturae*. 599: 603-609
- Toivonen, P.M., and D.A. Brummell. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. 48(1): 1-14.
- Ukuku, D.O., M.L. Bari, S. Kawamoto, and K. Isshiki. 2005. Use of hydrogen peroxide in combination with nisin, sodium lactate and citric acid for reducing transfer of bacterial pathogens from whole melon surfaces to fresh-cut pieces. *International Journal of Food Microbiology*. 104(2): 225-233.
- USDA Agricultural Research Service. 2008. Mango, raw. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21.
- Varoquaux, P., and R.C. Wiley. 1994. Biological and biochemical changes in minimally Processed refrigerated fruits and vegetables. pp. 226-268. In: R.C. Wiley, (ed.), *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Chapman and Hall Inc.,
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

New York, U.S.A.

- Wolfmeier, U., H. Schmidt, F.L. Heinrichs, G. Michalczyk, W. Payer, W. Dietsche, G. Hohner and J. Wildgruber. 1996. *Waxes*. pp. 96-114. In: S. Ullmann, (ed.), *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Cambridge University Press, London. 122-125 pp.
- Yamamoto, F. and R.L. Cunha. 2007. Acid gelation of gellan: Effect of final pH and heat Treatment conditions. *Carbohydrate Polymers*. 68: 517-527
- Yildiz, F. 1994. Initial preparation, handling, and distribution of minimally processed refrigerated fruits and vegetables. pp. 15-65. In: R.C. Wiley, (ed.), *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Chapman and Hall Inc., New York, U.S.A.
- Zhang, L., Z. Lu, F. Lu, and X. Bie. 2006. Effect of  $\gamma$  irradiation on quality maintaining of fresh-cut lettuce. *Food Control*. 17(3): 225-228



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

## ตารางแผนการทดลองแบบ Box-Behnken

## ตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนผสมของสารเคลือบผิวเจลแลนกัมแผนการทดลองแบบ Box-Behnken

Run	variable				Response WVR
	Coded		Uncoded		
	X1	X2	AA	Gly	
1	0	0	1.00	0.63	14.20
2	0	0	1.00	0.63	14.00
3	0	0	1.00	0.63	14.00
4	0	0	1.00	0.63	13.90
5	0	0	1.00	0.63	13.70
6	-1	-1	0.00	0.25	13.30
7	0	-1	1.00	0.25	13.20
8	1	-1	2.00	0.25	13.50
9	-1	0	0.00	0.63	13.00
10	1	0	2.00	0.63	13.80
11	-1	1	0.00	1.00	14.60
12	0	1	1.00	1.00	15.00
13	1	1	2.00	1.00	15.60

## ตารางภาคผนวกที่ 2 ส่วนผสมของสารเคลือบผิวอัลจินเนตแผนการทดลองแบบ Box-Behnken

Run	variable				Response WVR
	Coded		Uncoded		
	X1	X2	AA	Gly	
1	0	-1	1.00	1.00	12.70
2	-1	0	0.00	1.50	12.00
3	1	0	2.00	1.50	13.70
4	0	1	1.00	2.00	13.80
5	0	0	1.00	1.50	12.60
6	0	0	1.00	1.50	12.20
7	0	0	1.00	1.50	11.70
8	0	0	1.00	1.50	11.90
9	0	0	1.00	1.50	12.10
10	-1	-1	0.00	1.00	12.40
11	1	-1	2.00	1.00	13.50
12	-1	1	0.00	2.00	13.50
13	1	1	2.00	2.00	14.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติคณะผู้วิจัย

### หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)                      นางระจิตร์ สุวพานิช  
(ภาษาอังกฤษ)    Mrs.Rachit Suwapanich
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน                      3 1014 02389 54 3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน                                      อาจารย์
4. หน่วยงานที่อยู่                                      คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520  
โทรศัพท์ 0 2329 8526 โทรสาร 0 2329 8526  
E-mail : kcrachit@kmitl.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
 

<u>ระดับและสาขา</u>	<u>ปีที่จบ</u>	
สถาบันการศึกษา		
ปริญญาตรี สาขาชีววิทยา	พ.ศ. 2532	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปริญญาโท สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว	พ.ศ. 2536	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปริญญาเอก สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว	พ.ศ. 2550	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ปารีชาติ เทียนจุมพล ระจิตร์ สุวพานิช และวิชา สะอาดสุด. 2551. การตอบสนองของอาการ

สะท้อนหนาวในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองต่อแสงเนียร์อินฟราเรด. วารสารวิทยาศาสตร์ สาขา  
เกษตร ปีที่ 9 ฉบับที่3(พิเศษ) หน้า 58-61

Suwapanich, R. and Haewsungcharern, M. 2005. Modeling of Internal Temperature in

Mango Fruit by Thermal Properties”. 5<sup>th</sup> National Horticultural Conference.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26-29 April 2005. Welcome Beach Hotel, Pattaya, Chonburi, Thailand.

Suwapanich, R. and Haewsungcharern, M. 2005. Effect of Storage Temperature on Thermal Properties of mango cv. Nam Dok Mai Si Thong. Tropentag 2005.

“Conference on International Agricultural Research for Development”

Stuttgart Hohenheim, October 11-13, 2005

Suwapanich, R. and Haewsungcharern, M. 2005. Application of Thermal Properties for Predict Chilling Injury in Mango Fruits cv. Nam Dok Mai Si Thong”. 31st Congress on Science and Technology of Thailand (STT 2005). 18 - 20 October 2005 at Technopolis, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

Suwapanich, R. and Haewsungcharern, M. 2005. Prediction of Internal Temperature in Mango Fruit using Thermal Properties”. 4<sup>th</sup> National Seminar on Postharvest/post production Technology 8-9 June 2006. The Empress Hotel, Chiang Mai Thailand.

#### 7. ประสบการณ์อื่นๆ/การอบรม

1. Training courses on “Short Course on Near Infrared Spectroscopy and Its Applications on Perishable Crops and Grain” 28-30 June 2005
2. Training courses on “Quality of Plant Products and Foods: determination of components and processing properties” 18-18 November 2005
3. Training courses on “Fresh-cut Fruit and Vegetable Processing” 14-16 March 2007
4. Training courses on “ Near Infrared Spectroscopy Application on Industrial Agricultural Products” 29-31 August 2007
5. Training courses on “Wax Microemulsion Coatings: Preparation and Emulsion” 30 November – 1 December 2007.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

