



ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและการเคลือบผิว
ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING AND COATING ON
POSTHARVEST QUALITY OF DRAGON FRUIT (*Hylocereus undatus*)

วเรษฐ ไตรสีห์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและการเคลือบผิว
ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)
EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING AND COATING ON
POSTHARVEST QUALITY OF DRAGON FRUIT (*Hylocereus undatus*)

วเรศรฐ์ ไตรสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและการเคลือบผิว
ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)
EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING AND COATING ON
POSTHARVEST QUALITY OF DRAGON FRUIT (*Hylocereus undatus*)

วรเศรษฐ์ ไตรสีห์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตร

2553

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาริช ศรีละออง)

.....กรรมการ
(ดร. สุทธิวัลย์ สีทา)

.....กรรมการ
(ดร. มัชฌิมา นราดิศร)

.....กรรมการ
(ดร. รุ่งอรุณ สาสนหาญาคี)

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาริช ศรีละออง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุทธิวัลย์ สีทา กรรมการ และ กรรมการ อาจารย์ ปริญญา วงษา อาจารย์ ดำรงพล คำแหงวงศ์ อาจารย์เสาวภา ไชยวงศ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไขงานวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณแม่ สำเรัง ชังเทศ ที่ให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจสำคัญในการศึกษาครั้งนี้มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณนักศึกษาสำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บริษัท โซดัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณบางส่วน บริษัท ทานตะวันอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนแป้งบุก ในการทำงานวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วรเศรษฐ์ ไตรสีห์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและการเคลือบผิว ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)
ชื่อผู้เขียน	วรเศรษฐ์ ไตรสิทธิ์
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตร)
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สุทธิวัลย์ สีทา

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและการเคลือบผิวที่เหมาะสมต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 การทดลองแรกศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยการบรรจุผลแก้วมังกรในถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP), low density polyethylene (LDPE) หรือ polyethylene (PE) ที่มีค่าอัตราการซึมผ่านก๊าซ O₂ (oxygen transmission rate; OTR) ที่แตกต่างกันดังนี้ วิธีการที่ 1 บรรจุในถุง PP (850-950 cc/m².day) วิธีการที่ 2 บรรจุในถุง LDPE (5,000-5,800 cc/m².day) วิธีการที่ 3 บรรจุในถุง PE-M2 (10,000-11,000 cc/m².day) วิธีการที่ 4 บรรจุในถุง PE-M4 (12,000-15,000 cc/m².day) และวิธีการที่ 5 ชุบน้ำมัน (ไม่บรรจุในถุง) พบว่าในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสีย บริเวณหัวผล โดยผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถชะลอ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ สีสันผล ได้ดีกว่าชุดควบคุม และมีลักษณะปรากฏดีที่สุด ซึ่งถุงชนิด LDPE มีปริมาณก๊าซ CO₂ และ O₂ ภายในภาชนะบรรจุเท่ากับร้อยละ 7.70 และ 4.12 ตามลำดับ มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำเท่ากับ 9.91 g/ m².day ในขณะที่ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP พบอาการผิปกดที่เนื้อผลแสดงอาการเน่าใส มีค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ใดเทรทได้ และค่า pH ต่ำที่สุด ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 ซึ่งเป็นถุงที่มีค่าอัตราการซึมผ่านก๊าซ O₂ สูง มีผลส่งเสริมให้เกิดร้อยละการเน่าเสียอย่างรุนแรง จากนั้นศึกษาผลของชนิด และความเข้มข้นของสาร

เคลือบผิวที่เหมาะสมโดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวทางการค้าซึ่งมี carnauba wax เป็นส่วนประกอบหลัก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 20, 30, 40 และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว) พบว่า ผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดีกว่าชุดควบคุม และชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกความเข้มข้นมีค่าร้อยละการเน่าเสีย สูงกว่าชุดควบคุมในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว) พบว่า ผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ร้อยละการเน่าเสีย ได้ดีกว่าชุดควบคุม และชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลอร้อยละการเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ได้อย่างมีนัยสำคัญ ชุดการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวแป้งบุกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.6, 0.8, 1.0 และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว) พบว่า ผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดีกว่าชุดควบคุมและชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การเคลือบผิวด้วยแป้งบุกทุกความเข้มข้น ไม่มีผลต่อร้อยละการเน่าเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ตลอดอายุการเก็บรักษา จากนั้นทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกรและการยอมรับของผู้บริโภค เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลง สีกลีบผล ค่า pH ปริมาณวิตามินซี และมีคะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบผล และคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านสีกลีบ ด้านความชอบโดยรวม ดีที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน

คำสำคัญ: แก้วมังกร / ไคโตซาน / บรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง / แป้งบุก
/ สารเคลือบผิวทางการค้า

Thesis Title Effects of modified atmosphere packaging and coating on postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus undatus*)

Author Woraset Traisee

Degree Master of Science (Postharvest Technology)

Supervisory Committee Dr. Sutthiwal Seta

ABSTRACT

The effect of modified atmosphere packaging and different coating materials with various concentrations on postharvest quality changes of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) under storage at 8 °C with 85-90% RH were studied. Dragon fruits were individually packed in different oxygen transmission rates (OTR) of polypropylene (PP), low density polyethylene (LDPE) or polyethylene (PE) bags comprising; packed in PP bag (850-950 cc/m².day), packed in LDPE bag (5,000-5,800 cc/m².day), packed in PE-M2 bag (10,000-11,000 cc/m².day), packed in PE-M4 bag (12,000-15,000 cc/m².day) and control (non packed). The results showed that changes of weight loss, flesh firmness and bract color were delayed in fruit packed in LDPE bag when compared with the control. There was no significant difference in titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS) and percentage of fruit decay among different bags. The gas composition in LDPE bag was 7.70 and 4.12 for CO₂ and O₂ respectively and the water vapor transmission rate was 9.91 g/m².day. The fruit packed in LDPE bags showed better visual appearance than the other treatments up to 15 days of storage. Besides, fruit packed in PP showed the most translucency in flesh firmness, TA, and pH while the lowest was packing fruit in PE-M2 or PE-M4 bags. They showed the highest disease incidence from 15 days of storage. Thereafter, effects of different coating materials with various concentrations on postharvest quality changes of dragon fruit were studied.

Firstly, effects of the commercial wax (base composition is a carnauba wax) in different concentration of wax, i.e. 0, 20, 30, 40% and non wax were investigated. The results showed that respiration rate, weight loss and changes of bract color were delayed by 40% commercial wax coating. However, commercial wax coating fruit in every concentration increased disease incidence when compared with non-coated fruit. Secondly, the effect of chitosan coating in different concentration, i.e. 0.5, 1.0, 1.5% chitosan and 0.5% acetic acid and non wax were investigated. The results showed that respiration rate, weight loss, changes of bract color were delayed by 1.5% chitosan coating when compared with the other concentration. Moreover, chitosan coating was highly significance effective on delay diseases incidence. Thirdly, effects of konjac glucomannan in difference concentration, i.e. 0, 0.6, 0.8, 1.0 % glucomannan and non wax were observed. The results showed that respiration rate, weight loss and changes of bract color were delayed by 1.0% konjac glucomannan when compared with the control and other concentration. However, coating with 1% of konjac glucomannan was not effective on the disease incidence during storage. Moreover, the comparative study between LDPE bag and 1.5% chitosan coating on postharvest quality change and sensory acceptability of dragon fruit during 15 day of storage was observed. The results showed that pH, vitamin C content and changes of bract color were delayed by LDPE bag when compared with 1.5% chitosan coating. Therefore, fruit packed in LDPE bag showed higher intensity quality change score in bract & acceptability color, overall acceptable than during 15 days of storage.

Keyword: Chitosan / Commercial wax / Dragon fruit / Glucomannan / Modified atmosphere packaging

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(3)
บทคัดย่อภาษาไทย	(4)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(6)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(12)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของงานวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	3
1.6 ขอบเขตของงานวิจัย	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ	4
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	5
2.3 ธรรมชาติการเก็บเกี่ยว	9
2.4 ปริมาณสารอาหารในผลแก้วมังกร	10
2.5 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร	11
2.6 การเก็บรักษา	17

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	29
3.1 การเตรียมวัตถุดิบ	29
3.2 การวางแผนการทดลอง	31
3.3 ขั้นตอนการทดลอง	31
4 ผลการทดลอง	40
4.1 ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>) ในระหว่างการเก็บรักษา	40
4.2 ผลของชนิดและความเข้มข้นสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>) ในระหว่างการเก็บรักษา	52
4.3 เปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น ร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคในระหว่างการ เก็บรักษาผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	82
5 วิจารณ์ผลการทดลอง	103
5.1 ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงต่อ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	103
5.2 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวต่อ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	109
5.3 ผลการเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความ เข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคใน ระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	121

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
6 สรุปผลการทดลอง	126
6.1 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	126
6.2 ศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวต่อ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	127
6.3 ศึกษาผลการเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค ในระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	128
ข้อเสนอแนะ	129
รายการอ้างอิง	130
ภาคผนวก	141
ประวัติผู้เขียน	201

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การเจริญเติบโตของดอกแก้วมังกรระยะต่าง ๆ	7
2.2 ขนาดผลแก้วมังกรกำหนดตามน้ำหนัก	9
2.3 แสดงปริมาณสารอาหารในเนื้อผลแก้วมังกรสด 100 กรัม	10
2.4 ชนิดของไคโตซาน กำหนดตามน้ำหนักโมเลกุล	26
3.1 คุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกแต่ละชนิด	30
3.2 สถานะการวัดอัตราการหายใจ ปริมาณก๊าซ CO ₂ และ O ₂	32
3.3 ระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อ ลักษณะคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลแก้วมังกร	38
3.4 ระดับความชอบ ด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค	39
4.1 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย (บรรจุภัณฑ์)	51
4.2 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย (สารเคลือบผิว)	61
4.3 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย (ไคโตซาน)	71
4.4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย (แป้งบุก)	81

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ลักษณะลำต้น กลุ่มหนาม ตุ่มดอก แก้วมังกรพันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว	5
2.2 การออกดอกระยะต่าง ๆ ของผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว (<i>Hylocereus undatus</i>) ระยะดอกตูม (ก) ระยะดอกแรกแย้ม (ข) ระยะดอกบานเต็มที่ (ค) ระยะดอกหุบ (ง)	6
2.3 ผลแก้วมังกรผลพันธุ์เปลือกแดง เนื้อสีขาว <i>Hylocereus undatus</i> (ก) พันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว <i>Hylocereus polyrhizus</i> (ข) และ พันธุ์เปลือกสีเหลืองเนื้อสีขาว <i>Selenicereus megalanthus</i> (ค)	8
2.4 ลักษณะการเหี่ยวของผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>) ที่อุณหภูมิ 25 °C	12
2.5 ลักษณะของปากใบ	13
2.6 โครงสร้างโมเลกุลของ Polypropylene (PP)	20
2.7 โครงสร้างทางเคมี เซลลูโลส (ก) ไคติน (ข) ไคโตซาน (ค)	25
2.8 โครงสร้างทางเคมี กลูโคแมนแนน (glucomanan)	27
4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ CO ₂ (บรรจุภัณฑ์)	41
4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ O ₂ (บรรจุภัณฑ์)	42
4.3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (บรรจุภัณฑ์)	43
4.4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (บรรจุภัณฑ์)	44
4.5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (บรรจุภัณฑ์)	45
4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle (บรรจุภัณฑ์)	46
4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) (บรรจุภัณฑ์)	47
4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (บรรจุภัณฑ์)	48
4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (บรรจุภัณฑ์)	49
4.10 การเปลี่ยนแปลง pH	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.11 ลักษณะการปิดทับของสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 บนปากใบบริเวณกลีบผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	52
4.12 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (สารเคลือบผิวทางการค้า)	53
4.13 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (สารเคลือบผิวทางการค้า)	54
4.14 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (สารเคลือบผิวทางการค้า)	55
4.15 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle (สารเคลือบผิวทางการค้า)	56
4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) (สารเคลือบผิวทางการค้า)	57
4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (สารเคลือบผิวทางการค้า)	58
4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (สารเคลือบผิวทางการค้า)	59
4.19 การเปลี่ยนแปลง pH (สารเคลือบผิวทางการค้า)	60
4.20 ลักษณะการปิดทับของสารเคลือบผิวโคโตะซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 บนปากใบบริเวณกลีบผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	62
4.21 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (โคโตะซาน)	63
4.22 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (โคโตะซาน)	64
4.23 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (โคโตะซาน)	65
4.24 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle (โคโตะซาน)	66
4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) (โคโตะซาน)	67
4.26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (โคโตะซาน)	68
4.27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (โคโตะซาน)	69
4.28 การเปลี่ยนแปลง pH (โคโตะซาน)	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.29 ลักษณะการปิดทับของสารเคลือบผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 บนปากใบบริเวณกลีบผลแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>)	72
4.30 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (แป้งบุก)	73
4.31 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (แป้งบุก)	74
4.32 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (แป้งบุก)	75
4.33 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle (แป้งบุก)	76
4.34 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) (แป้งบุก)	77
4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (แป้งบุก)	78
4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (แป้งบุก)	79
4.37 การเปลี่ยนแปลง pH (แป้งบุก)	80
4.38 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle (LDPE / โคลิโชน)	83
4.39 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) (LDPE / โคลิโชน)	84
4.40 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (LDPE / โคลิโชน)	85
4.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (LDPE / โคลิโชน)	86
4.42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (LDPE / โคลิโชน)	87
4.43 การเปลี่ยนแปลง pH (LDPE / โคลิโชน)	88
4.44 การเปลี่ยนแปลงวิตามินซี (Ascorbic acid) (LDPE / โคลิโชน)	89
4.45 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบ	90
4.46 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีเปลือก	91
4.47 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส	92
4.48 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความเปรี้ยว	93
4.49 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความหวาน	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.50 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกลิ่นผิดปกติ	95
4.51 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีกลีบผล	96
4.52 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีเปลือก	97
4.53 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส	98
4.54 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความเปรี้ยว	99
4.55 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความหวาน	100
4.56 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านกลิ่นผิดปกติ	101
4.57 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม	102



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

แก้วมังกร (Dragon fruit) มีจำนวน 11 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้ามากที่สุด คือ พันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาว (*Hylocereus undatus*) นับเป็นพันธุ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และมีเกษตรกรชาวไทยให้ความสนใจปลูกเพื่อการค้าเพิ่มมากขึ้น แก้วมังกรเป็นไม้ผลที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย ปัญหาโรคและแมลงน้อย มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คือ มีแคลอรีต่ำ มีความหวานประมาณ 13 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาล 11.5 กรัม วิตามินซี 9.40 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 212.2 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 8.7 มิลลิกรัม แคลเซียม 134.5 มิลลิกรัม และแมกนีเซียม 60.4 มิลลิกรัม (ต่อปริมาณสารอาหารในเนื้อผลแก้วมังกรสด 100 กรัม) (สุรพงษ์ โกสิยะจินดา, 2545) สารอาหารดังกล่าวมีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเซลล์ อีกทั้งพืชตระกูลกระบองเพชรอย่างแก้วมังกรมีสารมิวซิเลจ (mucilage) จำพวกโพลีแซคคาไรด์เชิงซ้อนอยู่มาก สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน ลดระดับไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอลได้ (โอเคนั้น, 2550) ผลแก้วมังกรมีเส้นใยที่ช่วยในเรื่องของระบบขับถ่าย อีกทั้งยังมีรสชาติอร่อยทำให้มีความต้องการของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น จึงมีการเพิ่มปริมาณการผลิตให้สูงขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภค (กาญจนา สุทธิกุล, 2548) อย่างไรก็ตามผลแก้วมังกรยังคงมีอายุการวางจำหน่ายสั้นภายหลังการเก็บเกี่ยว (Mizrahi Y. & Noble P. S., 1997) เนื่องจากการสูญเสียทำให้ผลเหี่ยว และเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบผลแก้วมังกรจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (จริญญา พงโสธร, 2549) จากปัญหาดังกล่าวนั้นมีแนวทางในการแก้ไขหลายวิธี เช่น การใช้บรรจุภัณฑ์ และการใช้สารเคลือบผิวเข้ามาช่วยรักษาคุณภาพยืดอายุในการเก็บรักษา ร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ ในปัจจุบันการพัฒนาการบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศดัดแปลง ร่วมกับการเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำมีการใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถลดอัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำ และการเกิดโรค จึงทำให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (Kader A. A., 2002) การสร้างสภาวะบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ให้มีส่วนของก๊าซที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาของผลผลิตสดนั้นขึ้นอยู่กับ ค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซภายในภาชนะบรรจุกับ

อัตราการหายใจของผลผลิต และสภาพแวดล้อมภายนอก เป็นต้น ส่วนการเลือกใช้สารเคลือบผิวกับผลผลิตสดนั้นเน้นการเลือกใช้สารเคลือบผิวจากวัสดุทางธรรมชาติร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกัน พบว่า สามารถช่วยลดการคายน้ำ ควบคุมอัตราการหายใจ ป้องกันการเหี่ยว และยังปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งสารเคลือบผิวจากวัสดุทางธรรมชาติมีหลายชนิด โดยสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติ วิธีการเตรียม และความเข้มข้นที่เลือกใช้แตกต่างกันออกไป ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง และการใช้สารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดการสูญเสียคุณภาพและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลแก้วมังกรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ ที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซที่ระดับต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิว ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่แตกต่างกันในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด มีผลต่อลักษณะปรากฏและอายุการเก็บรักษาของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

1.3.2 สารเคลือบผิวแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีผลต่อลักษณะปรากฏและอายุการเก็บรักษาของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยวมีอายุการวางจำหน่ายสั้น เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักทำให้กลีบผลและผิวผลเหี่ยว ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ การแก้ปัญหาดังกล่าวได้

เลือกใช้ 2 วิธีการ คือ การใช้บรรจุภัณฑ์ในการคัดแปลงสภาพบรรยากาศ และการใช้สารเคลือบผิว เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลแก้วมังกรร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- 1.5.1 ทราบถึงชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลแก้วมังกร
- 1.5.2 ทราบถึงชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลแก้วมังกร
- 1.5.3 ผลที่ได้รับสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าผลแก้วมังกรภายหลังการเก็บเกี่ยว

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

1.6.1 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ ชนิด Polypropylene (PP), Low Density Polyethylene (LDPE), Polyethylene-M2 (PE-M2), Polyethylene-M4 (PE-M4) และชุดควบคุม (ไม่บรรจุถุง) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

1.6.2 ศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 ดังนี้

1.6.2.1 สารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ คือ 20, 30, 40 และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว)

1.6.2.2 สารเคลือบผิวไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ คือ 0.5, 1.0, 1.5, Acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว)

1.6.2.3 สารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ คือ 0, 0.6, 0.8, 1.0 และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว)

1.6.3 ศึกษาเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์กับสารเคลือบผิวชนิดที่ดีที่สุด ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

จากสถานการณ์ในปัจจุบันการให้ความสำคัญกับแก้วมังกรในประเทศไทยทั้งทางด้านการปลูกและทางด้านการบริโภคมีจำนวนผู้ให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพันธุ์ที่ได้รับความนิยม คือ พันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาว (*Hylocereus undatus*) ได้มีการปลูกอย่างแพร่หลายในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยโดยปลูกมากในพื้นที่จังหวัด จันทบุรี ชลบุรี กาญจนบุรี สระบุรี สมุทรสงคราม เชียงใหม่ และ เชียงราย ทำให้สถานการณ์ด้านราคาในประเทศมีการปรับลดลงจากปี 2544 ซึ่งราคาจำหน่ายเฉลี่ย กิโลกรัมละ 60 บาท ลดลงเหลือ ขนาดผลใหญ่ 27.38 บาท ขนาดผลกลาง 23.49 บาท ขนาดผลเล็ก 16.11 บาท ต่อ กิโลกรัม (ราคาเฉลี่ยทั้งปี) แต่เมื่อเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น เช่น แคนตาลูป ชมพู่ ทูลเกล้า ชมพู่สามพราน พุทราซูปเปอร์ ฝรั่งกลมสาลี่ ฝรั่งเป็นสีทอง และมะพร้าว พบว่า ราคาเฉลี่ยทั้งปีของผลแก้วมังกร มีราคาขายที่สูงกว่า (ตลาดไทย, 2553) ประกอบกับผู้บริโภคในปัจจุบันให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพ ซึ่งแก้วมังกรนั้นเป็นผลไม้ที่มีคุณสมบัติทางด้านโภชนาการสูง แคลอรีต่ำ ปริมาณน้ำตาลไม่สูงมาก มีวิตามินซีสูง มีเส้นใยช่วยในการขับถ่ายและยังมีรสชาติอร่อยจึงทำให้ผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศให้ความสนใจอย่างแพร่หลาย ในตลาดการส่งออกนั้นประเทศเวียดนามได้ทำการส่งออกผลแก้วมังกรเป็นอันดับหนึ่ง ตลาดส่งออกที่สำคัญในทวีปเอเชีย ได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย จีนฮ่องกง ไต้หวัน และญี่ปุ่น ส่วนตลาดยุโรป ได้แก่ ประเทศฝรั่งเศส (ชาวสวนพนजर, 2541) ดังนั้นถ้าประเทศไทยมีการพัฒนาการจัดการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี และได้มาตรฐานด้านคุณภาพ จึงมีความเป็นไปได้อย่างมากที่ผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศจะหันมาให้ความสนใจบริโภคผลแก้วมังกรจากประเทศไทย ซึ่งเป็นการสร้างงานให้แก่เกษตรกรสร้างรายได้ให้เข้าสู่ประเทศ

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาวมีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่นความชื้นต่ำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hylocereus undatus* (Haw) Britt & Rose เป็นพืชตระกูล Cactaceae ซึ่งเป็นพืชกระบองเพชรเลื้อย (climbing cacti) โดยสามารถเจริญเติบโตได้บนต้นไม้หรือก้อนหิน (Nerd A. & Mizrahi Y., 1997) มีการสังเคราะห์แสงจัดให้อยู่ในพืชกลุ่ม Crassulacean Acid Metabolism (CAM) ซึ่งเป็นพืชที่ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากพืช CAM มีการปิดปากใบในเวลากลางวันที่มีอุณหภูมิสูงเพื่อลดการคายน้ำและในเวลากลางคืนที่มีอุณหภูมิต่ำ มีการเปิดปากใบเพื่อดึงเอาก๊าซ CO_2 มาเก็บสะสมไว้ในรูปกรดอินทรีย์ เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบในการสังเคราะห์แสงเวลากลางวัน ดังนั้นพืช CAM จึงสามารถมีชีวิตรอดในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ดีกว่าพืชที่มีการสังเคราะห์แสงกลุ่ม C_3 และ C_4 โดยทั่วไปพืช CAM จะสูญเสียน้ำประมาณ 50 ถึง 100 กรัม ต่อการตรึงก๊าซ CO_2 หนึ่งกรัม ในขณะที่พืช C_3 และ C_4 จะต้องเสียน้ำมากถึง 250 ถึง 500 กรัม ต่อการตรึงก๊าซ CO_2 หนึ่งกรัม โดยแก้วมังกรนั้นต้องการแสงประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน (คชยิณ สุวิชา, 2544)

2.2.1 ลำต้น

ลำต้นแก้วมังกรเป็นปล้องสามเหลี่ยมแยกเป็น 3 แฉกมีสีเขียวเข้มปนเทา ยกเว้นต้นอ่อนที่เป็นสีเขียวอ่อนมีหยักโดยตลอด มีความยาวปล้อง 15 ถึง 42 เซนติเมตร รัศมีของลำต้นกว้าง 3.9 ถึง 5.5 เซนติเมตร ขอบลำต้นแข็งตามขอบเป็นหยักมีหนามที่โคนและมีหนามยาว 0.3 ถึง 0.5 เซนติเมตร จำนวนหนามและกลุ่มหนามประมาณ 4 ถึง 6 หนาม ต่อกลุ่มหนาม (อัชลิ นามวงษ์, 2546)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะลำต้น กลุ่มหนาม ตุ่มดอก แก้วมังกรพันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว (*Hylocereus undatus*)

2.2.2 ราก

รากของต้นแก้วมังกรมีลักษณะคล้ายรากพืชทั่วไป สามารถเจริญได้ทั้งในดินและบนดิน โดยรากบนดินสามารถเลื้อยเกาะวัตถุบริเวณที่รากสามารถหาอาหารได้และยังใช้ในการพยุงลำต้น ดูดซับความชื้นในอากาศและน้ำได้ (เกษราภรณ์ ศรีราช, 2550)

2.2.3 ดอกและช่อดอก

โดยทั่วไปแก้วมังกรเริ่มออกดอกในช่วงเดือนเมษายน ระยะเวลาออกดอกประมาณ 6 เดือน โดยตาดอกเกิดขึ้นได้แก่กลุ่มหนามเมื่อตาดอกเจริญพัฒนาใหญ่ขึ้น ตาดอกจะดันแฉงกลุ่มหนาม เพื่อยเปิดออกจนหลุดออกไป โดยตาดอกมีขนาดประมาณ 5 ถึง 6 เซนติเมตร จากนั้นจะพัฒนาไปเป็นดอกตูมและดอกสมบูรณ์ ซึ่งมีดอกบางส่วนฝ่อแห้งและหลุดไป (สุรพงษ์ โกสิยะจินดา, 2545ข)

(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



จาก <http://greengarden.pantown.com/>

ภาพที่ 2.2 การออกดอกระยะต่าง ๆ ของแก้วมังกรพันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อขาว (*Hylocereus undatus*)
ระยะดอกตูม (ก) ระยะดอกแรกแย้ม (ข) ระยะดอกบานเต็มที่ (ค) ระยะดอกหุบ (ง)

ดอกของแก้วมังกรเป็นดอกเดี่ยว มีรังไข่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) มีส่วนของฐานรองดอกที่หนาอยู่ล้อมรอบส่วนของรังไข่ ดอกประกอบไปด้วยเกสรเพศผู้จำนวนมาก ส่วนของกลีบดอกจะอยู่ด้านบนของรังไข่ (Gibson A.C. & Nobel P.S., 1986) แบ่งการเจริญเติบโตของดอกออกเป็น 4 ระยะ คือ

ตารางที่ 2.1 การเจริญเติบโตของดอกแก้วมังกรระยะต่าง ๆ

ระยะดอกแก้วมังกร	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง
ระยะดอกตูม	ดอกมีความยาว 25 ถึง 26 เซนติเมตร มีจำนวนกลีบเลี้ยงและฐานรองดอกรวมกัน 73 ถึง 74 กลีบ กลีบดอก 22 ถึง 23 กลีบ กลีบเลี้ยงมีสีแดงแซมม่วง
ระยะดอกแรกแย้ม	ดอกเริ่มแย้มประมาณ 20.00 นาฬิกา
ระยะดอกบานเต็มที่	ดอกบานเต็มที่ ช่วงเวลา 24.00 ถึง 01.00 นาฬิกา ดอกมีความกว้าง 27 ถึง 28 เซนติเมตร เกสรตัวผู้มีจำนวน 863 อัน ก้านเกสรตัวผู้มีความยาว 9.3 ถึง 10 เซนติเมตร เกสรตัวเมียมีรูปร่างคล้ายปากแตร ก้านชูเกสรเพศเมียมีความยาว 26.7 ถึง 27 เซนติเมตร ปลายยอดเกสรเพศเมียมีลักษณะเป็นแฉกประมาณ 19 ถึง 20 แฉก แฉกยอดเกสรเพศเมียมีความยาว 1.19 เซนติเมตร
ระยะดอกหุบ	ดอกเริ่มหุบหลังจากดอกบานเต็มที่ช่วงเวลา 9.30 ถึง 10.00 นาฬิกา

จาก ปริญญา เชื้อชูชาติ (2550)

2.2.4 ผล

ผลแก้วมังกรเป็นผลแบบเบอร์รี่ (berry) โดยฐานรองดอกเจริญเป็นผิวเปลือกผล และชั้นบาง ๆ ภายในชั้นของเปลือกเจริญมาจากผนังรังไข่ (pericarp) เนื้อส่วนใหญ่เจริญมาจากเส้นใยที่เชื่อมต่อกันระหว่างรังไข่และผนังรังไข่ (placenta) (Mizrahi Y. & Noble P.S., 1997) เนื้อผลเจริญเติบโตเต็มที่เมื่อผลมีอายุ 31 วัน สัดส่วนของเนื้อผลต่อปริมาตรผลทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 68.23 โดยมีน้ำหนักของผลและเมล็ด เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 28 ถึง 31 วัน แต่ในวันดังกล่าวพบว่า น้ำหนักเปลือกและความหนาของเปลือกกลับมีค่าลดลง สีผิวผลเริ่มมีการเปลี่ยนเมื่อผลมีอายุ 25 ถึง 28 วัน โดยมีสีม่วงแดงเรื่อ ๆ บริเวณปลายผลและเปลี่ยนจากสีม่วงแดง เป็นสีเขียวเมื่อผลมีอายุได้ 31 วัน (ปริญญา เชื้อชูชาติ, 2550) ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่เกือบกลม เมื่อแก่เต็มที่เนื้อผลมีลักษณะฉ่ำน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว โดยทั่วไปผลแก้วมังกรพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้ามีอยู่ด้วยกัน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว *Hylocereus undatus* พันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีแดง *Hylocereus polyrhizus* พันธุ์เปลือกสีเหลือง เนื้อสีขาว *Selenicereus megalanthus* (ภาพที่ 2.3)



จาก <http://www.thaidragonfruit.com/>

ภาพที่ 2.3 ผลแก้วมังกรพันธุ์ เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว (*Hylocereus undatus*) (ก) พันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีแดง (*Hylocereus polyrhizus*) (ข) และพันธุ์เปลือกสีเหลือง เนื้อสีขาว (*Selenicereus megalanthus*) (ค)

2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรในระยะที่เหมาะสมคือ อายุ 45 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นช่วงที่ผลสุกแก่เต็มที่ (เปรมปรี ฌ สงขลา, 2542) หรือใช้สีผิวผลเป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวก็ได้ โดยจะเก็บเกี่ยวในช่วงที่สีผิวผลเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงหรือใช้การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid; TSS) โดยปริมาณ TSS ที่เหมาะสมคือ 12 ถึง 13 องศาบริกซ์ แสดงว่าผลสุกแก่เต็มที่ และในช่วงก่อนการสุกแก่ของผล ปริมาณกรดในเนื้อเยื่อจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 0.02 ถึง 0.16 ในรูปของกรดซิตริก ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำมาก (Barbera G., Carimi F. & Panno M., 1992) มาตรฐานของผลแก้วมังกรที่ขายในตลาดทั่วไป ต้องมีลักษณะผิวภายนอกปราศจากร่องรอยความเสียหายจากโรคและแมลง กลีบเลี้ยงต้องมีสีเขียวสด ไม่เหี่ยวหรือดำ โดยมีการจัดชั้นคุณภาพผลแก้วมังกรตามน้ำหนัก ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ขนาดผลแก้วมังกรกำหนดตามน้ำหนัก

รหัสขนาด	ขนาด	น้ำหนัก (กรัม)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ กิโลกรัม)
A	ใหญ่	450 ถึง 549	27.38
B	กลาง	375 ถึง 449	23.49
C	เล็ก	301 ถึง 374	16.11

จาก ตลาดไทย (2553)

2.4 ปริมาณสารอาหารในเนื้อผลแก้วมังกร

แก้วมังกรเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีความหวานที่ไม่สูงมาก มีแคลอรีต่ำ มีเส้นใยที่สามารถช่วยในระบบขับถ่าย มีวิตามินซี ซึ่งมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อโรค มีบทบาทในการป้องกันมะเร็ง ป้องกันการเข้าทำลายเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุการเสื่อมสภาพของเซลล์จากอนุมูลอิสระและยังช่วยให้ร่างกายสามารถหมุนเวียนสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์อย่างสูงสุดในการรับประทานผลไม้ที่ให้ทั้งวิตามินซีและสารอาหารอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายไปพร้อม ๆ กัน

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสารอาหารในเนื้อผลแก้วมังกรสด 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณในเนื้อผล 100 กรัม	
Total soluble Solids	13	Brix
Non reducing sugar	6.1	g
Total sugar	11.5	g
Acid content	0.13	g
Protein	0.53	g
Fiber	0.71	g
Vitamin C	9.40	mg
Potassium	212.2	mg
Phosphorus	8.7	mg
Calcium	134.5	mg
Magnesium	60.4	mg

จาก สุรพงษ์ โกสิยะจินดา (2545ก)

2.5 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของพืชหลังจากตัดขาดจากต้นแม่ มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี ซึ่งมีผลต่อรูปลักษณะภายนอกไม่ว่าจะเป็น สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหาร

2.5.1 การหายใจและการผลิตก๊าซเอทิลีน

การหายใจ เป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น น้ำตาลหรือแป้งไปเป็นพลังงาน ทำให้อาหารที่สะสมไว้ลดลง ส่งผลให้คุณภาพในการบริโภคของผลผลิตลดต่ำลง นอกจากนั้นพลังงานความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาในระหว่างการหายใจยังผลทำให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูง และเสื่อมสภาพเร็วขึ้น อายุการเก็บรักษาของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการหายใจเป็นสำคัญ โดยผลผลิตแต่ละชนิดจะมีอัตราการหายใจที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ องค์ประกอบของบรรยากาศ ความเครียดทางกายภาพ และปัจจัยภายใน เช่น พันธุกรรมของพืช ส่วนของพืชที่เก็บเกี่ยวมา ขั้นตอนของการพัฒนาเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้ว สารตั้งต้นของกระบวนการหายใจ และปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นต้น (Stanley J.K., 1991)

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืช มีสถานะเป็นก๊าซ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ ทำให้มีผลต่อการพัฒนาของพืชอย่างมาก ก๊าซเอทิลีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช เป็นสารที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติของพืชชั้นสูงและจากจุลินทรีย์บางชนิด เอทิลีนถือว่าเป็นฮอร์โมนธรรมชาติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในผลผลิต เช่น ทำให้เกิดการแก่ (aging) การสุก (ripening) และการหลุดร่วง (abscission) ในส่วนต่าง ๆ ของพืช แต่อย่างไรก็ตามการปล่อยให้ผลผลิตได้รับก๊าซเอทิลีนมีแนวโน้มที่ทำให้อายุการเก็บรักษาผลผลิตทุกชนิดสั้นลง โดยสามารถจัดกลุ่มของผลผลิตทางพืชสวนโดยอาศัยอัตราการหายใจ และการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีนได้ ตามรายงานของ Nerd A., Gutman F. & Mizrahi Y. (1999) ทำการศึกษาผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ผลแก้วมังกรมีอัตราการหายใจอยู่ระหว่าง 95 ถึง 144 mg CO₂/kg.hr และมีอัตราการผลิตเอทิลีนอยู่ระหว่าง 0.025 ถึง 0.091 μL/kg.hr ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 20 °C จึงจัดผลไม้ชนิดนี้อยู่ในกลุ่มของ Non-climacteric fruit เนื่องจากผลแก้วมังกรในระยะที่ยังเจริญเติบโตอัตราการหายใจมีแนวโน้มที่สูงมาก แต่เมื่อผลสุกหรือช่วงผลเจริญเข้าสู่ความบริบูรณ์อัตราการหายใจมีแนวโน้มที่ลดต่ำลง โดยภายหลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจของผลแก้วมังกรมีแนวโน้มค่อย ๆ ลดต่ำลง และมีการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีน

เพียงเล็กน้อยในระยะหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของศิริ เกณฑ์ขุนทด (2542) ได้ทำการทดลองบ่มผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาว ด้วยก๊าซเอทิลีนอัตรา 250 กรัม ต่อผลแก้วมังกร 500 กรัม ที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 24 ชั่วโมง โดยพบว่าผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาวมีการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีนเพียงเล็กน้อย จึงจัดผลไม้ชนิดนี้อยู่ในกลุ่ม Non-climacteric fruit เช่นกัน

2.5.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (fresh weight)

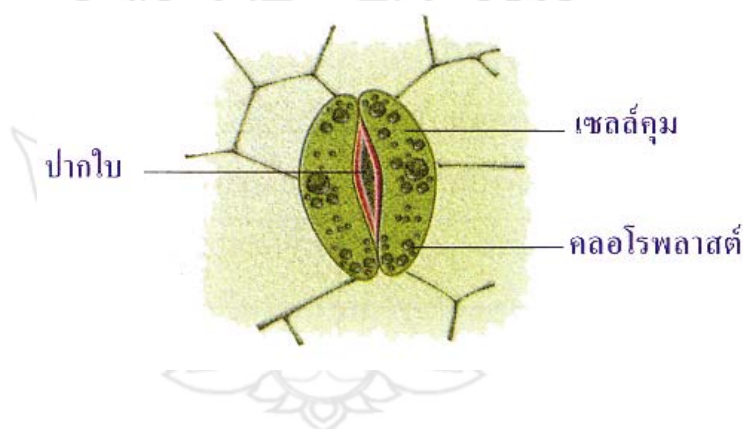
ผลผลิตสดประกอบด้วย น้ำเป็นส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 ในระยะการเจริญเติบโตผลผลิตได้รับน้ำผ่านทางระบบรากอย่างเพียงพอ แต่หลังการเก็บเกี่ยวการดำรงชีวิตอยู่ของผลผลิตจะใช้น้ำที่สะสมไว้ในผลผลิตเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเมื่อผลผลิตมีการหายใจการคายน้ำก็ยังคงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา จากผลของขบวนการคายน้ำนี้ เป็นสาเหตุของการสูญเสียน้ำซึ่งมีอาจทดแทนได้และเป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ (Stanley J.K., 1991) จากการศึกษาในเบื้องต้นลักษณะการเหี่ยวของผลแก้วมังกร มีการเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นจากบริเวณปลายกลีบของผลแก้วมังกร โดยเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง และมีการเปลี่ยนแปลงบริเวณเปลือกของผลแก้วมังกร โดยเปลี่ยนจากสีแดงสดไปเป็นสีน้ำตาล สอดคล้องกับจริญญา พงโคธร (2549) ได้รายงานว่าการสูญเสียน้ำหนักเป็นสาเหตุทำให้ผลเหี่ยว ทำให้ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ลักษณะการเหี่ยวของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C

อย่างไรก็ตาม การสูญเสียน้ำของผลแก้วมังกรมีผลทำให้ลักษณะปรากฏและความยืดหยุ่นของผลมีค่าลดลง สร้างความเสียหายให้แก่กลีบผลและผิวผล จากการศึกษาในเบื้องต้นถึงลักษณะสัณฐานวิทยาของผลแก้วมังกรด้วยกล้องจุลทรรศน์ compound microscope รุ่น motican 2500 พบรูเปิดทางธรรมชาติ คือ ปากใบ ที่บริเวณกลีบผลด้านใน กลีบผลด้านนอก และเปลือกผล ซึ่งเป็นช่องทางในการคายน้ำและการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลแก้วมังกร

ปากใบ (stomata) ส่วนมากพบบนแผ่นใบ และพบได้ในทุกส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน ได้แก่ ชั้น อีพิเดอร์มิส ของลำต้นที่ยังไม่มีเนื้อไม้ ก้านใบ กลีบดอก ก้านชูอับเรณู ก้านเกสรตัวเมีย เมล็ด และผล แต่ไม่พบที่บริเวณรากของพืช นักกายวิภาคให้คำจำกัดความของปากใบว่าเป็น ช่องว่างหรือช่องเปิดเล็ก ๆ มาประกบคู่กันทำหน้าที่เป็น เซลล์คุม (guard cell) (ราชบัณฑิตยสถาน, 2528) โดยเซลล์คุมของพืชส่วนใหญ่มีรูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่ว ยกเว้นเซลล์คุมของพืชในวงศ์หญ้าและวงศ์กก โดยมีรูปร่างยาวคล้ายกระดุก ภายในเซลล์คุมมีเม็ดคลอโรพลาสต์ จึงมีเม็ดแป้งจำนวนมาก และปกคลุมด้วยสารคิวติน (cutin) ที่ผนังของเซลล์คุมด้านที่ติดกับช่องปากใบมีความหนาแน่นกว่าด้านตรงข้ามโดยเรียกรวมทั้งเซลล์คุม และรูเปิดนี้ว่า ปากใบ (stomata) ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของน้ำ และก๊าซ ช่องเปิดของปากใบมีขนาดเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ขึ้นอยู่กับความเต่งของเซลล์คุม เมื่อมีความเต่งสูงปากใบจะเปิด และเมื่อความเต่งของเซลล์คุมลดต่ำลงปากใบจะปิด (เทียมใจคมกฤต, 2539) การสูญเสียน้ำจากผลผลิตสู่บรรยากาศ ในรูปของไอน้ำเรียกว่า สโตมาทอลแทรนสไพเรชัน (stomatal transpiration) ทั้งนี้การตอบสนองดังกล่าวขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนย้ายไอออนสารที่เซลล์ผลิตขึ้น (Fan L., Zhao Z. & Assmann S.M., 2004) แสง ปริมาณก๊าซ CO₂ และน้ำ เป็นต้น (สมบุญ เตชะภิญญาวัดน์, 2544)



จาก http://www.ratchanee.thport.com/E-learning/structure_cell.html

ภาพที่ 2.5 ลักษณะของปากใบ

2.5.3 ความแน่นเนื้อ (flesh firmness)

การอ่อนนุ่มของผลผลิตเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การสลายตัวของเซลล์ การเปลี่ยนจากแป้งไปเป็นน้ำตาล การสูญเสียน้ำออกจากผลผลิต ซึ่งการอ่อนนุ่มของผลผลิตมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และ รสชาติ โดยผลผลิตดิบจะมีความหนาแน่นสูงกว่าผลผลิตสุก จากการศึกษาผลแก้วมังกรในสภาพบรรยากาศตัดแปลงบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ polyethylene (PE) ชนิดบาง (45.17 ไมโครเมตร) polyethylene (PE) ชนิดหนา (135.72 ไมโครเมตร) ห่อผลแก้วมังกรด้วยฟิล์มชนิด LLDPE และชนิด PVC (หนา 15 ไมโครเมตร) ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ผลแก้วมังกรในทุกชุดการทดลอง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อภายในผลลดต่ำลงตามอายุการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในทุกชุดการทดลอง (จริญญา พงโสธร, 2549) จากการศึกษาของ พิมพ์ใจ สีหะนาม (2548) ได้ทำการเคลือบผิวผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นโดยปริมาตรร้อยละ 1.5 ที่อุณหภูมิห้อง นาน 4 วัน พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้มีแนวโน้มลดต่ำลงและสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถรักษาความแน่นเนื้อ ได้ดีกว่าชุดควบคุมในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

2.5.4 สีกลิบผล และสีเปลือกผลแก้วมังกร (bract and peel color)

การเปลี่ยนแปลงของสีกลีบผล เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏภายนอกที่สำคัญอย่างหนึ่งของผลแก้วมังกร ซึ่งแสดงถึงคุณภาพที่ผู้บริโภคมองเห็นเป็นอันดับแรก โดยสีที่ปรากฏบริเวณกลีบผลของแก้วมังกร คือ รงควัตถุ (pigment) ในกลุ่มคลอโรฟิลล์ (chlorophylls) ซึ่งแสดงสีเขียว โดยโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วยส่วนหัวที่มีอะตอมของแมกนีเซียมล้อมรอบด้วยวงแหวนของคาร์บอนและไนโตรเจน (prophyrin ring) ส่วนหางมีลักษณะเป็นโซ่ยาว (long chain) ของไฮโดรคาร์บอน เรียกว่า (phytol) โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ถูกสร้างขึ้นและสลายตัวอยู่ตลอดเวลา แต่ในระหว่างการชราภาพ การสลายตัวเกิดขึ้นมากกว่าทำให้คลอโรฟิลล์หมดไป โดยวิธีการป้องกันการสูญเสียของคลอโรฟิลล์ สามารถทำได้โดยวิธีการลดอุณหภูมิของผลผลิต หรือใช้วิธีการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศตัดแปลงที่มีปริมาณ O_2 ต่ำ ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จริงแท้ สิริพานิช, 2549) ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลแก้วมังกร พบว่า ผลกระบองเพชรในกลุ่ม *Hylocereus* เมื่อผลสุกสีผิวผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีแดง ส่วนเนื้อผลพบรงควัตถุ (pigment) ได้แก่ betalaine betacyanins และ betaxanthins (Gibson A.C. & Noble P.S., 1986) และ สารสีกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) แอนโทไซยานินจัดเป็นสารสีที่ละลายน้ำ

ได้ พบในเซลล์แวคิวโอในชั้น sub-epidermis ของเนื้อเยื่อ ใบ ดอก และเปลือกผล มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสีแดงในผลแก้วมังกร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของแอนโทไซยานินมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น O_2 แสง ความร้อน สภาพความเป็นกรด ต่าง เอนไซม์เปอร์ออกไซด์ วิตามินซี ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และโมเลกุลของน้ำตาล (Stanley J.K., 1991) จากการศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาว คือ 5, 8, 13, 17 และ 20 °C ระยะเวลา 30 วัน พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (lightness) สีกลิบของผลแก้วมังกร มีค่าลดต่ำลงอย่างต่อเนื่องโดยผลแก้วมังกรมีการเปลี่ยนแปลงสีกลีบผลคล้าลงอย่างเห็นได้ชัด และทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ศิริ เกษต์ขุนทด, 2542) ส่วน จริญญา พงโสธร (2549) ได้ทำการเก็บรักษาผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาวในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ ถุง polyethylene (PE) ชนิดบาง (45.17 ไมโครเมตร) และ ถุง polyethylene (PE) ชนิดหนา (135.72 ไมโครเมตร) ห่อผลแก้วมังกรด้วยฟิล์มชนิด LLDPE และชนิด PVC (หนา 15 ไมโครเมตร) โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ผลแก้วมังกรในทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (ΔE -value) เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรในถุง PE ชนิดหนา สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด โดยสีกลีบผลยังคงความเขียวสดมากกว่าชุดการทดลองอื่น

2.5.5 กรดอินทรีย์ (organic acid)

กรดซิตริกและกรดมาลิก เป็นกรดที่พบในปริมาณมากในผักและผลไม้โดยสะสมไว้ในชั้นแวคิวโอล มีบทบาทในการให้รสชาติของผลไม้ โดยทั่วไปเมื่อผลไม้ยังอ่อนจะมีกรดดังกล่าวปริมาณสูงและเมื่อผลไม้สุกปริมาณกรดจะมีแนวโน้มลดต่ำลง ซึ่งทำให้ผลไม้มีรสหวานขึ้นในผลกระบองเพชรช่วงก่อนการสุกจะมีปริมาณกรดต่ำมากเพียงร้อยละ 0.02 ถึง 0.06 ในรูปของกรดซิตริก (Barbera et al., 1992) พิมพ์ใจ สีหะนาม (2548) ได้ทำการเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) นาน 4 วัน พบว่า ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และได้ทำการแยกอีกชุดการทดลองโดยเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ในอุณหภูมิต่าง ๆ คือ 0, 5 และ 10 °C นาน 4 วัน พบว่า ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เช่นกัน

2.5.6 น้ำตาล (Sugar)

ผลไม้ส่วนมากสะสมอาหารในรูปของน้ำตาล โดยน้ำตาลถูกสะสมในเนื้อเยื่อชั้น แวกิวโอล (vacuole) และถูกใช้ไปในขบวนการหายใจของผลผลิต ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นกับชนิดของผลผลิต (Stanley J.K., 1991) ในผลกระบองเพชรปริมาณน้ำตาลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 85 ถึง 100 วัน หลังดอกบาน (Barbera et al., 1992) และปริมาณน้ำตาลที่พบส่วนใหญ่เป็นกลูโคส และฟรุกโตส ส่วนซูโครสพบในปริมาณเล็กน้อย (Mizrabi Y. & Nobel P.S., 1997) โดยหลังการเก็บเกี่ยวความหวานของผลแก้วมังกรมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับรายงานของ จริญญา พงโสธร (2549) ได้ทำการเก็บรักษาผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาว (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงในบรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด คือ polyethylene (PE) ชนิดบาง (45.17 ไมโครเมตร) polyethylene (PE) ชนิดหนา (135.72 ไมโครเมตร) ห่อผลแก้วมังกรด้วยฟิล์มชนิด LLDPE และชนิด PVC (หนา 15 ไมโครเมตร) ที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลอง มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยพลาสติกฟิล์มชนิด PVC มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดและผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำสุด

2.5.7 การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

ผลไม้ทุกชนิดถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ทุกระยะ ตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนถึงผู้บริโภค มีเชื้อราและแบคทีเรียประมาณ 25 ชนิด ที่สามารถทำให้เกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ (दनัย บุญเกียรติ, 2540) เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีความจำเพาะเจาะจงในการเข้าทำลายผลผลิตแต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น เชื้อรา *Penicillium digitatum* ทำให้เกิดโรคเน่าราสีเขียวกับผลผลิตในกลุ่มส้ม แต่ไม่ทำให้เกิดอาการเน่าในแอปเปิ้ลและสาลี่ ส่วน *P. expansum* นั้นสามารถเข้าทำลายผลแอปเปิ้ล และสาลี่ได้เท่านั้น เชื้อสาเหตุที่เข้าทำลายผลผลิตได้ต้องมีความสามารถที่จะลบล้างความสามารถในการต้านทานของผลผลิต มีความทนทานต่อความเป็นกรดค้างที่อยู่ในเนื้อเยื่อ และต้องสามารถสร้างเอนไซม์ที่สลายเนื้อเยื่อออกจากกันได้ เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับจุลินทรีย์ จากรายงานของ ศิริ เกณฑ์ขุนทด (2542) ได้ทำการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่อุณหภูมิ 13 °C เป็นระยะเวลา 30 วัน พบการเข้าทำลายของเชื้อราเฉพาะบริเวณรอยตัดขั้วผลด้านนอกผลแก้วมังกร โดยเมื่อทำการลอกเปลือกผลแก้วมังกรออกพบว่า เนื้อผลภายในยังคงสภาพปกติ และพื้ผิว สีสัน (2548) ได้ทำการเคลือบผิวผลสตอร์เบอร์รี่ด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ (25 °C) ห่อหุ้ม 4 วัน พบว่า ไคโตซานทั้ง 2 ความเข้มข้นสามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

2.5.8 วิตามินซี (ascorbic acid)

แหล่งวิตามินซีในธรรมชาติมีอยู่มากมายในผักและผลไม้แทบทุกชนิด การเปลี่ยนแปลงวิตามินซี ของผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจสูญเสียไปเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์หรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ในผลไม้ที่มีกรดซิตริกหรือกรดมาลิกอยู่นั้น สามารถช่วยยับยั้งการสลายตัวของกรดแอสคอบิก นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในการเก็บรักษายังมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของกรดแอสคอบิกเช่นกัน โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้การสูญเสียกรดแอสคอบิกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตาม จากการศึกษาของ ศิริ เกษต์ขุนทด (2549) ได้ทำการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่อุณหภูมิ 5, 8, 13, 17 และ 20 °C พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณวิตามินซีที่วัดได้มีแนวโน้มลดต่ำลง และในการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่อุณหภูมิต่าง ๆ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณวิตามินซีที่วัดได้เท่ากับ 13.19 mg/ 100 g FW และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณวิตามินซีที่วัดได้เท่ากับ 9.01 mg/ 100 g FW

2.6 การเก็บรักษา

ผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีชีวิตและมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผลผลิตจึงไม่สามารถคงสภาพเดิม และยังคงความสดใหม่ได้ตลอด จึงมีความต้องการรักษาสภาพความสดใหม่ของผลผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การดูแลรักษาคุณภาพผลผลิตให้มีคุณภาพดีตั้งแต่อยู่ในแปลงปลูก เนื่องจากถ้าผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมา มีคุณภาพต่ำหลังการเก็บเกี่ยว มักเสื่อมคุณภาพได้ง่าย โดยวิธีที่ทำการเก็บเกี่ยวต้องไม่ทำให้ผลผลิตได้รับบาดเจ็บหรือรอยช้ำเกิดขึ้น แล้วนำมาเข้าสู่ขบวนการเก็บรักษา เพื่อชะลอขบวนการเมแทบอลิซึมหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ได้แก่ การหายใจ การคายน้ำ การสุก ตลอดจนขบวนการป้องกันตัวเองต่าง ๆ โดยใช้การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ องค์ประกอบของบรรยากาศ การเคลือบผิวผลผลิต และปัจจัยอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับผลผลิตแต่ละชนิดนั่นเอง

2.6.1 การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ

กระบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ในพืชถูกควบคุมด้วยเอนไซม์หลายชนิด และอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการทำงานของเอนไซม์เหล่านี้ โดยเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาลดลงอัตราการหายใจ และเมตาบอลิซึมต่างๆ ในพืชมีแนวโน้มลดต่ำลงตาม ทำให้อายุการเก็บรักษาของผลผลิตสดเพิ่มสูงขึ้น (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537) โดยทั่วไปผลผลิตเขตร้อนสามารถทนอุณหภูมิต่ำได้ระหว่าง 8 ถึง 10 °C ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่า 8 ถึง 10 °C อาจทำให้ผลแก้วมังกรเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) โดยผลแก้วมังกรแสดงลักษณะผิดปกติ คือ เกิดรอยช้ำ และเนื้อชุ่มน้ำภายในผล สีเปลือกผลมีลักษณะสีแดงซีด (ศิริ เกณฑ์ขุนทด, 2542) ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดที่ไม่เกิดอันตรายสำหรับผลผลิตแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด จากรายงานของศิริ เกณฑ์ขุนทด (2542) พบว่า ผลแก้วมังกรสามารถเก็บรักษาในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 7 ถึง 8 °C สามารถเก็บรักษาไว้ได้ประมาณ 15 วัน แต่การเกิดหยดน้ำภายในถุงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลแก้วมังกรได้และที่อุณหภูมิ 10 °C สามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 10 วัน โดยลักษณะของผลยังคงอยู่ในสภาพปกติ และมีความหวานเพิ่มขึ้น นกสสร เพ็ญพวงสินธุ์, (2549) ได้ทำการเก็บรักษาผลแก้วมังกรสายพันธุ์เวียดนามที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 8, 10, 13 และ 25 °C ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศอยู่ระหว่างร้อยละ 90 ถึง 95 และ 60 ถึง 65 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีร้อยละสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา สาเหตุเนื่องมาจากการคายน้ำเป็นหลัก ผลแก้วมังกรที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C รวมกับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ถึง 65 มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด โดยมีร้อยละสูญเสียสูงกว่าชุดการทดลองอื่นและการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่อุณหภูมิ 8 °C รวมกับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 มีร้อยละสูญเสียน้ำหนักต่ำสุด และมีลักษณะปรากฏภายนอกดีที่สุด สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานเป็นเวลา 15 วัน การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำนอกจากมีข้อดีในการควบคุมการทำงานของเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ให้ลดลง ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาผลผลิตเพิ่มขึ้นแล้วยังมีข้อด้อยอยู่ คือ เป็นการเพิ่มต้นทุนการเก็บรักษาให้เพิ่มขึ้นอีกด้วยและการเก็บรักษาที่ไม่ถูกวิธี เช่น ไม่สามารถรักษาคงที่ของอุณหภูมิการเก็บรักษาภายในห้องเย็น ความไม่สะอาดของห้องเย็น การเก็บผลิตผลร่วมกับผลผลิตที่มีอัตราการหายใจการผลิตก๊าซเอทิลีนที่แตกต่างกัน ยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้เพิ่มขึ้น (จริงแท้ สิริพานิช, 2549)

2.6.2 การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified Atmosphere Packaging)

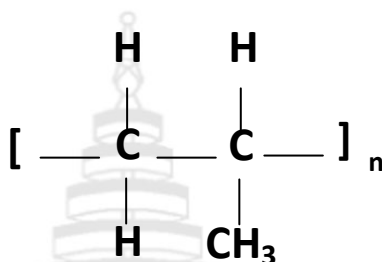
การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified Atmosphere Packaging: MAP) เป็นวิธีการเก็บรักษาในสภาพที่มีความเข้มข้นของก๊าซ O_2 น้อยกว่าสภาพบรรยากาศปกติหรือมีปริมาณก๊าซ CO_2 สูงกว่าร้อยละ 0.3 ในสภาพการเก็บรักษาที่มีปริมาณของก๊าซ O_2 ต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้เนื่องจากผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวยังคงความมีชีวิตและจำเป็นต้องใช้ก๊าซ O_2 ในกระบวนการหายใจ ดังนั้นเมื่อมีปริมาณของก๊าซ O_2 ลดต่ำลงจึงทำให้กระบวนการหายใจของผลผลิตมีอัตราการหายใจลดลงตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามการที่มีปริมาณก๊าซ O_2 ที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซ O_2 (anaerobic respiration) ทำให้ผลผลิตมีการสะสมปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้น แต่ถ้ามมีการสะสมเป็นเวลานานอาจส่งผลให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติขึ้นได้ (จริงแท้ศิริพานิช, 2551) วิธีการเก็บรักษาแบบ MAP สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

Active MAP เป็นการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ โดยการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ให้เป็นสุญญากาศและบรรจุก๊าซกลับในปริมาณที่ต้องการ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537) ข้อดีของวิธี Active modified atmosphere คือได้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่ต้องการอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้วิธี Active modified atmosphere อาจทำได้โดยบรรจุสารดูดซับ ภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อลดปริมาณก๊าซ O_2 , CO_2 , เอทิลีน และความชื้น ซึ่งการใช้ตัวดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการหายใจในผลผลิตบางชนิด ส่วนตัวดูดซับก๊าซ CO_2 สามารถป้องกันก๊าซ CO_2 ที่มากเกินไปจนอาจถึงระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายกับผลผลิต (Zagory D. & Kader A. A., 1988)

Passive MAP เป็นการดัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ โดยอาศัยความสัมพันธของการหายใจของผลผลิตกับอัตราการซึมผ่านของฟิล์ม ซึ่งผลผลิตจะใช้ก๊าซ O_2 ในกระบวนการหายใจ และในขณะเดียวกันก๊าซ CO_2 ที่ผลผลิตคายออกมานั้นจะถูกสะสมอยู่ในบรรจุภัณฑ์จนมีความเข้มข้นสูงกว่าสภาพบรรยากาศปกติ สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การห่อด้วยพลาสติกฟิล์ม และการเก็บในถุงพลาสติก โดยการสะสมก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นและก๊าซ O_2 ลดลง มีผลทำให้อัตราการหายใจและปฏิกิริยาเคมีภายในผลผลิตลดลง ดังนั้นจึงสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของผลผลิตได้ (Varoquaux P., Albagnac G. & Varoquaux F., 1996) โดยถุงพลาสติกที่นิยมนำมาบรรจุผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว แบ่งได้ 2 ประเภท คือ polypropylene (PP) และ polyethylene (PE) ถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยชนิดของถุงพลาสติกที่นิยมใช้ในการบรรจุหีบห่อผัก และผลไม้มีตัวอย่างดังนี้

2.6.2.1 พอลิพรอพิลีน polypropylene (PP)

PP เป็นพลาสติกในตระกูลพอลิโอเลฟินส์ (polyolefins) เช่นเดียวกับ PE และมีการใช้มากในอุตสาหกรรมการบรรจุ ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์พอลิโพรพิลีน มีทั้งโฮโมพอลิเมอร์ และโคพอลิเมอร์ สูตรโครงสร้างโมเลกุลของโฮโมพอลิเมอร์ การจัดเรียงตัวของ $(-\text{CH}_3)$ ในโครงสร้าง 3 มิติของโซ่โมเลกุล มีลักษณะดังนี้ (ภาพที่ 2.6)



จาก งามทิพย์ ภู่วโรดม (2537)

ภาพที่ 2.6 โครงสร้างโมเลกุลของ Polypropylene (PP)

หมู่ CH_3 ในโครงสร้างของ PP มีขนาดใหญ่กว่า H ใน PE ทำให้การเรียงตัวในพนักไม่แน่นมาก จึงมีความหนาแน่นต่ำกว่า PE มีค่าอยู่ในช่วง 0.89 ถึง 0.92 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร คุณสมบัติเด่นของ PP ได้แก่ ความแข็งตึง (stiffness) มีจุดหลอมเหลวสูง เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง (121°C) แต่ PP มีลักษณะกรอบเปราะที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจาก brittleness point สูง (0 ถึง 1°C) อย่างไรก็ตามคุณสมบัติที่สำคัญของพลาสติก PP คือ มีอุณหภูมิในการหลอมเหลว (tm) มีค่าอยู่ในช่วง 160 ถึง 175°C มีความใสสูง เนื่องจากความเป็นผลึกต่ำ มีความต้านทานการซึมผ่านของไขมันที่ดี เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันง่ายเมื่อมีความร้อน และแสง จากรายงานของ ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และ อภิรดี อภัยรัตนกิจ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ถุงพลาสติก ร่วมกับการรมก๊าซ SO_2 ต่อการควบคุมโรคเน่าของลำไยพันธุ์ดอ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 นาน 28 วัน พบว่าถุงชนิด PP สามารถชะลอร้อยละสูญเสียน้ำหนัก และร้อยละการเกิดโรคได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2.6.2.2 พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ low density polyethylene (LDPE)

เป็นพลาสติกที่ใช้มากในอุตสาหกรรมบรรจุ ทั้งในรูปวัสดุอ่อนตัว และภาชนะบรรจุ ครงรูป สมบัติทั่วไปของ LDPE คือ เหนียว โปร่งแสง ทนทานต่อแรงดึงขาดได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ และไอน้ำได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ O_2 ได้น้อย ด้านทานการซึมผ่านของไขมันได้ดี ไม่สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้เนื่องจากจุดอ่อนตัว (softening point) ต่ำ แต่ทนทานอุณหภูมิต่ำได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ง่าย การใช้งานทั่วไปของ LDPE ได้แก่ ถุงเย็นที่จำหน่ายทั่วไป ถุงข้าวสาร ถุงน้ำตาลทราย ถุงหิ้ว ถุงน้ำแข็งยูนิต ถุงขนมปัง ฟิล์มยืดห่ออาหาร เหมาะสำหรับการบรรจุอาหารแช่แข็ง เนื่องจาก LDPE ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี แต่ไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า $70^{\circ}C$ และไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากไขมันจะซึมผ่านพลาสติกออกมาได้ จากการศึกษาของ จริญญา พงโสธร (2549) พบว่า การเก็บรักษาผลแก้วมังกรในถุง PE ชนิดหนา สามารถลดการสูญเสีย น้ำ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบ และเปลือกผลได้ดี ไม่แสดงอาการเหี่ยว แต่พบว่า มีผลทำให้อัตราการหายใจสูง และผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับในเรื่องรสชาติ และกลิ่น ส่วนผลแก้วมังกรที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE และ PVC พบว่า สามารถลดการสูญเสีย น้ำ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบ และเปลือกผล มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด เนื่องจากยังคงรสชาติได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น แต่ลักษณะปรากฏภายนอกยังด้อยกว่าการเก็บรักษาในถุง PE ชนิดหนา

2.6.2.3 พอลิเอทิลีน polyethylene (PE)

เป็นพลาสติกที่มีการใช้งานมากที่สุดในอุตสาหกรรมบรรจุ เนื่องจากราคาต่ำและมีคุณสมบัติทางการบรรจุที่ดีหลายประการ สามารถควบคุมให้มีโครงสร้างแบบกิ่ง (branched chain) หรือเชิงเส้น (linear chain) ได้ และสามารถผลิตได้ทั้ง โอลิโพลิเมอร์และโคโพลิเมอร์ การผลิตแบบโคโพลิเมอร์จะใช้โคมอนอเนอ์ประเภท แอลคีน (alkene) ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ได้แก่ พรופן (propene) บิวทีน (butene) เฮกซีน (hexene) หรือออกทีน (octene) หรือใช้โคมอนอเนอ์ประเภทมีขั้ว (polar functional groups) เช่น ไวนิลแอซีเตต (vinyl acetate) กรดอะคริลิก (acrylic acid) เอทิลแอซีเตต (ethyl acetate) เมทิลอะคริเลต (methyl acrylate) เป็นต้น

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อควบคุมสมบัติการยอมให้ก๊าซ และไอน้ำผ่านฟิล์ม โดยใช้ความรู้ด้านวัสดุโพลิเมอร์ การออกแบบ และกำหนดโครงสร้างของฟิล์มตั้งแต่ระดับโมเลกุล จนถึง การควบคุมตัวแปรในกระบวนการผลิตฟิล์มต้นแบบ เพื่อให้ได้ฟิล์มตามความต้องการ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติหลัก 2 ประการ คือ

1. สมบัติการซึมผ่านของก๊าซ O_2 (oxygen transmission rate)

บรรจุภัณฑ์สำหรับผลผลิตสด จะต้องยอมให้ก๊าซ O_2 และ CO_2 ซึมผ่านเข้าออกได้เหมาะสม และสอดคล้องกับอัตราการหายใจของผลผลิต เพื่อป้องกันมิให้ปริมาณก๊าซ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์มีน้อยเกินไป จนกระทั่งพืชขาดก๊าซ O_2 สำหรับหายใจทำให้เกิดกลืนรสผิดปกติได้ และก๊าซ CO_2 ที่พืชคายออกมา จะต้องระบายออกจากภาชนะบรรจุได้พอสมควร เพื่อป้องกันการสะสมจนกระทั่งมีความเข้มข้นสูงเกินไปจนทำลายเซลล์ของพืชได้ อัตราการหายใจของพืชมีความแตกต่างกันมากขึ้นกับสายพันธุ์ ความแก่อ่อน ลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช สภาพทางกายภาพของพืช และอุณหภูมิในการเก็บรักษา จึงจำเป็นต้องพิจารณาเป็นกรณี เฉพาะพืชแต่ละชนิด

2. สมบัติการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor transmission rate)

บรรจุภัณฑ์สำหรับผลผลิตสด จะต้องยอมให้ไอน้ำซึมผ่านได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจ และการคายน้ำของพืช พืชที่หายใจเร็ว มีการคายน้ำออกมามาก บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะต้องยอมให้ไอน้ำผ่านออกได้ดี เพื่อป้องกันการสะสมของไอน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ จนกระทั่งถึงจุดอิ่มตัวแล้วกลั่นเป็นหยดน้ำ ซึ่งทำให้ผลผลิตเน่าเสียได้เร็วขึ้น หากผลผลิตมีอัตราการหายใจช้า บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมควรให้ไอน้ำผ่านได้น้อย เพื่อป้องกันการเหี่ยวเฉาของผลผลิต ในกรณีที่บรรจุภัณฑ์ มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำสูงไม่เพียงพอ อาจต้องมีการเจาะรูช่วยระบายไอน้ำ หรือเคลือบสารประเภทป้องกันการเกิดหยดน้ำ เรียก antifogging agent ที่ผิวด้านในของฟิล์ม

จากรายงานของ ชนิด วานิกานุกูล และศศิธร จันทนวรารังกูร (2550) ได้ทำการศึกษาการบรรจุมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ในถุงที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซ Oxygen Transmission Rate (OTR) สูง ที่อุณหภูมิ $13^{\circ}C$ โดยทำการเก็บรักษาในถุงสี่ชนิด คือ ถุงชนิด LDPE (OTR เท่ากับ $8,900 \text{ cc/ m}^2/\text{ day}$) ถุงชนิด MTEC 6 (OTR เท่ากับ $13,000 \text{ cc/ m}^2/\text{ day}$) ถุงชนิด MTEC 7 (OTR เท่ากับ $15,000 \text{ cc/ m}^2/\text{ day}$) และถุงชนิด IQ 11-2 (OTR เท่ากับ $23,000 \text{ cc/ m}^2/\text{ day}$) ขนาด 7×10 นิ้ว พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในถุงชนิด IQ 11-2 สามารถชะลอร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก ปริมาณการเกิดเอทานอลในเนื้อผล การเกิดโรค และยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์สีทองจาก 4 วัน เป็น 21 วัน ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาสูงสุด

2.6.3 การใช้สารเคลือบผิว

สารเคลือบผิวผลไม้ที่ปกคลุมผิวด้านนอกตามธรรมชาติ มักเรียกทั่วไปว่า ไว (wax) พบว่า ผลผลิตที่มีไวเคลือบอยู่ สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าผลผลิตที่ไม่มีไวเคลือบ (Hagenmaier R. D. & Shaw P. E., 1992) แต่ไวเหล่านี้มักจะถูกชะล้างออกไปในกระบวนการเตรียมผลผลิตก่อนส่งจำหน่าย เมื่อไวได้หลุดไปจะทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตทั้งในแง่ความทนทานต่อสภาพการเก็บรักษาและความสวยงามขณะวางจำหน่าย การเสื่อมคุณภาพจึงเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ

สารเคลือบผิวบริโภคได้ มีการใช้อย่างแพร่หลายและมีมานาน โดยนำมาใช้เพื่อทดแทนไวตามธรรมชาติที่หลุดออกไป สามารถใช้ในรูปแบบการเคลือบ (coating) ซึ่งเป็นการนำสารมาเคลือบผิวผลผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจุ่ม (dipping) การแปรง (brushing) หรือการพ่นฝอย (spraying) เพื่อเลียนแบบสารเคลือบผิวทางธรรมชาติของผลผลิต คุณสมบัติของสารเคลือบผิวส่วนใหญ่จะช่วยชะลอ การหายใจ การสูญเสียน้ำหนัก และการสุก เนื่องจากสารเคลือบผิวแต่ละชนิด มีความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดสภาพของบรรยากาศภายในที่ถูกดัดแปลง คือ มีความเข้มข้นของก๊าซ CO_2 สูง O_2 ต่ำ ซึ่งส่งผลให้อัตราการหายใจ การสร้างก๊าซเอทิลีน และการสูญเสียน้ำตาลต่ำลง (Nisperos, Carrido M. O. & Baldwin E. A., 1996) เช่น การเคลือบผิวด้วยฟิล์มโปรตีนจากข้าวโพดโดยนำมาเคลือบผิวมะเขือเทศที่สุกแก่เต็มที่ พบว่า สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อระหว่างการเก็บได้ สารเคลือบผิวที่ใช้สำหรับชะลอการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป โดยมีไวหลายชนิดผสมกัน เพื่อดึงเอาคุณสมบัติเด่นของไวแต่ละชนิดมารวมกันทำให้เหมาะกับผลผลิตที่ต้องการเคลือบ โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ ไว ตัวทำละลาย และ emulsifier ไวดังกล่าวสามารถผลิตได้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น

1. ไวจากพืช สกัดได้จากผิวของพืช เช่น carnauba wax
2. ไวจากสัตว์ สกัดได้จากสัตว์ เช่น shellac ซึ่งสกัดได้จาก มูลครั่ง (spermaceti) ไวที่สกัดได้จากปลาวาฬ (walrus wax) ได้ที่ไคจากขนแกะ และ ไวที่ได้จากผึ้ง (bees wax)
3. ไวจากน้ำมันปิโตรเลียม เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ได้แก่ (paraffin)
4. ไวจากการสังเคราะห์ (synthetic wax) เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ polyethylene wax, polyethylene glycol, polyethylene sorbitol และ ethylene glycol monostearate เป็นต้น แต่ยังมีไวที่ได้จากการสังเคราะห์อีกชนิดหนึ่งที่ไม่ได้เกิดจาก

เอทิลีน ได้แก่ เอสเทอร์ของน้ำตาลซูโครส และกรดไขมัน (sucrose fatty acid ester) เป็นสารสังเคราะห์จากน้ำตาล ซูโครส ให้เกิดเป็นเอสเทอร์ที่ hydroxyl group ด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ

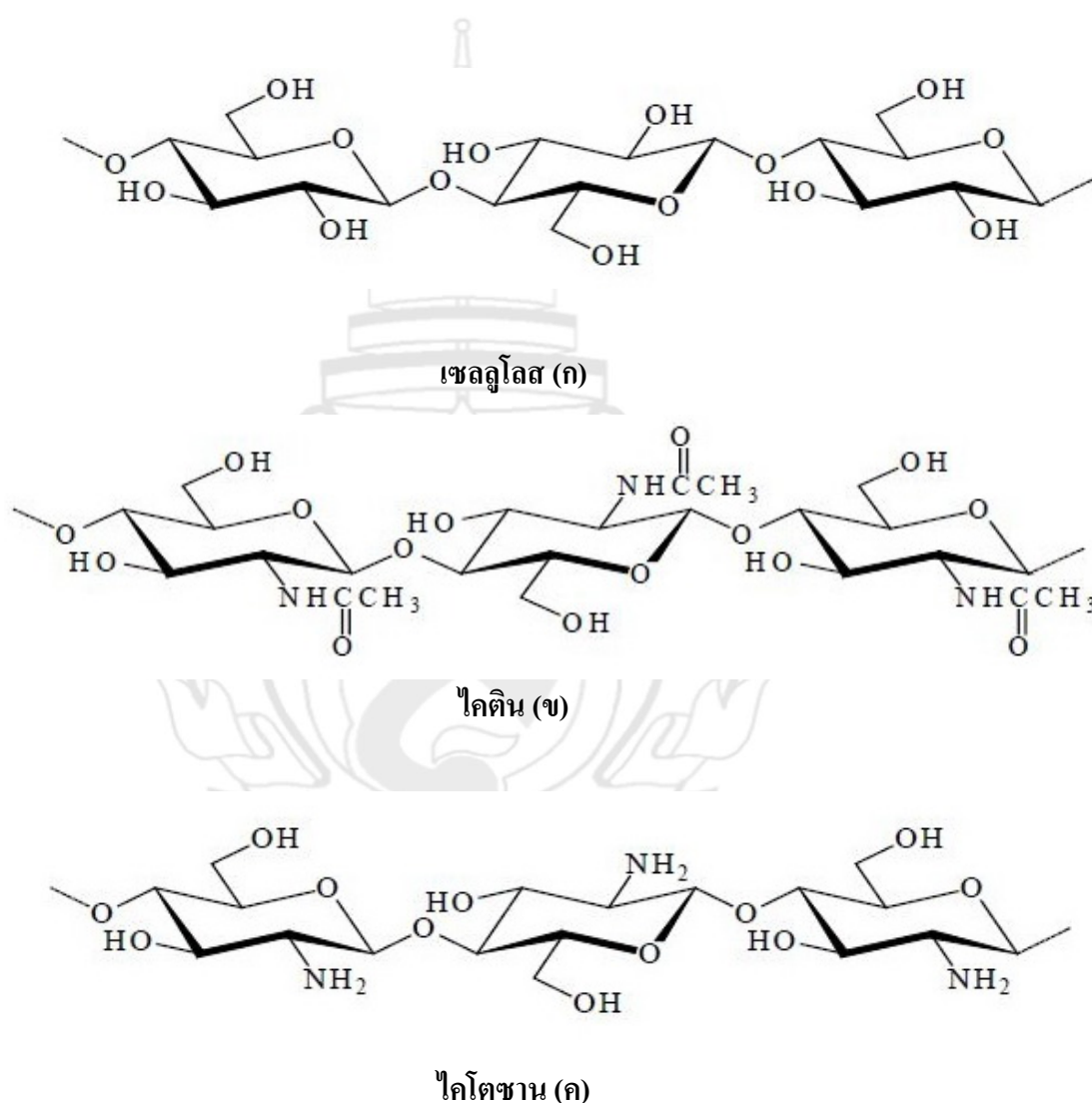
ดังนั้นในการเลือกใช้สารเคลือบผิวจึงต้องเลือกใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ โดยเลือกพิจารณาจากคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะกับผลผลิต โดยสารเคลือบผิวที่นิยมใช้กับผลผลิตสดทั่วไป มีดังนี้

2.6.3.1 สารเคลือบผิว carnauba wax

เป็นสารสกัดได้จากผิวของใบปาล์มบราซิลซึ่งเป็นไขที่มีความแข็งแรงมากโดยมีคุณภาพดีที่สุดและมักเป็นองค์ประกอบของสารเคลือบผิวแทบทุกชนิด มีจุดหลอมเหลวสูงอยู่ที่ 84 ถึง 96 °C มีความเป็นมันเงาสูง สารเคลือบผิวชนิดนี้มีองค์ประกอบของ wax และ resin เป็นสารเคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการเคลือบผิวผลผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยได้นำมาปรุงแต่งเป็นสารเคลือบผิวทางการค้า ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น sucrose ester of fatty acids และ sodiumcarboxymethyl cellulose (Yaman O. & Bayounuh L., 2002) ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซ O₂ และ CO₂ ของผลผลิตที่ทำการเคลือบผิว ทำให้อัตราการหายใจลดต่ำลง (Krochta J. M., Baldwin E. A. & Nissperos-Carriedo M. O., 1994) ป้องกันการสูญเสียน้ำ (Addo K., 1995) ลดการผลิตก๊าซเอทิลีนชะลอการสุกของผลผลิต (Siriphanich J., 1994) ซึ่งมีชื่อทางการค้าอยู่หลายชนิด เช่น สเตาเฟรช (stafresh) ซิตราชีน (citrashine) จากการศึกษาของ พูนทรัพย์ พาดิเกบุตร (2544) พบว่า การใช้สารเคลือบผิว stafresh ที่มีส่วนประกอบของ carnauba wax เป็นส่วนประกอบสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของเงาะพันธุ์โรงเรียนได้ดีที่สุดและการเพิ่มความชื้นของ stafresh ไม่มีผลต่อร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก สอดคล้องกับรายงานของ พูนพิสมัย มีลาภ (2546) พบว่า สารเคลือบผิว stafresh 7055 ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่มี carnauba wax เป็นส่วนประกอบหลัก เมื่อนำมาเคลือบผิวผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 95 พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม ตลอดจนมีการยอมรับจากผู้บริโภคนานถึง 28 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 12 วัน

2.6.3.2 สารเคลือบผิวไคโตซาน (Chitosan)

ไคโตซาน (chitosan) คือ อนุพันธ์ของไคตินที่เปลี่ยนน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เป็น glucosamine ที่ไม่เสถียร (unstable) โดยตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine ออกเรียกว่า deacetylation ซึ่งมีความเป็นขั้วสูง (strong positive polarity) จึงทำให้ไคโตซานมีสมบัติพิเศษ สามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 ถึง 3 สามารถสกัดได้จากสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น เปลือกหอย ปู กุ้ง เปลือกของแมลง ผนังเซลล์ของสาหร่าย ยีสต์ และเห็ดรา



จาก <http://chitosan.igetweb.com/index.php>

ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมี เซลลูโลส (ก) ไคติน (ข) ไคโตซาน (ค)

นอกจากนี้ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานยังมีผลต่อความหนืด เช่น สารละลายไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำเป็นต้น ดังนั้นการนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์จึงต้องพิจารณาทั้งร้อยละการเกิด deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล โดยสามารถแบ่งไคโตซานออกเป็น 3 ชนิดตามน้ำหนักโมเลกุลดังนี้

ตารางที่ 2.4 ชนิดของไคโตซาน กำหนดตามน้ำหนักโมเลกุล

Chitosan	Intrinsic viscosity	Mean MW ^b (gmol^{-1})	DD (%)	Guarantee viscosity ^c (cP)
Low molecular weight	8.3	3.89×10^5	83.4	20-200
Medium molecular weight	10.8	5.59×10^5	83.1	200-800
High molecular weight	18.9	1.24×10^6	86.6	800-2000

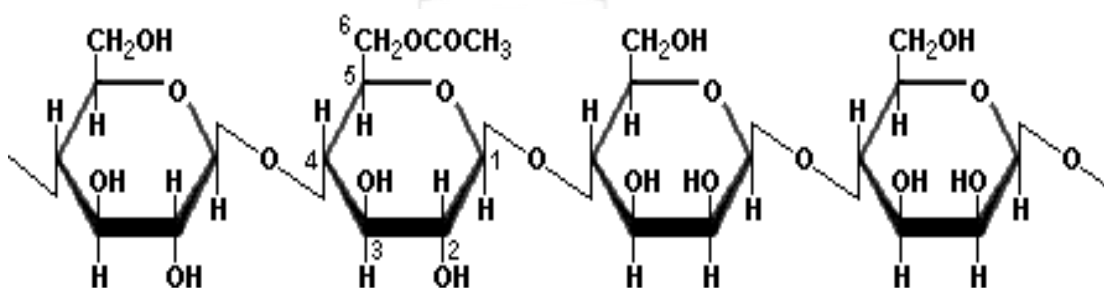
จาก Tomoki T., Masanao I. & Isao S., (2005)

จากรายงานของ Sutthiwal Seta (1999) ได้ทำการศึกษาผลของเคลือบผิวด้วยไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุล และความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการชะลอการสุกของผลกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 พบว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซานชนิดโมเลกุลสูง (high molecular weight) ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2.0 สามารถชะลอ ร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก และการสุกได้ ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการบริโภคในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา จากรายงานของ นิรมล สันติภาพวัฒนา และเนตรา สมบูรณ์แก้ว (2550) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อคุณภาพสับปะรดพันธุ์ภูแล มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 5 เดือน ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 2.0 โดยเลือกใช้ไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ปานกลาง และต่ำ ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 วัน พบว่า ไคโตซานชนิดที่มีขนาดน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และสูง สามารถชะลอ ร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก และอัตราการหายใจได้ดีกว่าชุดควบคุม แต่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) และจากรายงานของ El-Ghaouth A., Arul J., Ponnampalam R. & Boulet M. (1991) ได้ทำการศึกษาผลการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานต่อการป้องกันการเกิดเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอรี่สดที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 อุณหภูมิที่ 13 °C เปรียบเทียบกับการใช้สารป้องกันเชื้อรา roval พบว่า การเคลือบผิว

ด้วยไคโตซานทั้ง 2 ระดับความเข้มข้น สามารถป้องกันการเจริญของเชื้อราลดการเน่าเสียเชื้อราที่พื้นผิว และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลสดรอเบอร์รี่ได้

2.6.3.3 แป้งบุก (Konjac flour)

บุกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Amorphophallus spp.* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษหลายชื่อ ได้แก่ Elephant Yam, Elephant Foot Yam, Elephant Bread, Suran, Sweet Yam มีแหล่งกำเนิดแพร่กระจายอยู่ในหลายประเทศ ในภูมิภาคเขตร้อนของทวีปเอเชีย แอฟริกา โดยต้นบุกนั้นเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งในวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus* ช่วงต้นฤดูฝนจะออกดอกส่งกลิ่นเหม็นเวลาบานเมื่อดอกโรยแล้วจะมีใบงอกออกมาทั้งดอกและก้านใบกลมยาว ในฤดูแล้งส่วนต้นจะตายเหลือหัวอยู่ใต้ดิน ในปัจจุบันได้มีการแปรรูปจากหัวบุก มาเป็นแป้งบุกเพื่อใช้ประโยชน์ตามคุณสมบัติอย่างแพร่หลาย



จาก <http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>

ภาพที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมี กลูโคแมนแนน (glucomannan)

แป้งบุกมีลักษณะค่อนข้างกลมมีขนาด 100 ถึง 600 ไมครอน และมีสีแตกต่างกันไป ขึ้นกับพันธุ์และวิธีการผลิต องค์ประกอบส่วนใหญ่ที่พบในแป้งบุก คือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วย แมนโนส และกลูโคส อัตราส่วน 3 : 2 เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ 1, 4 ไกลโคซิดิก มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 300,000 และมีอะเซทิล กระจายอยู่ทั่วไปบนสายโมเลกุลกลูโคแมนแนน ซึ่งมีผลต่อการละลายน้ำ (Tye R. J., 1991) เมื่อนำแป้งบุกมาละลายน้ำ จะได้สารละลายข้นหนืด และสามารถเกิดเจลได้ โดยคุณสมบัติเด่นของแป้งบุก คือ

1. ความข้นหนืด (water thickening) เมื่อนำแป้งบุกมาละลายน้ำ อนุภาคของแป้งบุกจะดูดซับน้ำแล้วเกิดการพองตัว ได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น ลักษณะโซล (sol) ของแป้งบุกจะเป็นแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) อัตราการดูดซับน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และเวลาโดยเมื่อ

เพิ่มอุณหภูมิจะมีผลทำให้อัตราการดูดซับน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ, 2543)

2. การเกิดเจล (gel formation) การเกิดเจลของแป้งบุกเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก โดยทั่วไปแล้วเจลที่ได้จากโพลีแซคคาไรด์อื่น ๆ เมื่อนำมาให้ความร้อนจนถึงระดับอุณหภูมิหนึ่ง ๆ เจลจะแตกหรือเกิดการแยกตัวของโครงสร้างตาข่ายโพลิเมอร์ (polymer network) ทำให้สูญเสียความเป็นเจลไป แต่แป้งบุกสามารถให้เจลที่ทนความร้อน ในสภาวะที่มีด่างอ่อน ๆ และเมื่อให้ความร้อนซ้ำแก่เจลมีผลทำให้เจลมีความแข็งแรงและเสถียรภาพเพิ่มขึ้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ, 2543)

3. การเกิดฟิล์ม (film formulation) เมื่อสารละลายแป้งบุกเกิดการสูญเสียน้ำหรือทำให้แห้ง จะได้ฟิล์มที่มีลักษณะเหนียว (tough film) ซึ่งฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้มีเสถียรภาพทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น หรือในระบบที่เป็นกรด และด่างได้ดี ฟิล์มมีความคงตัวสูงแม้จะนำไปดัมในน้ำเดือดเป็นเวลาหลายชั่วโมงและสามารถทำได้ทั้งฟิล์มในลักษณะโปร่งใส โปร่งแสงและทึบแสง การเพิ่มปริมาณสาร humectants เช่น กลีเซอรินมีผลทำให้ค่า film strength ลดต่ำลงแต่ค่าการอ่อนตัวของฟิล์มเพิ่มขึ้น การแพร่ผ่านของน้ำเพิ่มขึ้น (Tye R. J., 1991)

แป้งบุกเป็นพืชอุตสาหกรรม มีการใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อาหาร สียารักษาโรค (Calvert R. J., Tepperc S., Kammounib W., Anderson L. M. & Kritchevsky D., 2006; Chen L. G., Liu Z. L. & Zhou R. X., 2005) แต่ด้วยความเป็นพืชอุตสาหกรรมใหม่ ที่คนไทยยังขาดข้อมูลความรู้ถึงประโยชน์ที่แท้จริง ทั้งต้องพึ่งพาเทคโนโลยีการแปรรูปจากต่างประเทศ ผลผลิตมากกว่า 2 ใน 3 ส่วน จึงถูกใช้ไปเพื่อการแปรรูปเบื้องต้น คือ ทำเป็นบุกแห้งส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ จนถึงปี พ.ศ. 2534 อุตสาหกรรมแปรรูปจากบุกของไทยได้มีการพัฒนาเข้าสู่ระบบแบบครบวงจร แต่ผลผลิตเกือบทั้งหมดยังคงส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ เช่น เอเชีย ยุโรป อเมริกา และออสเตรเลีย จนมีมูลค่าการส่งออกถึง 200 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2540 ขณะเดียวกันกระแสความต้องการในเรื่องความปลอดภัย และสุขภาพยังเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก จึงได้มีการนำคุณสมบัติในการเกิดฟิล์มของแป้งบุกมาใช้ประโยชน์ทางการเคลือบผิวผลผลิต โดยสามารถช่วยในเรื่องของการซึมผ่านก๊าซ อัตราการสูญเสียน้ำ (Cheng L. H., Karim A. A., Norziah M. H., & Seow C. C., 2002) อีกทั้งยังมีรายงานการใช้เคลือบผิวในผัก พบว่า ให้ผลที่ดีโดยช่วยลดการเสื่อมสภาพ และเพิ่มอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น (Garcia M. A., Martino M. N., Zaritzky N. E. & Plata L., 2000) แต่ยังคงมีรายงานเรื่องการใช้แป้งบุกในการเคลือบผิวผลผลิตสดเขตร้อนขึ้นอยู่น้อย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.1.1 ผลแก้วมังกร

คัดเลือกผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อขาว (*Hylocereus undatus*) ในเขตจังหวัด เชียงราย โดยเก็บเกี่ยวที่ระยะ 35 ถึง 45 วันหลังดอกบาน คัดเลือกผลที่มีขนาดปานกลางน้ำหนัก 370 ถึง 450 กรัม มีขนาดทรงกลม สีแดง กลีบสีเขียวสม่ำเสมอ กลีบขาวสมบูรณ์ไม่หัก ปราศจากตำหนิ โรค และแมลง นำผลแก้วมังกรที่ทำการเก็บเกี่ยวขนส่งทางรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตรและการบรรจุ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ทำความสะอาดผลแก้วมังกรโดยใช้แปรงปัด พร้อมคัดแยกขนาดและสีให้สม่ำเสมออีกครั้ง บรรจุในตะกร้าพลาสติก นำตะกร้าที่บรรจุผลแก้วมังกรเก็บรักษาในสภาพต่าง ๆ ตามวิธีการดำเนินงานข้อ 3.2

3.1.2 บรรจุภัณฑ์

3.1.2.1. การวัดคุณสมบัติ

นำถุงพลาสติกแต่ละชนิด ขนาด 18 x 24 เซนติเมตร สุ่มชนิดละ 3 ตัวอย่าง วัดคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการซึมผ่านก๊าซ O_2 และ CO_2 อัตราการซึมผ่านไอน้ำ สัมประสิทธิ์การซึมผ่านก๊าซ CO_2 ต่อ O_2 (B) ความหนา ของฟิล์มแต่ละชนิด ที่สภาวะ 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ค่าที่วัดได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกแต่ละชนิด

ชนิด พลาสติก	อัตราการซึมผ่าน			สัมประสิทธิ์การ ซึมผ่านก๊าซ CO ₂ ต่อ O ₂	ความ หนา (มม.)
	O ₂	CO ₂	ไอน้ำ		
	(ลบ.ซม./ตรม./วัน)	(ลบ.ซม./ตรม./วัน)	(กรัม/ตรม./วัน)		
PP	1,620-1,640	850-950	1.56	2.83	0.07
LDPE	16,000-19,200	5,000-5,800	3.93	9.91	0.04
PE-M2	35,400-35,600	10,000-11,000	2.91	18.75	0.02
PE-M4	43,200-43,300	12,000-15,000	3.09	32.2	0.02

3.1.3 สารเคลือบผิว

3.1.3.1 การเตรียมสารเคลือบผิว

1. สารเคลือบผิวทางการค้า (commercial wax)

สารเคลือบผิวทางการค้า ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นสารเคลือบชนิด carnauba มากกว่าร้อยละ 16 จำนวน 20 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร จากนั้นจะได้สารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 20 เตรียมสารเคลือบผิวทางการค้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 และ 40 โดยวิธีเดียวกัน

2. การเตรียมสารละลายไคโตซาน (chitosan)

เตรียมตัวทำละลายโดยเติมกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มิลลิกรัม ลงในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร จากนั้นละลายสารไคโตซาน 0.5 กรัม ลงไปแล้วคนจนละลาย ทำการปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร จะได้ไคโตซานที่ ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เตรียมไคโตซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 โดยวิธีเดียวกัน

3. แป้งบุก (glucomannan)

ชั่งสารแป้งบุก 0.6 กรัม ละลายลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนผสม 30 นาที เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 0.5 M ปริมาณ 0.14 มิลลิลิตร กวนผสมอีก 15 นาที จากนั้นเติมกลีเซอรอล ปริมาณ 0.3 มิลลิลิตร กวนผสมจนสารละลายบุกเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายแป้งบุก ความเข้มข้นร้อยละ 0.6 เตรียมสารละลายแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.8 และ 1.0 โดยวิธีเดียวกัน

4. การเคลือบผิวแก้วมังกร

นำผลแก้วมังกรจากการเตรียมในข้อที่ 3.1.1 เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ โดยใช้แปลงจุ่มสารเคลือบผิวปริมาตร 10 มิลลิกรัม ทำให้ทั่วทั้งผลวางผลแก้วมังกรในตะกร้าเรียงอย่าให้ผลชิดกันตะกร้าละ 12 ผล เป่าด้วยพัดลมจนแห้ง

3.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำผลแก้วมังกรที่เตรียมไว้ในข้อ 3.1.1 แบ่งเป็นการทดลองละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ผล เก็บรักษาผลแก้วมังกรที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยมีการทดลองดังนี้

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylococcus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา (บรรจุผลแก้วมังกรแบบผลเดี่ยว)

วิธีการที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่บรรจุถุง)

วิธีการที่ 2 บรรจุในถุงชนิด PP

วิธีการที่ 3 บรรจุในถุงชนิด LDPE

วิธีการที่ 4 บรรจุในถุงชนิด PE-M2

วิธีการที่ 5 บรรจุในถุงชนิด PE-M4

การตรวจวัดผล : สุ่มตัวอย่างทำการวิเคราะห์ทุก ๆ 5 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน โดยวิเคราะห์ผลทางเคมีและกายภาพดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี

1. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

คัดเลือกผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้นสูงสุด มาปาลมจนสารเคลือบผิวแห้งสนิท นำตัวอย่างผลแก้วมังกรมาตัดบริเวณกลีบผลให้มีขนาด 1×1 เซนติเมตร ทำการเตรียมชิ้นกลีบผลแก้วมังกรที่ตัดแต่งเรียบร้อยแล้วให้เป็นของแข็งปราศจากความชื้น ด้วยวิธีการ freeze dry โดยนำชิ้นกลีบผลแก้วมังกรใส่ถาดอลูมิเนียมและลดอุณหภูมิในตัวเย็น -40°C นาน 6 ชั่วโมง นำชิ้นกลีบผลแก้วมังกรเก็บรักษาในตัว freeze dry ยี่ห้อ Freeze dryer รุ่น Helo/ dry winner อุณหภูมิ -40°C นาน 17 ถึง 20 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ของแข็งปราศจากความชื้นไม่สลายตัวเมื่อถูกกระทบด้วยอิเล็กตรอน นำชิ้นกลีบผลแก้วมังกรที่เป็นของแข็งติดเทปกาวสองหน้าบริเวณกลีบผลด้านในเพื่อฉาบผิวด้วยทองคำบาง ๆ (ประมาณ 100 อังสตรอม) ทำการบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope)

2. ปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์

นำผลแก้วมังกรที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 1 ผล บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 1,730 มิลลิลิตร ที่เจาะรูด้านข้าง 2 รู ปิดฝาให้สนิทกล่องละ 1 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เข็มฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร ปิ่รูด้วยจุกยางจนสนิทนาน 1 นาที ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซจากช่องว่างของภาชนะด้วยกระบอกฉีดยา (syringe) ขนาด 5 มิลลิลิตร นำอากาศไปวัดปริมาตรก๊าซ CO_2 ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น HP 4890D TCD โดยใช้ column ชนิด HP Plot Q ในสภาวะการวัดดังแสดงในตารางที่ 3.2 และรายงานผลในหน่วยร้อยละ

ตารางที่ 3.2 สภาวะการวัดอัตราการหายใจ ปริมาณก๊าซ CO_2 และ O_2

Gas Chromatography composition	Condition
Column	HP Plot Q
Oven temperature	40°C
Inject temperature	120°C
Detector	TCD
Carrier gas	Helium UHP grade-Column Head Pressure at 6 psi

3. ปริมาณก๊าซ O₂ ภายในบรรจุภัณฑ์

นำผลแก้วมังกรที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 1 ผล บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 1,730 มิลลิเมตร ที่เจาะรูด้านข้าง 2 รู ปิดฝาให้สนิทกล่องละ 1 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เข็มฉีดยาขนาด 5 มิลลิเมตร ปิดรูด้วยจุกยางจนสนิทนาน 1 นาที ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซจากช่องว่างของภาชนะด้วยกระบอกฉีดยา (syringe) ขนาด 5 มิลลิเมตร นำอากาศไปวัดปริมาตรก๊าซ O₂ ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น HP 4890D TCD โดยใช้ column ชนิด HP Plot Q ในสภาวะการวัดดังแสดงในตารางที่ 3.2 และรายงานผลในหน่วยร้อยละ

4. อัตราการหายใจ

นำผลแก้วมังกรที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 1 ผล บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 1,730 มิลลิเมตร ที่เจาะรูด้านข้าง 2 รู ปิดฝาให้สนิทกล่องละ 1 ผล ปิดฝาให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เข็มฉีดยาขนาด 5 มิลลิเมตร ปิดรูด้วยจุกยางจนสนิทนาน 1 นาที ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซจากช่องว่างของภาชนะด้วยกระบอกฉีดยา (syringe) ขนาด 5 มิลลิเมตร นำอากาศไปวัดปริมาตรก๊าซ CO₂ และ O₂ ด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น HP 4890 DTCD โดยใช้ Column ชนิด HP Plot Q ในสภาวะการวัดดังแสดงในตารางที่ 3.2 แล้วคำนวณอัตราการหายใจดังสมการ

$$\text{อัตราการหายใจ} = \frac{\text{Void} \times (\text{CO}_2 - 0.03)}{100 \times W \times t} \times \frac{4,400}{22.4 (1-T/273)}$$

Void	=	ปริมาตรที่ว่างในกล่อง (มิลลิเมตร)
CO ₂	=	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ (ร้อยละ)
W	=	น้ำหนักแก้วมังกร (กิโลกรัม)
t	=	เวลาที่ปิดกล่อง (ชั่วโมง)
T	=	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

5. การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

นำผลแก้วมังกรมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนเก็บรักษา หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักผลแก้วมังกร ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง หน่วยเป็นกรัมทุก ๆ 5 วัน นำมาคำนวณเป็นร้อยละการสูญเสียน้ำหนักดังนี้

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

6. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (Firmness)

วัดค่าความแน่นเนื้อผลแก้วมังกร โดยลอกเปลือกด้านข้างบริเวณกลางผลแก้วมังกรที่เป็นสีแดงออกให้เห็นเนื้อในสีขาวขนาดพื้นที่ 3×3 เซนติเมตร วัดโดยใช้เครื่อง texture analyzer บริษัท Stable รุ่น TA.XT.plus หัววัดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด P/6 กดลึกในเนื้อผล 10 มิลลิเมตร ด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที ระยะห่างระหว่างหัวกดกับผลผลิต 10 มิลลิเมตร บันทึกค่าความแน่นเนื้อ ณ จุดสูงสุดของกราฟแต่ละชุดการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ และรายงานผลในหน่วย นิวตัน (N)

7. การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบผลและสีเปลือกผล

วัดการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่อง colorimeter บริษัท Hunter lab รุ่น colorquest XE โดยสีกลีบผลวัดค่าบริเวณปลายกลีบผลส่วนยอดของผลแก้วมังกร ผลละ 3 กลีบ และสีเปลือกผลวัดค่าบริเวณกลางผล ผลละ 2 จุด ซึ่งค่ากลีบผล รายงานเป็นค่า hue angle (hue angle value = $(\tan^{-1} b) / a$) โดยค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา สีของกลีบผลเป็นสีเหลือง หากค่าเข้าใกล้มุม 180 องศา สีกลีบผลเป็นสีเขียว ส่วนเปลือกผล รายงานเป็นค่าความสว่าง lightness value (L) โดยค่า L มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงเปลือกผลแก้วมังกรมีสีคล้ำ ถ้าค่า L มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าเปลือกผลแก้วมังกรมีสีสว่าง

8. การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity)

นำน้ำคั้นที่ได้จากตัวอย่างแก้วมังกรมา 5 มิลลิลิตร หยดด้วยสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 1 ถึง 2 หยด เพื่อเป็น indicator เขย่าให้เข้ากันแล้วจึงไตเตรทด้วย NaOH ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ (เมื่อสารละลายมีสีชมพูอ่อนอย่างน้อย 30 วินาที) นำค่าที่ได้มาคำนวณดังสมการ

$$\% \text{ Titratable acidity} = \frac{(\text{ml NaOH}) (0.1) (0.064) \times 100}{\text{ml of sample}}$$

ml NaOH = ปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (ml)
 ml of sample = ปริมาตรน้ำคั้นของผลไม้ที่ใช้ในการไทเทรต (ml)
 0.64 = ค่า factor ของกรดซิตริก

9. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids)

นำเนื้อผลไม้ปริมาณ 1 ส่วน 4 มาหั่นให้ละเอียด คั้นด้วยผ้าขาวบางนำน้ำคั้นที่ได้วัดค่าโดยใช้ Hand refract meter หน่วยที่วัดได้เป็นองศาบริกซ์ (° Brix)

10. การเปลี่ยนแปลงค่า pH

ใช้น้ำคั้นจากเนื้อผลไม้แก้วมังกรมาวัดค่าความเป็นกรด ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter บริษัท Eutech รุ่น Cyberscan pH 510 แล้วบันทึกผล

11. ร้อยละการเน่าเสียผลไม้แก้วมังกร

ตรวจวัดผลแก้วมังกรที่แสดงอาการเน่าเสียบริเวณผิวหนังด้านนอก โดยนับจำนวนผลที่เกิดการเน่าเสีย ต่อจำนวนผลทั้งหมด 12 ผล ในแต่ละชุดการทดลอง รายงานค่าเป็นร้อยละ

$$\text{ร้อยละการเน่าเสียผลไม้แก้วมังกร} = \frac{\text{จำนวนผลที่เกิดการเน่าเสีย} \times 100}{\text{จำนวนผลทั้งหมด 12 ผล}}$$

3.3.2 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของการเคลือบผิวต่อคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลแก้วมังกรที่เตรียมไว้ในข้อ 3.1.1 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองย่อย ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว)

วิธีการที่ 2 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 0

วิธีการที่ 3 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 20

วิธีการที่ 4 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 30

วิธีการที่ 5 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 40

3.3.2.2 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซาน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว)

วิธีการที่ 2 เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5

วิธีการที่ 3 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 0.5

วิธีการที่ 4 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.0

วิธีการที่ 5 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5

3.3.2.3 ศึกษาผลของสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว)

วิธีการที่ 2 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ความเข้มข้นร้อยละ 0

วิธีการที่ 3 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ความเข้มข้นร้อยละ 0.6

วิธีการที่ 4 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ความเข้มข้นร้อยละ 0.8

วิธีการที่ 5 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ความเข้มข้นร้อยละ 1.0

การตรวจวัดผล : สุ่มตัวอย่างทำการวิเคราะห์ทุก ๆ 5 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน โดยวิเคราะห์ผลทางเคมีและกายภาพเหมือนกับการทดลองที่ 3.3.1 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี

1. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด
2. อัตราการหายใจ
3. การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก
4. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (Firmness)
5. การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบผลและสีเปลือกผล
6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity)
7. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids)
8. การเปลี่ยนแปลงค่า pH
9. ร้อยละการเน่าเสียผลแก้วมังกร

3.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ถุงชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการที่ 1 ชุคควบคุม

วิธีการที่ 2 บรรจุในถุงชนิด LDPE

วิธีการที่ 3 เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5

การตรวจวัดผล : สุ่มตัวอย่างทำการวิเคราะห์ทุก ๆ 3 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน โดยวิเคราะห์ผลทางเคมีและกายภาพเหมือนกับการทดลองที่ 3.3.1 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี

1. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (Firmness)
2. การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบผลและสีเปลือกผล
3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity)
4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids)
5. การเปลี่ยนแปลงค่า pH

ทำการวัดผลการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม ดังนี้

1. ปริมาณ Ascorbic acid

นำคั้นแก้วมังกรปริมาณ 2 มิลลิลิตร ใส่ใน erlenmeyer-flask ที่มี metaphosphoric acetic acid 5 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตด้วย 2, 6-dichlorophenolindophenol (dye solution) จนถึง end point คือ สารละลายมีสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที แล้วคำนวณปริมาณวิตามินซี โดยใช้สูตร

$$\text{Mg Ascorbic Acid /100 ml juice} = (X-B) (F/E) (V/Y) \times 100$$

X = ปริมาตรของ dye solution ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรเฉลี่ยของ dye solution ที่ใช้ไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

F = mg. equivalent ascorbic acid / 1 ml dye solution

E = ปริมาตร standard ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V = ปริมาตรสารละลายที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

Y = ปริมาตรสารละลายทั้งหมดที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

2. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Acceptance test)

เตรียมตัวอย่างผลแก้วมังกร จากการทดลองที่ 3 โดยใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 15 คน ทำการทดสอบในอาคารปฏิบัติการ S4 ห้อง sensory room โดยผู้ทดสอบได้รับคำชี้แจงว่า ตัวอย่างผลแก้วมังกรทำการเก็บรักษาในสภาวะที่แตกต่างกันแต่เอกลักษณ์ของแต่ละตัวอย่างไม่ได้เปิดเผยให้ผู้ทดสอบทราบให้ผู้ทดสอบทำการแยกอิสระในแต่ละบุทไม่มีการอภิปรายหลังการทดสอบ จัดตัวอย่างแก้วมังกรทั้ง 3 การทดลอง วางในถาดและซ่อนเมล็ดามันที่อุณหภูมิห้องจัดเสิร์ฟแบบสุ่ม และอนุญาตให้กลิ่นตัวอย่างได้

1) การประเมินระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

เกณฑ์การให้คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (intensity of quality change) ด้านต่าง ๆ ของผลแก้วมังกร พิจารณาจากคะแนนที่ผู้บริโภคให้เพื่อแสดงการวัดเชิงปริมาณ (quantitative aspect) โดยมีการวัดระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ตามตารางที่ 3.3 โดยคะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสูงกว่า 4 แสดงว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับคุณภาพของผลแก้วมังกร

ตารางที่ 3.3 ระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อลักษณะคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลแก้วมังกร

ระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ	คำอธิบาย
1	ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
2	มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยมาก
3	มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อย
4	มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปานกลาง
5	มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปานกลางค่อนข้างมาก
6	มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพมาก
7	มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

2) การประเมินความชอบของผู้บริโภค

เกณฑ์การให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (pleasant) ด้านต่าง ๆ ของผลแก้วมังกร พิจารณาจากคะแนนที่ผู้บริโภคให้เพื่อแสดงความชอบ ตามตารางที่ 3.4 โดยคะแนนความชอบต่ำกว่า 4 แสดงว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับคุณภาพของผลแก้วมังกร

ตารางที่ 3.4 ระดับความชอบ ด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คะแนนระดับความชอบ	คำอธิบาย
1	ไม่ชอบมาก (dislike very much)
2	ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately)
3	ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)
4	เฉยๆ (neither like nor dislike)
5	ชอบเล็กน้อย (like slightly)
6	ชอบปานกลาง (like moderately)
7	ชอบมาก (like very much)

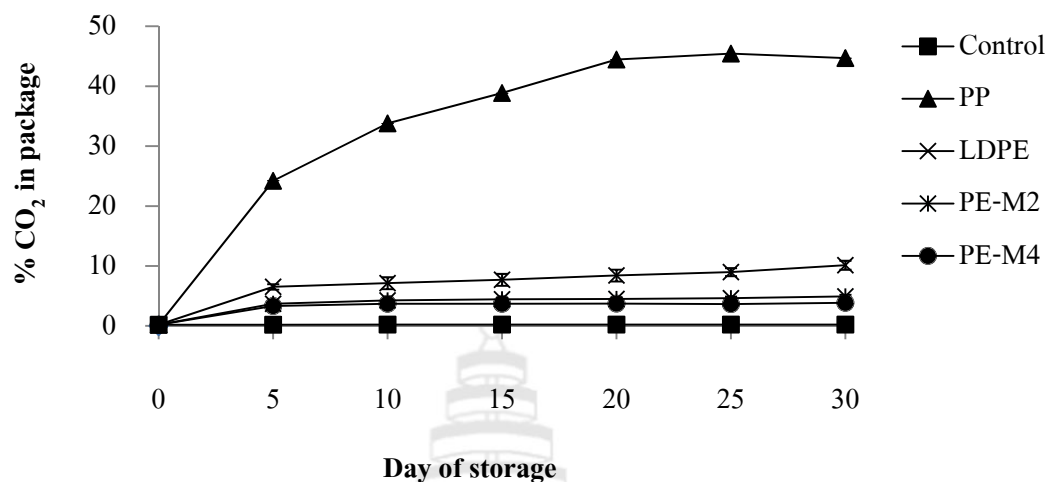
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hyloceeus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยบรรจุในถุง 4 ชนิด คือ ถุงชนิด Polypropylene (PP) ถุงชนิด Low Density Polyethylene (LDPE) และถุงชนิด Polyethylene M2 (PE-M2) และถุงชนิด Polyethylene M4 (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกร ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 4.1 ถึง 4.10 และตารางที่ 4.1)

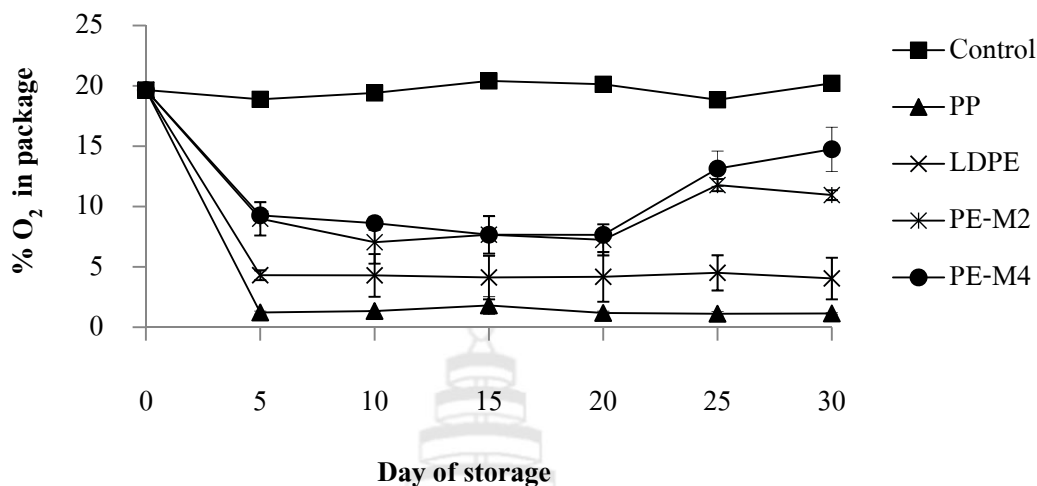
4.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศคัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดย ชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ CO₂ ของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มปริมาณก๊าซ CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยปริมาณก๊าซ CO₂ ชุดควบคุมมีค่าต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.22 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมาอันดับหนึ่ง คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M4 และ PE-M2 มีค่าปริมาณก๊าซ CO₂ เท่ากับร้อยละ 3.89 และ 4.92 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมาอันดับสอง คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีค่าปริมาณก๊าซ CO₂ เท่ากับร้อยละ 10.14 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีค่าปริมาณก๊าซ CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับร้อยละ 44.70 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.1)

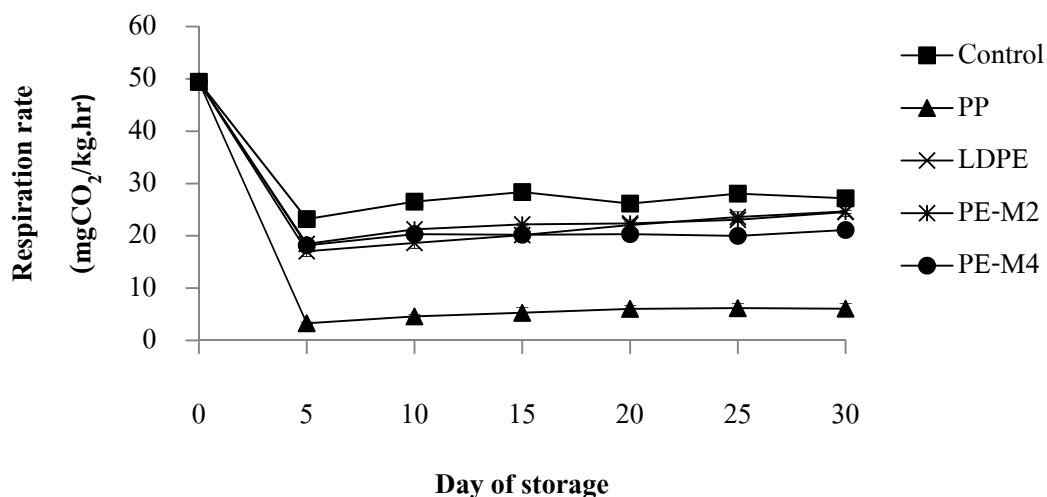
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ O₂ ภายในบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ O₂ ภายในบรรจุภัณฑ์ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ O₂ ของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มปริมาณก๊าซ O₂ ภายในบรรจุภัณฑ์ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยปริมาณก๊าซ O₂ ชุดควบคุมมีค่าสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าปริมาณก๊าซ O₂ เท่ากับร้อยละ 20.22 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมาอันดับหนึ่ง คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M4 และ PE-M2 มีค่าปริมาณก๊าซ O₂ เท่ากับร้อยละ 14.75 และ 10.96 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมาอันดับสอง คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีค่าปริมาณก๊าซ O₂ เท่ากับร้อยละ 4.04 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีค่าปริมาณก๊าซ O₂ ภายในบรรจุภัณฑ์มีค่าต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.14 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.2)

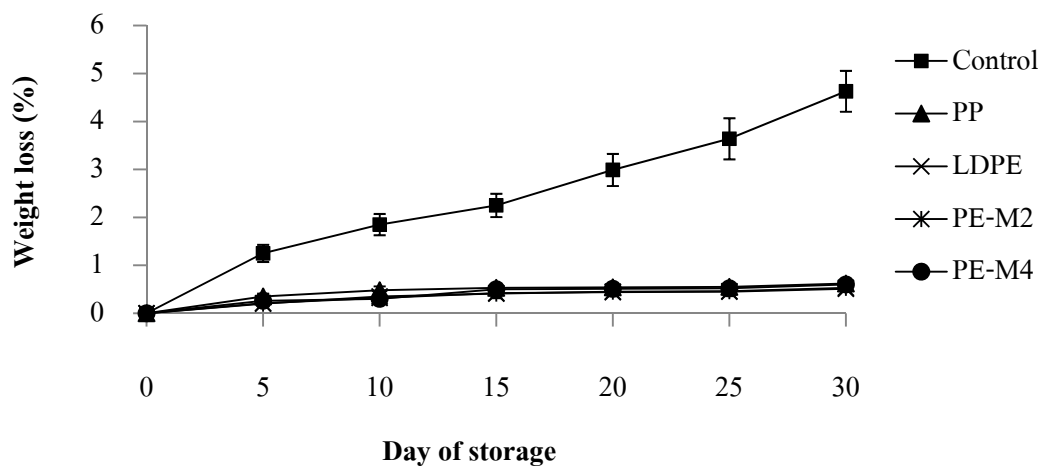
4.1.3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่าผลแก้วมังกร มีอัตราการหายใจเริ่มต้น เท่ากับ 49.44 mgCO₂/kg.hr โดยทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีอัตราการหายใจสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีอัตราการหายใจเท่ากับร้อยละ 27.16 mgCO₂/kg.hr ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M4 PE-M2 และ LDPE มีค่าอัตราการหายใจ เท่ากับร้อยละ 21.13, 24.53 และ 24.67 mgCO₂/kg.hr ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP สามารถชะลออัตราการหายใจของผลแก้วมังกรได้ต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 6.07 mgCO₂/kg.hr ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.3)

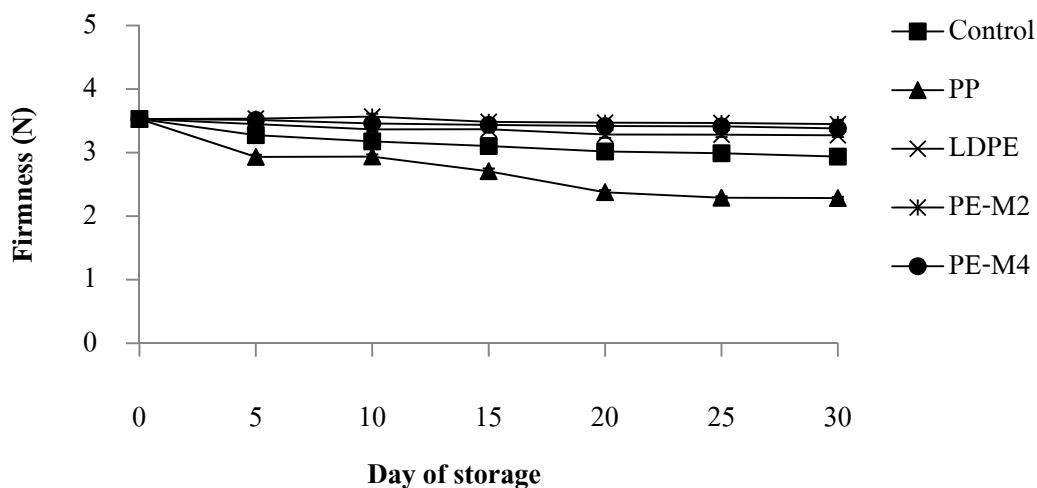
4.1.4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 4.63 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิด PP, PE-M2, PE-M4 และ LDPE มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยและมีค่าคงที่ โดยมีค่าต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 0.62, 0.60, 0.53 และ 0.51 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.4)

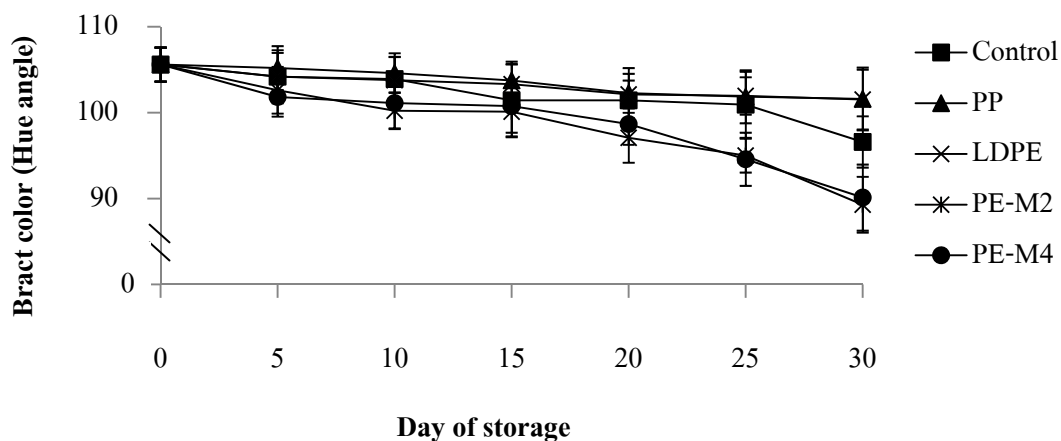
4.1.5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุมคือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกร มีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นที่ 3.53 นิวตัน หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M4 และ PE-M2 มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 3.27, 3.38 และ 3.45 นิวตัน ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 2.29 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.5)

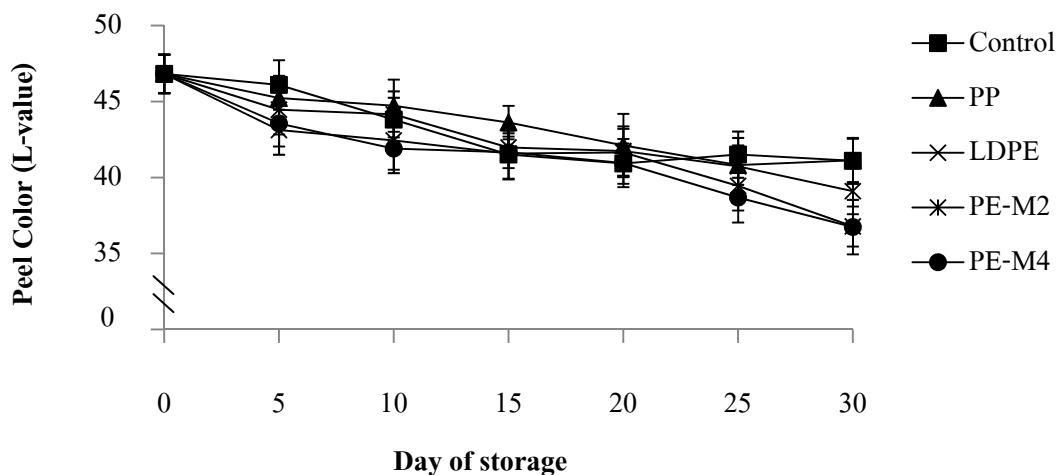
4.1.6 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบผล



ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงสีกลีบของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่า hue angle เริ่มต้นที่ 105.61 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และ PP มีค่า hue angle สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 101.53 และ 101.60 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 มีแนวโน้มค่า hue angle ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 89.29 และ 90.12 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.6)

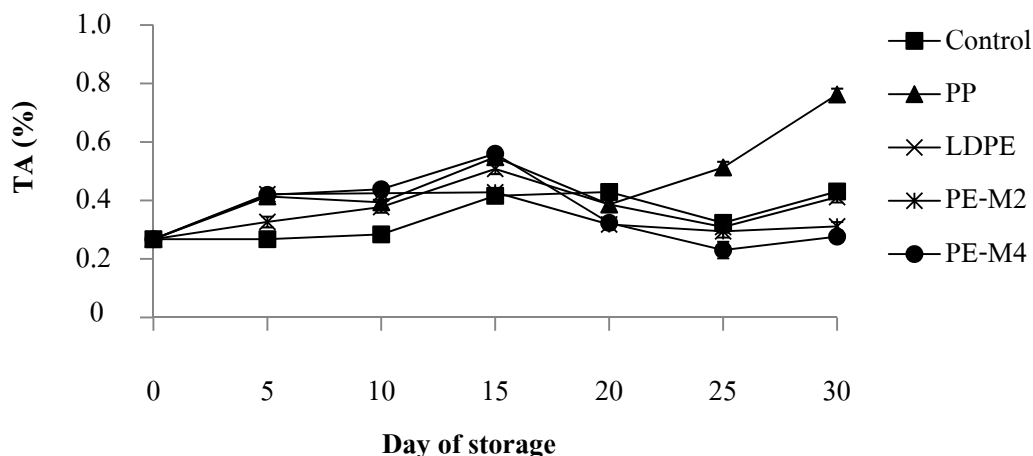
4.1.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกผล



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แสดงโดยค่าความสว่าง (lightness) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าความสว่างของสีเปลือกผลเริ่มต้นที่ 46.82 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าความสว่างของสีเปลือกผลต่ำสุด เท่ากับ 36.74 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.7)

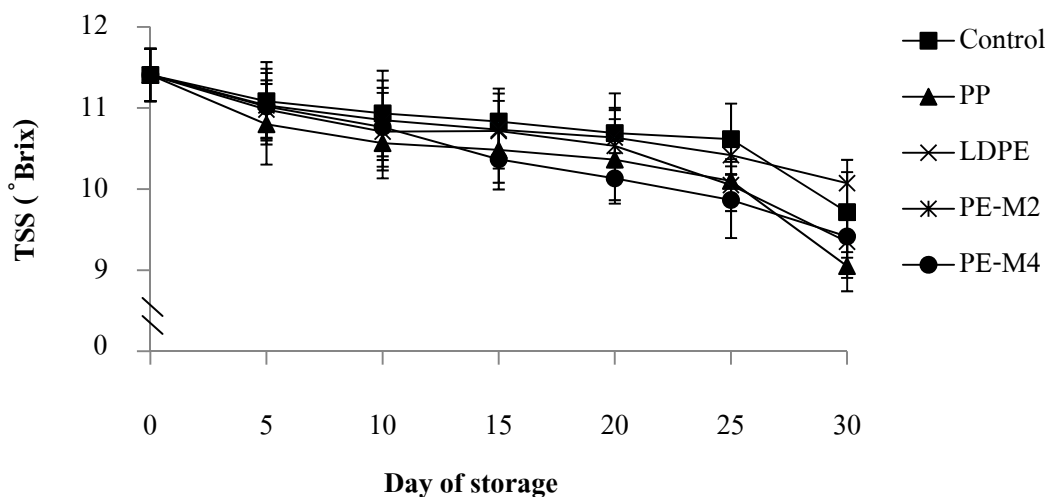
4.1.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรตได้



ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (Titratable acidity) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศเปลี่ยนแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดย ชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรตได้เริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 0.27 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจนถึงวันที่ 15 และลดต่ำลงในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ยกเว้นผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP พบว่า ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา มีปริมาณกรดที่ไทเตรตได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.76 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ของผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M4 และ PE-M2 มีค่าต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีปริมาณกรดที่ไทเตรตเท่ากับร้อยละ 0.28 และ 0.31 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.8)

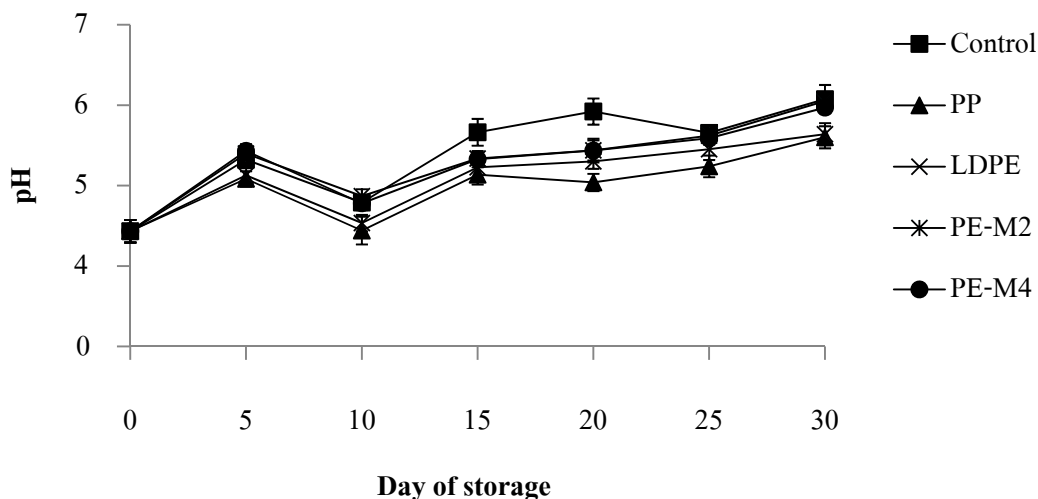
4.1.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้



ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ของผลแก้วมังกรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นที่ 11.41 องศาบริกซ์ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 9.05 องศาบริกซ์ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.9)

4.1.10 การเปลี่ยนแปลง pH



ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ 4.43 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และลดต่ำลงในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา จากนั้นค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M4, PE-M2 และชุดควบคุม มีแนวโน้มค่า pH สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 5.97, 6.05 และ 6.08 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE มีค่า pH ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.60 และ 5.64 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.10)

4.1.11 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) ถุง Polyethylene (PE-M2) และถุง Polyethylene (PE-M4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ไม่บรรจุถุง

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	0	0	0	33 ^b ±0.5	100 ^a	100	100
PP	0	0	0	0 ^c	17 ^b ±0.4	92±0.3	100
LDPE	0	0	0	25 ^b ±0.5	83 ^a ±0.4	100	100
PE-M2	0	0	0	83 ^a ±0.4	100 ^a	100	100
PE-M4	0	0	0	100 ^a	100 ^a	100	100

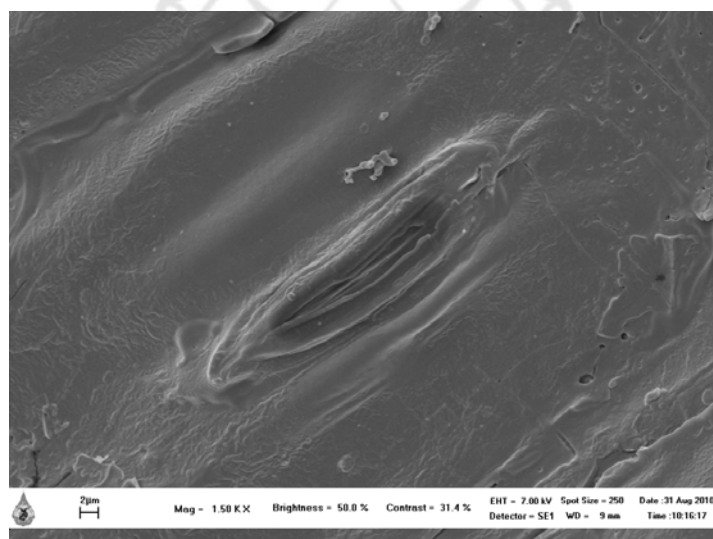
การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร พบว่า ทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ยกเว้นผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP ซึ่งไม่พบการเน่าเสีย โดยมีค่าร้อยละการเน่าเสียต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0 รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และชุดควบคุม มีค่าร้อยละการเน่าเสียเท่ากับ 25 และ 33 ตามลำดับ และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 พบร้อยละการเน่าเสียสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 83 และ 100 ตามลำดับ หลังจากนั้นในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP พบร้อยละการเน่าเสียต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 17 รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M2, PE-M4 และชุดควบคุม พบร้อยละการเน่าเสียสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 83, 100, 100 และ 100 ตามลำดับ และในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา ทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสียมีค่าเท่ากับ 100 ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.1)

4.2 ผลของชนิดและความเข้มข้นสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารเคลือบผิวทั้ง 3 ชนิดได้แก่ สารเคลือบผิวทางการค้า สารเคลือบผิวโคโตะซาน และสารเคลือบผิวแป้งบุก ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 4.11 ถึง 4.37 และตารางที่ 4.2 ถึง 4.4)

4.2.1 ผลของสารเคลือบผิวทางการค้าที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการ เก็บรักษา

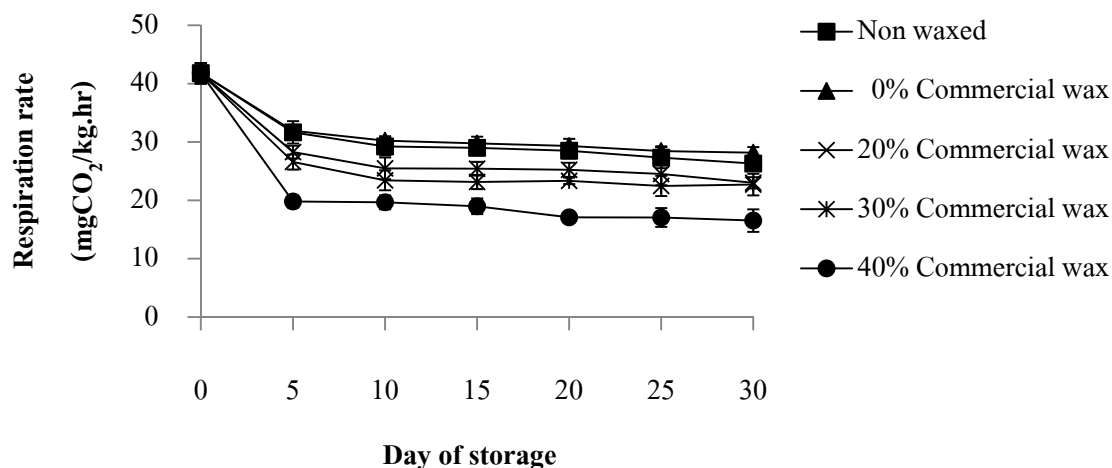
4.2.1.1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด



ภาพที่ 4.11 ลักษณะการปิดทับของสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 บนปากใบบริเวณกลีบผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงถึงความสามารถของสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 ในการปกคลุมและปิดทับบริเวณปากใบของผลแก้วมังกร (ภาพที่ 4.11)

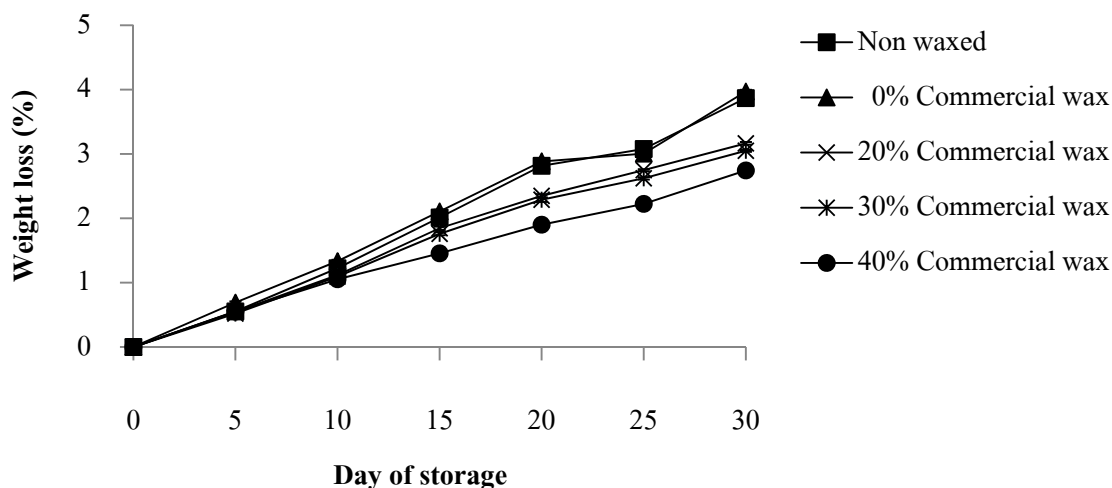
4.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ



ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา มีอัตราการหายใจเริ่มต้นที่ 41.80 mgCO₂/kg.hr หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และลดลงเล็กน้อยจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าร้อยละ 0 และชุดควบคุม มีอัตราการหายใจสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าอัตราการหายใจเท่ากับร้อยละ 28.18 และ 26.31 mgCO₂/kg.hr ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 มีอัตราการหายใจเท่ากับร้อยละ 23.20 และ 22.48 mgCO₂/kg.hr ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถชะลออัตราการหายใจของผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าอัตราการหายใจต่ำสุด เท่ากับ 16.53 mgCO₂/kg.hr ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.12)

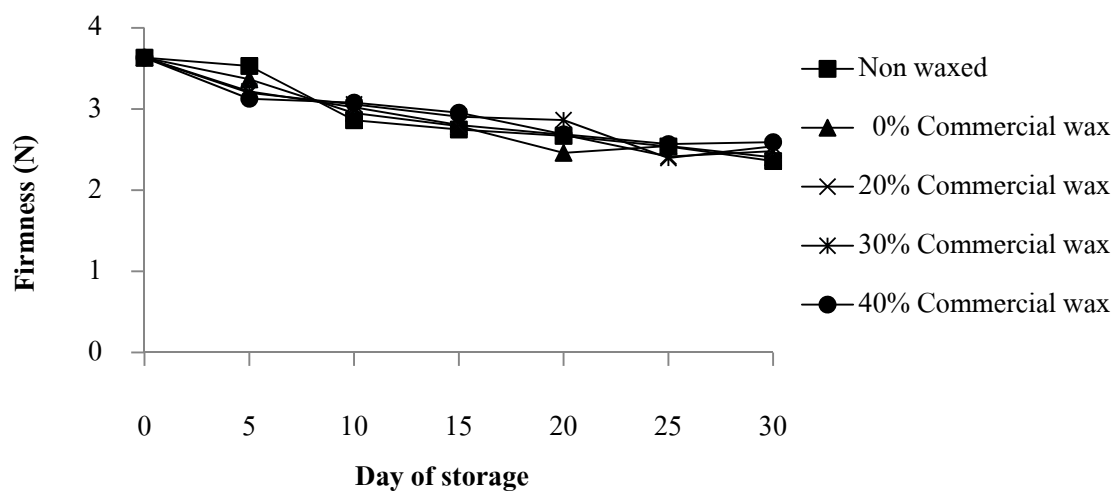
4.2.1.3 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก



ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุมคือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่า ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 0 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 3.87 และ 3.97 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 มีค่าเท่ากับ 3.17 และ 3.05 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.75 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.13)

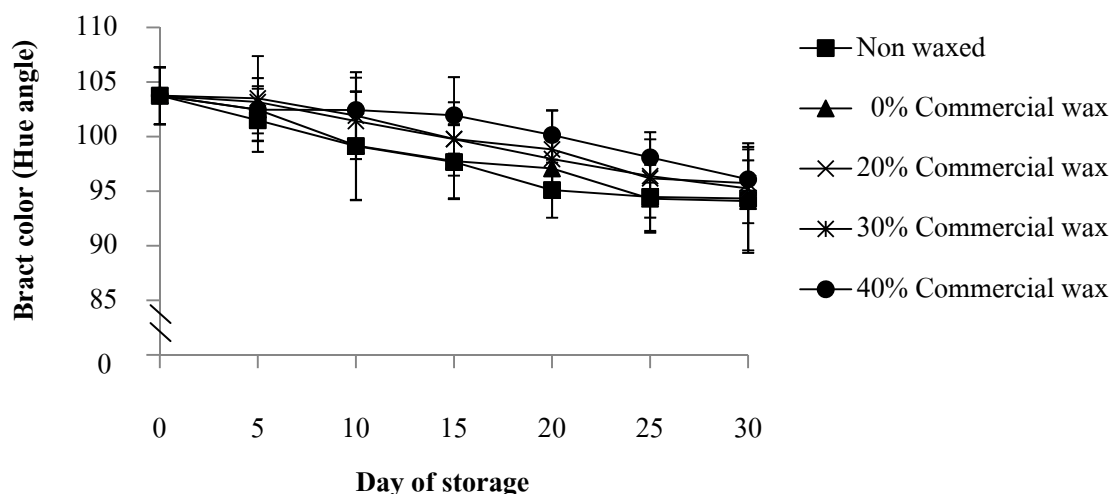
4.2.1.4 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ



ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าพบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกร มีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นที่ 3.63 นิวตัน หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุดเท่ากับ 2.36 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.14)

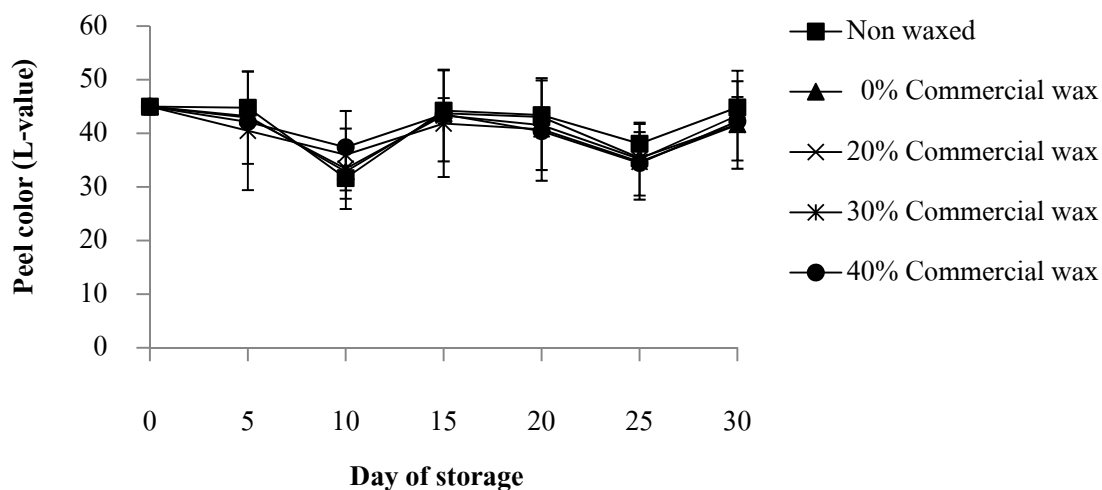
4.2.1.5 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกีบผล



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงสีกีบของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า แสดงโดยค่า hue angle พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่า hue angle เริ่มต้นที่ 105.61 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 0 และชุดควบคุม มีค่า hue angle ต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 94.08 และ 94.32 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 ซึ่งมีค่า hue angle เท่ากับ 95.25 และ 95.73 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกีบของผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่า hue angle เท่ากับ 97.08 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.15)

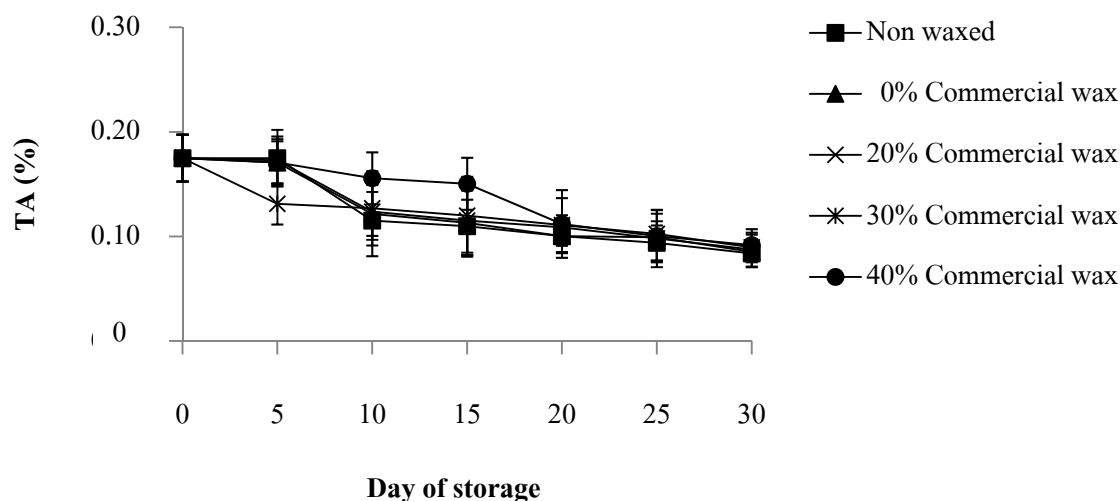
4.2.1.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกผล



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดย ชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า แสดงโดยค่าความสว่าง (lightness) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าความสว่างของสีเปลือกผลแก้วมังกรเริ่มต้นที่ 45 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 0 มีค่าความสว่างต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 41.58 และ 41.70 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 มีค่าความสว่างเท่ากับ 42.26 และ 43.32 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ 44.85 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.16)

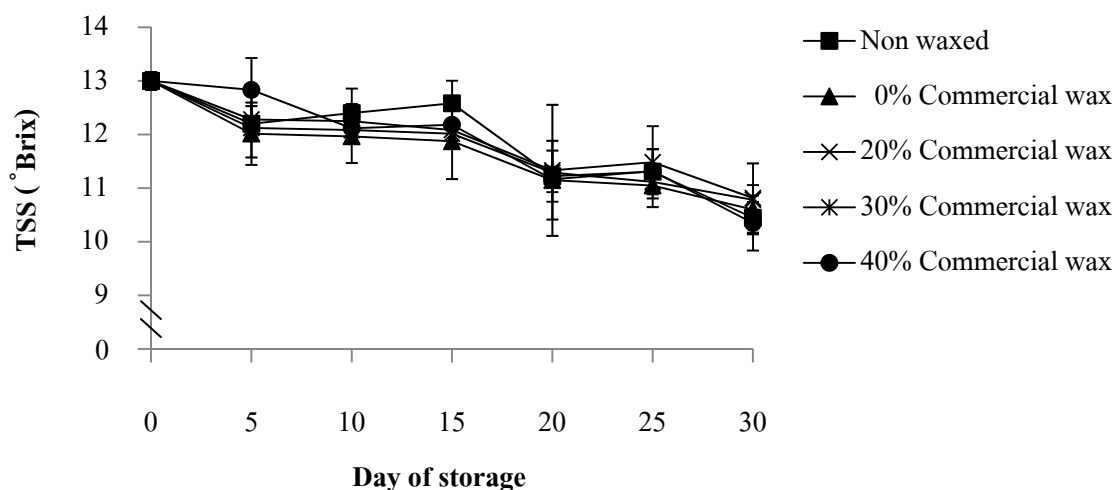
4.2.1.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้



ภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (Titratable acidity) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดย ชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ ของผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เริ่มต้นที่ร้อยละ 0.17 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยในวันที่ 10 ถึง 15 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม ผลแก้วมังกรที่ทำการเคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 0, 20 และ 30 พบปริมาณกรดที่ไทเตรทได้มีค่าต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.11, 0.11, 0.12 และ 0.12 ตามลำดับในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่ทำการเคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 พบปริมาณกรดที่ไทเตรทได้สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.15 ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง มีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 0.08 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.17)

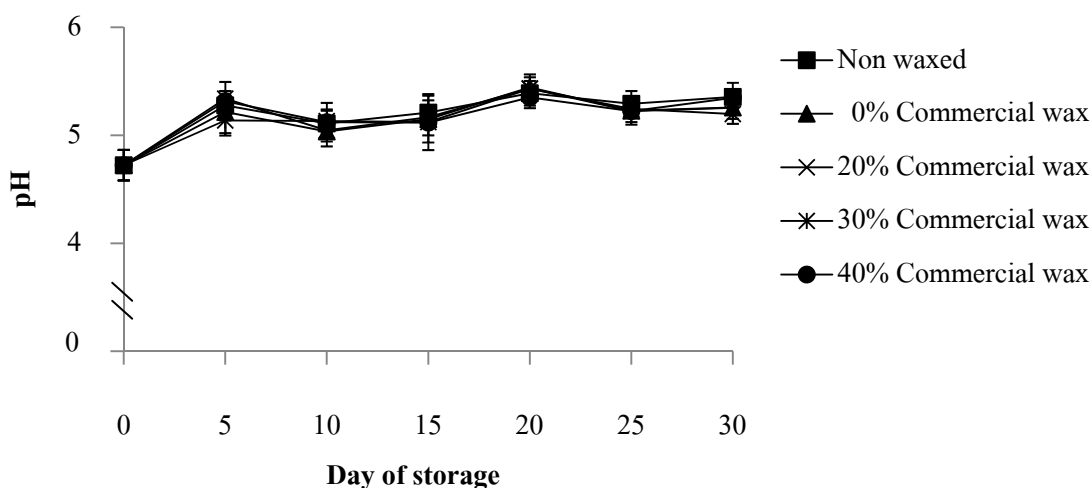
4.2.1.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้



ภาพที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 13 องศาบริกซ์ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 10.4 องศาบริกซ์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.18)

4.2.1.9 การเปลี่ยนแปลง pH



ภาพที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ 4.72 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.20 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.19)

4.2.1.10 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย

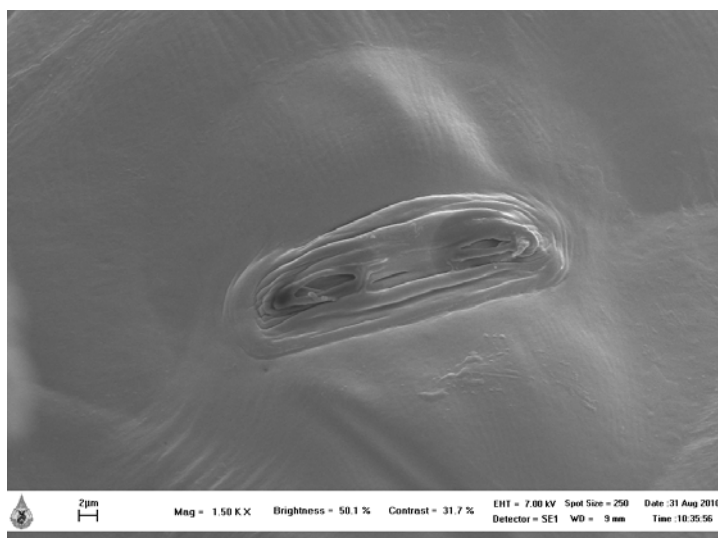
ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 20, 30 และ 40 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุมคือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0	0	33 ^b	100	100	100
0% Commercial wax	0	0	0	33 ^{b±0.5}	100	100	100
20% Commercial wax	0	0	0	100 ^a	100	100	100
30% Commercial wax	0	0	0	100 ^a	100	100	100
40% Commercial wax	0	0	0	100 ^a	100	100	100

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า พบว่า ทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา มีลักษณะอาการเน่าเสียบริเวณขั้วผล โดยเฉพาะผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 20 30 และ 40 พบร้อยละการเน่าเสียสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 100, 100 และ 100 ตามลำดับ รองลงมา คือ ชุดควบคุมและผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 0 พบร้อยละการเน่าเสียต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่า 33 หลังจากนั้นในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ทุกชุดการทดลองมีค่าร้อยละการเน่าเสียเท่ากับ 100 และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.2)

4.2.2 ผลของสารเคลือบผิวไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

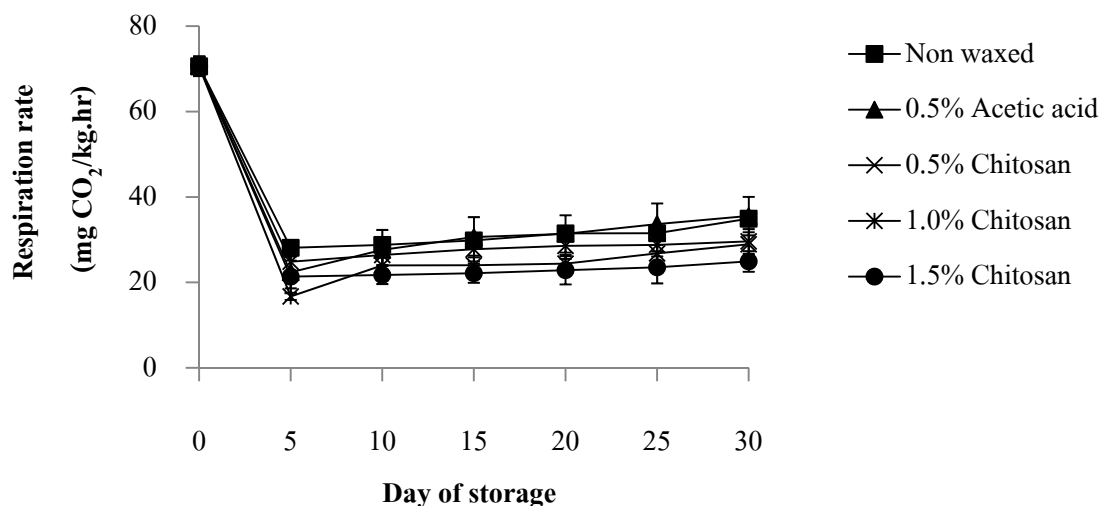
4.2.2.1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด



ภาพที่ 4.20 ลักษณะการปิดทับของสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 บนปากใบบริเวณกลีบผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงถึงความสามารถของสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ในการปกคลุม และปิดทับบริเวณปากใบของผลแก้วมังกร (ภาพที่ 4.20)

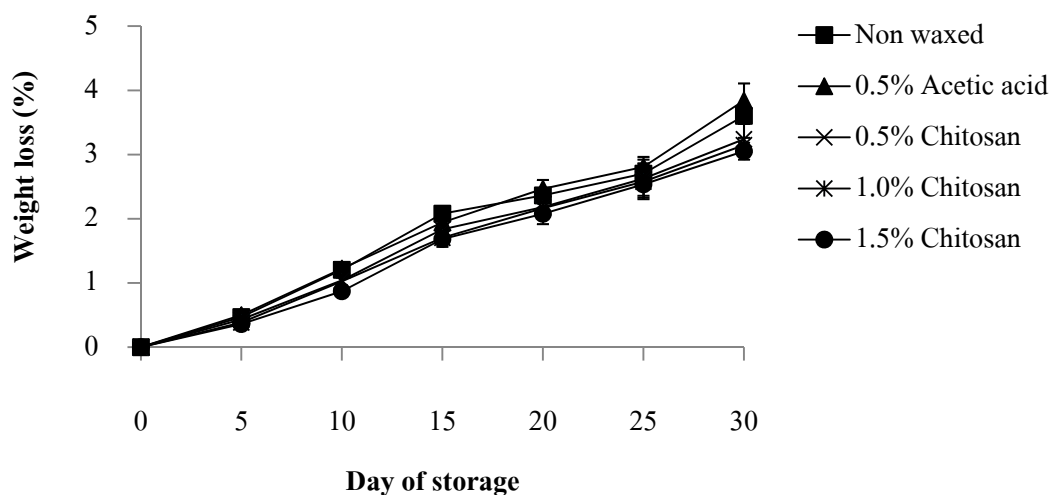
4.2.2.2 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ



ภาพที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุมคือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีอัตราการหายใจเริ่มต้นที่ 70.62 mgCO₂/kg.hr หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมและผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 มีค่าอัตราการหายใจสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 34.91 และ 35.55 mgCO₂/kg.hr ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1.0 มีอัตราการหายใจเท่ากับ 29.60 และ 28.93 mgCO₂/kg.hr ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลออัตราการหายใจได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 24.92 mgCO₂/kg.hr ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.21)

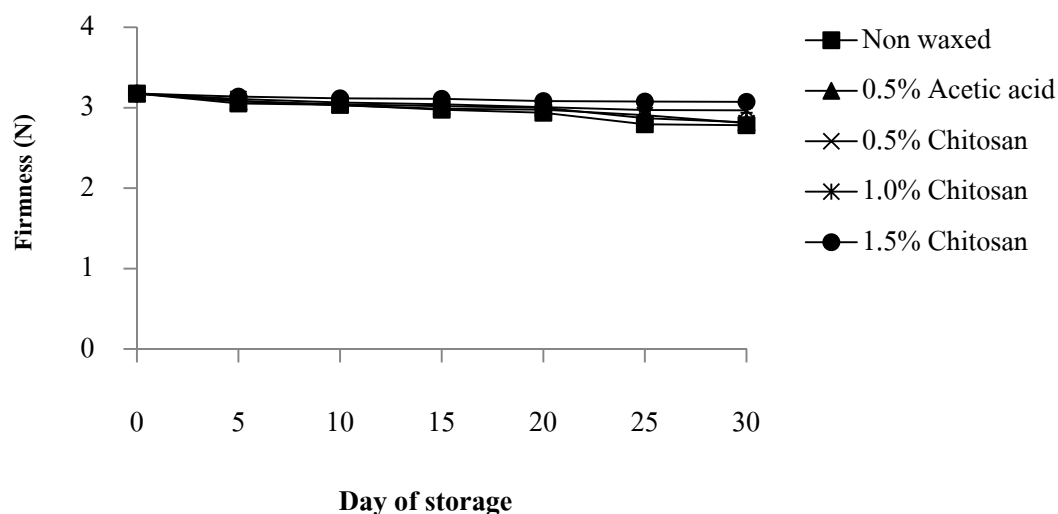
4.2.2.3 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก



ภาพที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่า ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยชุดควบคุม และผลที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 3.70 และ 3.74 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.24 และ 3.15 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 3.05 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.22)

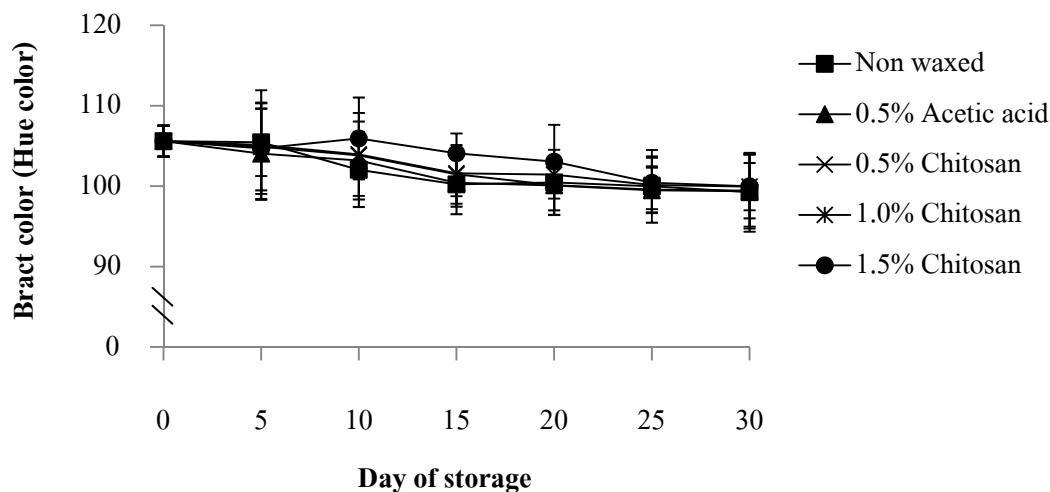
4.2.2.4 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ



ภาพที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุมคือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานพบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นเท่ากับ 3.18 นิวตัน หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยค่าความแน่นเนื้อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 2.78 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.23)

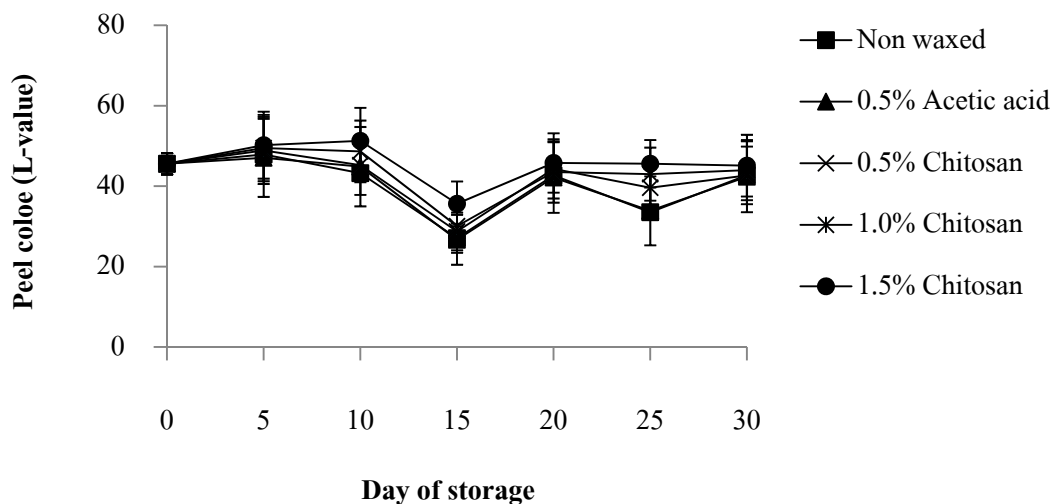
4.2.2.5 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบผล



ภาพที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุมคือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงสีกลีบของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน แสดงโดยค่า hue angle พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษากลิบของผลแก้วมังกรมีค่า hue angle เริ่มต้นที่ 105.61 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 10 ถึง 20 ของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และชุดควบคุม มีค่า hue angle ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 100.09, 100.12, 101.44 และ 100.47 ตามลำดับในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่า hue angle เท่ากับ 103.05 ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ส่วนในวันที่ 25 ถึง 30 ของการเก็บรักษา พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยมีค่า hue angle ต่ำสุดเท่ากับ 99.25 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.24)

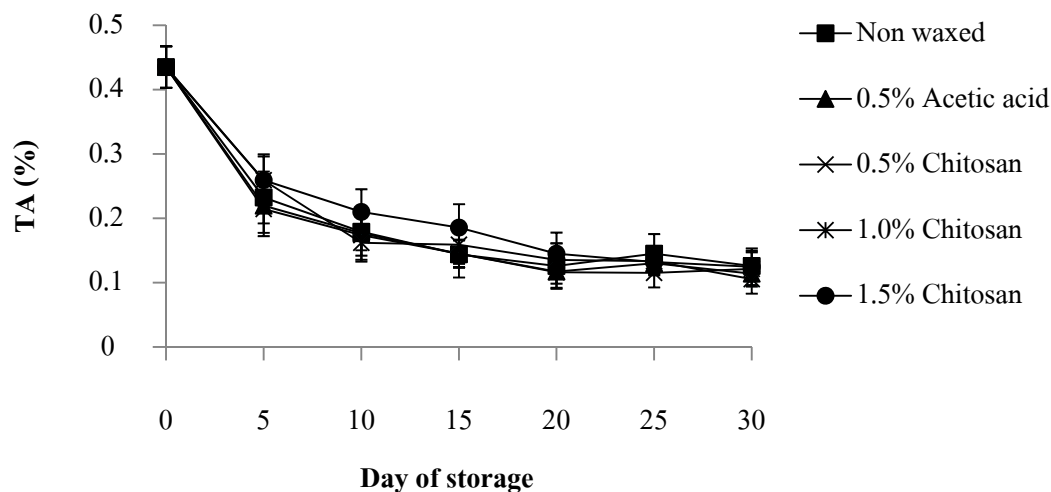
4.2.2.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกผล



ภาพที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน แสดงโดยค่าความสว่าง (lightness) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาเปลือกผลแก้วมังกรมีค่าความสว่างเริ่มต้นที่ 45.58 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยชุดควบคุม ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 มีค่าความสว่างต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 42.76, 42.72 และ 42.78 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ 44.01 และ 45.11 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.25)

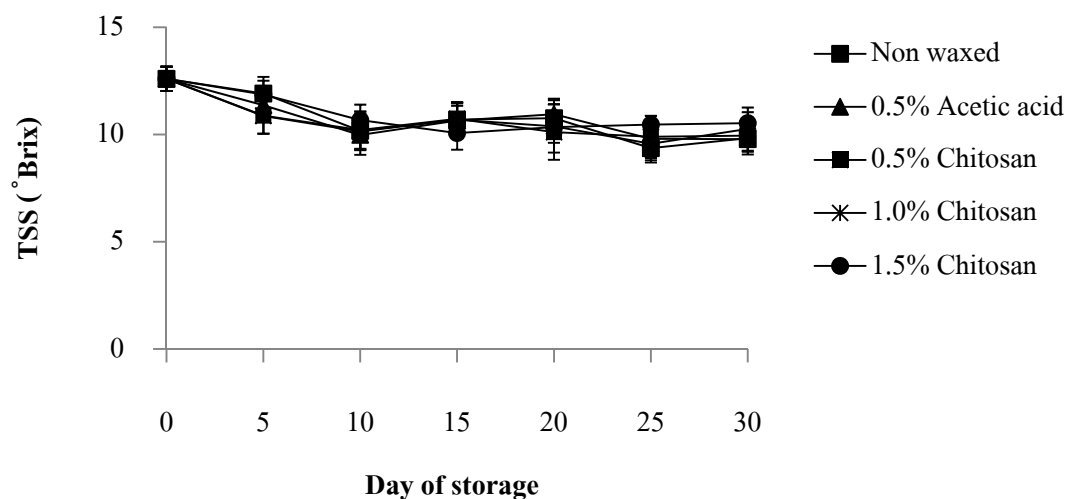
4.2.2.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้



ภาพที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ มีค่าเริ่มต้นที่ร้อยละ 0.44 หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีแนวโน้มลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าต่ำสุดที่ร้อยละ 0.11 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.26)

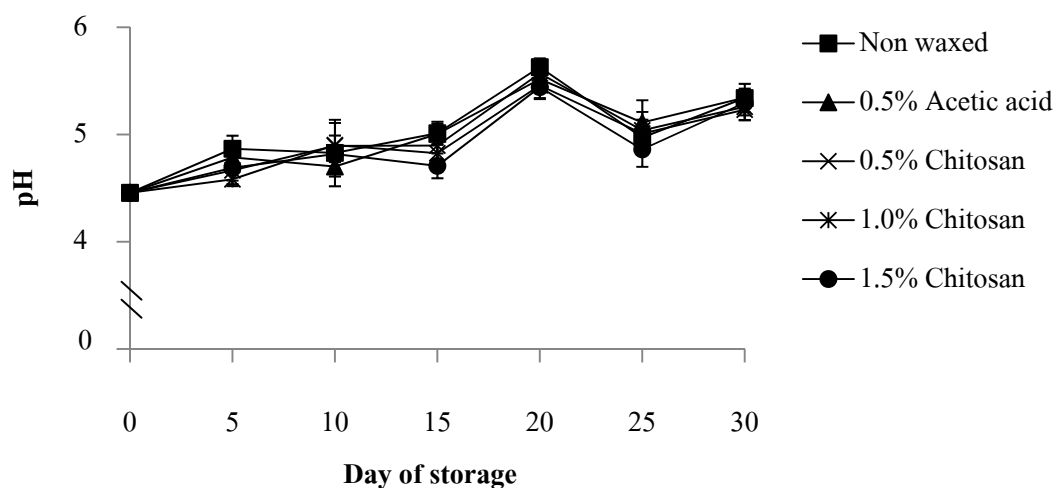
4.2.2.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้



ภาพที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ ไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 12.60 องศาบริกซ์ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยพบปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 9.78 องศาบริกซ์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.27)

4.2.2.9 การเปลี่ยนแปลง pH



ภาพที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ 4.46 หลังจากนั้นค่า pH เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่า pH ต่ำสุดเท่ากับ 5.23 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัย (P > 0.05) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.28)

4.2.2.10 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย

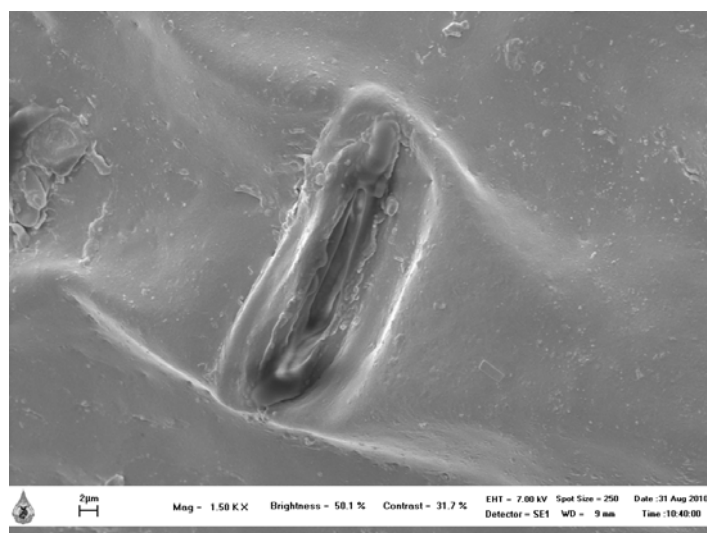
ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วย acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0	0	33 ^a ±0.5	100 ^a	100	100
0.5% Acetic acid	0	0	0	33 ^a ±0.5	100 ^a	100	100
0.5% Chitosan	0	0	0	33 ^a ±0.5	92 ^a ±0.3	100	100
1.0% Chitosan	0	0	0	25 ^b ±0.5	83 ^a ±0.4	92±0.3	100
1.5% Chitosan	0	0	0	8 ^c ±0.3	42 ^b ±0.5	92±0.3	100

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่าทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสีย ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา มีลักษณะการเน่าเสียบริเวณหัวผล โดยทุกชุดควบคุม ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วย Acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1.0 มีค่าร้อยละการเน่าเสียสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าระหว่าง 25 ถึง 33 ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีค่าร้อยละการเน่าเสียต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 8 ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ยังคงชะลอการเน่าเสียได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) พบร้อยละการเน่าเสียเพียง 42 หลังจากนั้นในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา ทุกชุดการทดลองมีค่าร้อยละการเน่าเสียระหว่าง 92 ถึง 100 ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.3)

4.2.3 ผลของสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในระหว่างการเก็บรักษา

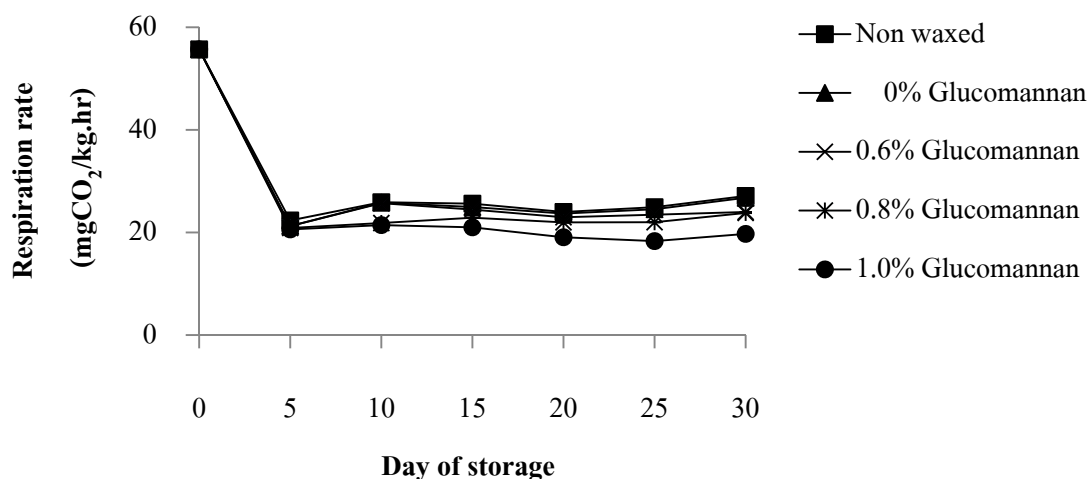
4.2.3.1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด



ภาพที่ 4.29 ลักษณะการปิดทับของสารเคลือบผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 บนปากใบบริเวณ
กลีบผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงถึงความสามารถของสารเคลือบ
ผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ในการปกคลุม และปิดทับบริเวณปากใบของผลแก้วมังกร
(ภาพที่ 4.29)

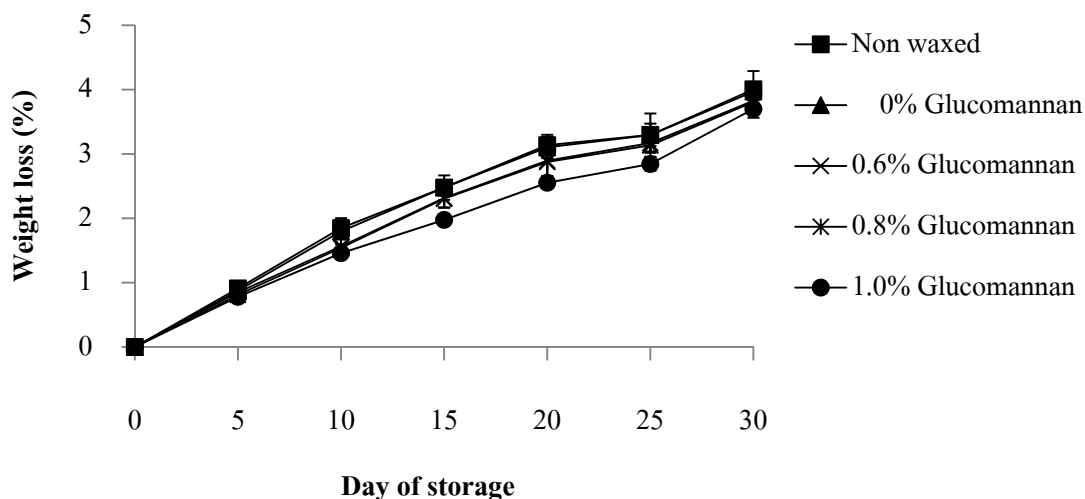
4.2.3.2 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ



ภาพที่ 4.30 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีอัตราการหายใจเริ่มต้นที่ 55.72 mgCO₂/kg.hr หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มอัตราการหายใจลดต่ำลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0 มีอัตราการหายใจสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 27.10 และ 26.76 mgCO₂/kg.hr ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.6 และ 0.8 มีอัตราการหายใจเท่ากับ 23.98 และ 23.82 mgCO₂/kg.hr ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถชะลออัตราการหายใจได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 19.71 mgCO₂/kg.hr ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.30)

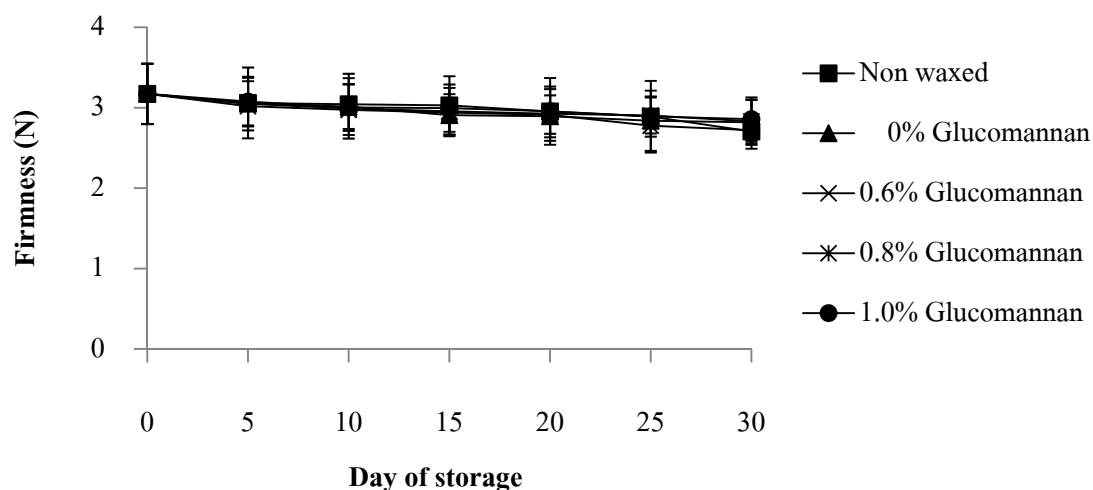
4.2.3.3 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก



ภาพที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่า ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยชุดควบคุม และผลที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.01 และ 3.97 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.6 และ 0.8 โดยมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.83 และ 3.81 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 3.70 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.31)

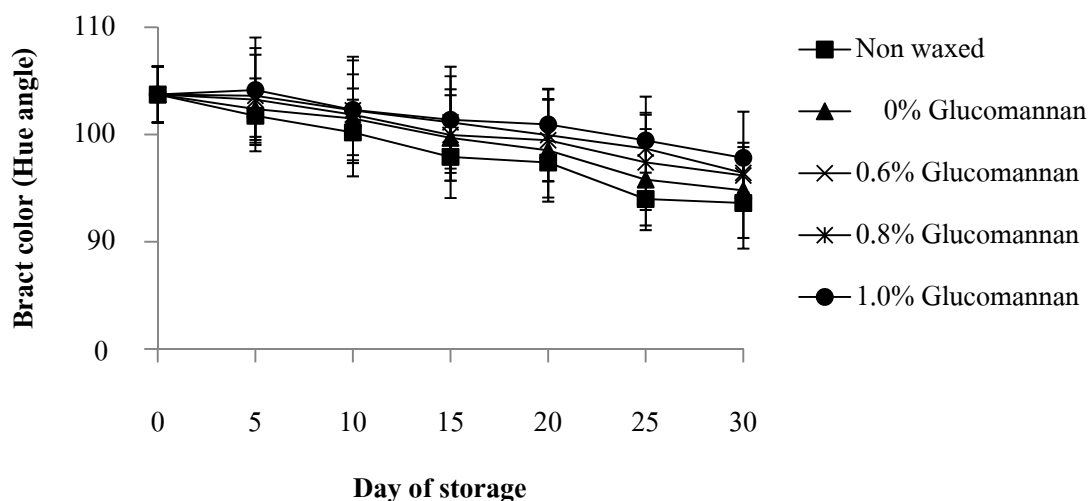
4.2.3.4 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ



ภาพที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นที่ 3.17 นิวตัน หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุดเท่ากับ 2.71 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.32)

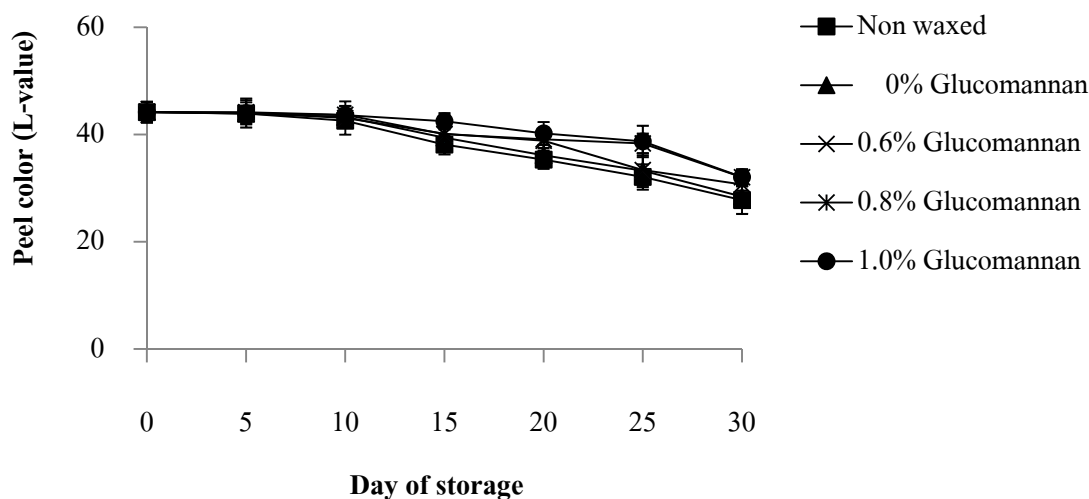
4.2.3.5 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบผล



ภาพที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงสีกลีบของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยแป้งบุก แสดงโดยค่า hue angle พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่า hue angle เริ่มต้นที่ 103.74 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0 มีค่าความสว่างต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 94.80 และ 93.62 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.6, 0.8 และ 1.0 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบผลได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 96.18, 96.43 และ 97.83 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.33)

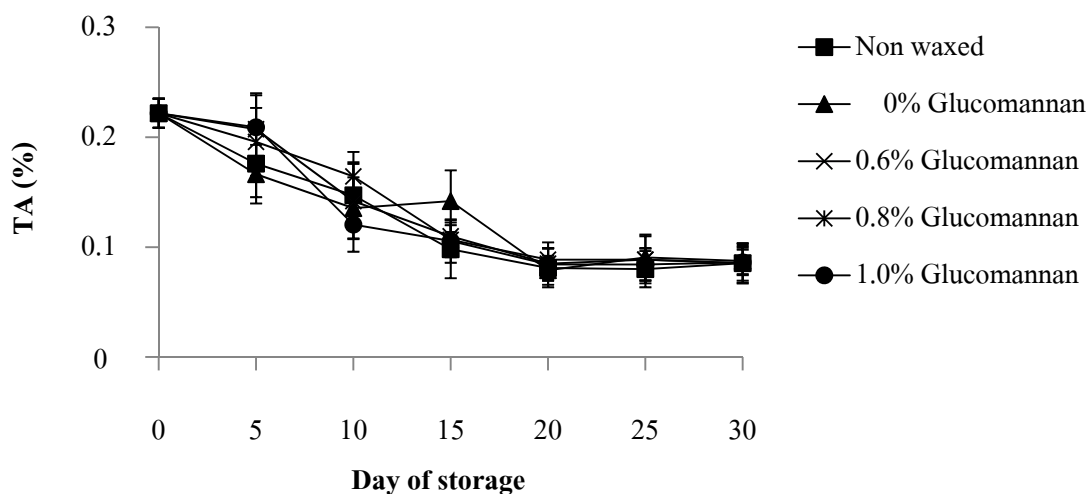
4.2.3.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกผล



ภาพที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก แสดงโดยค่าความสว่าง (lightness) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าความสว่างเริ่มต้นที่ 44.20 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.6 มีค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกรต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 27.78 และ 28.43 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.6 มีค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกร เท่ากับ 30.69 และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.8 และ 1.0 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าความสว่างสูงสุด เท่ากับ 32.03 และ 32.08 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.34)

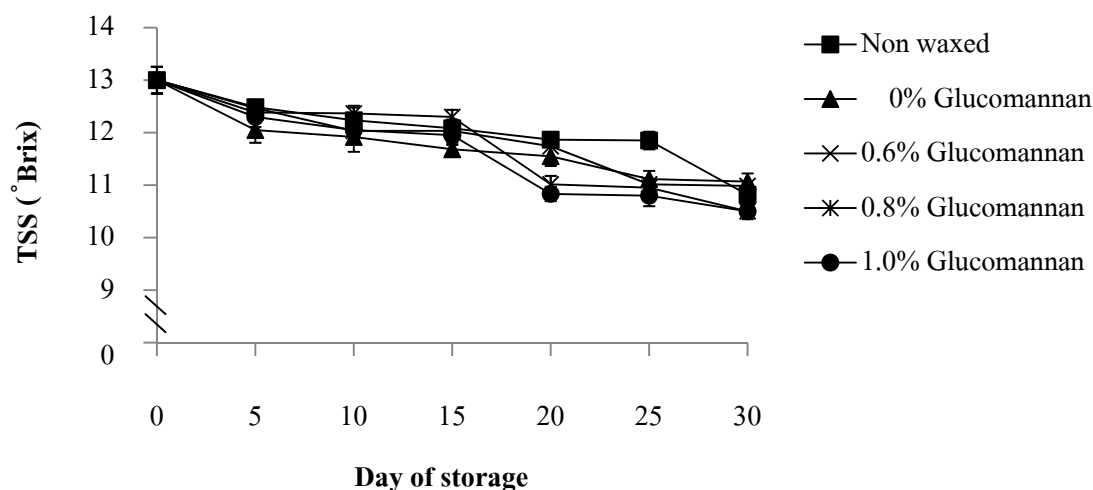
4.2.3.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้



ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (Titratable acidity) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดย ชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ เท่ากับร้อยละ 0.22 และมีแนวโน้มลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว จนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นแนวโน้มคงที่ โดยมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ต่ำสุดที่ร้อยละ 0.09 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.35)

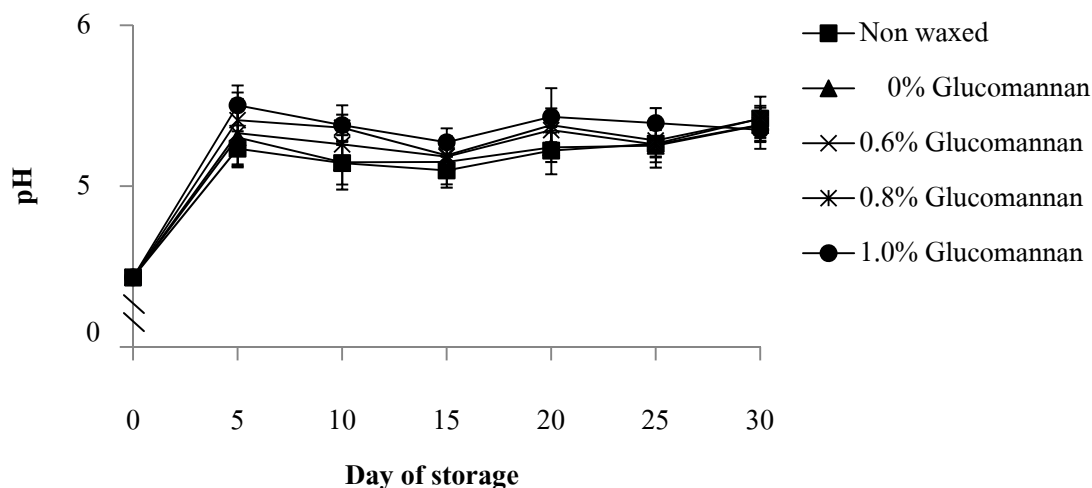
4.2.3.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้



ภาพที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดย ชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 13 องศาบริกซ์ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยพบปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.05 องศาบริกซ์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.36)

4.2.3.9 การเปลี่ยนแปลง pH



ภาพที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ 4.43 และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นค่า pH ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มคงที่ โดยมีค่า pH ต่ำสุดเท่ากับ 5.35 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.37)

4.2.3.10 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสีย

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละต่าง ๆ ได้แก่ 0, 0.6, 0.8 และ 1.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 โดยชุดควบคุม คือ ผลแก้วมังกรที่ไม่ได้เคลือบผิว (Non waxed)

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0	0	33±0.5	100	100	100
0% Glucomannan	0	0	0	33±0.5	100	100	100
0.6% Glucomannan	0	0	0	33±0.5	100	100	100
0.8% Glucomannan	0	0	0	30±0.5	93±0.4	100	100
1.0% Glucomannan	0	0	0	30±0.5	88±0.5	100	100

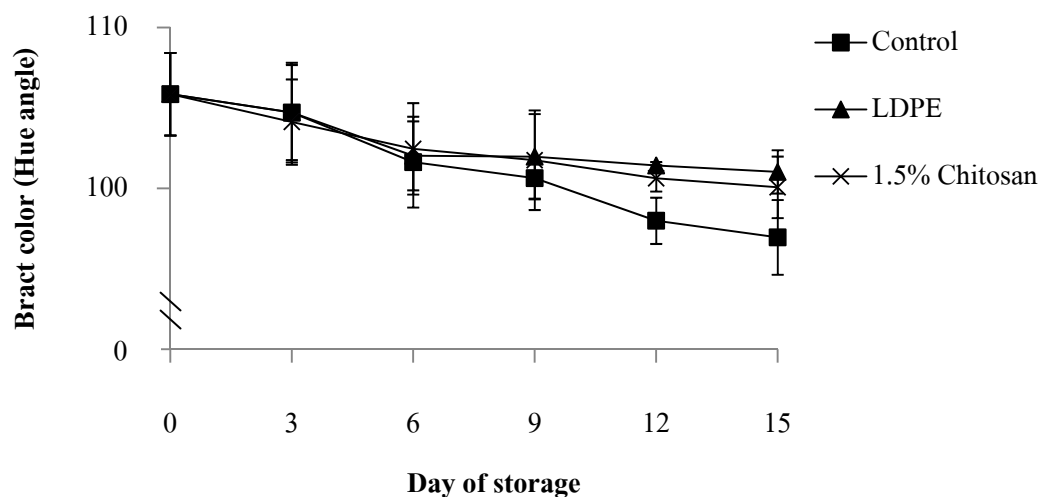
การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียผลแก้วมังกร ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก พบว่าทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสีย ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา มีลักษณะการเน่าเสียบริเวณขั้วผล โดยทุกชุดการทดลองมีร้อยละการเน่าเสีย ระหว่าง 30 ถึง 33 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา มีค่าระหว่าง 88 ถึง 100 จนวันที่ 25 ของการเก็บรักษา ทุกชุดการทดลองมีร้อยละการเน่าเสีย เท่ากับ 100 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองตลอดอายุการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.4)

4.3 เปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวโคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคใน ระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

การศึกษาเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวโคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) และการยอมรับของผู้บริโภคในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 เป็นระยะเวลา 15 วัน ดังนี้ (ภาพที่ 4.38 ถึง 4.57)



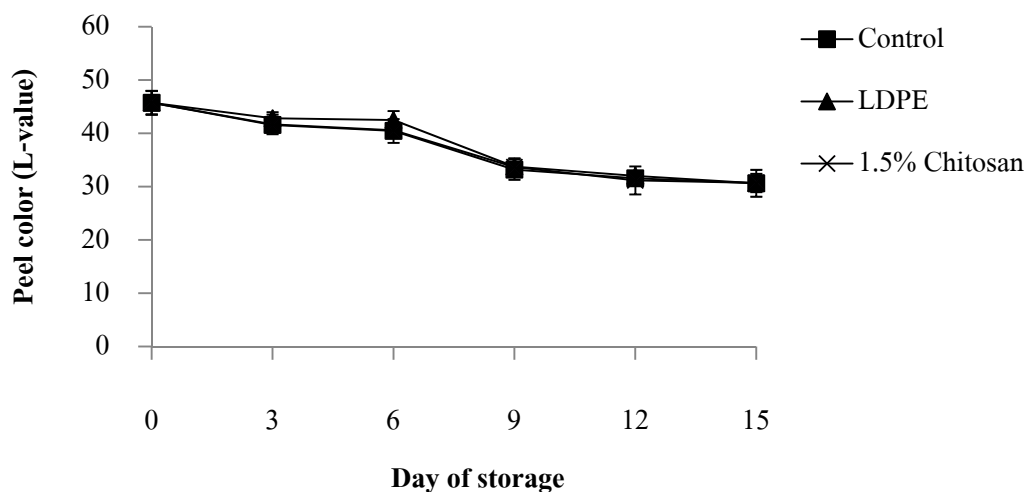
4.3.1 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบผล



ภาพที่ 4.38 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลิบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

การเปลี่ยนแปลงสีกลีบของผลแก้วมังกร ที่เก็บรักษาโดยใช้วิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 แสดงโดยค่า hue angle พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษากลีบผลแก้วมังกรมีค่า hue angle เริ่มต้นที่ 105.86 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม มีค่า hue angle ต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่า hue angle เท่ากับ 96.96 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีค่า hue angle เท่ากับ 100.07 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบของผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่า hue angle เท่ากับ 101.03 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.38)

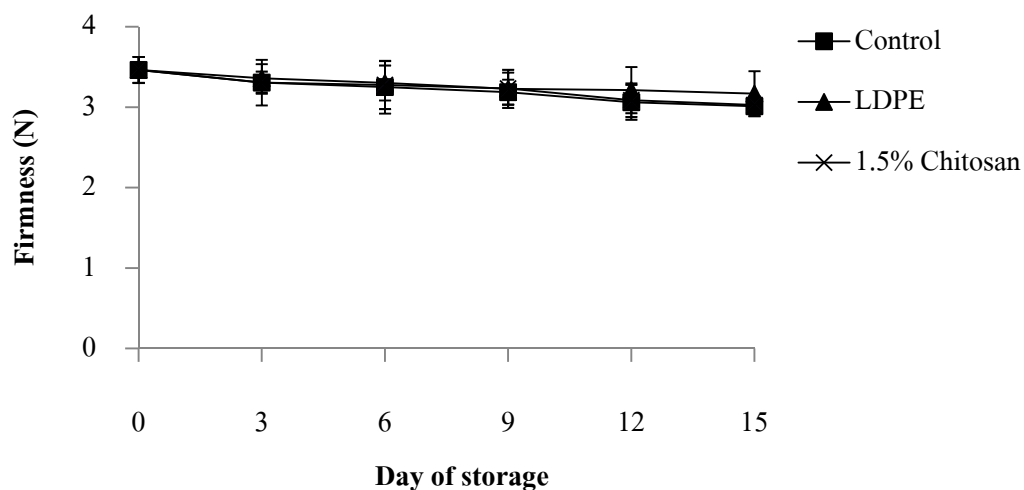
4.3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกผล



ภาพที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วย ไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลแก้วมังกร ที่เก็บรักษาโดยใช้วิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 แสดงโดยค่าความสว่าง (lightness) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าความสว่างเริ่มต้นที่ 45.75 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกรลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าความสว่างต่ำสุดเท่ากับ 30.63 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.39)

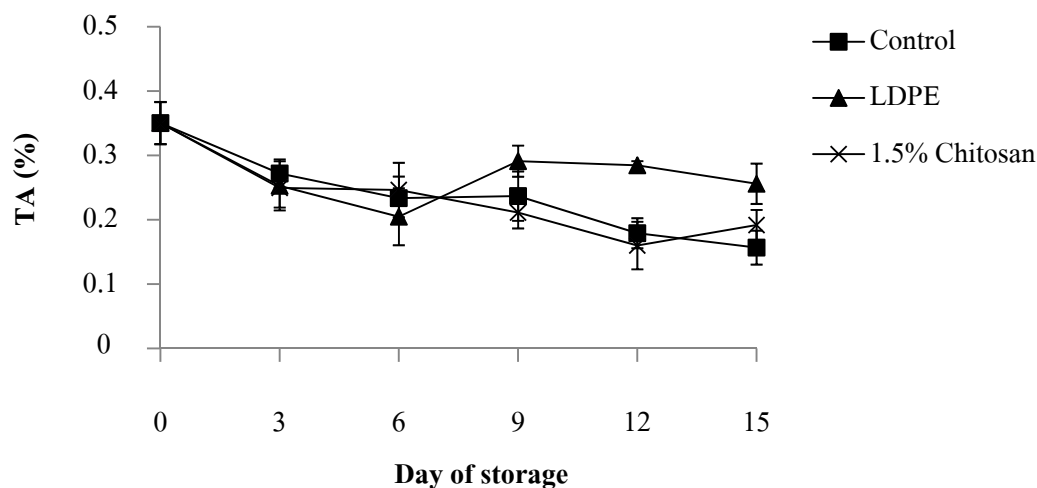
4.3.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ



ภาพที่ 4.40 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาโดยใช้วิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นที่ 3.46 นิวตัน หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุดเท่ากับ 3.01 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.40)

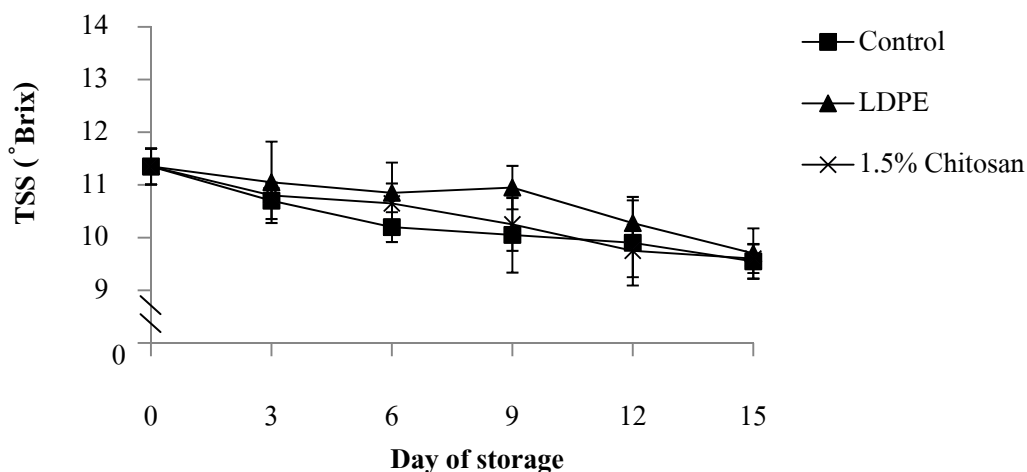
4.3.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้



ภาพที่ 4.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (Titratable acidity) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลแก้วมังกร ที่เก็บรักษาโดยใช้วิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เริ่มต้นที่ร้อยละ 0.35 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีปริมาณกรดที่ไทเตรทต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เท่ากับร้อยละ 0.16 และ 0.19 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เท่ากับร้อยละ 0.26 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.41)

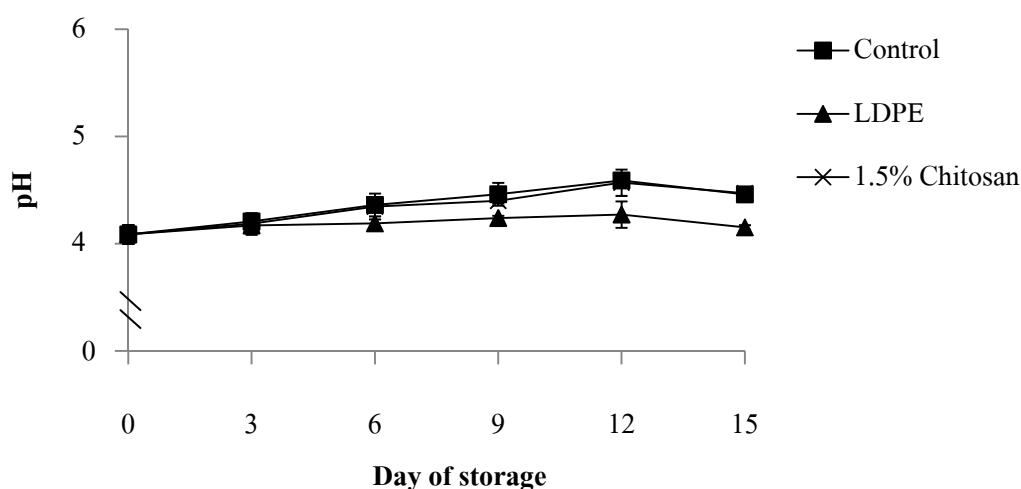
4.3.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้



ภาพที่ 4.42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร ที่เก็บรักษาโดยใช้วิธีบรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นที่ 11.35 องศาบริกซ์ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 9.55 องศาบริกซ์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.42)

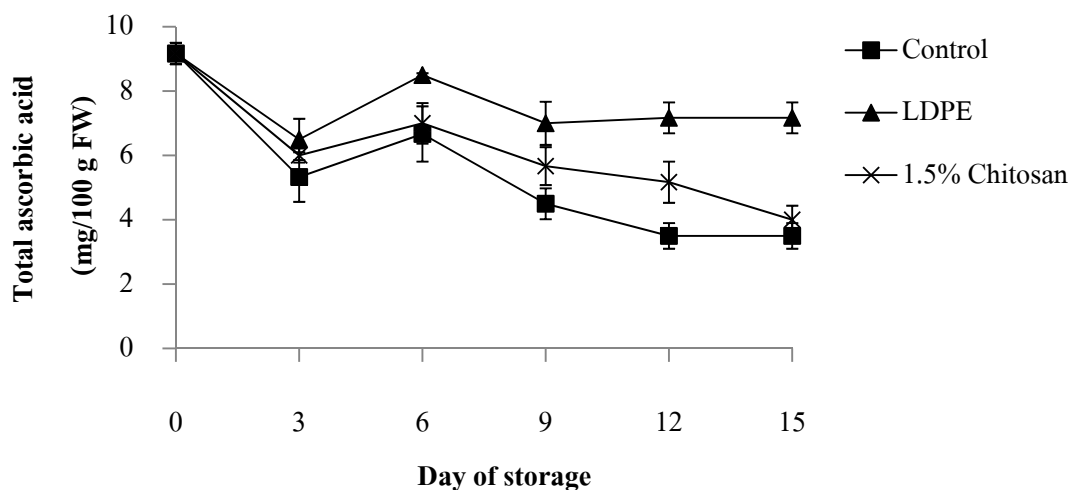
4.3.6 การเปลี่ยนแปลง pH



ภาพที่ 4.43 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลแก้วมังกร ที่เก็บรักษาโดยใช้วิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาผลแก้วมังกร มีค่า pH เริ่มต้นที่ 4.9 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีค่า pH สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่า pH เท่ากับ 4.40 และ 4.46 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า pH ได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่า pH ต่ำสุดเท่ากับ 4.15 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.43)

4.3.7 การเปลี่ยนแปลงวิตามินซี (Ascorbic acid)



ภาพที่ 4.44 การเปลี่ยนแปลงวิตามินซี (Ascorbic acid) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และ เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

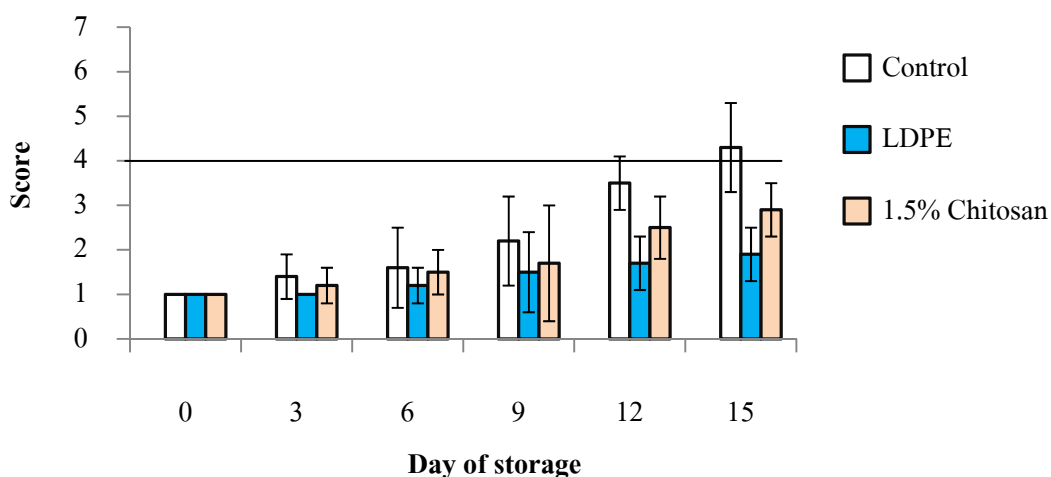
การเปลี่ยนแปลงวิตามินซี (Ascorbic acid) ของผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาโดยใช้วิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาทุกชุดการทดลองมีค่าปริมาณวิตามินซี เริ่มต้นที่ 9.17 mg/100 g FW หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มปริมาณวิตามินซีลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีค่าปริมาณวิตามินซีต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีค่าปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 3.50 และ 4.00 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และผลแก้วมังกรชุดที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงวิตามินซีได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 7.17 mg/100 g FW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.44)

4.3.8 การประเมินคะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

การประเมินระดับคะแนนของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสของผลแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ให้คะแนน 1 ถึง 7 โดยคะแนน 1 คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ 7 คือ มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลง 4 เป็นคะแนนสูงสุดที่ยอมรับได้)

4.3.8.1 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบ

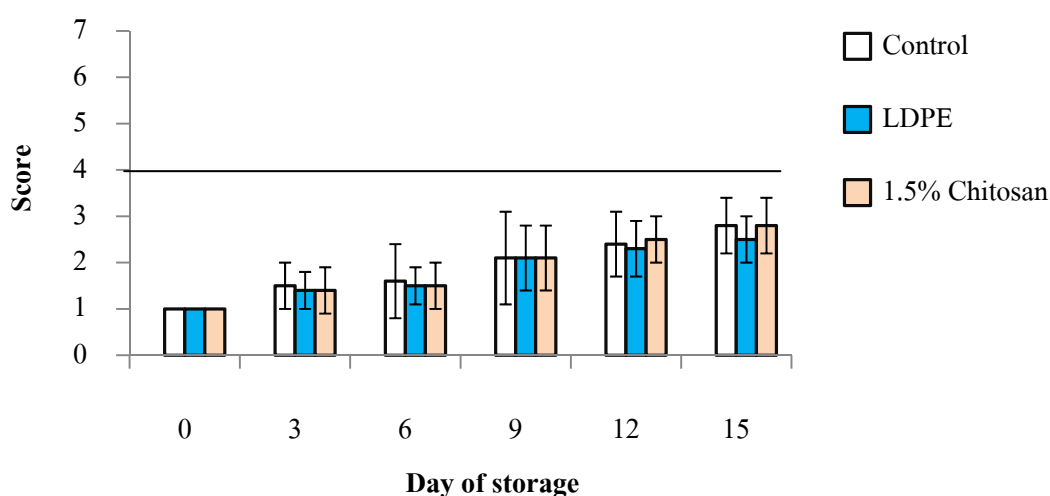
ภาพที่ 4.45 แสดงคะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบของผลแก้วมังกรซึ่งมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา พบว่า ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีคะแนนสูงสุด เท่ากับ 4.3 รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีคะแนนเท่ากับ 2.9 และผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในถุงชนิด LDPE มีคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 1.9 สอดคล้องกับค่า hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร โดยชุดควบคุมมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 96.96 รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เท่ากับ 100.07 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีค่าสูงสุด เท่ากับ 101.03 (ภาพที่ 4.38) เมื่อพิจารณาคะแนนสูงสุดที่ยอมรับได้ คือ 4 ชุดควบคุม มีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.45 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.8.2 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีเปลือก

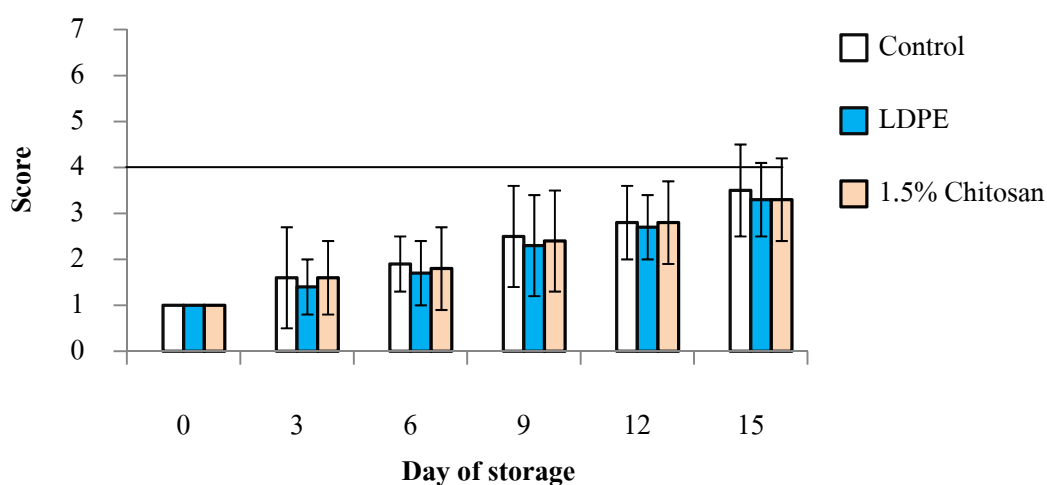
ภาพที่ 4.46 แสดงคะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีเปลือกของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 2.5 ถึง 2.8 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (lightness) ของสีเปลือกผลแก้วมังกร ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน (ภาพที่ 4.39)



ภาพที่ 4.46 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.8.3 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

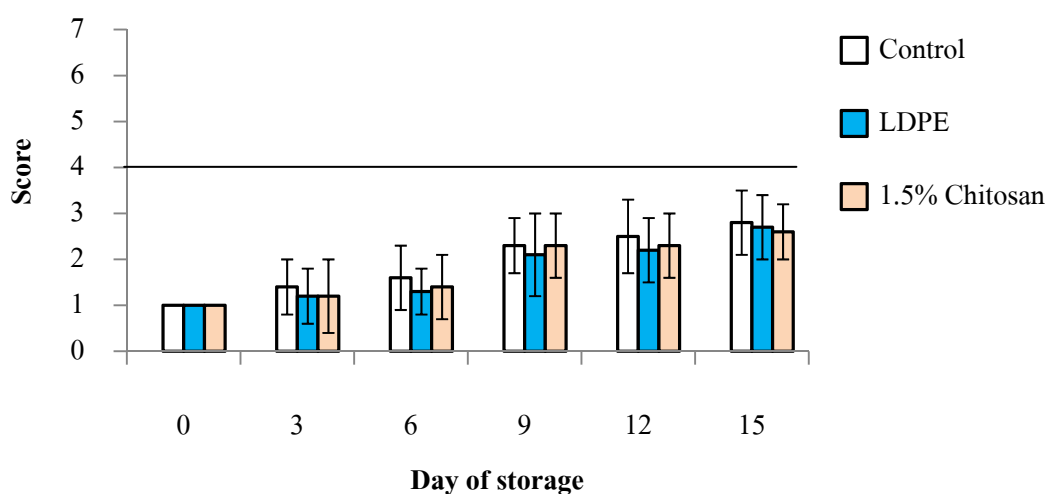
ภาพที่ 4.47 แสดงคะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 3.3 ถึง 3.5 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน (ภาพที่ 4.40)



ภาพที่ 4.47 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.8.4 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความเปรี้ยว

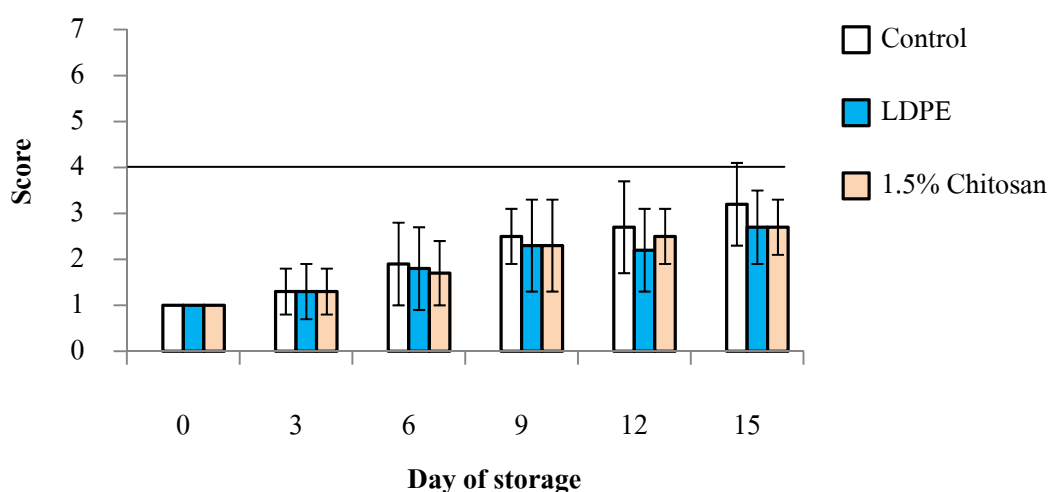
ภาพที่ 4.48 แสดงคะแนนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความเปรี้ยวของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 2.6 ถึง 2.8 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณกรดที่ไดเตรทได้ของผลแก้วมังกร ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน (ภาพที่ 4.41)



ภาพที่ 4.48 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความเปรี้ยวของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.8.5 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความหวาน

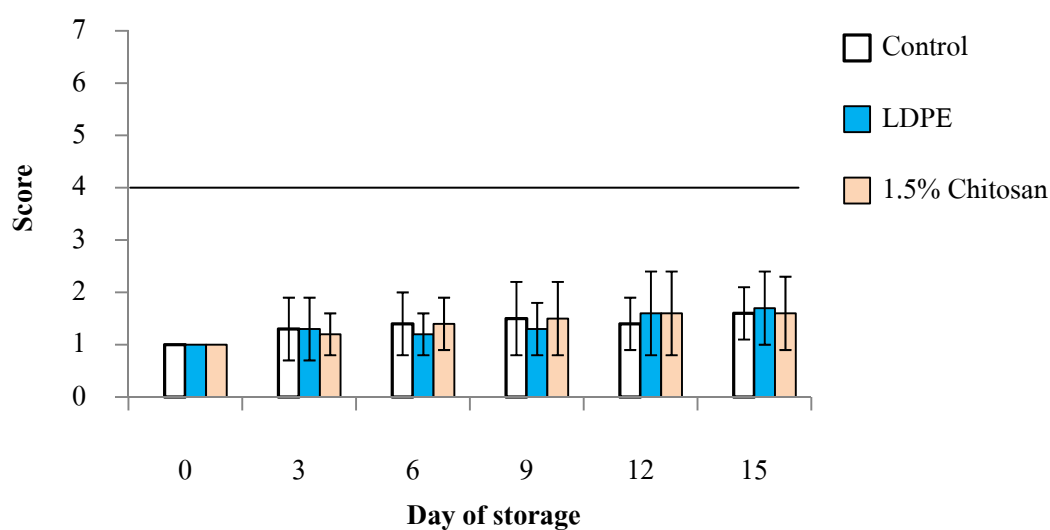
ภาพที่ 4.49 แสดงคะแนนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความหวานของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 2.7 ถึง 3.2 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน (ภาพที่ 4.42)



ภาพที่ 4.49 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความหวานของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.8.6 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกลิ่นผิดปกติ

ภาพที่ 4.50 แสดงคะแนนความการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกลิ่นผิดปกติของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 1.6 ถึง 1.7 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา



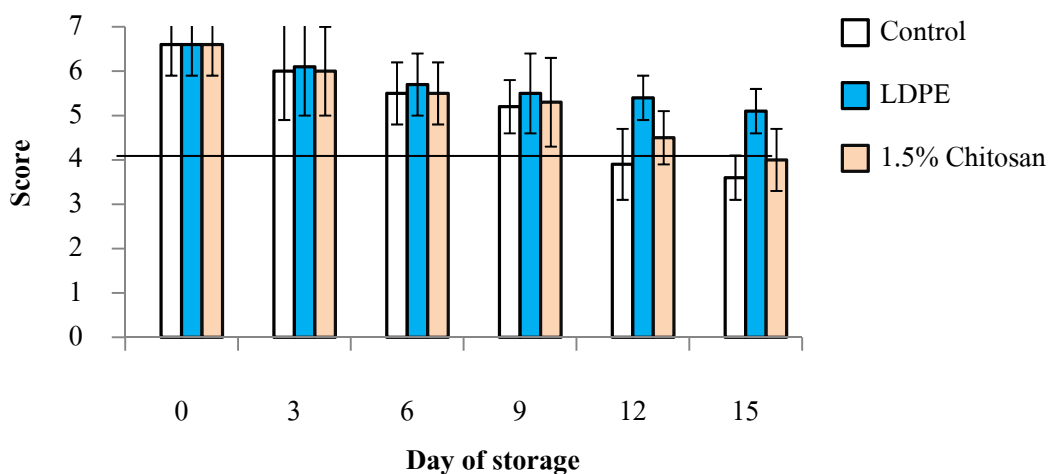
ภาพที่ 4.50 คะแนนระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกลิ่นผิดปกติของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9 คะแนนความชอบของผู้บริโภค

การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา ให้คะแนน 7 ถึง 1 โดยคะแนน 7 คือ ชอบมาก และ 1 คือ ไม่ชอบมาก (คะแนนความชอบ 4 เป็นค่าคะแนนต่ำสุดที่ยอมรับได้) ดังภาพที่ 4.51 ถึง 4.57 ตามลำดับ ดังนี้

4.3.9.1 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีกลีบผล

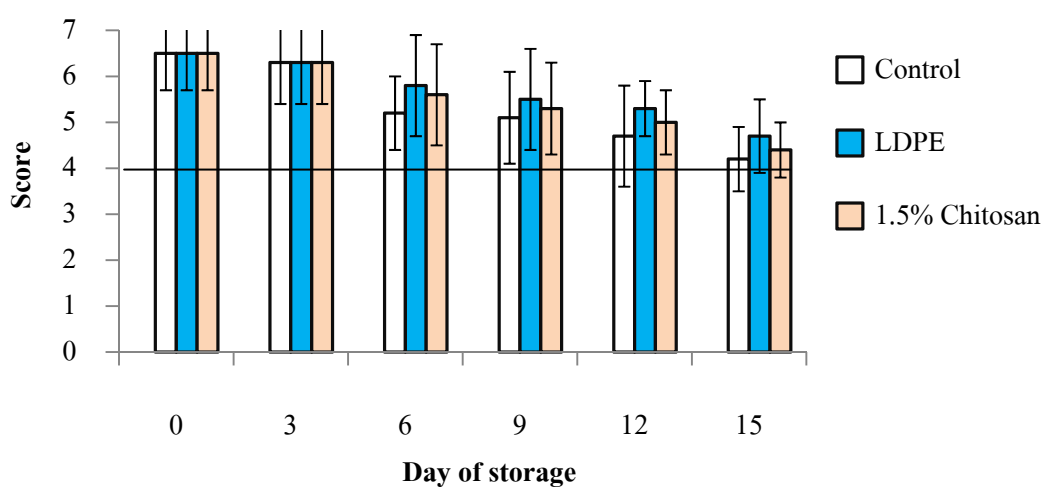
ภาพที่ 4.51 แสดงคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา พบว่า ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 3.6 อยู่ในเกณฑ์ ไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีคะแนนเท่ากับ 4 อยู่ในเกณฑ์ เฉย ๆ และผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในถุงชนิด LDPE มีคะแนนความชอบสูงสุด เท่ากับ 5.1 อยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาคะแนนต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ 4 ชุดควบคุมมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15



ภาพที่ 4.51 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9.2 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีเปลือกผล

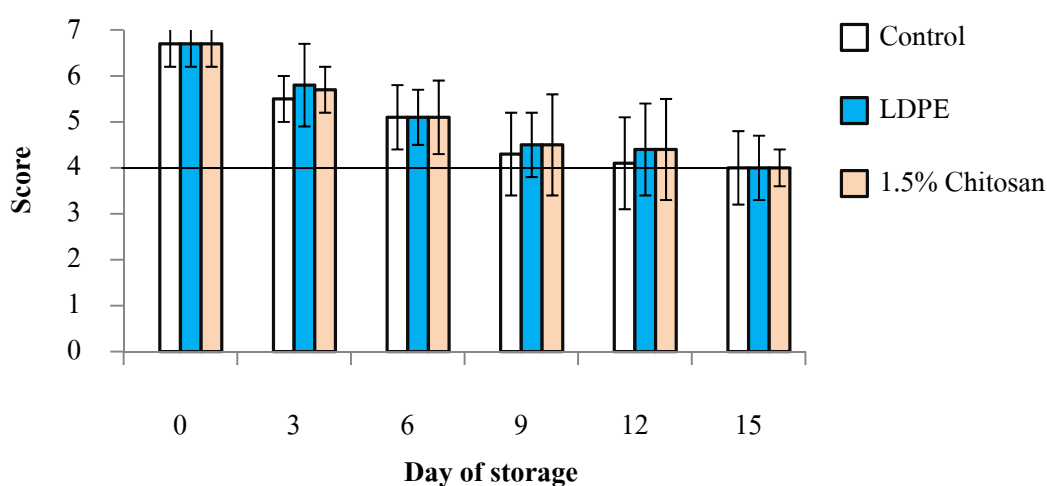
ภาพที่ 4.52 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีเปลือกของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 4.2 ถึง 4.7 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ เลข ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ถือว่าผู้บริโภคสามารถยอมรับได้



ภาพที่ 4.52 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9.3 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

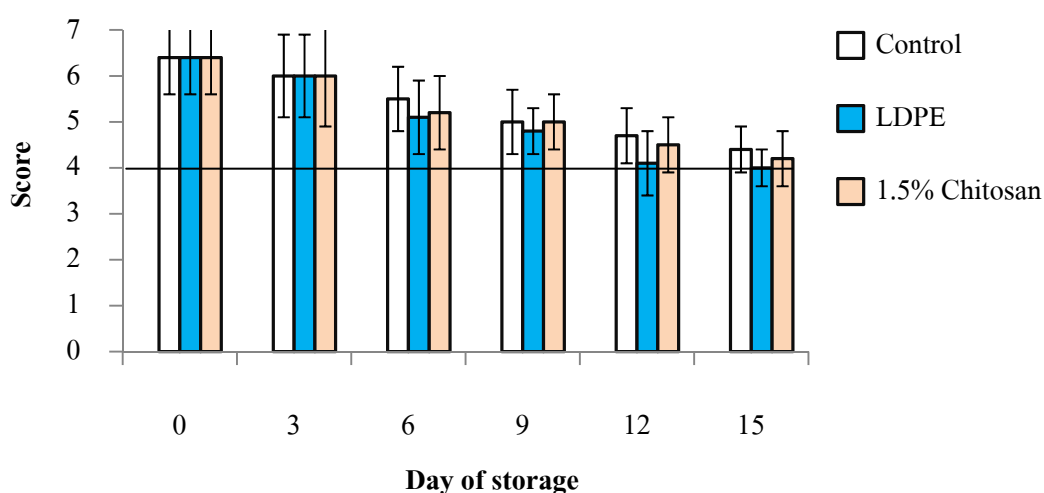
ภาพที่ 4.53 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนเท่ากับ 4 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ เลข ๆ ถือว่าผู้บริโภคสามารถยอมรับได้



ภาพที่ 4.53 คะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วย ไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9.4 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความเปรี้ยว

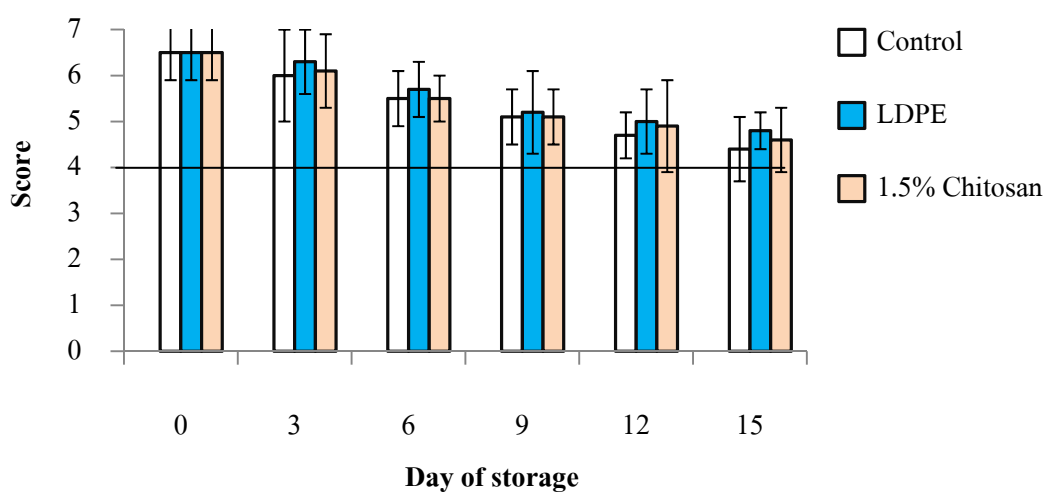
ภาพที่ 4.54 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความเปรี้ยวของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 4 ถึง 4.4 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์เฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ถือว่าผู้บริโภคสามารถยอมรับได้



ภาพที่ 4.54 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความเปรี้ยวของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9.5 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความหวาน

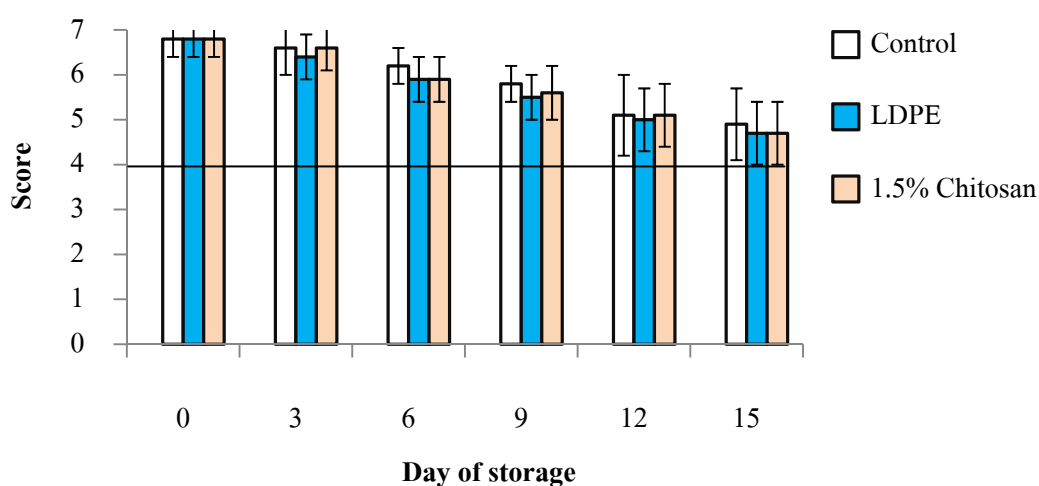
ภาพที่ 4.55 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความหวานของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 4.4 ถึง 4.6 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ เลข ๔ ถึงชอบเล็กน้อย ถือว่าผู้บริโภคสามารถยอมรับได้



ภาพที่ 4.55 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความหวานของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วย ไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9.6 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านกลิ่นผิดปกติ

ภาพที่ 4.56 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นผิดปกติของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยมีคะแนนระหว่าง 4.7 ถึง 4.9 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ เลข ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ถือว่าผู้บริโภคสามารถยอมรับได้

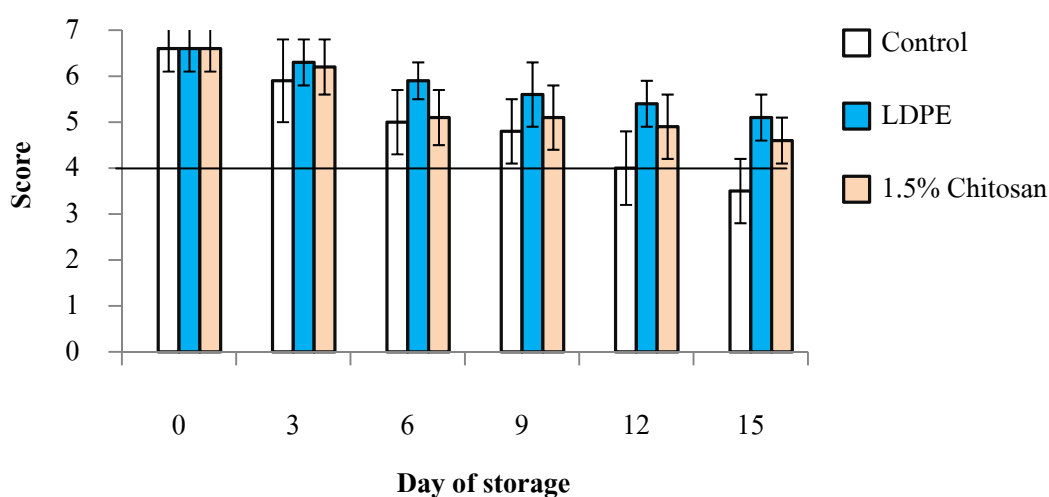


ภาพที่ 4.56 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านกลิ่นผิดปกติของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

4.3.9.7 คะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

ภาพที่ 4.57 แสดงคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของผลแก้วมังกร ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา พบว่า ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม มีคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 3.5 อยู่ในเกณฑ์ ไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีคะแนนเท่ากับ 4.6 อยู่ในเกณฑ์ เฉย ๆ และผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในถุงชนิด LDPE มีคะแนนสูงสุด เท่ากับ 5.1 อยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาคะแนนต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ 4 ชุดควบคุมมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.57 คะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านความชอบโดยรวมของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม บรรจุในถุงชนิด LDPE และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

อัตราการซึมผ่านของก๊าซในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต (Kader A. A., 2002) จากการทดลองพบว่า ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M2 และ PE-M4 เริ่มเข้าสู่ภาวะบรรยากาศดัดแปลงสมดุล ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากถุงพลาสติกชนิดดังกล่าว มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซ O_2 สูง (5,000 ถึง 15,000 $cm^3/m^2 \cdot day$) ส่งผลให้เกิดการสร้างสภาพบรรยากาศเข้าสู่ภาวะสมดุลได้อย่างรวดเร็ว (Blakistone B. A., 1998) แต่ในวันที่ 25 ถึง 30 ของการเก็บรักษา พบว่า ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 มีปริมาณก๊าซ O_2 ภายในภาชนะบรรจุเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 มีความบางกว่าถุงชนิด LDPE และ PP อาจทำให้เกิดการรั่วของถุงเพราะเกิดการทิ่มแทงจากกลีบของผลแก้วมังกรทำให้ปริมาณก๊าซ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า ไหลเข้าสู่ภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า ปริมาณก๊าซ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ที่วัดได้จึงมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนถุงชนิด PP มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซ O_2 ต่ำสุด (864 ถึง 946 $cm^3/m^2 \cdot day$) ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซ O_2 จากบรรยากาศภายนอกที่มีความเข้มข้นสูงเข้าสู่บรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นต่ำได้น้อย ส่งผลต่อปริมาณก๊าซ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ที่วัดได้มีค่าต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่วันที่ 5 จนถึง 30 ของการเก็บรักษาและถุงชนิด PP ยังมีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซ CO_2 ต่ำสุด (1,623 ถึง 1,642 $cm^3/m^2 \cdot day$) ทำให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 จากการหายใจของผลแก้วมังกรภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นสูงสู่บรรยากาศภายนอกที่มีความเข้มข้นต่ำได้น้อย ดังนั้นปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ที่วัดได้จึงมีค่าสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่วันที่ 5 จนถึง 30 ของการเก็บรักษา เช่นกัน อีกทั้งค่า B ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณได้จากค่า P_{CO_2}/P_{O_2} ของฟิล์มชนิด PP, LDPE, PE-M2 และ PE-M4 มีค่าเท่ากับ 1.56, 2.94, 2.91 และ 3.09 ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าถุงชนิด PP ไม่มีความเหมาะสม ต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ

ระหว่างผลผลิตผ่านฟิล์มสู่บรรยากาศภายนอก โดยค่า β ของฟิล์มที่เหมาะสมควรมีค่ามากกว่า 2 ขึ้นไป (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537) การเก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ได้รับการทดสอบแล้ว มักมีความปลอดภัยต่อผลผลิต และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ แต่สำหรับการเก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบของก๊าซต่าง ๆ ที่เหมาะสมนั้น อาจทำให้เกิดอาการผิดปกติกับผลผลิตได้ เช่น มีความแน่นเนื้อผลที่ลดต่ำลง เกิดอาการเนื้อใส ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น เกิดกลิ่นผิดปกติ และก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติภายนอกซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ถึงกระนั้นผลผลิตแต่ละชนิดยังคงมีความสามารถในการทนทานต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงได้แตกต่างกัน สาเหตุของความแตกต่างนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานว่า เนื่องมาจากความหนาแน่นของเนื้อผลผลิตและคุณสมบัติของผิวผลผลิตที่ยอมให้มีการถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2548)

ผลแก้วมังกรมีรูปแบบการหายใจแบบ non-climacteric หลังเก็บเกี่ยวจากต้นในวันแรกของการเก็บรักษาทุกชุดการทดลองมีอัตราการหายใจเริ่มต้นเท่ากับ $49.44 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ โดยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรชุดควบคุมมีอัตราการหายใจสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ มีอัตราการหายใจเท่ากับ $23.19 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M4, PE-M2 และ LDPE เท่ากับ 18.46, 18.17 และ $17.04 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ ตามลำดับ ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีอัตราการหายใจต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ มีอัตราการหายใจเท่ากับ $3.29 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ โดยผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีอัตราการหายใจลดต่ำลง เนื่องจากผลแก้วมังกรเกิดสภาพเครียด (stress) หลังจากถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำและอาหาร จากนั้นอัตราการหายใจของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก โดยชุดควบคุมมีอัตราการหายใจค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็น $27.16 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งสังเกตได้ว่าชุดควบคุมเริ่มเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพเร็วกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ โดยแสดงลักษณะการเสื่อมสภาพ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการหายใจ (ภาพที่ 4.3) และร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (ภาพที่ 4.4) มีค่าสูงสุด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงค่า hue angle กลีบของผลแก้วมังกรที่มีค่าต่ำสุด (ภาพที่ 4.6) โดยสีกลีบผลเปลี่ยนจากสีเขียวสดไปเป็นสีเหลือง ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีอัตราการหายใจค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็น $6.07 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งสังเกตได้ว่าอัตราการหายใจที่ต่ำเกินไปส่งผลต่อความแน่นเนื้อที่ลดต่ำสุด (ภาพที่ 4.5) เกิดการอ่อนนิ่มของเนื้อเชื้อเพิ่มขึ้น

โดยทั่วไปแล้วการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา (จริงแท้ ศิริพานิช, 2548) จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยชุดควบคุมมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักเกิดจากความต่างของความดันไอน้ำ ระหว่างผลผลิตกับบรรยากาศรอบ ๆ ส่งผลให้ผลผลิตเกิดการสูญเสียน้ำสู่บรรยากาศภายนอกขึ้น (Berg L. A. & Lentz C. P., 1978) โดยไอน้ำจากผลผลิตจะเคลื่อนที่จากเนื้อเยื่อภายในออกมายังสภาพบรรยากาศภายนอก จึงเห็นได้ว่าชุดควบคุมที่เก็บในสภาพปกติมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำได้มากกว่าผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับค่าอัตราการหายใจของผลแก้วมังกรชุดควบคุมที่มีอัตราการหายใจสูงสุด (ภาพที่ 4.3) จึงทำให้ชุดควบคุมเกิดการคายน้ำสู่บรรยากาศได้มากกว่า ผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บรักษา และเมื่อทำการเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียน้ำหนักผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ ถุงชนิด LDPE, PP, PE-M2 และ PE-M4 พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลองตลอดอายุการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลงโดยผลแก้วมังกรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ความแน่นเนื้อที่ลดลงนอกจากการทำงานของเอนไซม์แล้วยังสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของร้อยละการสูญเสียน้ำหนักด้วย การลดลงของความแน่นเนื้อเกิดจากการสูญเสียน้ำในเซลล์ โดยเซลล์จะสูญเสียความต่งไปทำให้ผลผลิตไม่ฉ่ำน้ำ และไม่กรอบอีกทั้งผลแก้วมังกรยังเป็นผลไม้กลุ่ม berry ที่มีผิวด้านนอกบอบบาง ดังนั้นเมื่อมีการสูญเสียน้ำมากขึ้นจะทำให้ผลผลิตมีการอ่อนนุ่มมากขึ้นด้วย ทำให้ค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรชุดควบคุมที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผลแก้วมังกรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ สอดคล้องกับผลของร้อยละการสูญเสียน้ำหนักที่ชุดควบคุมมีค่าสูงสุด (ภาพที่ 4.4) ทำให้เกิดความอ่อนนุ่มของเนื้อผลแก้วมังกร ยกเว้นผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในถุงชนิด PP ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อลดต่ำกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีปริมาณก๊าซ CO₂ สูงเกินไป (24.22-44.70%) ทำให้เกิดภาวะ CO₂ injury ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำภายในเซลล์มากขึ้น (James H., Jobling J. & Tanner D., 2008) อีกทั้งเนื้อผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP ยังแสดงอาการเนื้อใส ส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PP, PE-M2 และ PE-M4 อย่างมีนัยสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงค่าสีผลแก้วมังกรพิจารณาจาก 2 ส่วนคือ ค่าสีกลีบผล และค่าสีเปลือกผล เนื่องจากเป็นจุดสังเกตแรกสำหรับผู้บริโภคใช้ตัดสินใจในการเลือกซื้อผลแก้วมังกรโดยปกติผลแก้วมังกรหลังจากเก็บเกี่ยว สีกลีบผลยังคงมีสีเขียวสด แต่เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสีกลีบผลจะเปลี่ยนไปเป็นสีเขียวออกเหลืองแดงจนเหี่ยวแห้งไป (ศิริ เกณฑ์ขุนทด, 2542) จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิด PP และ LDPE ที่มีปริมาณปริมาณก๊าซ CO₂ สูง (ภาพที่ 4.1) และก๊าซ O₂ ต่ำ (ภาพที่ 4.2) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของกลีบผลที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE ที่มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลีบผลแก้วมังกรยังคงความเขียวได้ดีกว่าชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 ตลอดอายุการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากสีกลีบผลแก้วมังกรที่เห็นเป็นสีเหลืองนั้น คือ สีของ carotenoid ซึ่งมีอยู่ตลอดในช่วงการพัฒนา แต่ไม่สามารถมองเห็นได้เนื่องจากมี chlorophyll บดบังไว้แต่เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น chlorophyll มีการสลายตัวทำให้ปรากฏเป็นสีเหลืองชัดเจน อย่างไรก็ตามการสลายตัวจำเป็นต้องมีก๊าซ O₂ ร่วมด้วยและก๊าซ CO₂ ยังสามารถช่วยยับยั้งการสลายตัวของ chlorophyll ได้เนื่องจากก๊าซ CO₂ สามารถแย่งจับก๊าซ เอทีเอ็นซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการเปลี่ยนสีจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2551) ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 พบว่า ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา มีแนวโน้มค่าสี hue angle ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุที่บริเวณกลีบผลอย่างรุนแรง สอดคล้องกับค่าร้อยละการเน่าเสียที่มีค่าสูงสุด (ตารางที่ 4.1) ทำให้ค่าสีที่วัดได้มีแนวโน้มที่ลดลงต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยลักษณะกลีบผลมีลักษณะอาการและน้ำและมียสีที่เปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาลเข้ม จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีเปลือกผล จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง และการเก็บรักษาผลแก้วมังกรในบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศคัดแปลงทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตลอดอายุการเก็บรักษา ผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เป็นผลไม้ที่มีเปลือกสีแดง ซึ่งเป็นแหล่งของเบต้าไซยานิน รงควัตถุที่ให้สีแดง จัดอยู่ในกลุ่มของสาร betalains เป็นอนุพันธ์ของกรด betalamic (Herbach K. M., Rohe M., Stintzing F. C. & Carle R., 2006) เบต้าไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ดีและให้สีแดงที่ pH 3 ถึง 7 โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการคงตัว เช่น ออกซิเจน และอุณหภูมิ เป็นต้น (Huang S. A., & Vonelbe J. H., 1987; Harivaindaran K. V., Rebecca O. P. S., & Chandran S., 2008)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลแก้วมังกรมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตาม และไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ จนถึงวันที่ 25 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีแนวโน้มปริมาณกรดที่ไคเตรทได้เพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณก๊าซ O_2 ที่อยู่ในระดับต่ำ (ภาพที่ 4.2) มีผลต่อการหายใจของผลแก้วมังกร โดยเปลี่ยนแปลงจากการหายใจแบบการใช้ก๊าซ O_2 ไปเป็นการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซ O_2 ส่งผลต่อกระบวนการหมักภายใต้สภาวะการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซ O_2 เกิดการสะสมของเอทานอลและอะเซตัลดีไฮด์ (จริงแท้ ศิริพานิช, 25451) จึงทำให้ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP มีค่าสูงกว่าผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ มีผลทำให้ค่า pH ที่วัดได้ในเนื้อผลมีแนวโน้มลดต่ำลง (Ke D., Goldstein L., O' Mahony M. & Kader A. A., 1991; Wright K. P., & Kader A. A., 1997)

น้ำตาลที่พบในผลแก้วมังกร คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุคโตส ซึ่งน้ำตาลทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิซ (Mizrahi Y. & Nobel P. S., 1997) Barbera et al. (1992) กล่าวว่าปริมาณน้ำตาลในพืชตระกูลกระบองเพชรจะเพิ่มขึ้นในช่วง 85 จนถึง 100 วันหลังดอกบาน ซึ่งช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่กระบองเพชรสุกแก่เต็มที่ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ ผลไม้จำพวก non-climacteric fruit มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อยหรือเกิดขึ้นเพียงช้า ๆ (คณัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนพานนท์, 2535)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH จากการทดลองพบว่า ผลแก้วมังกรที่ทำการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีปริมาณก๊าซ O_2 ต่ำ (ภาพที่ 4.2) ส่งผลให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซ O_2 เกิดการสะสมของเอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2551) ซึ่งทำให้กรดในเนื้อผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE ที่วัดได้มีค่า pH ต่ำกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญตลอดอายุการเก็บรักษา จากการศึกษาของ จริญญา พงโสธร (2549) พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH ของผลแก้วทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงในบรรจุภัณฑ์ชนิด polyethylene (PE) ชนิดบาง (45.17 ไมโครเมตร) polyethylene (PE) ชนิดหนา (135.72 ไมโครเมตร) ห่อผลแก้วมังกรด้วยฟิล์ม LLDPE หรือ PVC (หนา 15 ไมโครเมตร) สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า pH ได้ดีกว่าชุดควบคุม

การเข้าทำลายของเชื้อเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ จากการทดลองพบว่า ร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกรที่ทำการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง แสดงอาการเน่าเสียบริเวณหัวผลแก้วมังกรในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ยกเว้นผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PP ที่ไม่พบอาการเน่าเสีย ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณก๊าซ CO₂ (ร้อยละ 24.22 ถึง 38.86) ภายในบรรจุภัณฑ์มีอยู่สูง (ภาพที่ 4.3) อาจส่งผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บริเวณหัวผลแก้วมังกรได้ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องมีการหายใจ ดังนั้นหากสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณก๊าซ CO₂ สูง การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ จะมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร ที่บรรจุในถุงชนิด PP มีแนวโน้มต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซ CO₂ ในบรรจุภัณฑ์ สามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis* และ *Rhizopus* ในผลสตอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าในสภาพที่ปริมาณก๊าซ CO₂ สูง อาจกระตุ้นให้โรคบางอย่างเจริญเติบโตได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมโรคจึงค่อนข้างมีผลเฉพาะเจาะจงกับผลผลิต และโรคแต่ละชนิด จำเป็นต้องได้รับการศึกษาทดลองเป็นกรณี ๆ ไป (จริงแท้ ศิริพานิช, 2548) ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 ซึ่งมีค่า OTR (10,000 ถึง 15,000 cm³/m².day) สูงมีผลทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมในการแพร่กระจายของเชื้อซึ่งช่วยส่งเสริมการเกิดโรคในสภาวะรุนแรง เนื่องจากทำให้เกิดหยดน้ำเกาะภายในถุงพลาสติกและเกาะที่ผิวของผลผลิตทำให้โรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวเจริญเติบโต และแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2551)

5.2 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิว ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

5.2.1 ผลของสารเคลือบผิวทางการค้า ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

สารเคลือบผิวผลผลิตมีด้วยกันอยู่หลายชนิดแต่ละชนิดมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ซึ่งองค์ประกอบเหล่านั้นมักเป็นความลับทางการค้า โดยส่วนใหญ่เป็นสารเคลือบผิวที่ใช้ไขหลายชนิดผสมกันเพื่อดึงเอาคุณสมบัติเด่นของไขแต่ละชนิดมารวมกัน ทำให้เกิดความเหมาะสมกับผลผลิตที่เลือกใช้ เช่น ไขจากพืชที่สกัดได้จากผิวของใบปาล์มบราซิล *Copernicia cerifera* มีชื่อเรียกว่า คาร์นูบา เป็นไขที่มีคุณภาพดีที่สุดและแข็งแรงที่สุด ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกสารเคลือบผิวทางการค้าที่มีไขชนิด คาร์นูบา เป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อทำการศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร

ผลแก้วมังกรเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวไม่สูงมากนัก โดยมีอัตราการหายใจอยู่ระหว่าง 16.53 ถึง 44.80 mg CO₂/ kg.hr ที่อุณหภูมิ 8 °C จัดอยู่ในกลุ่มของผลไม้ที่มีอัตราการหายใจปานกลาง คือ มีอัตราการหายใจในช่วง 20 ถึง 100 mg CO₂/ kg.hr (จริงแท้ สิริพานิช, 2548) จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า สามารถลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าชุดควบคุม และการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นสูงสามารถลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 (ภาพที่ 4.11) สามารถปกคลุมและปิดทับบริเวณปากใบของผลแก้วมังกร ซึ่งเป็นการป้องกันการแลกเปลี่ยนก๊าซ และการเข้าออกของน้ำได้ดีกว่าทุกชุดการทดลอง ดังนั้นจึงสามารถลดอัตราการหายใจได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้อัตราการหายใจยังมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ของผลผลิต เช่น การสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงค่าสีกลีบผล ดังแสดงในผลการทดลองข้อถัดไป

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าสามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม และการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นสูงสามารถชะลอ

ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ โดยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 (ภาพที่ 4.11) สามารถปกคลุม และปิดทับบริเวณปากใบของผลแก้วมังกร ซึ่งเป็นการป้องกันการแลกเปลี่ยนก๊าซและการเข้าออกของน้ำได้ดีที่สุด การใช้สารเคลือบผิวต้องเลือกชนิด และความเข้มข้นให้เหมาะสมกับผลผลิตสด ทั้งนี้คุณสมบัติของสารเคลือบผิวทางการค้ามีคุณสมบัติเป็นไขที่มีความแข็งแรง มีจุดเด่นเรื่องความมันเงาสูง ในประเทศไทยนิยมใช้เคลือบผิวพีชตระกูลส้ม โดยพบว่า มีผลช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ป้องกันการสูญเสีย น้ำ และควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดี ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นต่ำเกินไปจะทำให้ลดการสูญเสีย น้ำ และการแลกเปลี่ยนของก๊าซได้น้อย แต่ถ้าใช้ปริมาณที่เข้มข้นที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวผลผลิตได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ซึ่งจากการทดลองพบว่า เมื่อทำการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 50 ขึ้นไป พบอาการคล้ายรอยไหม้สีน้ำตาลที่บริเวณผิวผลแก้วมังกร

ความแน่นเนื้อเกี่ยวข้องกับความเต่ง (turgidity) ของเซลล์พารენไคมา เนื้อผลแก้วมังกรมีลักษณะน้ำน้ำ (juiciness) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำในเซลล์ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้นค่าความแน่นเนื้อผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกความเข้มข้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากการวัดค่าความแน่นเนื้อผลแก้วมังกรทำการวัดเฉพาะส่วนเนื้อภายในผล โดยใช้วิธีการลอกเปลือกผลออกก่อนแล้วจึงทำการวัดความแน่นเนื้อภายในทำให้ค่าที่วัดได้ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากผลแก้วมังกรมีส่วนของเปลือกหนา 2 ถึง 3 มิลลิเมตร และยังมีส่วนของกลีบผลซึ่งช่วยป้องกันการสูญเสีย น้ำได้เป็นอย่างดี (ศิริ เกณฑ์ขุนทด, 2542)

สีกลีบผลและสีเปลือกผล เป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งในการบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลแก้วมังกรที่ผู้บริโภคใช้ในการเลือกซื้อ หลังการเก็บเกี่ยวออกมาจากต้นกลีบผลแก้วมังกรยังคงมีสีเขียวสดโดยสีเขียวที่ปรากฏนั้นเป็นสารสีกลุ่มคลอโรฟิลล์ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกรมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกรได้ดีกว่าชุดควบคุม และการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นสูง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบผลได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ จริงแท้ ศิริพานิช (2549) ได้กล่าวว่า โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ถูกสร้างขึ้นและสลายตัวอยู่ตลอดเวลา แต่เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นการสลายตัวย่อมเกิดขึ้นมากกว่าการสร้าง ทำให้คลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นอนุพันธ์ที่มีสีอื่น ๆ

กลไกของการสลายตัวของคลอโรฟิลล์นั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวผลผลิตด้วยสารเคลือบผิวเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ป้องกันการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

ผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยว เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสีเปลือกผลแก้วมังกรจะเปลี่ยนจากสีแดงสดไปเป็นสีซีดลงเป็นสีส้มอมชมพู (ศิริ เกณฑ์ขุนทด, 2542) จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกรมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยในช่วงวันที่ 0 ถึง 15 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในวันที่ 20 ถึง 30 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นสูง สามารถรักษาคุณภาพสีแดงของเปลือกผลได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ และหุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าพืชในวงศ์ Cactaceae มีสารให้สีที่สำคัญ คือ เบตาไซยานิน ซึ่งให้สีแดงถึงม่วง (Cai Y. Z., Sun M. & Cork H., 2005) สามารถพบได้ในเปลือกสีแดงของผลแก้วมังกร และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โครงสร้างของผลแก้วมังกรจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปทำให้สีแดงที่ปรากฏที่ผิวผลแก้วมังกรมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย (Stanley J. K., 1991)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ใดเตรทได้ กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ที่พบมากในเนื้อผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณกรดที่ใดเตรทได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา ศิริ เกณฑ์ขุนทด (2542) รายงานว่า อุณหภูมิที่แตกต่างกันในการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริกในเนื้อผลแก้วมังกร เช่นกัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา น้ำตาลที่พบในผลกระบองเพชรส่วนใหญ่ ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุคโตส ซึ่งน้ำตาลทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิคซ์ (Mizrahi Y. & Nobel P. S., 1997) โดยในช่วง 85 ถึง 100 วันหลังดอกบาน น้ำตาลในผลมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นมาก (Barbera et al., 1992)

ค่า pH บ่งบอกถึงความเป็นกรด่างภายในเนื้อผลแก้วมังกร อีกทั้งยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินในเนื้อผล โดยที่ระดับ pH ต่ำ แอนโทไซยานินจะมีสีแดง จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH ของผลแก้วมังกรมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และค่า pH ของเนื้อผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา จากรายงานของ พูนพิศมัย มีลาภ

(2546) พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลลื่นจีพันธุ์จักรพรรดิที่เคลือบด้วย camuba stafresh 7055 มีแนวโน้มค่า pH ลดต่ำลง ส่วนชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

อาการเน่าเสียของผลแก้วมังกร เริ่มพบบริเวณข้าวผลที่เกิดบาดแผลจากรอยตัด ซึ่งเชื้อสาเหตุสามารถติดมากับอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ เช่น มีด กรรไกรตัดกิ่ง ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว อันเป็นพาหะในการนำเชื้อโรคมาสู่ผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวได้เป็นอย่างดี จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตาม และทุกชุดการทดลองแสดงอาการเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกความเข้มข้น มีผลส่งเสริมให้เกิดร้อยละการเน่าเสียมากกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารเคลือบผิวทางการค้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีความเหมาะสมในการเคลือบผิวผลแก้วมังกรที่มีลักษณะบอบบาง จึงทำให้เกิดบาดแผลขึ้นได้ง่าย และเป็นช่องทางในการเข้าทำลายของเชื้อโรค จึงทำให้พบร้อยละการเน่าเสียได้สูงกว่าชุดควบคุม



5.2.2 ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ และการสูญเสียน้ำหนักมักมีผลที่สอดคล้อง โดยผลผลิตที่มีอัตราการหายใจสูงมักมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตาม (ภาพที่ 4.13) สารเคลือบผิวไคโตซานมีคุณสมบัติในการเกิดฟิล์ม ซึ่งไปปกคลุม ปิดทับ ปากใบ (ภาพที่ 4.11) ซึ่งเป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำ และการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลผลิตให้ลดน้อยลง จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานสามารถชะลออัตราการหายใจได้ดีกว่าชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นสูงสามารถชะลออัตราการหายใจได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับรายงานของ Jiang Y., Li J. & Jiang W., (2004) พบว่า การเคลือบผิวลำไยด้วยไคโตซานสามารถลดอัตราการหายใจได้ เช่นเดียวกับ การทดลองเคลือบผิวผลท้อ สาลี่ญี่ปุ่น และผลกีวี ด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน พบว่า ปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในผลผลิตสูง และปริมาณก๊าซ O_2 ต่ำกว่า ผลที่ไม่ได้เคลือบ (Du J., German H. & Luahori S., 1997) โดยทั่วไปปริมาณก๊าซ O_2 ภายในผล จะลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจ ส่วนปริมาณก๊าซ CO_2 จะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นภายในผล ซึ่งเข้าไปขัดขวางการทำงานของก๊าซเอทิลีน และการเคลือบผิวผลผลิตทางการเกษตรนั้น เป็นการสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงชนิดหนึ่ง (จริงแท้ สิริพานิช, 2551)

การเคลือบผลผลิตด้วยสารเคลือบผิวสามารถช่วยรักษาความสดของผลผลิตได้ เนื่องจากสามารถปิดกั้นปากใบ ซึ่งเป็นการป้องกันการระเหยของน้ำ (ภาพที่ 4.11) ทำให้พืชคายน้ำสู่บรรยากาศได้น้อย โดยสารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นสูงสามารถป้องกันการคายน้ำได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ (จริงแท้ สิริพานิช, 2549) จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตาม โดยการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานสามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นสูงสามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวจะถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำที่เคยได้รับจากดิน แต่การสูญเสียน้ำยังคงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะผลผลิตทางพืชสวนซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 70 การสูญเสียน้ำนอกจากทำให้น้ำหนักที่ขายได้หายไป (จริงแท้ สิริพานิช, 2549) แล้วยังส่งผลกระทบต่อลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกร คือ มีการเปลี่ยนแปลงด้าน เนื้อสัมผัส รูปร่างลักษณะปรากฏ สีกลีบผล และสีเปลือกผล ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ

การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่าความแน่นเนื้อลดต่ำลง โดยค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวโคโคซานทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา ผลผลิตมีช่องเปิดทางธรรมชาติ ได้แก่ ปากใบ (stomata) และเลนติเซล (lenticel) ซึ่งใช้เป็นช่องทางในการระบายก๊าซ และน้ำในการผ่านเข้าออก ซึ่งส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อ Nerd A. & Mizrahi Y., (1999) ได้กล่าวว่า ผลแก้วมังกรมีการสูญเสียน้ำจากบริเวณเปลือกผลเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่เนื้อผลยังคงมีน้ำสะสมอยู่และเนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำการวัดเฉพาะส่วนเนื้อภายในผล โดยการลอกเปลือกออกก่อนทำการวัดความแน่นเนื้อภายใน จึงทำให้ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวโคโคซานทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า ในวันที่ 10 ถึง 20 ของการเก็บรักษา สารเคลือบผิวโคโคซานความเข้มข้นสูงสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า hue angle สีกลีบผลได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติการเกิดเป็นฟิล์มของสารเคลือบผิวโคโคซาน สามารถป้องกันการสูญเสีย (ภาพที่ 4.24) และสามารถควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซ CO_2 และ O_2 ทำให้ช่วยลดเมตาโบลิซึมของผลไม้ เมื่อผลผลิตหายใจก๊าซ CO_2 จากการหายใจจะถูกกักเก็บไว้ในเมื่อถึงความเข้มข้นระดับหนึ่ง สามารถช่วยยับยั้งการทำงานของก๊าซเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนเร่งให้เกิดการสุก โดยสารเคลือบผิวโคโคซานยังช่วยจำกัดการส่งผ่านของก๊าซ O_2 ซึ่งจำเป็นต่อการสร้าง และการทำงานของก๊าซเอทิลีน ดังนั้นปริมาณก๊าซ O_2 ที่มีอยู่อย่างจำกัดจึงอาจส่งผลให้การสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีน มีแนวโน้มลดลง และส่งผลต่ออัตราการหายใจ ทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการสุกรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสีกลีบผลแก้วมังกรลดลง (สายชล เกตุษา, 2528) แต่หลังจากวันที่ 20 ของการเก็บรักษา จากการสังเกตพบว่า ฟิล์มของสารเคลือบผิวโคโคซานที่เกาะตัวกับผิวผลแก้วมังกรมีการแยกตัวออกจากกันเป็นชั้น ๆ ทำให้ความสามารถในการป้องกันการผ่านของไอน้ำ และการผ่านเข้าออกของก๊าซลดต่ำลง ส่งผลต่อค่า hue angle ที่วัดได้ของสีกลีบผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวโคโคซานทุกความเข้มข้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวโคโคซานความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างสีเปลือกผลได้ดีกว่า ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวด้วยโคโคซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสีแดงของเปลือกผลแก้วมังกร คือ สารสีเบต้าไซยานิน ซึ่งความคงตัวของ เบต้าไซยานิน สามารถคงตัวสูงสุดที่ค่า pH เท่ากับ

4 โดยมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 58.24 และ 12.5 นาที เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C และอุณหภูมิ 90 °C (กรณีการ สอนโยธา และปรางค์ อ่านเปรื่อง, 2552)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ลดต่ำลง และปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรมีกรดเป็นองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.3 ในรูปของกรดซิตริก ซึ่งใช้ในขบวนการหายใจหรืออาจเป็นต้นกำเนิดของกรดอะมิโน ดังนั้นพบได้ว่าเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลแก้วมังกรจึงมีแนวโน้มลดต่ำลง (Roy S. K. & Joshi G. D., 1995)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดต่ำลง และทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา น้ำตาลที่พบในผลกระบองเพชรส่วนใหญ่ คือน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตส โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ มีปริมาณสูงขึ้นเมื่อผลเข้าระยะสุกแก่เต็มที่ (Mizrahi Y. & Nobel P. S., 1997) และน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดนี้อาจเปลี่ยนรูปได้ ด้วยเอนไซม์หลายชนิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของน้ำตาลยังขึ้นอยู่กับชนิด และสภาพแวดล้อม ในการเก็บรักษาผลผลิตอีกด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) จากรายงานของ นวรัตน์ พัฒนศิริ (2544) พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดการทดลองจนถึงวันที่ 16 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นผลมะม่วงที่เคลือบด้วย ไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ได้ดีกว่าผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงค่า pH น้ำคั้นเนื้อผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่า pH ที่วัดได้เพิ่มสูงขึ้น และการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อผลผลิตยังไม่บรรลุน้ำหนักหรือยังไม่สุกผลผลิตยังคงมีปริมาณกรดสูง ดังนั้นค่า pH ที่วัดได้จึงมีค่าต่ำและมีปริมาณน้ำตาลในเนื้อผลต่ำ ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวปริมาณกรดภายในผลผลิตมีแนวโน้มลดต่ำลงทำให้รสชาติของผลผลิตดีขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

การเคลือบผิวผลผลิตด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน เป็นอีกวิธีหนึ่งในการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีในการป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยว จากการ

ทดลองพบว่า ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา พบอาการเน่าเสียของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลอง โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานสามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นสูง มีคุณสมบัติในการชะลอร้อยละการเน่าเสียที่บริเวณพื้นผิวผลแก้วมังกรได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ El Ghaouth A., Ponnampalam R., Castaigne F. & Arul J., (1992) ได้ทำการศึกษาผลการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานต่อการป้องกันการเกิดเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอรี่สดที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีป้องกันเชื้อรา roval พบว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซานทั้ง 2 ระดับความเข้มข้นสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อรา ลดการเน่าเสีย และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ได้ ปีพมา วิศาลนิตย์ (2545) ทำการศึกษาคผลของไคโตซานความเข้มข้น 60, 80 และ 100 ppm จุ่มเป็นเวลา 2 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26 °C) เป็นระยะเวลา 5 วัน วัดผลการเปลี่ยนแปลงด้านการเกิดโรค และความรุนแรงในการเกิดโรค พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 100 ppm มีจำนวนผลที่เกิดโรค และระดับความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำสุด



5.2.3 ผลของสารเคลือบผิวแป้งนวลระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

สารเคลือบผิวอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทกว้าง ๆ คือ ประเภทที่ละลายน้ำและประเภทที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ ซึ่งมีข้อดี คือ ภายหลังการเคลือบผิวมักแห้งเร็ว ทำให้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการทำให้แห้ง แต่ข้อเสียคือมีกลิ่นของตัวทำละลายทำให้ไม่สะดวกในการใช้ และก่อปัญหาด้านสภาพแวดล้อมมากขึ้น สำหรับสารเคลือบผิวที่ละลายในน้ำจะแห้งช้า เช่น สารเคลือบแป้งนวล ต้องใช้ความร้อนหรือพัดลมช่วยในการทำให้แห้ง มิฉะนั้นสารเคลือบผิวจะไหลไปรวมกันอยู่ด้านล่างของผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน นอกจากนั้นการเตรียมสารเคลือบผิวชนิดนี้ยุ่งยากกว่า เพราะสารเคลือบผิวมีไขมันเป็นองค์ประกอบละลายน้ำได้น้อย ต้องมี emulsifier เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสารเคลือบผิวแบบละลายน้ำ ได้รับการนิยมในการใช้มากกว่าชนิดที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องความปลอดภัยของอาหาร โดยใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ และพยายามลดการใช้สารเคมีที่มีส่วนผสมเป็นองค์ประกอบ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ จากการทดลองพบว่า ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มอัตราการหายใจลดต่ำลง โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งนวลสามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งนวลความเข้มข้นสูงสามารถชะลออัตราการหายใจได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากสารเคลือบผิวแป้งนวลความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถเข้าไปปกคลุมปิดทับปากใบ (ภาพที่ 4.11) ซึ่งเป็นช่องทางในการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และ O_2 ของผลแก้วมังกร จึงทำให้ค่าอัตราการหายใจที่วัดได้มีค่าต่ำที่สุด โดยทั่วไปการเคลือบผิวผลผลิตสด สามารถลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ (ภาพที่ 4.13) ลดอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน ลดปริมาณก๊าซ O_2 ภายในผลผลิต ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในขั้นตอนสุดท้ายในการรับอิเล็กตรอน ในขบวนการหายใจจาก cytochrome a, a3 และเพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 ที่สะสมในผลผลิตให้สูงขึ้น ช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ succinic dehydrogenase ในวงจร Kreb's cycle (จริงแท้ ศิริพานิช, 2551) โดยจากรายงานของ Ben-Yehoshua S., (1969) พบว่า การเคลือบผิวส้ม shamouti และส้ม valencia ทำให้อัตราการหายใจมีแนวโน้มลดลง และมีปริมาณก๊าซ CO_2 ในผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลแก้วมังกรชุดการทดลองมีแนวโน้มร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งนวลสามารถชะลอร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งนวลความเข้มข้นสูง สามารถชะลอ

ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ คุณสมบัติอย่างหนึ่งของสารเคลือบผิว คือ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากสารเคลือบผิวเข้าไปปกคลุม ปิดกั้นรูเปิดทางธรรมชาติ (ภาพที่ 4.11) ที่ใช้ในการคายน้ำของผลผลิต ลดอัตราการหายใจ (ภาพที่ 4.12) และยังสามารถช่วยให้ผลผลิตหลายชนิดสุกช้า (สายชล เกตุษา, 2528) จากรายงานของ อภิศักดิ์ เอกโสวรรณ และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ์ (2543) พบว่า การใช้ฟิล์มแป้นบุกเคลือบผิวส้มเขียวหวาน มีแนวโน้มชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าผลส้มเขียวหวานที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 ถึง 30 °C เป็นระยะเวลา 20 วัน สอดคล้องกับ พรวิมล ไหแก้ว, ศิริพร ปละอุด, สุภาภรณ์ จอมวงศ์ และศรัณญา วัฒนานนท์ (2551) พบว่า แป้นบุกมีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพทางกายภาพ และชีวภาพของเห็ดขานางิ ได้ดีกว่าเห็ดขานางิที่เคลือบด้วยสารละลายเจลาติน ไคโตซาน และเห็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบผิว ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงด้านการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า และช่วยลดการหลุดของมวกเห็ดดีกว่า ตลอดจนอายุการเก็บรักษาเนื่องจากในสารเคลือบบุกมีการใส่ลิเชอรีนลงไป ซึ่งโมเลกุลกลูโคสลิเชอรีนจะไปอุดตันช่องว่าง ทำให้อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และออกซิเจนได้น้อย ทำให้ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักมีค่าต่ำสุด การสูญเสียน้ำหนักจัดได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดสภาพภายนอกไม่น่าดู เช่น การเหี่ยว焉 ภายนอกของผลผลิต นอกจากนี้ยังทำให้คุณภาพภายในผล เช่น texture ความกรอบ และความฉ่ำน้ำ ภายในผลลดลง (สายชล เกตุษา, 2528) (ภาพที่ 4.32)

การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความแน่นเนื้อผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกทุกความเข้มข้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดจนอายุการเก็บรักษา เนื่องจากการวัดค่าความแน่นเนื้อในการทดลองครั้งนี้เป็นการวัดค่าความแน่นเนื้อจากภายในผลแก้วมังกร โดยทำการลอกเปลือกผลออกก่อนแล้วจึงทำการวัดความแน่นเนื้อ ซึ่งผลแก้วมังกรนั้นมีเปลือกหนาประมาณ 2 ถึง 3 มิลลิเมตร (ศิริ เกณฑ์ขุนทด, 2542) จึงทำให้ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ในชุดการทดลองต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ความแน่นเนื้อที่ลดลงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลต่าง ๆ ภายในผนังเซลล์โดยเฉพาะเพคตินซึ่งเดิมอยู่ในรูปของโปรโตเพคติน ที่ไม่ละลายน้ำเปลี่ยนเป็นรูปที่ละลายน้ำ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ จากรายงานของ ชูสิทธิ์ หงส์กุลทรัพย์ (2549) พบว่า ชมพูที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก สามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชมพูที่ไม่ได้เคลือบ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการใช้สารเคลือบผิวจะช่วยปิดช่องเปิดทางธรรมชาติต่าง ๆ ของผลไม้ ทำให้ปริมาณก๊าซ O_2 ที่ผลผลิตได้รับลดลง และปริมาณก๊าซ CO_2 ที่สะสมอยู่ในผลเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ pectinesterase และ polygalacturonase ลดลง จึงรักษาความแน่นเนื้อให้คงอยู่ (Salunkhe D. K., Kadam S. S. & Jadhav S. J., 1991)

การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่า hue angle สีกลีบของผลลดต่ำลง โดยผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.8 และ 1.0 มีแนวโน้มค่า hue angle ได้ดีกว่าชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0 และ 0.6 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงค่าสีกลีบผล สาเหตุมาจากการสูญเสียสี (ภาพที่ 4.31) และปริมาณก๊าซ CO_2 ในผลเป็นหลัก ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบผลโดยเปลี่ยนจากสีเขียวเปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง (เจริญญา พงโสธร, 2549) ชูสิทธิ์ หงส์กุลทรัพย์ (2549) ได้ทำการเคลือบผิวผลชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ ด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุก ที่เติม KOH สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกผลได้ดีกว่าชมพูที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุกอย่างเดียว และไม่ได้เคลือบผิว ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน

การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีเปลือกผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มค่าความสว่าง (lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกรลดต่ำลง และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.8 และ 1.0 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างสีเปลือกของผลแก้วมังกรได้ดีกว่า ชุดควบคุม และผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.0 และ 0.6 อย่างมีนัยสำคัญ สารสกัดจากเปลือกสีแดงของผลแก้วมังกร คือ เบต้าไซยานิน (กรรณิการ์ สอนโยธา และปราณี อานปรื่อง, 2552) ซึ่งปฏิกิริยาการสลายตัวของสารเบต้าไซยานิน จะเริ่มสลายตัวเป็น betalamic acid ที่ให้สีเหลือง กับ cyclo-DOPA-glucoside (Huang S. A., & Vonelbe J. H., 1987) กรด betalamic และ cyclo-DOPA-glucoside เป็นสารที่ไม่เสถียรสามารถเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเป็น oxidation และ maillard และทำให้เกิดสารสีน้ำตาลได้ (Reynosos R., Garcia F. A., Morales D. & Gonzalez de Mejia E., 1997) ดังจะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้นเปลือกผลแก้วมังกรมีการเปลี่ยนแปลงจากสีแดงไปเป็นสีน้ำตาล

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง และปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา ปริมาณกรดที่ไทเตรทของผลผลิตมีแนวโน้มลดต่ำลง เมื่อผลผลิตแก่หรือสุก (สายชล เกตุษา, 2528) สอดคล้องกับ สิริ เกณฑ์ขุนทด (2542) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี และกายภาพของผลแก้วมังกรหลังการเก็บ พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของผลแก้วมังกรมีแนวโน้มลดต่ำลง เช่นกัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลง และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่คือน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิด และสภาพแวดล้อม โดยปกติผลผลิตมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ซึ่งใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ลดน้อยลง (จิรา ณ หนองคาย, 2531) จากรายงานของ ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์ (2549) พบว่า การเคลือบผิวผลชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์สามารถรักษาคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ ชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจ และอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน ได้ดีกว่าชมพูที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณวิตามินซี ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

การเปลี่ยนแปลงค่า pH จากน้ำคั้นเนื้อผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยค่า pH ของผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกทุกชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา สอดคล้องกับการศึกษาของ จริญญา พงโสธร (2549) พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH ผลแก้วมังกรมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เช่นกัน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า pH ดังกล่าวอาจเป็นลักษณะหนึ่งในขณะที่ผลเข้าสู่ระยะ senescence ของผลแก้วมังกร เมื่อผลผลิตยังไม่บรรจุน้ำหรือยังไม่สุก ผลผลิตยังคงมีปริมาณกรดสูงหรือมีค่า pH ต่ำ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ isocitrate dehydrogenase โดยพบว่าเอนไซม์ดังกล่าวมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นระหว่างการสุก (ดนัย บุญยเกียรติ และนิธิยา รัตนานนท์, 2548)

ผลผลิตพืชสวนที่เน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวมีสาเหตุมาจาก เชื้อโรคที่ติดกับผลผลิต ซึ่งฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อที่ผิว (latent infection) และปนเปื้อนบริเวณผิวรอบนอก บริเวณขั้วผล ก้นผล และบริเวณที่เกิดบาดแผล (นิพนธ์ วิจารณ์, 2531) จากการทดลองพบว่า ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา พบร้อยละการเน่าเสียบริเวณขั้วผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลอง และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยลักษณะอาการเน่าเสียของผลแก้วมังกร มีลักษณะเป็นจุดดำที่บริเวณขั้วผล โดยชุดควบคุมและผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยแป้งบุกทุกความเข้มข้น มีลักษณะอาการที่ไม่แตกต่างกัน ภายหลังการเก็บเกี่ยวสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ และความชื้น มีส่วนส่งเสริมหรือชะลอการเสื่อมสภาพของผลผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตามสาเหตุสำคัญของการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว คือ โรค ซึ่งทำให้อายุการวางจำหน่ายสั้น (จรัส แท้ ศิริพานิช, 2549)

5.3 ผลการเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคในระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ผลแก้วมังกรมีอายุการวางจำหน่ายสั้นภายหลังจากการเก็บเกี่ยว (Mizrahi Y. & Noble P. S., 1997) เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักทำให้ผลเหี่ยวและมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (จริญญา พง โสธร, 2549) ในปัจจุบันการแก้ปัญหาดังกล่าวมีด้วยกันหลายวิธีโดยใช้ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ คือ การเก็บรักษาโดยใช้บรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศตัดแปลง และการเคลือบผิวผลผลิตด้วยวัสดุจากธรรมชาติ โดยทั้ง 2 วิธี มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป โดยบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ คือ ถุงชนิด LDPE ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น ได้แก่ เหนียว โปร่งแสง ทนทานต่อแรงดึงขาดได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ไอน้ำ และทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ดีมาก ส่วนสารเคลือบผิวที่เลือกใช้เคลือบผิวแก้วมังกร คือ ไคโตซาน (chitosan) เป็นวัสดุธรรมชาติกลุ่มคาร์โบไฮเดรตประเภทโครงสร้างที่มีเส้นใย ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ไคโตซานชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลปานกลาง คือ (5.59×10^5) ซึ่งมีการแตกตัวหรือสลายตัวได้โดยขบวนการทางชีวภาพไม่มีพิษตกค้างในธรรมชาติ ไคโตซานมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มที่มีลักษณะใส เหนียว และยืดหยุ่น สามารถควบคุมอัตราการหายใจ และลดอัตราการสูญเสียน้ำได้ดี (ไพรัตน์ โสภโณดร, สุทธวัฒน์ เบญจกุล และวินิตร พระพุทธ, 2536) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการป้องกันเชื้อรา (El Ghaouth A., Arul J., Ponnampalam R. & Boulet M., 1991) จากคุณสมบัติเด่นของทั้ง 2 วิธีการเก็บรักษานี้ จึงนำมาซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) และการยอมรับของผู้บริโภค โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 เป็นระยะเวลา 15 วัน พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกรดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยการค่าความแน่นเนื้อผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาด้วยวิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และชุดควบคุม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อผลไม้สุกจะมีลักษณะเนื้อผลอ่อนนุ่มลง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบเพคติน ซึ่งเพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ โดยอยู่ในส่วนที่เรียกว่า middle lamella ทำหน้าที่เชื่อมให้เซลล์ติดกัน ในผลไม้ดิบจะอยู่ในรูป protopectin ซึ่งไม่ละลายน้ำ (insoluble pectin) ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้จึงมีค่าสูง แต่เมื่อผลไม้สุก protopectin จะถูกสลายกลายเป็นเพคติน และกรดเพคติก ซึ่งละลาย

น้ำ (soluble pectin) ทำให้ผลไม้มีเนื้อที่อ่อนนุ่มลง ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้จึงมีค่าต่ำลง (ดนัย บุญยเกียรติ, 2540)

การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า hue angle สีกลีบผลแก้วมังกร ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม มีค่าสี hue angle ต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา ซึ่งสีกลีบผลแก้วมังกรมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ร่องลงมา คือ การเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีค่าสี hue angle สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบผลได้ดีที่สุด ซึ่งสีกลีบผลยังคงสีเขียว จริงแท้ ศิริพานิช (2549) ได้กล่าวว่า การป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ทำได้โดยการลดอุณหภูมิของผลผลิตลง และการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซ O_2 ต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้เนื่องจากปริมาณก๊าซ O_2 ที่ต่ำกว่าปกติส่งผลต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ถูกออกซิไดซ์โดย O_2 น้อยลง

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (lightness) สีกลีบของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างชุดการทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา สารสีแดงที่เปลือกผลแก้วมังกรเป็นสารสีกลุ่ม แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุสีแดง ซึ่งเป็นสารประเภท phenolic compound ในรูปของ cyanidin glycoside และ pelargonidin สีแดงที่ปรากฏบนเปลือกผลแก้วมังกรมีความเกี่ยวข้องกับการคงตัว ของโครงสร้างรงควัตถุแอนโทไซยานิน ซึ่งขึ้นอยู่กับ pH ของเซลล์เป็นหลัก (Le, V. T., Nguyen, N., Nguyen, D. D., Dang, K. T., Nguyen, T. N. C., Dang, M. V. H., Chau, N. H., & Trink, N. L., 2000)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรชุดควบคุม และผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ ต่ำสุด และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้สูงสุด จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยปกติภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณกรดมักมีแนวโน้มลดต่ำลง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อ สภาพในการปฏิบัติ หลังการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ นอกจากนี้สภาพการเก็บรักษา ที่มีการควบคุมสภาพบรรยากาศยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอินทรีย์ได้อีกด้วย (สายชล เกตุษา, 2528)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลอง มีแนวโน้มลดต่ำลง โดยผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาด้วยวิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE เคลือบผิวด้วย โคลิโธซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และชุดควบคุม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างชุด การทดลอง ตลอดอายุการเก็บรักษา ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับ ชนิดของผลผลิต และสภาพแวดล้อม โดยหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตยังคงมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ซึ่งใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมไว้ลดน้อยลง (สายชล เกตุษา, 2528)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH น้ำคั้นเนื้อผลแก้วมังกร จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นค่า pH ผลแก้วมังกรทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยค่า pH ผลแก้วมังกรที่เก็บ รักษาด้วยวิธี บรรจุในถุงชนิด LDPE เคลือบผิวด้วยโคลิโธซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และชุด ควบคุม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษา สอดคล้องกับ ศิริ เกณฑ์ขุนทด (2542) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี และกายภาพของผลแก้วมังกรหลังการเก็บ พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นกัน

เนื่องจากผักและผลไม้เป็นแหล่งวิตามินที่สำคัญสำหรับมนุษย์ โดยเฉพาะวิตามินซี ซึ่งอยู่ ในรูปของ reduced ascorbic acid (90%) ทั้งนี้ปริมาณวิตามินซีสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ ถึงคุณภาพ ของผลผลิตได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณวิตามินซี ผลแก้วมังกรทุก ชุดการทดลอง มีแนวโน้มลดต่ำลง โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุม และผลแก้วมังกร ที่เคลือบผิวด้วยโคลิโธซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีปริมาณวิตามินซีต่ำสุด และผลแก้วมังกรที่บรรจุ ในถุงชนิด LDPE มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยปริมาณวิตามินซี ในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว มักมีการสลายตัวได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน และอยู่ตัวในสภาพที่เป็น กรด อย่างไรก็ตามการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตมีผลต่อการเร่งให้เกิดการสูญเสียกรดแอสคอร์บิก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ดังนั้นการบรรจุในถุงชนิด LDPE จึงสามารถลดการสูญเสีย น้ำ และลดการ เปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีในผลแก้วมังกรได้

คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีของผลแก้วมังกร มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอายุ การเก็บรักษา โดยสีของผลแก้วมังกรมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ในวันสุดท้าย ของการเก็บรักษา จากการทดลองพบว่า ชุดควบคุมมีคะแนนสูงสุด เท่ากับ 4.3 ซึ่งสอดคล้องกับค่า hue angle มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 96.96 รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยโคลิโธซานความเข้มข้น ร้อยละ 1.5 มีคะแนนปานกลาง เท่ากับ 2.9 ซึ่งสอดคล้องกับค่า hue angle ซึ่งมีค่าปานกลาง เท่ากับ 100.07 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 1.9 ซึ่งสอดคล้องกับค่า

hue angle มีค่าสูงสุด เท่ากับ 101.03 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนสูงสุดที่ยอมรับได้ คือ 4 พบว่า ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้ถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถเก็บรักษาได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน สีเปลือกผล เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวาน กลิ่นผิดปกติ มีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยทั้งสามชุดการทดลองมีคะแนนสามารถยอมรับได้ ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

คะแนนความชอบด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร มีค่าลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีคะแนนต่ำสุด 3.6 อยู่ในเกณฑ์ ไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีคะแนนเท่ากับ 4 อยู่ในเกณฑ์ เฉย ๆ และผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในถุงชนิด LDPE มีคะแนนความชอบสูงสุด เท่ากับ 5.1 อยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ 4 พบว่า ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้ถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถเก็บรักษาได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

คะแนนความชอบด้าน สีเปลือกผล เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวาน กลิ่นผิดปกติ มีค่าคะแนนลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างทั้งสามชุดการทดลอง โดยทั้งสามชุดการทดลองมีคะแนนสามารถยอมรับได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

คะแนนความชอบโดยรวมของผลแก้วมังกร มีค่าลดต่ำลงตลอดอายุการเก็บรักษา จากการทดลองพบว่า ผลแก้วมังกรชุดควบคุมมีคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 3.5 อยู่ในเกณฑ์ ไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีคะแนนเท่ากับ 4.6 อยู่ในเกณฑ์ เฉย ๆ และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 5.1 อยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ 4 พบว่า ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้ถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถเก็บรักษาได้ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถรักษาสีกลีบผลแก้วมังกรให้คงความเขียวสด มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด และผู้บริโภคมีความชอบต่อคุณภาพของผลแก้วมังกรมากที่สุด จากข้อคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้บริโภค

พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สีเปลือกผล และความเปรี้ยว มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยมาก โดยเปลือกยังคงมีสีแดง และความเปรี้ยวมีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย ส่วนเนื้อผลแก้วมังกรมีความกรอบ และหวานลดลง ส่วนกลิ่นผิดปกติผู้บริโภคให้ความเห็นว่า ไม่มีความแตกต่างจากวันแรกที่ทำกรทดสอบการชิม



บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

6.1 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ ที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซที่ระดับต่าง ๆ ต่อคุณภาพผลแก้วมังกร พบว่า ผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE (OTR; 5,000-5,800 $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$) สามารถชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ สีสืบลีผล ได้ดีที่สุด โดยถุงชนิด LDPE เริ่มเข้าสู่ภาวะบรรยากาศตัดแปลงสมดุล (Equilibrium Modified Atmosphere, EMA) ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา มีอัตราส่วนของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ CO_2 และ O_2 เท่ากับร้อยละ 6.52 และ 4.32 และมีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำเท่ากับ $9.91 \text{ g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ตามลำดับ ในขณะที่ถุงชนิด PP (OTR; 850-950 $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$) สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน สีสืบลีผล ร้อยละการเกิดโรค ได้ดี แต่พบว่าเกิดอาการผิดปกติที่เนื้อผลโดยแสดงอาการเนื้อใส มีค่าความแน่นเนื้อ กรดที่ไทเตรทได้ และค่า pH ต่ำที่สุด อีกทั้งค่า B ของฟิล์มมีค่า 1.56 ซึ่งไม่เหมาะสมกับผลิตผลสด โดยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพบปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ถึงร้อยละ 24.22 ส่วนถุงชนิด PE-M2 และ PE-M4 (OTR = 10,000-15,000 $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$) พบว่า ส่งเสริมการเกิดร้อยละการเน่าเสียอย่างรุนแรง โดยทุกชุดการทดลองพบร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามเกณฑ์ในการตัดสินของผู้บริโภคมาจากลักษณะปรากฏซึ่งถุงชนิด LDPE สามารถรักษาคุณภาพผลแก้วมังกรได้ดีที่สุด ตลอดระยะเวลาการรักษาที่ 15 วัน

6.2 ศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ศึกษาผลของสารเคลือบผิวทางการค้า (ซึ่งมีส่วนประกอบของ carnauba wax) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ชุดควบคุมและสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 0 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกร รองลงมา คือ สารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 สามารถชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดี และสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถช่วยชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าทุกความเข้มข้นมีค่าร้อยละการเน่าเสีย สูงกว่าชุดควบคุมในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

ศึกษาผลของสารเคลือบผิวโคโคซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ชุดควบคุมและผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วย Acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกร รองลงมา คือ โคโคซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1.0 สามารถชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดี ส่วนสารเคลือบผิวโคโคซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถช่วยชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ร้อยละการเน่าเสีย ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวโคโคซานความเข้มข้นร้อยละ 40 สามารถชะลอร้อยละการเน่าเสียได้ดีที่สุดถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

ศึกษาผลของสารเคลือบผิวแป้งบุกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ชุดควบคุม และแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลแก้วมังกร รองลงมา คือ ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 0.6 และ 0.8 โดยสามารถช่วยชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดี ส่วนสารเคลือบผิวแป้งบุกความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถช่วยชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวผลแก้วมังกรด้วยสารเคลือบผิวแป้งบุกทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าร้อยละการเน่าเสีย ตลอดอายุการเก็บรักษา

6.3 ศึกษาผลการเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค ในระหว่างการเก็บรักษาผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*)

ศึกษาเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ถุงชนิด LDPE กับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 พบว่า ผลแก้วมังกรที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลอ การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ปริมาณวิตามินซี และมีคะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบผล และคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านสีกลีบ ด้านความชอบโดยรวม ดีกว่าชุดควบคุม ส่วนผลแก้วมังกรที่บรรจุในถุงชนิด LDPE สามารถชะลอ การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ปริมาณวิตามินซี และมีคะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีกลีบผล และคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านสีกลีบ ด้านความชอบโดยรวม ได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน



ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดลองพบว่า การปรับสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีก๊าซ CO₂ สูง มีผลในการเพิ่ม และลดคุณภาพของผลแก้วมังกร โดยปริมาณก๊าซ CO₂ ที่มีค่าระหว่าง 6.52 (ในถุงชนิด LDPE) ถึง 24.22 (ในถุงชนิด PP) มีความสามารถในการชะลอ อัตราการหายใจ ร้อยละ การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบผล ป้องกันการเกิดโรคได้ดี แต่ยังมีข้อด้อย คือ ทำให้คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ปริมาณกรดที่ไต่เตรทได้ ค่า pH ในเนื้อผลลดลง จึงมีความน่าสนใจในการศึกษาเรื่องการปรับสภาพบรรยากาศสภาพที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพผลแก้วมังกร เพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษาต่อไป

2. การเน่าเสียเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง มีสาเหตุเนื่องมาจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุบริเวณข้อผลที่ทำการเก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงควรมีการวิเคราะห์หาเชื้อสาเหตุ เพื่อหาวิธีป้องกันเชื้อดังกล่าวก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว

3. การใช้สารเคลือบผิวบริโภคได้ (edible coating) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่ให้ความสนใจในสิ่งแวดล้อม จึงควรทำการศึกษารับปรุงคุณสมบัติเด่นของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดร่วมกัน เช่น การนำไคโตซานที่มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องการป้องกันเชื้อรา แต่พบว่าเมื่อสารเคลือบผิวไคโตซานแห้ง กลับมีการลอกตัวของสารเคลือบผิวไคโตซานกับผิวของผลผลิต ทำให้ไม่สามารถป้องกัน การแลกเปลี่ยนก๊าซ และการสูญเสียน้ำได้ดีเท่าที่ควร ร่วมกับสารเคลือบผิวแป้งบุกที่มีข้อเด่นในเรื่องการเกิดเจลที่มีความแข็งแรง และเกิดฟิล์มที่มีลักษณะอ่อน สามารถเคลือบได้แนบสนิทกับผิวของผลผลิตได้ดี แต่ภายหลังการเคลือบผิวกลับมีการแห้งตัวที่ค่อนข้างช้า ทำให้ต้องเสียเวลาในการเป่าแห้ง สิ้นเปลืองเวลา และค่าใช้จ่าย ซึ่งจากข้อเด่น และข้อด้อยของสารเคลือบผิวแต่ละชนิด จึงเห็นสมควรในการทำการศึกษาร่วมกันระหว่างสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ต่อไป เพื่อความเหมาะสมในการรักษาคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรร้อนชื้นภายหลังการเก็บเกี่ยว



รายการอ้างอิง

รายการอ้างอิง

กาญจนา สุทธิกุล. (2548). ตลาดแก้วมังกรในต่างประเทศ. วารสารเคหะเกษตร, 6(12), 114-119.

เกษราภรณ์ ศรีราช. (2550). อิทธิพลของการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการชักนำการออกดอกนอกฤดูของแก้วมังกร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาทรัพยากรเกษตรชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติสกลนคร, สกลนคร.

กรรณิการ์ สอนโยธา และปราณี อ่านเปรื่อง. (2552). สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกและเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40 (1), 15-18.

คชยิณ สุวิชา. (2544). แก้วมังกร (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: นานาสาส์น.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. (2537). ถ้างกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร.

จิรา ณ หนองคาย. (2531). เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้และดอกไม้. กรุงเทพฯ: แมสพับลิชชิ่ง.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2548). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและไม้ผล. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

- จริงแท้ ศิริพานิช. (2551). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและไม้ผล. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- จัญญา พงโสธร. (2549). ผลของแสงและบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการรักษาแก้วมังกรพันธุ์เวียดนาม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- ชาวสวนพนจร. (2541). บุกทะเลลงเวียดนามตามหาดรากอนฟู้ต. วารสารเกษตร, 22(6), 79-92.
- ชนิด วานิกานุกูล และศศิธร จันทนวราร. (2550). ผลของการบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในภาชนะบรรจุที่มีการซีมผ่านของก๊าซสูง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 9(1), 242-245.
- ฐิติ หงส์กุลทรัพย์. (2549). การผลิตผลบุญโดยการสกัดแบบเปียกร่วมกับการทำแห้งแบบพ่นกระจายและการประยุกต์ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ดนัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนปนนท์. (2535). การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวนและภาควิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ดนัย บุญเกียรติ. (2540). สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ดนัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนปนนท์. (2548). การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ตลาดไทย. (2553). ราคาขายส่งผลแก้วมังกร 2550-2552. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2553, จาก <http://www.talaadthai.com/price/default.php?gettid=2&maxdate=>.

เทียมใจ คมกฤต. (2539). **กายวิภาคของพฤษภ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

นิพนธ์ วิสารทนนท์. (2531). **โรคของผลไม้ระยะหลังการเก็บเกี่ยวและการป้องกันกำจัด. เอกสารประกอบการอบรม เรื่องเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เพื่อการส่งออกสู่ตลาดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน, กรุงเทพฯ.**

นภัสสร เพ็ญพวงสินธุ์. (2549). **ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาแก้วมังกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.**

นิรมล สันติภาพวัฒนา และเนตรา สมบูรณ์แก้ว. (2550). **ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อคุณภาพลำประดพันธ์ภูแล. สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง หนังสือการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, กรุงเทพฯ.**

นวรรตน์ พัฒนศิริ. (2544). **ผลของการใช้สารเคลือบผิวรับประทานได้ต่ออายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.**

ปริญญา เชื้อชูชาติ. (2550). **การศึกษาการเจริญเติบโตด้านลำต้น การออกดอก และการพัฒนาของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus*). ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.**

เปรมปรี ฌ สงขลา. (2542). **ก้านใหม่ของแก้วมังกรเวียดนาม. วารสารเคหการเกษตร, 23(12), 62-69.**

ปัทมา วิศาลนิษฐ์. (2545). **ผลของไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของสตรอเบอรี่. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.**

ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และอภิรดี อภัยรัตนกิจ. (2550). การศึกษาผลร่วมของการใช้ก๊าซ SO_2 แบบ slow release กับปุ๋ยพลาสดิกลชนิดต่าง ๆ ต่อการควบคุมโรคผลเน่าของลำไยพันธุ์ดอในระหว่าง การเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 5(1), 209-212.

พิมพ์ใจ สีหะนาม. (2548). ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัย เชียงใหม่, เชียงใหม่.

ไพรัตน์ โสภโณคร, สุทธวัฒน์ เบญจกุล และวิเนตร พระพุทฺธ. (2536). การใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พูนทรัพย์ พาดิกะบุตร. (2544). ผลของความชื้นสัมพัทธ์และสารเคลือบผิวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลัง การเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

พูนพิศมัย มีลาภ. (2546). ผลของสารเคลือบผิวที่รับประทานได้และการดัดแปลงสภาพบรรยากาศต่อคุณภาพลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลัง การเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

พรวิมล ไทแก้ว, ศิริพร ปละอุด, สุภาภรณ์ จอมวงศ์, และศรัณญา วัฒนานนท์. (2551). การจัดการหลัง การเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหัตถยานางิ. ลำปาง: โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2528). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: เพื่อนพิมพ์.

ศิริ เกษณ์ขุนทด. (2542). การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

- สายชล เกตุษา. (2528). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2544). **สรีรวิทยาพืช**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. (2545ก). **แก้วมังกรพืชเศรษฐกิจและผลไม้สุขภาพ**. กรุงเทพฯ: สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย.
- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. (2545ข). ผลไม้ในประเทศกับผลไม้นำเข้ากรณีผลแก้วมังกรกับมาตรการปกป้องการนำเข้า. **วารสารเคหเกษตร**, 24(3), 85-95.
- อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ. (2543). **ปัจจัยที่มีบทบาทต่อสมบัติทางหน้าที่ของแป้งนูกและการนำไปใช้ประโยชน์**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- อชติ นามวงษ์. (2546). **ประสิทธิภาพของชันโรง *Trigona laeviceps* Smith (hymenoptera: apidae) ในการเพิ่มผลผลิตแก้วมังกร (*Hylocereus spp.*)**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โอเคนั่น. (2550). **ประโยชน์จากผลไม้**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2553, จาก <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=128796>
- Addo, K. (1995). Effect of sucrose fatty acid ester and blends on alveograph characteristics of wheat flour doughs. **Journal of Cereal Science**, 22(2), 123-127.
- Barbera, G., Carimi, F. & Panno, M. (1992). Physical morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus indicus* (L) miller. **Journal of Horticultural Science**, 67(3), 307-312.
- Ben-Yehoshua, S. (1969). Gas exchange, transpiration, and the commercial deterioration in storage of orange fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 94(4), 524-528.

- Berg, L. A. & Lentz, C. P. (1978). High humidity storage of vegetable and fruit. **Hortscience**, **13**(3), 565-569.
- Blakistone, B. A. (1998). **Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods**. (2nd ed.). Maryland: An Aspen Publication Gaithersburg.
- Cai, Y. Z., Sun, M. & Cork, H. (2005). Characterization and application of betalain pigments from plants of the amaranthaceae. **Trends in Food Science & Technology**, **16**(5), 370-376.
- Calvert, R. J., Tepperc, S., Kammounib, W., Anderson, L. M., & Kritchevsky, D. (2006). Elevated k-ras activity with cholestyramine and lovastatin but not konjac mannan or niacin in lung importance of mouse strain. **Biochemical Pharmacology**. **72**(6), 1749-1755.
- Cheng, L. H., Karim, A. A., Norziah, M. H. & Seow, C. C. (2002). Modification of the microstructural and physical properties of konjac glucomannan-based film by alkali and sodium carboxymethylcellulose. **Food research international**, **35**(1), 829-836.
- Chen, L. G., Liu, Z. L., & Zhuo, R. X. (2005). Synthesis and properties of degradable hydrogels of konjac glucomannan grafted acrylic acid for colon-specific drug delivery polymer. **Journal of Horticultural Science**, **46**(1), 6274-6281.
- Du, J., Gemma, H. & Luahori, S. (1997). Effect of chitosan coating on storage of peach Japanese pear and kiwifruit. **Journal of Japanese Society Horticultural Science**, **66**(1), 15-22.
- El, Ghaouth A., Arul, J., Ponnampalam, R. & Boulet, M. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. **Journal of Food Science**, **56**(6), 1618-1620.
- Fan, L., Zhao, Z. & Assmann, S. M. (2004). Guard cell: A dynamic signaling model. **Plant Biology**. **7**(1), 537-546.

- Garcia, M. A., Martino, M. N., Zaritzky, N. E. & Plata, L. (2000). Microstructural characterization of plasticized starch-based films. *Starch-Starke*, **52**(1), 118-124.
- Gibson, A. C. & Noble, P. S. (1986). **The cactus primer**. Cambridge: Harvard University.
- Hagenmaier, R. D. & Show, P. E. (1992). Gas permeability of fruit coating waxes. *Journal of American Sciences*, **117**(1) 105-109.
- Harivaindaran, K. V., Rebeeca, O. P. S. & Chandran, S. (2008). Study of optimal temperature, pH and stability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel for use as potential natural colorant pakistan. *Journal of biological science*, **11**(1), 2259-2263.
- Herbach, K. M., Rohe, M., Stintzing, F. C. & Carle, R. (2006). Structural and chromatic stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (weber) britton and rose) betacyanins as affected by the juice matrix and selected additives. *Food Reseach International*, **39**(1), 667-677.
- Huang, S. A. & Vonelbe, J. H. (1987). Effect of pH on the degradation and regeneration of betanine. *Journal of Food Science*, **52**(1), 1689-1693.
- James, H., Jobling, J. & Tanner, D. (2008). Investigating structural and physiological differences between radial and diffuse types of flesh browning in crippls pinkapples. *Acta Hortic*, **768**(1), 77-84.
- Jiang, Y., Li, J. & Jiang, W. (2004). Effect of chitosan coating on shelf life of cold-store litchi fruit at ambient temperature. *LWT*, **38**(1), 757-761.
- Kader, A. A. (2002). Postharvest technology of horticultural crop. (3 rd ed.). The Regents of University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication. *Science and Technology*, **32**(1) 3311, 535.

- Ke, D., Goldstein, L., O'Mahony, M. & Kader, A. A. (1991). Effects of short term exposure to low O₂ and high CO₂ atmospheres on quality attributes of strawberries. **Food Science**, **56**(1), 50-54.
- Krochta, J. M., Baldwin, E. A. & Nissperos-Carriedo, M. O. (1994). **Edible coating and films to improve food quality**. New York: Technomic.
- Le, V. T., Nguyen, N., Nguyen, D. D., Dang, K. T., Nguyen, T. N. C., Dang, M. V. H., Chau, N. H. & Trink, N. L. (2000). **Quality assurance system for dragon fruit: Proceedings of the ACIAR Conference** (pp. 101-114).
- Mizrahi, Y. & Nobel, P.S. (1997). Cacti as crops. **Horticultural Review**, **18**(1), 291-346.
- Nerd, A., Dumoutier, M. & Mizrahi, Y. (1997). Properties and postharvest of vegetable cactus (*Nopalea cochenillifera*). **Postharvest Biological and Technology**, **10**(1), 135-143.
- Nerd, A. & Mizrahi, Y., (1999). The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya. **Postharvest biology and technology**, **15**(1), 99-105.
- Nerd, A., Gutman, F., & Mizrahi, Y. (1999). Ripening and postharvest behavior of fruit of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biol Technol**, **17**(1), 39-45.
- Nisperos, Carrido M. O. & Baldwin E. A. (1996). **Edible coatings for fresh fruit and vegetable: Proceedings of the Subtropical technology Conference** (pp. 18-34).
- Roy, S. K. & Joshi, G. D. (1995). **Minor fruit-tropical in fruit, science and technology**. New York: AVI.
- Reynoso, R., Garcia, F.A., Morales, D., & Gonzalez de Mejia E. (1997). Stability of betalain pigments from a cactacea fruit. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **45**(1) 2884-2889.

- Salunkhe, D. K., Kadam, S. S. & Jadhav, S. J. (Eds.). (1991). **Potato: Production, processing, and products CRC press boca raton, ann arbor.** Boca Raton: CRC Press.
- Siriphanich, J. (1994). Durian fruit dehiscence-water status and ethylene. **HortScience**, **29**(10), 1195-1198.
- Sumnu, G. & Bayindirli, L. (1993). Effects of semperfresh and johnfresh fruit coatings on poststorage quality of Ankara pear. **Journal of Food Processing and Preservation**, **18**(1), 189-199.
- Sutthiwal Setha. (1999). **Effect of chitosan coating on delayed ripening of cavendish banana.** Master of science. Postharvest technology, University of technology Thonburi.
- Stanley J. K. (1991). **Postharvest physiology of perishable plant produces.** New York: Van Nostrand Reinhold.
- Takahashi, T., Imai, M. & Suzuki, I. (2005). **High-potential molecular properties of chitosan and reaction conditions for removing *p*-quinone from the aqueous phase.** Japan: Nihon University.
- Tye, R. J. (1991). Konjac flour: Properties and application. **Food Technol**, **45**(1), 86-92.
- Varoquaux, P., Albagnac, G., The C. N. & Varoquaux, F. (1996). Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts. **Journal of Science Food and Agriculture**, **70**(2), 224-230.
- Wright, K. P., & Kader, A. A. (1997). Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biol**, **10**(1), 39-48.
- Yaman, O. & Bayounuh, L. (2002). Effect of edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol**, **35**(1), 146-150.

Zagory, D. & Kader, A. A. (1998). Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, 42(9), 70-77.





ภาคผนวก

ตารางที่ ก1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศสดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	CO ₂ in package (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	0.20	0.19 ^d ±0	0.22 ^d ±0	0.23 ^d ±0	0.21 ^d ±0	0.23 ^d ±0	0.22 ^d ±0
PP	0.20	24.22 ^a ±0.2	33.79 ^a ±0.3	38.86 ^a ±1.0	44.44 ^a ±0.6	45.44 ^a ±0.9	44.70 ^a ±1.0
LDPE	0.20	6.52 ^b ±0.5	7.13 ^b ±1.0	7.70 ^b ±1.0	8.42 ^b ±1.0	8.99 ^b ±0.7	10.14 ^b ±0.7
PE-M2	0.20	3.71 ^c ±0.2	4.26 ^c ±0.1	4.45 ^c ±0.3	4.49 ^c ±0.3	4.63 ^c ±0.3	4.92 ^c ±0.3
PE-M4	0.20	3.33 ^c ±0.2	3.71 ^c ±0.1	3.69 ^c ±0.1	3.71 ^c ±0.1	3.65 ^c ±0	3.86 ^c ±0.2
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	20.24	18.37	16.22	25.43	22.64	24.36	26.32

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ O₂ ภายในบรรจุภัณฑ์ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	O ₂ in package (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	19.67	18.89 ^a ±0.2	19.42 ^a ±0.1	20.41 ^a ±0.2	20.14 ^a ±0.3	18.85 ^a ±0	20.22 ^a ±0.1
PP	19.67	1.22 ^d ±0.1	1.34 ^d ±0	1.81 ^d ±0.7	1.19 ^d ±0.2	1.12 ^d ±0.2	1.14 ^d ±0.1
LDPE	19.67	4.32 ^c ±0.4	4.30 ^c ±1.8	4.12 ^c ±1.8	4.18 ^c ±2.1	4.51 ^c ±1.5	4.04 ^c ±1.7
PE-M2	19.67	9.00 ^b ±1.4	7.05 ^b ±1.8	7.67 ^b ±1.6	7.25 ^b ±1.3	11.79 ^b ±0.5	10.96 ^b ±0.4
PE-M4	19.67	9.27 ^b ±0.1	8.62 ^b ±0.6	7.67 ^b ±0.4	7.66 ^b ±0.3	13.15 ^b ±1.5	14.75 ^b ±1.8
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	19.82	25.22	26.32	18.26	20.22	16.32	26.32

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพ
บรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ
8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Respiration rate (mgCO ₂ /kg.hr)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	49.44	23.19 ^a ±0.01	26.52 ^a	28.36 ^a ±0.01	26.17 ^a ±0.01	28.07 ^a	27.16 ^a ±0.01
PP	49.44	3.29 ^c ±0.25	4.59 ^c ±0.32	5.28 ^c ±0.42	6.04 ^c ±0.64	6.18 ^c ±0.89	6.07 ^c ±0.45
LDPE	49.44	17.04 ^b ±0.46	18.63 ^b ±0.32	20.13 ^b ±0.46	22.05 ^b ±0.42	23.59 ^b ±0.67	24.67 ^b ±0.75
PE-M2	49.44	18.46 ^b ±0.25	21.25 ^b ±0.14	22.18 ^b ±0.27	22.36 ^b ±0.29	23.07 ^b ±0.27	24.53 ^b ±0.30
PE-M4	49.44	18.17 ^b ±0.16	20.31 ^b ±0.08	20.19 ^b ±0.08	20.33 ^b ±0.08	19.99 ^b ±0.04	21.13 ^b ±0.20
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	22.06	18.68	20.22	26.82	16.32	17.46	22.24

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมาย
แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Weight loss (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	0	1.25 ^a ±0.18	1.85 ^a ±0.22	2.25 ^a ±0.24	2.99 ^a ±0.34	3.64 ^a ±0.43	4.63 ^a ±0.43
PP	0	0.35 ^b ±0.06	0.48 ^b ±0.08	0.53 ^b ±0.08	0.54 ^b ±0.07	0.55 ^b ±0.06	0.62 ^b ±0.09
LDPE	0	0.21 ^b ±0.06	0.32 ^b ±0.08	0.42 ^c ±0.05	0.44 ^b ±0.08	0.45 ^b ±0.09	0.51 ^b ±0.05
PE-M2	0	0.20 ^b ±0.06	0.35 ^c ±0.04	0.40 ^b ±0.09	0.45 ^b ±0.09	0.46 ^b ±0.09	0.53 ^b ±0.09
PE-M4	0	0.26 ^c ±0.04	0.30 ^c ±0.08	0.50 ^c ±0.07	0.51 ^b ±0.10	0.52 ^b ±0.08	0.60 ^b ±0.07
F-test	-	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	-	22.57	21.36	19.82	16.54	22.22	20.08

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพ
บรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ
8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Firmness (N)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	3.53	3.28 ^b ±0.03	3.18 ^b ±0.02	3.10 ^b ±0.04	3.02 ^b ±0.04	2.99 ^b ±0.03	2.94 ^b ±0.03
PP	3.53	2.93 ^c ±0.04	2.94 ^c ±0.03	2.71 ^c ±0.04	2.38 ^c ±0.04	2.29 ^c ±0.02	2.29 ^c ±0.02
LDPE	3.53	3.45 ^a ±0.04	3.37 ^a ±0.03	3.37 ^a ±0.04	3.29 ^a ±0.05	3.28 ^a ±0.04	3.27 ^a ±0.03
PE-M2	3.53	3.54 ^a ±0.03	3.57 ^a ±0.05	3.49 ^a ±0.04	3.47 ^a ±0.03	3.47 ^a ±0.03	3.45 ^a ±0.07
PE-M4	3.53	3.51 ^a ±0.05	3.46 ^a ±0.03	3.44 ^a ±0.03	3.42 ^a ±0.04	3.42 ^a ±0.04	3.38 ^a ±0.05
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	16.24	18.46	26.84	28.46	22.86	24.56	28.22

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมาย
แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color Hue angle						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	105.61	104.20 ^b ±2.8	103.91 ^b ±2.6	101.43 ^b ±4.2	101.43 ^b ±3.1	100.93 ^b ±3.9	96.60 ^b ±3.0
PP	105.61	105.20 ^a ±2.6	104.61 ^a ±2.3	103.75 ^a ±1.9	102.28 ^a ±2.9	101.86 ^a ±3.1	101.60 ^a ±3.7
LDPE	105.61	105.19 ^a ±3.1	104.39 ^a ±2.7	103.33 ^a ±2.6	102.12 ^a ±1.6	101.95 ^a ±2.2	101.53 ^a ±3.5
PE-M2	105.61	102.62 ^b ±2.7	100.23 ^b ±2.1	100.12 ^b ±3.0	97.08 ^c ±2.9	95.01 ^c ±2.0	89.29 ^c ±3.3
PE-M4	105.61	101.82 ^b ±2.3	101.12 ^b ±2.9	100.77 ^b ±3.1	98.68 ^c ±2.4	94.58 ^c ±3.1	90.12 ^c ±3.9
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	18.64	28.46	20.46	26.46	18.46	24.32	26.46

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ๓7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color (Lightness)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	46.82	46.09±1.6	43.81±1.4	41.51±1.6	40.92±1.3	41.50±1.5	41.10±1.5
PP	46.82	45.23±1.5	44.73±1.7	43.62±1.1	42.11±2.1	40.82±1.3	41.13±1.4
LDPE	46.82	45.23±1.6	44.73±1.5	43.62±0.9	42.11±1.6	40.82±1.9	41.13±1.5
PE-M2	46.82	43.12±1.6	42.44±1.9	41.57±1.7	41.65±1.6	39.45±1.6	36.78±1.3
PE-M4	46.82	43.56±1.5	41.90±1.6	41.66±1.0	40.96±1.6	38.68±1.6	36.74±1.8
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	24.46	26.46	24.56	26.46	18.68	17.68	25.66

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ๘ การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ Titratable acidity (TA) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TA (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	0.27	0.27 ^c ±0.02	0.28 ^d ±0.02	0.42 ^c ±0.02	0.39 ^b ±0.02	0.32 ^b ±0.02	0.43 ^b ±0.02
PP	0.27	0.41 ^a ±0.02	0.56 ^a ±0.02	0.55 ^a ±0.02	0.43 ^a ±0.02	0.51 ^a ±0.02	0.76 ^a ±0.02
LDPE	0.27	0.33 ^b ±0.02	0.38 ^c ±0.02	0.51 ^b ±0.02	0.39 ^b ±0.02	0.31 ^b ±0.02	0.41 ^b ±0.02
PE-M2	0.27	0.42 ^a ±0.02	0.42 ^b ±0.02	0.43 ^c ±0.01	0.32 ^c ±0.02	0.29 ^c ±0.02	0.31 ^c ±0.01
PE-M4	0.27	0.42 ^a ±0.02	0.44 ^b ±0.02	0.39 ^c ±0.02	0.32 ^c ±0.01	0.23 ^c ±0.03	0.28 ^c ±0.02
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	12.46	17.68	16.68	16.46	14.68	18.42	16.64

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ๑๑ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ Total soluble solids (TSS) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศตัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TSS (° Brix)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	11.41	11.08±0.5	10.93±0.5	10.83 ^a ±0.4	10.69 ^a ±0.5	10.62 ^a ±0.4	9.72 ^b ±0.5
PP	11.41	10.80±0.5	10.57±0.4	10.48 ^{ab} ±0.4	10.36 ^{ab} ±0.5	10.10 ^b ±0.2	9.05 ^d ±0.3
LDPE	11.41	11.03±0.4	10.85±0.5	10.73 ^a ±0.4	10.64 ^a ±0.4	10.42 ^a ±0.2	10.07 ^b ±0.3
PE-M2	11.41	10.98±0.4	10.71±0.5	10.72 ^a ±0.5	10.53 ^a ±0.4	10.05 ^b ±0.3	9.35 ^c ±0.4
PE-M4	11.41	11.02±0.5	10.76±0.5	10.37 ^b ±0.4	10.13 ^b ±0.3	9.87 ^b ±0.5	9.42 ^c ±0.3
F-test	NS	NS	NS	*	*	*	*
C.V. (%)	14.46	16.68	18.56	12.68	14.68	20.34	18.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	pH						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	4.43	5.32 ^b ±0.1	4.79 ^a ±0.1	5.66 ^a ±0.2	5.92 ^a ±0.2	5.66 ^a ±0.1	6.08 ^a ±0.2
PP	4.43	5.08 ^c ±0.1	4.44 ^c ±0.2	5.14 ^c ±0.1	5.04 ^d ±0.1	5.24 ^d ±0.1	5.60 ^b ±0.1
LDPE	4.43	5.13 ^c ±0.1	4.53 ^b ±0.1	5.23 ^c ±0.1	5.30 ^c ±0.1	5.45 ^c ±0.1	5.64 ^b ±0.1
PE-M2	4.43	5.40 ^a ±0.1	4.87 ^a ±0.1	5.34 ^b ±0.1	5.44 ^b ±0.1	5.62 ^a ±0.1	6.05 ^a ±0.1
PE-M4	4.43	5.43 ^a ±0.1	4.78 ^a ±0.1	5.33 ^b ±0.1	5.44 ^b ±0.1	5.59 ^a ±0.1	5.97 ^a ±0.1
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	16.56	13.56	12.46	16.68	18.46	15.46	12.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก11 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพ
บรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ
8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	0	0	0	33 ^b ±0.5	100 ^a	100	100
PP	0	0	0	0 ^c	17 ^b ±0.4	92±0.3	100
LDPE	0	0	0	25 ^b ±0.5	83 ^a ±0.4	100	100
PE-M2	0	0	0	83 ^a ±0.4	100 ^a	100	100
PE-M4	0	0	0	100 ^a	100 ^a	100	100
F-test	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
C.V. (%)	-	-	-	7.68	16.46	14.43	-

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมาย
แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Respiration rate (mgCO ₂ /kg.hr)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	41.80	31.67 ^a ±1.9	29.24 ^a ±1.5	29.01 ^a ±1.2	28.50 ^a ±1.3	27.33 ^a ±1.8	26.31 ^a ±1.2
0% Commercial wax	41.80	31.93 ^a ±0.7	30.23 ±0.8	29.75 ^a ±1.2	29.31 ^a ±1.2	28.46 ^a ±0.8	28.18 ^a ±1.0
20% Commercial wax	41.80	28.27 ^{ab} ±1.1	25.49 ^{ab} ±1.9	25.43 ^b ±1.2	25.24 ^b ±1.2	24.52 ^b ±1.9	23.02 ^b ±1.0
30% Commercial wax	41.80	26.59 ^b ±1.3	23.44 ^b ±1.7	23.15 ^b ±1.2	23.35 ^b ±0.6	22.70 ^b ±1.7	22.48 ^b ±1.9
40% Commercial wax	41.80	19.81 ^c ±1.0	19.66 ^c ±1.2	18.99 ^c ±1.3	17.08 ^c ±0.5	17.07 ^c ±1.6	16.53 ^c ±1.9
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	22.70	24.46	26.67	20.56	28.32	26.46	23.42

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก13 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Weight loss (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0.55 ^b ±0.02	1.22 ^a ±0.02	2.01 ^a ±0.03	2.82 ^a ±0.03	3.08 ^a ±0.02	3.87 ^a ±0.02
0% Commercial wax	0	0.69 ^a ±0.02	1.33 ^a ±0.03	2.11 ^a ±0.02	2.89 ^a ±0.02	3.01 ^a ±0.02	3.97 ^a ±0.03
20% Commercial wax	0	0.54 ^b ±0.01	1.12 ^b ±0.03	1.85 ^b ±0.03	2.35 ^b ±0.03	2.75 ^b ±0.02	3.17 ^b ±0.02
30% Commercial wax	0	0.52 ^b ±0.01	1.10 ^b ±0.02	1.76 ^c ±0.03	2.29 ^b ±0.03	2.62 ^b ±0.02	3.05 ^b ±0.02
40% Commercial wax	0	0.55 ^b ±0.02	1.05 ^b ±0.01	1.46 ^c ±0.02	1.90 ^c ±0.02	2.23 ^c ±0	2.75 ^c ±0.03
F-test	-	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	-	26.56	18.56	28.46	28.46	23.98	25.64

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก14 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Firmness (N)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	3.63	3.53 ^a ±0.04	2.86 ^b ±0.03	2.79 ^b ±0.03	2.66±0.04	2.54±0.03	2.46±0.03
0% Commercial wax	3.63	3.37 ^{ab} ±0.04	2.95 ^{ab} ±0.03	2.75 ^b ±0.02	2.67±0.03	2.54±0.04	2.40±0.04
20% Commercial wax	3.63	3.22 ^b ±0.04	3.08 ^{ab} ±0.03	2.80 ^{ab} ±0.04	2.68±0.03	2.41±0.03	2.48±0.03
30% Commercial wax	3.63	3.20 ^b ±0.04	3.02 ^a ±0.03	2.90 ^{ab} ±0.02	2.69±0.03	2.40±0.04	2.54±0.04
40% Commercial wax	3.63	3.13 ^b ±0.04	3.06 ^a ±0.03	2.95 ^a ±0.02	2.86±0.04	2.57±0.03	2.59±0.02
F-test	NS	*	*	*	NS	NS	NS
C.V. (%)	16.46	18.46	22.24	19.32	18.48	18.86	24.46

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color (Hue angle)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	103.74	101.49 ^b ±2.9	99.13 ^b ±5.0	97.66 ^c ±3.4	95.09 ^c ±2.5	94.47 ^c ±3.1	94.32 ^c ±4.7
0% Commercial wax	103.74	102.47 ^{ab} ±3.9	99.17 ^b ±3.1	97.75 ^c ±3.1	97.08 ^c ±3.7	94.30 ^c ±3.5	94.08 ^c ±4.0
20% Commercial wax	103.74	103.16 ^a ±3.9	101.43 ^a ±4.0	99.76 ^b ±3.4	97.95 ^b ±3.6	96.09 ^b ±3.6	95.25 ^b ±3.7
30% Commercial wax	103.74	103.50 ^a ±2.3	101.92 ^a ±4.2	99.78 ^b ±4.3	98.82 ^b ±5.0	96.16 ^b ±2.0	95.73 ^b ±2.6
40% Commercial wax	103.74	102.46 ^{ab} ±2.2	102.43 ^a ±3.0	101.95 ^a ±3.5	100.14 ^a ±2.3	98.38 ^a ±2.3	97.08 ^a ±1.7
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	27.44	22.34	26.86	24.68	22.56	26.68	18.68

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color (Lightness)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	45.00	44.78±1.4	32.10±2.3	44.25±2.3	40.40 ^c ±1.3	34.70 ^c ±2.2	41.58 ^c ±1.9
0% Commercial wax	45.00	43.22±1.4	32.87±2.2	43.75±2.4	40.75 ^c ±2.3	34.45 ^c ±2.2	41.70 ^c ±2.2
20% Commercial wax	45.00	42.94±1.7	33.41±2.3	43.35±2.2	41.45 ^b ±2.3	35.22 ^b ±2.1	42.26 ^b ±2.5
30% Commercial wax	45.00	40.50±2.1	36.00±2.4	41.82±2.5	43.05 ^b ±2.3	35.42 ^b ±2.6	43.32 ^b ±2.4
40% Commercial wax	45.00	42.12±2.5	37.40±2.4	43.54±2.1	43.42 ^a ±2.7	38.07 ^a ±3.0	44.85 ^a ±2.3
F-test	NS	NS	NS	NS	*	*	*
C.V. (%)	26.34	28.46	24.46	21.86	23.46	26.68	27.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ Titratable acidity (TA) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TA (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0.17	0.17±0.03	0.12 ^b ±0.03	0.11 ^b ±0.03	0.10±0.01	0.09±0.02	0.08±0.01
0% Commercial wax	0.17	0.17±0.02	0.12 ^{ab} ±0.02	0.11 ^b ±0.03	0.10±0.02	0.10±0.02	0.09±0.01
20% Commercial wax	0.17	0.17±0.02	0.12 ^{ab} ±0.03	0.12 ^b ±0.03	0.11±0.01	0.10±0.03	0.09±0.02
30% Commercial wax	0.17	0.13±0.02	0.13 ^{ab} ±0.04	0.12 ^b ±0.04	0.11±0.03	0.10±0.01	0.09±0.01
40% Commercial wax	0.17	0.17±0.02	0.17 ^a ±0.02	0.15 ^a ±0.02	0.11±0.03	0.10±0.02	0.09±0.02
F-test	NS	NS	*	*	NS	NS	NS
C.V. (%)	12.46	14.68	8.24	12.48	16.48	15.32	16.17

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ Total soluble solids (TSS) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TSS (° Brix)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	13.0	12.2±0.6	12.4±0.5	12.6±0.4	11.2±0.5	11.3±0.4	10.5±0.3
0% Commercial wax	13.0	12.0±0.6	12.0±0.5	11.9±0.7	11.2±0.7	11.1±0.4	10.6±0.5
20% Commercial wax	13.0	12.1±0.6	12.1±0.3	12.0±0.4	11.3±0.9	11.1±0.6	10.8±0.9
30% Commercial wax	13.0	12.3±0.2	12.3±0.3	12.1±0.2	11.3±1.2	11.5±0.7	10.8±0.6
40% Commercial wax	13.0	12.8±0.6	12.1±0.3	12.2 ±0.4	11.2±0.2	11.3±0.4	10.4±0.5
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	13.46	11.78	13.56	14.68	11.56	16.68	13.78

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก19 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบ
ผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์
ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	pH						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	4.72	5.28±0.1	5.11±0.1	5.21±0.1	5.39±0.1	5.29±0.1	5.36±0.1
0% Commercial wax	4.72	5.22±0.2	5.04±0.1	5.15±0.2	5.44±0.1	5.23±0.1	5.26±0.1
20% Commercial wax	4.72	5.34±0.2	5.05±0.1	5.17±0.2	5.43±0.2	5.22±0.1	5.25±0.1
30% Commercial wax	4.72	5.14±0.1	5.13±0.1	5.12±0.3	5.43±0.1	5.24±0.1	5.20±0.1
40% Commercial wax	4.72	5.32±0.2	5.12±0.2	5.12±0.1	5.35±0.1	5.22±0.1	5.35±0.1
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	8.63	11.46	12.46	9.78	14.32	13.46	15.64

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมาย
แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก20 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0	0	33 ^b	100	100	100
0% Commercial wax	0	0	0	33 ^b ±0.5	100	100	100
20% Commercial wax	0	0	0	100 ^a	100	100	100
30% Commercial wax	0	0	0	100 ^a	100	100	100
40% Commercial wax	0	0	0	100 ^a	100	100	100
F-test	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
C.V. (%)	-	-	-	8.32	-	-	-

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก21 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Respiration rate (mgCO ₂ /kg.hr)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	70.62	28.10±1.8	28.79 ^a ±1.4	29.81 ^a ±1.4	31.48±1.7	31.52 ^a ±1.2	34.91 ^a ±1.8
0.5% Acetic acid	70.62	22.36±3.7	27.61 ^a ±4.7	30.60 ^a ±4.7	31.38±4.4	33.66 ^a ±4.9	35.55 ^a ±4.5
0.5% Chitosan	70.62	24.86±2.9	26.43 ^a ±2.3	27.76 ^b ±2.8	28.54±3.0	28.78 ^b ±2.7	29.60 ^b ±2.9
1.0% Chitosan	70.62	22.71±0.8	23.96 ^{ab} ±2.7	24.00 ^{bc} ±2.3	24.41±2.0	26.78 ^c ±3.1	28.93 ^b ±2.8
1.5% Chitosan	70.62	21.36±3.8	21.75 ^{ab} ±2.1	22.16 ^d ±2.2	22.87±3.3	23.53 ^d ±3.7	24.92 ^c ±2.4
F-test	NS	NS	*	*	NS	*	*
C.V. (%)	17.48	22.34	20.54	22.23	19.46	27.32	26.46

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก22 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Weight loss (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0.47 ^a ±0.02	1.21 ^a ±0.01	2.08 ^a ±0.12	2.47 ^a ±0.11	2.70 ^a ±0.16	3.70 ^a ±0.10
0.5% Acetic acid	0	0.50 ^a ±0.03	1.22 ^a ±0.09	1.94 ^a ±0.08	2.36 ^a ±0.14	2.81 ^a ±0.16	3.74 ^a ±0.27
0.5% Chitosan	0	0.43 ^b ±0.03	1.04 ^b ±0.13	1.84 ^b ±0.09	2.18 ^b ±0.10	2.63 ^b ±0.29	3.24 ^b ±0.24
1.0% Chitosan	0	0.38 ^c ±0.02	1.02 ^c ±0.06	1.70 ^b ±0.10	2.16 ^b ±0.11	2.58 ^b ±0.27	3.15 ^b ±0.12
1.5% Chitosan	0	0.36 ^c ±0.05	0.87 ^d ±0.05	1.68 ^c ±0.12	2.08 ^c ±0.16	2.44 ^c ±0.18	3.05 ^c ±0.13
F-test	-	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	-	24.46	26.32	17.48	27.32	26.72	25.54

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก23 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Firmness (N)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	3.18	3.05±0.03	3.04±0.03	2.98±0.03	2.94±0.03	2.80±0.03	2.78±0.03
0.5% Acetic acid	3.18	3.08±0.03	3.04±0.04	3.02±0.02	3.00±0.03	2.87±0.03	2.82±0.02
0.5% Chitosan	3.18	3.09±0.03	3.03±0.03	2.99±0.04	2.98±0.02	2.91±0.02	2.81±0.03
1.0% Chitosan	3.18	3.11±0.02	3.07±0.03	3.04±0.04	3.01±0.04	2.97±0.02	2.97±0.02
1.5% Chitosan	3.18	3.14±0.03	3.12±0.03	3.11±0.03	3.08±0.04	3.08±0.03	3.07±0.03
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	24.34	19.46	24.56	27.32	26.48	25.68	24.76

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก24 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color (Hue angle)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	105.61	105.45±4.2	102.04 ^c ±4.6	100.23 ^b ±3.7	100.47 ^b ±4.1	99.99±4.5	99.25±4.9
0.5% Acetic acid	105.61	104.04±5.6	103.20 ^b ±4.8	100.42 ^b ±3.0	100.09 ^b ±3.7	99.48±2.8	99.36±4.6
0.5% Chitosan	105.61	104.90±5.4	103.84 ^b ±2.9	101.48 ^b ±3.7	100.12 ^b ±3.1	99.58±2.9	99.46±4.5
1.0% Chitosan	105.61	105.11±6.8	103.95 ^b ±5.2	101.60 ^b ±2.8	101.44 ^b ±2.2	100.15±3.4	99.95±2.9
1.5% Chitosan	105.61	104.71±5.7	105.94 ^a ±5.1	104.09 ^a ±2.5	103.05 ^a ±4.6	100.42±3.3	100±4.0
F-test	NS	NS	*	*	*	NS	NS
C.V. (%)	17.62	13.48	12.36	14.68	18.56	17.56	15.64

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 25 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวโคโตนความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color (Lightness)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	45.58	47.9 ^c ±2.2	43.25 ^c ±1.8	27.07 ^c ±3.6	42.7 ^c ±2.0	33.51 ^c ±1.8	42.76 ^b ±1.5
0.5% Acetic acid	45.58	47.05 ^b ±9.7	44.86 ^{bc} ±9.9	26.67 ^c ±6.2	42.15 ^c ±8.8	33.88 ^c ±8.6	42.72 ^b ±8.8
0.5% Chitosan	45.58	48.89 ^b ±8.3	45.24 ^b ±7.4	28.76 ^b ±4.7	44.3 ^b ±7.4	39.61 ^b ±6.8	42.78 ^b ±7.2
1.0% Chitosan	45.58	49.49 ^{ab} ±8.2	48.67 ^{ab} ±7.7	30.05 ^b ±5.2	43.53 ^b ±7.6	43 ^b ±6.6	44.01 ^a ±7.5
1.5% Chitosan	45.58	50.21 ^a ±8.3	51.29 ^a ±8.2	35.63 ^a ±5.6	45.78 ^a ±7.4	45.58 ^a ±5.9	45.11 ^a ±7.7
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	15.46	17.86	18.98	15.86	14.66	20.34	15.43

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ Titratable acidity (TA) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไลโคซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TA (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0.44	0.23±0.04	0.18±0.04	0.14±0.04	0.13±0.04	0.15±0.03	0.13±0.02
0.5% Acetic acid	0.44	0.22±0.04	0.18±0.02	0.15±0.02	0.12±0.02	0.13±0.02	0.11±0.02
0.5% Chitosan	0.44	0.21±0.04	0.17±0.04	0.15±0.02	0.12±0.02	0.12±0.02	0.12±0.03
1.0% Chitosan	0.44	0.26±0.04	0.16±0.03	0.16±0.03	0.14±0.03	0.13±0.02	0.11±0.02
1.5% Chitosan	0.44	0.26±0.04	0.21±0.04	0.19±0.04	0.15±0.03	0.13±0.02	0.12±0.03
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	15.44	13.46	17.42	18.64	14.46	18.32	17.82

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ Total soluble solids (TSS) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TSS (° Brix)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	12.60	11.92±0.8	10.18±0.9	10.70±0.8	10.77±0.7	9.37±0.7	9.83±0.6
0.5% Acetic acid	12.60	11.37±0.6	9.98±0.9	10.65±0.7	10.95±0.7	9.80±0.9	9.78±0.7
0.5% Chitosan	12.60	10.88±0.8	10.21±0.9	10.73±0.8	10.12±1.3	9.90±1.0	9.95±0.7
1.0% Chitosan	12.60	10.87±0.8	10.14±0.8	10.70±0.8	10.38±1.2	9.57±0.8	10.27±0.8
1.5% Chitosan	12.60	11.87±0.6	10.68±0.7	10.07±0.8	10.35±0.7	10.47±0.4	10.53±0.8
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	18.64	15.80	16.78	12.56	15.62	20.23	14.78

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก28 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิว ไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	pH						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	4.46	4.87±0.1	4.83±0.3	5.01±0.1	5.63±0.1	4.97±0.1	5.34±0.1
0.5% Acetic acid	4.46	4.79±0.1	4.70±0.1	5.01±0.1	5.52±0.1	5.11±0.1	5.34±0.1
0.5% Chitosan	4.46	4.67±0.1	4.90±0.2	4.90±0.1	5.57±0.1	5.04±0.1	5.26±0.1
1.0% Chitosan	4.46	4.58±0.1	4.90±0.1	4.83±0.1	5.46±0.1	5.01±0.1	5.23±0.1
1.5% Chitosan	4.46	4.69±0.1	4.82±0.1	4.71±0.1	5.44±0.1	4.86±0	5.30±0.1
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	17.84	16.50	15.42	13.24	14.72	18.32	17.64

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก29 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0	0	33 ^a ±0.5	100 ^a	100	100
0.5% Acetic acid	0	0	0	33 ^a ±0.5	100 ^a	100	100
0.5% Chitosan	0	0	0	33 ^a ±0.5	92 ^a ±0.3	100	100
1.0% Chitosan	0	0	0	25 ^b ±0.5	83 ^a ±0.4	92±0.3	100
1.5% Chitosan	0	0	0	8 ^c ±0.3	42 ^b ±0.5	92±0.3	100
F-test	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
C.V. (%)	-	-	-	18.32	16.68	12.30	-

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 30 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Respiration rate (mg. CO ₂ / kg.hr)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	55.72	22.34±0	25.91 ^a ±0	25.62 ^a ±0	23.99 ^a ±0	24.95 ^a ±0	27.10 ^a ±0
0% Glucomannan	55.72	21.26±0	25.81 ^a ±0	24.98 ^b ±0	23.70 ^a ±0	24.54 ^a ±0.1	26.76 ^a ±0
0.6% Glucomannan	55.72	21.26±0	25.70 ^a ±0	24.48 ^b ±0.1	22.96 ^b ±0	23.46 ^b ±0	23.98 ^b ±0
0.8% Glucomannan	55.72	20.86±0	21.84 ^b ±0	22.88 ^c ±0	21.97 ^b ±0	22.00 ^b ±0	23.82 ^b ±0
1.0% Glucomannan	55.72	20.58±0	21.45 ^b ±0.1	21.00 ^c ±0	19.06 ^c ±0	18.30 ^c ±0	19.71 ^c ±0
F-test	NS	NS	*	*	*	*	*
C.V. (%)	22.92	25.48	26.82	25.42	27.56	28.74	21.38

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก31 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Weight loss (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0.90 ^a ±0.06	1.85 ^a ±0.15	2.48 ^a ±0.09	3.14 ^a ±0.16	3.30 ^a ±0.18	4.01 ^a ±0.29
0% Glucomannan	0	0.88 ^a ±0.06	1.80 ^a ±0.11	2.48 ^a ±0.19	3.10 ^a ±0.17	3.29 ^a ±0.34	3.97 ^a ±0.12
0.6% Glucomannan	0	0.85 ^a ±0.05	1.57 ^b ±0.11	2.32 ^b ±0.15	2.90 ^b ±0.28	3.17 ^b ±0.13	3.83 ^b ±0.14
0.8% Glucomannan	0	0.81 ^b ±0.05	1.54 ^b ±0.06	2.30 ^b ±0.14	2.88 ^b ±0.21	3.14 ^b ±0.12	3.81 ^b ±0.08
1.0% Glucomannan	0	0.78 ^c ±0.05	1.46 ^c ±0.07	1.98 ^c ±0.03	2.55 ^c ±0.03	2.84 ^c ±0.10	3.70 ^c ±0.14
F-test	-	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	-	28.32	25.28	24.36	21.36	27.54	29.32

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 32 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Firmness (N)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	3.17	3.06±0.44	3.04±0.38	3.03±0.36	2.95±0.28	2.89±0.45	2.71±0.21
0% Glucomannan	3.17	3.05±0.33	3.01±0.28	2.91±0.26	2.89±0.26	2.84±0.38	2.82±0.28
0.6% Glucomannan	3.17	3.02±0.33	2.97±0.33	2.94±0.31	2.91±0.31	2.78±0.31	2.72±0.42
0.8% Glucomannan	3.17	3.05±0.28	2.99±0.38	2.96±0.29	2.93±0.34	2.90±0.22	2.83±0.27
1.0% Glucomannan	3.17	3.08±0.30	3.00±0.29	3.00±0.29	2.96±0.41	2.89±0.25	2.86±0.27
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	21.86	24.56	23.48	27.22	18.34	19.56	26.42

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก33 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color (Hue angle)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	103.74	101.75 ^b ±2.7	100.21 ^b ±4.1	97.91 ^b ±3.8	97.40 ^b ±3.3	95.80 ^c ±2.5	94.80 ^b ±4.3
0% Glucomannan	103.74	102.37 ^b ±2.9	101.50 ^b ±1.8	99.96 ^b ±4.0	98.53 ^b ±4.8	93.99 ^c ±4.7	93.62 ^b ±4.4
0.6% Glucomannan	103.74	103.26 ^a ±4.8	101.85 ^b ±3.8	99.70 ^b ±4.3	98.76 ^b ±3.8	97.41 ^b ±4.4	95.18 ^b ±2.7
0.8% Glucomannan	103.74	103.62 ^a ±3.8	102.26 ^a ±4.7	101.14 ^a ±4.3	99.95 ^a ±4.3	98.69 ^a ±3.4	97.43 ^a ±1.8
1.0% Glucomannan	103.74	104.15 ^a ±4.9	102.30 ^a ±5.0	101.38 ^a ±5.0	100.94 ^a ±3.3	99.46 ^a ±4.1	98.83 ^a ±4.3
F-test	NS	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	24.32	18.56	19.56	21.46	26.54	26.86	17.68

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 34 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color (Lightness)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	44.20	43.93±1.4	42.59±1.3	38.12 ^b ±1.8	35.32 ^c ±1.7	32.09 ^c ±2.4	27.78 ^c ±2.6
0% Glucomannan	44.20	43.89±0.9	43.31±2.0	39.42 ^b ±1.9	36.13 ^c ±1.9	33.28 ^b ±2.8	28.43 ^c ±2.0
0.6% Glucomannan	44.20	44.09±1.9	43.10±3.1	40.16 ^b ±3.5	37.85 ^b ±2.1	35.38 ^b ±3.2	30.69 ^b ±1.1
0.8% Glucomannan	44.20	44.15±2.3	43.69±1.7	41.80 ^a ±2.0	39.10 ^a ±1.6	38.33 ^a ±1.9	32.03 ^a ±1.3
1.0% Glucomannan	44.20	44.03±2.7	43.64±1.2	42.49 ^a ±1.5	40.21 ^a ±2.1	38.73 ^a ±2.9	32.08 ^a ±1.5
F-test	NS	NS	NS	*	*	*	*
C.V. (%)	18.34	19.56	17.80	25.10	27.34	21.68	28.68

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ Titratable acidity (TA) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TA (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0.22	0.18±0.03	0.15±0.03	0.10±0.03	0.08±0.02	0.08±0.02	0.09±0.02
0% Glucomannan	0.22	0.17±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.08±0.01	0.09±0.02	0.09±0.01
0.6% Glucomannan	0.22	0.21±0.03	0.14±0.03	0.11±0.01	0.08±0.01	0.09±0.02	0.09±0.02
0.8% Glucomannan	0.22	0.20±0.03	0.16±0.02	0.11±0.02	0.09±0.02	0.09±0.01	0.09±0.02
1.0% Glucomannan	0.22	0.21±0.03	0.12±0.02	0.11±0.02	0.08±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	17.34	15.56	18.78	23.56	26.78	23.22	21.12

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ Total soluble solids (TSS) ของ
ผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบป้องกันความชื้นชั้นต่าง ๆ
ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TSS (° Brix)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	13	12.5±0.1	12.2±0.2	12.1±0.2	11.9±0.1	11.9±0.2	10.8±0.1
0% Glucomannan	13	12.1±0.2	11.9±0.3	11.7±0.1	11.6±0.2	11.1±0.2	11.1±0.2
0.6% Glucomannan	13	12.5±0.2	12.0±0.2	12.0±0.1	11.7±0.2	11.0±0.1	11.0±0.2
0.8% Glucomannan	13	12.4±0.1	12.4±0.1	12.3±0.1	11.0±0.2	11.0±0.1	10.5±0.1
1.0% Glucomannan	13	12.3±0.2	12.1±0.2	12.0±0.2	10.8±0.1	10.8±0.2	10.5±0.1
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	16.52	16.80	21.78	23.32	26.48	17.34	19.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมาย
แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 37 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบ
แป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์
ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	pH						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	4.43	5.23±0.1	5.14±0.1	5.09±0.1	5.22±0.1	5.26±0.1	5.42±0.1
0% Glucomannan	4.43	5.30±0.2	5.15±0.2	5.15±0.2	5.24±0.1	5.25±0.1	5.38±0.1
0.6% Glucomannan	4.43	5.33±0.2	5.26±0.1	5.18±0.1	5.35±0.1	5.26±0.1	5.38±0.1
0.8% Glucomannan	4.43	5.41±0.2	5.36±0.1	5.19±0.1	5.38±0.1	5.28±0.1	5.42±0.1
1.0% Glucomannan	4.43	5.50±0.1	5.38±0.1	5.27±0.1	5.43±0.2	5.39±0.1	5.35±0.1
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	16.54	17.54	18.24	11.28	14.78	19.20	21.30

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมาย
แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 38 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการเน่าเสียของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ที่เคลือบด้วยสารเคลือบแป้งบุกความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Decay (%)						
	Day of storage						
	0	5	10	15	20	25	30
Non waxed	0	0	0	33±0.5	100	100	100
0% Glucomannan	0	0	0	33±0.5	100	100	100
0.6% Glucomannan	0	0	0	33±0.5	100	100	100
0.8% Glucomannan	0	0	0	30±0.5	93±0.4	100	100
1.0% Glucomannan	0	0	0	30±0.5	88±0.5	100	100
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	-	-	-	16.70	19.86	-	-

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก39 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Firmness (N)					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	3.46	3.31±0.28	3.25±0.33	3.19±0.16	3.06±0.22	3.01±0.12
LDPE	3.46	3.36±0.18	3.30±0.22	3.23±0.24	3.21±0.29	3.17±0.28
1.5% Chitosan	3.46	3.31±0.14	3.28±0.30	3.23±0.20	3.09±0.21	3.03±0.10
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	23.46	21.78	19.70	24.56	26.64	25.32

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก40 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle สีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไลโคซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color (Hue angle)					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	105.86	104.72±3.1	101.64±2.8	100.64±1.3	97.99 ^c ±1.4	96.96 ^c ±2.3
LDPE	105.86	104.72±3.0	102.03±2.1	101.97±2.7	101.43 ^a ±0.2	101.03 ^a ±1.3
1.5% Chitosan	105.86	104.13±2.7	102.47±2.8	101.76±3.1	100.63 ^b ±0.8	100.07 ^b ±1.9
F-test	NS	NS	NS	NS	*	*
C.V. (%)	17.21	18.45	15.94	14.30	12.78	14.32

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก41 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) สีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color (Lightness)					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	45.75	41.56±0.8	40.45±2.2	33.20±1.9	31.57±1.1	30.64±1.2
LDPE	45.75	42.83±1.2	42.51±1.7	33.77±1.5	32.02±0.2	30.63±2.5
1.5% Chitosan	45.75	41.68±1.8	40.59±0.6	33.66±1.6	31.17±2.6	30.69±1.7
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	12.12	16.24	17.32	16.80	18.64	17.90

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ Titratable acidity (TA) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TA (%)					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.35	0.27±0.02	0.23±0.03	0.24 ^b ±0.04	0.18 ^b ±0.02	0.16 ^b ±0.03
LDPE	0.35	0.25±0.04	0.20±0.04	0.29 ^a ±0.02	0.28 ^a ±0.01	0.26 ^a ±0.03
1.5% Chitosan	0.35	0.25±0.03	0.25±0.04	0.21 ^b ±0.02	0.16 ^b ±0.04	0.19 ^b ±0.02
F-test	NS	NS	NS	*	*	*
C.V. (%)	15.62	16.36	17.52	18.42	15.48	18.12

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก43 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ Total soluble solids (TSS) ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	TSS (° Brix)					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	11.35	10.70±0.35	10.20±0.28	10.05±0.71	9.90±0.81	9.55±0.33
LDPE	11.35	11.05±0.77	10.85±0.57	10.95±0.41	10.27±0.50	9.70±0.48
1.5% Chitosan	11.35	10.80±0.23	10.65±0.38	10.25±0.50	9.75±0.50	9.60±0.27
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	15.78	18.24	19.39	17.43	15.31	17.75

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก44 การเปลี่ยนแปลง pH ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบฟิวด้วยสารเคลือบฟิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	pH					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	4.09	4.21±0.1	4.36±0.1	4.46 ^a ±0.1	4.59 ^a ±0	4.46 ^a ±0.1
LDPE	4.09	4.17±0.1	4.19±0.1	4.24 ^b ±0	4.27 ^b ±0	4.15 ^b ±0
1.5% Chitosan	4.09	4.19±0.1	4.35±0	4.40 ^a ±0	4.57 ^a ±0.1	4.47 ^a ±0
F-test	NS	NS	NS	*	*	*
C.V. (%)	17.71	18.35	19.65	15.56	20.34	18.46

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก45 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี ของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Vitamin C (mg/100 g FW)					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	9.17	5.33±0.7	6.67±0.9	4.50±0.5 ^b	3.50±0.4 ^b	3.50±0.4 ^b
LDPE	9.17	6.50±0.6	8.50±0.1	7.00±0.7 ^a	7.17±0.5 ^a	7.17±0.5 ^a
1.5% Chitosan	9.17	6.00±0.2	7.00±0.6	5.67±0.6 ^b	5.17±0.6 ^b	4.00±0.4 ^b
F-test	NS	NS	NS	*	*	*
C.V. (%)	20.46	16.32	18.42	11.27	19.39	17.72

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก46 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	1	1.4±0.5	1.6±0.9	2.2±1	3.5±0.6 ^a	4.3 ±1 ^a
LDPE	1	1	1.2±0.4	1.5±0.9	1.7±0.6 ^c	1.9±0.6 ^c
1.5% Chitosan	1	1.2±0.4	1.5±0.5	1.7±1.3	2.5±0.7 ^b	2.9±0.6 ^b
F-test	NS	NS	NS	NS	*	*
C.V. (%)	28.46	20.46	26.46	18.46	24.32	26.46

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก47 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ด้านสีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	1	1.5±0.5	1.6±0.8	2.1±1	2.4±0.7	2.8±0.6
LDPE	1	1.4±0.4	1.5±0.4	2.1±0.7	2.3±0.6	2.5±0.5
1.5% Chitosan	1	1.4±0.5	1.5±0.5	2.1±0.7	2.5±0.5	2.8±0.6
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	26.46	24.56	26.46	18.68	17.68	25.66

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 48 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ด้านเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Texture					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	1	1.6±1.1	1.9±0.6	2.5±1.1	2.8±0.8	3.5±1
LDPE	1	1.4±0.6	1.7±0.7	2.3±1.1	2.7±0.7	3.3±0.8
1.5% Chitosan	1	1.6±0.8	1.8±0.9	2.4±1.1	2.8±0.9	3.3±0.9
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	17.68	16.68	16.46	14.68	18.42	16.64

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก49 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ด้านความเปรี้ยวของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Sour					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	1	1.4±0.6	1.6±0.7	2.3±0.6	2.5±0.8	2.8±0.7
LDPE	1	1.2±0.6	1.3±0.5	2.1±0.9	2.2±0.7	2.7±0.7
1.5% Chitosan	1	1.2±0.8	1.4±0.7	2.3±0.7	2.3±0.7	2.6±0.6
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	13.56	12.46	16.68	18.46	15.46	12.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก50 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ด้านความหวานของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Sweetness					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	1	1.3±0.5	1.9±0.9	2.5±0.6	2.7±1	3.2±0.9
LDPE	1	1.3±0.6	1.8±0.9	2.3±1	2.2±0.9	2.7±0.8
1.5% Chitosan	1	1.3±0.5	1.7±0.7	2.3±1	2.5±0.6	2.7±0.6
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	16.68	18.56	12.68	14.68	20.34	18.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก51 คะแนนระดับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน กลิ่นผิดปกติของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Smell-ferment					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	1	1.3±0.6	1.4±0.6	1.5±0.7	1.4±0.5	1.6±0.5
LDPE	1	1.3±0.6	1.2±0.4	1.3±0.5	1.6±0.8	1.7±0.7
1.5% Chitosan	1	1.2±0.4	1.4±0.5	1.5±0.7	1.6±0.8	1.6±0.7
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	24.46	26.67	20.56	28.32	26.46	23.42

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก52 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านสีกลีบของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Bract color					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.6±0.7	6±1.1	5.5±0.7	5.2±0.9	3.9±0.5 ^b	3.6±0.5 ^c
LDPE	6.6±0.7	6.1±1.1	5.7±0.7	5.5±0.6	5.4±0.8 ^a	5.1±0.5 ^a
1.5% Chitosan	6.6±0.7	6±1	5.5±0.7	5.3±1	4.5±0.6 ^a	4±0.7 ^b
F-test	NS	NS	NS	NS	*	*
C.V. (%)	21.86	24.56	23.48	27.22	18.34	19.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก53 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านสีเปลือกของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Peel color					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.5±0.8	6.3±0.9	5.2±0.8	5.1±1	4.7±1.1	4.2±0.7
LDPE	6.5±0.8	6.3±0.9	5.8±1.1	5.5±1.1	5.3±0.6	4.7±0.8
1.5% Chitosan	6.5±0.8	6.3±0.9	5.6±1.1	5.3±1	5±0.7	4±0.6
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	24.32	18.56	19.56	21.46	26.54	26.86

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก54 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านเนื้อสัมผัสของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Texture					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.7±0.5	5.5±0.5	5.1±0.7	4.3±0.9	4.1±1	4±0.8
LDPE	6.7±0.5	5.8±0.9	5.1±0.6	4.5±0.7	4.4±1	4±0.7
1.5% Chitosan	6.7±0.5	5.7±0.5	5.1±0.8	4.5±1.1	4.4±1.1	4±0.4
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	18.34	19.56	17.80	25.10	27.34	21.68

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก55 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านความเปรี้ยวของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Sour					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.4±0.8	6±0.9	5.5±0.7	5±0.7	4.7±0.6	4.4±0.5
LDPE	6.4±0.8	6±0.9	5.1±0.8	4.8±0.5	4.1±0.7	4±0.4
1.5% Chitosan	6.4±0.8	6±1.1	5.2±0.8	5±0.6	4.5±0.6	4.2±0.6
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	16.80	21.78	23.32	26.48	17.34	19.56

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก56 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านความหวานของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Sweetness					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.5±0.6	6±1	5.5±0.6	5.1±0.6	4.7±0.5	4.4±0.7
LDPE	6.5±0.6	6.3±0.7	5.7±0.6	5.2±0.9	5±0.7	4.8±0.4
1.5% Chitosan	6.5±0.6	6.1±0.8	5.5±0.5	5.1±0.6	4.9±1	4.6±0.7
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	17.34	15.56	18.78	23.56	26.78	23.22

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก57 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านกลิ่นผิดปกติของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Smell-ferment					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.8±0.4	6.6±0.6	6.2±0.4	5.8±0.4	5.1±0.9	4.9±0.8
LDPE	6.8±0.4	6.4±0.5	5.9±0.5	5.5±0.5	5±0.7	4.7±0.7
1.5% Chitosan	6.8±0.4	6.6±0.5	5.9±0.5	5.6±0.6	5.1±0.7	4.7±0.7
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	17.54	18.24	11.28	14.78	19.20	21.30

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ก58 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบของผู้บริโภค ด้านความชอบโดยรวมของผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เปรียบเทียบ 3 ชุดการทดลอง คือ (1) บรรจุในถุงชนิด LDPE (2) เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ (3) ชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 95

Treatment	Overall acceptance					
	Day of storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.6±0.5	5.9±0.9	5±0.7	4.8±0.7	3.8±0.8 ^c	3.5±0.7 ^c
LDPE	6.6±0.5	6.3±0.5	5.9±0.4	5.6±0.7	5.4±0.5 ^a	5.1±0.5 ^a
1.5% Chitosan	6.6±0.5	6.2±0.6	5.6±0.6	5.1±0.7	4.9±0.7 ^b	4.6±0.5 ^b
F-test	NS	NS	NS	NS	*	*
C.V. (%)	18.46	26.84	28.46	22.86	24.56	28.22

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกัน มีความหมายแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's multiple rang test)
 NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ประวัติผู้เขียน



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย วรเศรษฐ์ ไตรสีห์
วันเดือนปีเกิด	28 กรกฎาคม 2522
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 333 ม.1 ต.ท่าสูด อ.เมือง จ.เชียงราย
ประวัติการศึกษา	
2544	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ศึกษาศาสตร์-เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	
2545 -2551	พนักงานขายและส่งเสริมการขาย บริษัท โรจน์กลกิจ เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด