ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบรรจุ)

ปริญญา

เทคโนโลยีการบรรจุ	เทคโนโลยีการบรรจุ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ผลของวัสดุห่อต่อคุณภาพของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง

Effects of Bagging Materials on Quality of Pitaya (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) Fruits

นามผู้วิจัย นางสาวนงนุช สุนทรรุจนวงศ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์วาณี ชนเห็นชอบ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์จิตติ์พร เครือเนตร, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ฉลองชัย แบบประเสริฐ, B.S.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญญารัตน์ จิญกาญจน์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของวัสดุห่อต่อคุณภาพของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง

Effects of Bagging Materials on Quality of Pitaya (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) Fruits

โดย

นางสาวนงนุช สุนทรรุจนวงศ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบรรจุ)
พ.ศ. 2552

นงนุช สุนทรรุจนวงศ์ 2552: ผลของวัสดุห่อต่อคุณภาพของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบรรจุ) สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์วาณี ชนเห็นชอบ, Ph.D. 120 หน้า

การศึกษาผลของระยะเวลาห่อต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton & Rose) และพันธุ์เนื้อแดง (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose) โดยทำการห่อผลแก้วมังกรด้วยถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) ที่ระยะเวลาห่อต่างๆ ได้แก่ 10, 15, 20 และ 25 วันหลังดอกบานเต็มที่ โดยผลแก้วมังกรที่ไม่ได้ห่อเป็นตัวอย่างควบคุม (control) เก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรเมื่อบริบูรณ์เต็มที่ 30 วันหลังดอกบาน ทำการตรวจวัดคุณภาพ ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ตำหนิที่ผิว สีผิว ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ กรดที่ไทเทรตได้ และกรดแอสคอร์บิก จากผลการทดลองพบว่า ผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดงมีน้ำหนักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างควบคุม การห่อช่วยลดตำหนิบนผลแก้วมังกรได้อย่างชัดเจน การห่อด้วยถุงห่อ PW ที่ 20 วันหลังดอกบานเป็นระยะเวลาห่อที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากผลแก้วมังกรมีน้ำหนักมากที่สุดและมีตำหนิผลน้อยที่สุด ทำการศึกษาการห่อด้วยถุงชนิดที่พัฒนาขึ้นใหม่ (B-1 และ G-1) ซึ่งมีสมบัติด้านการส่องผ่านแสงที่แตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบกับถุงห่อ PW และที่ไม่ได้ห่อ ทำการห่อผลที่ 20 วันหลังดอกบานและเก็บเกี่ยวที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบานเต็มที่ พบว่าเมื่อเก็บเกี่ยวที่ 30 วันหลังดอกบานเต็มที่ ผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวห่อด้วยถุง B-1 และ G-1 มีน้ำหนักมากที่สุด ผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ห่อด้วยถุง G-1 มีน้ำหนักมากที่สุด แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดงเก็บเกี่ยวที่ 30 และ 34 วันหลังดอกบานเต็มที่ ห่อด้วยถุง G-1 น่าจะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของผลแก้วมังกร เนื่องจากสมบัติด้านการสะสมความร้อนที่สูงกว่าถุงห่อชนิดอื่นๆ ถุงห่อทุกชนิดลดตำหนิที่ผลแก้วมังกรเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ห่อ โดยทั่วไปผลแก้วมังกรที่ห่อด้วยถุง B-1 มีความรุนแรงของตำหนิที่ผลน้อยที่สุด

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Nongnuch Soontornrujanawong 2009: Effects of Bagging Materials on Quality of Pitaya (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) Fruits. Master of Science (Packaging Technology), Major Field: Packaging Technology, Department of Packaging Technology. Thesis Advisor: Associate Professor Vanee Chonhenchob, Ph.D. 120 pages.

The effects of bagging periods on growth and quality of the white pitaya (*Hylocereus undatu*s) and the red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) were studied. Pitayas were bagged with the white paper bags (PW) at different growth periods (10, 15, 20 and 25 days after full bloom [DAFB]) and compared with the non-bagged pitayas used as a control. Pitayas were harvested at maturity at 30 DAFB and valuated on size, weight, skin defect, skin color, firmness, total soluble solid content (TSS), titratable acidity (TA) and ascorbic acid. The results showed that weight of the white and red pitayas bagged at 20 and 25 DAFB were highest and not significantly different ($p \leq 0.05$) from the control. Apparently, bagging could reduce skin defects in pitayas. The most appropriate bagging periods for the white and red pitayas was at 20 DAFB as it gave the highest weight and best skin appearance with decreased defects. Newly developed bagging materials with different wavelength characteristics (B-1 and G-1) were also compared with the white paper bags and control. White and red pitayas were bagged at 20 DAFB and harvested at 30, 34 and 38 DAFB. The results showed that white pitayas bagged with B-1 and G-1 had highest weight at 30 DAFB. Red pitayas bagged G-1 had the highest weight after harvest at 30 DAFB. Bagging with G-1 gave the highest total soluble solid content (TSS) in white and red pitayas harvested at 30 and 34 DAFB. Bagging with G-1 could accelerate pitaya development due to its higher heat accumulation characteristics as compared to the other bagging materials. All bagging materials reduced skin defect in pitayas as compared to control. In general, bagging with B-1 gave the least severity of skin defect as compared to the other treatments.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. วาณี ชนเห็นชอบ อาจารย์ที่ปรึกษาประจำวิทยานิพนธ์ รศ. ฉลองชัย แบบประเสริฐ และอาจารย์จิตติ์พร เครือเนตร ที่ปรึกษาร่วมเป็นอย่างสูง ที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นทางด้านวิชาการต่างๆ และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้น ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณสุทธิศักดิ์ บุณยาคุมานนท์ เจ้าของสวนเกษตรแก้วมังกร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัตถุดิบ และอาหารมื้อกลางวันเสมอมา คณะคณาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และขอขอบคุณ คุณสุรเชษฐ์ เอี่ยมกระจ่าง, คุณกฤตภาส คงรัตน์, คุณเกศวดี อัชชะวิสิทธิ์ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ สำหรับความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษา การทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนตัวอย่างฟิล์มพลาสติกในการทำวิจัย

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ทุกคนในครอบครัว และ คุณณรงค์ สงฤทธิ์ สำหรับความรักและการสนับสนุนในการศึกษารวมทั้งกำลังใจที่มีให้เสมอมาจนการทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันเนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ คุณครู และอาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอน และหากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

นงนุช สุนทรรุจนวงศ์

ตุลามคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	81
สรุป	81
ข้อเสนอแนะ	82
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	83
ภาคผนวก	94
ภาคผนวก ก ผลการทดลอง	95
ภาคผนวก ข การทดสอบสมบัติฟิล์มพลาสติก	108
ภาคผนวก ค สภาพภูมิอากาศในการทดลองระหว่างปี พ.ศ. 2551-2552	110
ภาคผนวก ง มาตรฐานโคเด็กซ์สำหรับแก้วมังกร	113
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	120

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว	7
2	ช่วงแสงที่มีผลต่อการสร้างสีต่างๆ ในผักและผลไม้	24
3	อัตราการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊สออกซิเจน (WVTR, OTR) และความหนาของถุงห่อ	40
4	ค่าการส่องผ่านแสงต่อถุงห่อที่ใช้ในการทดลอง	41
5	ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์ เนื้อแดง ที่ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) เริ่มห่อที่ 10, 15, 20 และ 25 วันหลังการเก็บเกี่ยวที่ 30 วันหลังดอกบาน	43
6	องค์ประกอบทางเคมีหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) เริ่มห่อที่ 10, 15, 20 และ 25 วัน เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน	45
7	องค์ประกอบทางเคมีหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) เริ่มห่อที่ 10, 15, 20 และ 25 วัน เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน	46
8	ระดับตำหนิที่พบของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดงที่ห่อถุงกระดาษสีขาว เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน	49
9	ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน	51
10	ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน	53
11	องค์ประกอบทางเคมีภายหลังเก็บเกี่ยว ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน	54
12	องค์ประกอบทางเคมีภายหลังเก็บเกี่ยว ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน	56
13	ค่าสีของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดง ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

14 ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เริ่มห่อที่ 20 วันหลังดอกบาน 59

15 ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เริ่มห่อที่ 20 วันหลังดอกบาน 60

ตารางผนวกที่

ก1 อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA) และความแน่นเนื้อ ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน เก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (%RH 90±2) 96

ก2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 97

ก3 ปริมาณกรด (TA) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 98

ก4 อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 99

ก5 ค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วันที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 100

ก6 ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ก7 ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 102

ก8 ค่า L* ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 103

ก9 ค่า a* ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 104

ก10 ค่า b* ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 105

ก11 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิว (ΔE) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2 106

ค1 สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง ที่สวนเกษตรแก้วมังกร ต. หนองเสือ อ.บึงบา จ.ปทุมธานี ปี พ.ศ. 2551 110

ค2 สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง ที่สวนเกษตรแก้วมังกร ต. หนองเสือ อ.บึงบา จ.ปทุมธานี ปี พ.ศ. 2552 111

ค3 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถุงห่อชนิดต่างๆ และไม่ห่อผล ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง 112

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton & Rose)	5
2	แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose)	6
3	การกระจายแสงของถุงห่อลูกพีช ที่ความยาวคลื่นแสงช่วงวิสิเบิล 400-700 นาโนเมตร	11
4	สมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของผักกาดพันธุ์ Lollo Rosso ต่อความยาวคลื่นแสง (280-400 นาโนเมตร) ของพลาสติกคลุมแปลง	14
5	สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสังเคราะห์แอนโทไซยานินของผักกาดพันธุ์ Lollo Rosso ต่อความยาวคลื่นแสงช่วง 280-400 นาโนเมตร	15
6	การสังเคราะห์แสงและปฏิกิริยาการสร้างพลังงาน (Photophosphorylation)	17
7	การหายใจของผลไม้ประเภทไคลแมกเทอริก และนอนไคลแมกเทอริก ในช่วงของการเจริญเติบโตระยะต่างๆ	19
8	พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแสงช่วงยูวีวิสิเบิล	22
9	การทำงานของแสง (photosystem) ต่อการดูดซับสารสีเพื่อทำให้เกิดพลังงาน	22
10	การดูดกลืนแสงของสารสีชนิดต่างๆ ของพืชทะเลที่ช่วงยูวีวิสิเบิล	23
11	เกณฑ์วัดระดับการเกิดตำหนิของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว	37
12	เกณฑ์วัดระดับการเกิดตำหนิของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง	38
13	ค่าการส่องผ่านแสงของถุงกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1 และ G-1	41
14	ลักษณะปรากฏภายหลังการห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เวลาเริ่มห่อผลที่ 10, 15,20 และ 25 วันหลังดอกบาน และเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน	48
15	อุณหภูมิภายเฉลี่ยแต่ละชั่วโมงภายในถุงห่อที่ใช้ในการทดลอง ตลอด 24 ชั่วโมง	62
16	ลักษณะปรากฏหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) ที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ลักษณะปรากฏหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) ที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ เก็บเกี่ยวผลที่ 34 วันหลังดอกบาน	64
18	ลักษณะปรากฏหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) ที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ เก็บเกี่ยวผลที่ 38 วันหลังดอกบาน	65
19	น้ำหนักที่สูญเสียไป (ร้อยละ) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	67
20	น้ำหนักที่สูญเสียไป (ร้อยละ) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	68
21	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	69
22	ปริมาณกรด (TA) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	72
23	อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	73
24	ความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	74
25	ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	ปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	76
27	ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	77
28	ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน อายุเก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	78
29	ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	79
30	ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน อายุเก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2	80

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

PW = ถุงห่อกระดาษสีขาว

B-1 = ถุงห่อพลาสติกดัดแปลงสมบัติ และคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1

G-1 = ถุงห่อพลาสติกดัดแปลงสมบัติ และคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1

O_2 = แก๊สออกซิเจน

OTR = ค่าการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (cc/m^2 /day)

WVTR= ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ ($g./m^2/day$)

% T = ค่าการส่องผ่านของแสง (ร้อยละ)

$mgCO_2/kg/h$ = มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อกิโลกรัม ต่อชั่วโมง

mg = มิลลิกรัม

ml. = มิลลิลิตร

cc/m^2 /day = ซีซี ต่อตารางเมตร ต่อวัน

$g./m^2/day$ = กรัม ต่อตารางเมตร ต่อวัน

ml/ kg/h = มิลลิลิตร ต่อกิโลกรัม ต่อชั่วโมง

º Brix = องศาบริกซ์

µl /kg/h = ไมโครลิตร ต่อกิโลกรัม ต่อชั่วโมง

N = นิวตัน

mg./100 ml Juice = มิลลิกรัม ต่อ100มิลลิลิตรน้ำคั้นผล

ผลของวัสดุห่อต่อคุณภาพของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง

Effects of Bagging Materials on Quality of Pitaya (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) Fruits

คำนำ

คุณภาพของผลไม้ด้านลักษณะปรากฏเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค การเข้าทำลายของโรคและแมลง แสงแดดที่ร้อนจัดจนเกินไป หรือ ฝนที่ตกหนักในระหว่างการเจริญเติบโตทำให้เกิดตำหนิบนผิวผลไม้ได้ เป็นสาเหตุให้คุณภาพด้านลักษณะปรากฏต่ำลง มีผลต่อราคาขาย และมูลค่าที่ตกต่ำ ความต้องการผลไม้ลดลง เนื่องจากไม่เป็นที่ยอมรับของตลาดและผู้บริโภค คุณภาพผลไม้ด้านลักษณะปรากฏจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง

การใช้วัสดุคลุมแปลงและการห่อผลไม้ด้วยถุงในระหว่างการเจริญเติบโต เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Kitagawa *et al*, 1992; Hofman *et al.*, 1997) ทั้งยังป้องกันความเสียหายที่เกิดจากแสงแดดและฝนที่ตกหนักมากเกินไป จนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลไม้ (ทวีศักดิ์, 2532) นอกจากนั้นยังช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีหรือยากำจัดศัตรูพืชที่ต้องฉีดพ่นอย่างสม่ำเสมอ จากข้อดีเหล่านี้ได้มีการศึกษาเพิ่มขึ้นถึงการห่อและการคลุมผลในระหว่างการเจริญเติบโต เพื่อการพัฒนาคุณภาพด้านต่างๆ ของผลไม้ เช่น สี ขนาด รูปร่าง น้ำหนัก และ ลักษณะปรากฏ การพัฒนาด้านสีผิว เช่น การห่อลิ้นจี่ (Tyas *et al*., 1998) แอปเปิล (Arakawa *et al*., 1991) และองุ่น (Choi *et al*., 1996) ด้วยถุงกระดาษทำให้เกิดการสร้างสีเพิ่มขึ้นและมีสีผิวที่สม่ำเสมอ การห่อด้วยถุงยังช่วยพัฒนาน้ำหนักผลให้เพิ่มมากขึ้น เช่น การห่อกล้วยหอม (John and Scott, 1989) และมะเฟือง (Xu *et al*., 2006) นอกจากนั้นยังช่วยเร่งการสุก เช่น การห่อมะม่วง (ดำรงพล, 2548; Gowda *et al*., 2001) และอินทผลัม (Awad, 2007) และการห่อยังช่วยเก็บรักษากลิ่นรสของผักผลไม้ได้ เช่น การห่อลูกพีช (Jia *et al*., 2005) และการคลุมแปลงต้นใบกระเพรา (Chang *et al*., 2009) ซึ่งพบว่ามีกลิ่นรสมากกว่าที่ไม่ได้ห่อ

การห่อผลสัมพันธ์กับแสงอาทิตย์ที่สิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโต การหายใจ การสุกและการพัฒนาสีผักและผลไม้ (จริงแท้, 2550) โดยช่วงแสงที่มีความสำคัญได้แก่ ช่วงยูวีวิสิเบิล (280-800 นาโนเมตร) เช่น แสงสีน้ำเงิน (450 นาโนเมตร) และแสงสีแดง (680 นาโนเมตร) มีผลต่อการสังเคราะห์แสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต การหายใจ การสร้างพลังงาน และการ

สังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของพืช (Lichtenthaler *et al*., 1980) แสงยูวีบี (280-320 นาโนเมตร) ยังมีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (Arakawa, 1986) และการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ (Brickford, 1973) แสงเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพผลไม้และการสร้างสารสี ซึ่งสารสีแต่ละชนิดจะดูดกลืนคลื่นแสงที่แตกต่างกันไป การพัฒนาถุงคัดเลือกแสงจึงเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยในการพัฒนาคุณภาพของผลไม้

โดยทั่วไปถุงกระดาษนิยมใช้ห่อผลไม้ แต่มีความทนทานต่ำ ฉีกขาดได้ง่าย และไม่สมารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ ปัญหาเหล่านี้รวมถึงความสามารถของการคัดเลือกแสงและการส่องผ่านของแสง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของพลาสติก ดังเช่น การใช้พลาสติกคัดเลือกแสง (600-800 นาโนเมตร) คลุมสตรอเบอรี่ (Fletcher *et al*., 2002) ทำให้สีผลและปริมาณเก็บเกี่ยวผลดีขึ้น การคลุมมะเขือเทศ (380-700 นาโนเมตร) ทำให้การเจริญเติบโตและการสร้างสีเพิ่มขึ้น (Ciofu *et al*., 2005)

แก้วมังกรเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่นิยมปลูกมากขึ้นทุกปีและประเทศไทยกำลังผลักดันเพื่อการส่งออกทั้งตลาดในประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศยุโรป และกลุ่มประเทศเอเชีย เช่น ประเทศญี่ปุ่น สิงคโปร์ ฮ่องกง อินโดนีเซีย และจีน (เดลินิวส์, 2550) โดยในกลุ่มประเทศเอเชียมีคู่แข่งที่สำคัญ คือ ประเทศเวียดนาม มาเลเซีย และไต้หวัน (Le Becllec *et al*., 2006) ซึ่งประเทศไทยยังประสบปัญหาด้านคุณภาพผลในการส่งออก การพัฒนาคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลแก้วมังกรและการห่อด้วยถุงคัดเลือกแสงยังมีข้อมูลไม่มากนัก จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อไป จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น การศึกษาเรื่องของถุงห่อต่างๆ ต่อคุณภาพของแก้วมังกร จึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผลแก้วมังกรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสมบัติด้านการซึมผ่านของไอน้ำ ออกซิเจน และค่าการส่องผ่านแสง ของถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงห่อพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และ G-1

2. ศึกษาผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่เวลาเริ่มห่อผล 10, 15, 20 และ 25 วันหลังดอกบาน

3. เปรียบเทียบผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และG-1 ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่เวลาเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพผลแก้วมังกรหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 เป็นเวลา 15 วัน

การตรวจเอกสาร

แก้วมังกร

แก้วมังกร (Pitaya, Pitahaya or Dragon Fruit) อยู่ในวงศ์แคคทาซีอี้ (Cactaceae) ในสกุลไฮโลซีรีอัส (*Hylocereus*) เป็นพืชเขตร้อนประเภทกระบองเพชรเลื้อย มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกากลางและเริ่มเข้ามาในทวีปเอเชีย โดยเข้าสู่ประเทศเวียดนามเป็นประเทศแรก (Mizrahi *et al.*,1997) สำหรับผลแก้วมังกรมีขนาดใหญ่ มีรูปทรงกลมหรือรูปไข่ ครีบผลเป็นสีเขียวหรือสีแดงแล้วแต่สายพันธุ์ ลักษณะของผลคล้ายลูกแก้วมังกรที่คู่กับตัวมังกรตามความเชื่อของชาวจีน (สุรพงษ์, 2545) โดยถือเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศอิสราเอล และประเทศเวียดนาม สำหรับประเทศไทยในระยะแรกมีการนำเข้ามาจำหน่ายจากประเทศเวียดนาม ต่อมาในปีพ.ศ. 2543 ได้เริ่มนำสายพันธุ์จากต่างประเทศเข้ามาปลูกในเชิงการค้าเช่น สายพันธุ์จากประเทศเวียดนาม และประเทศไต้หวัน ซึ่งเริ่มแพร่หลายในการปลูกและบริโภคมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน

ตลาดสำคัญของแก้วมังกรมีทั้งในกลุ่มประเทศทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา และกลุ่มประเทศทวีปเอเชีย เช่น ฮ่องกง จีน สิงคโปร์ ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย (Le Bellec *et al*., 2006) ผู้บริโภคเป็นกลุ่มดูแลสุขภาพ และเน้นคุณค่าทางอาหาร ความต้องการบริโภคแก้วมังกรจึงสูงขึ้นทุกปี ตลาดคู่แข่งที่สำคัญของไทยได้แก่ ประเทศอิสราเอล เวียดนาม มาเลเซีย และไต้หวัน โดยในประเทศเวียดนาม แก้วมังกรถือเป็นผลไม้เศรษฐกิจมีการส่งออกตลาดต่างประเทศเป็นอันดับ 1 โดยมีพื้นที่เพาะปลูก 85,000 เฮกตา จากการสำรวจในปี 2004 ส่วนในปี 2005 พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นถึง 135,000 เฮกตา และมีปริมาณการส่งออกถึง 26,400 ตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (Ministry of Agriculture & Rural Development [MARD], 2006) แก้วมังกรจึงเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศเวียดนาม สำหรับในประเทศไทยได้ทำข้อตกลงการค้าเสรี (Free trade area, FTA) กับประเทศสหรัฐอเมริกา (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาแห่งชาติ [มกอช.], 2549) และประเทศจีน (ประชาชาติธุรกิจ, 2551) ส่งผลให้ได้เปรียบทางการค้าเหนือประเทศคู่แข่ง หากให้ความสำคัญก็อาจเป็นผลไม้ส่งออกระดับต้นๆ ของประเทศได้เช่นกัน

ชนิดของแก้วมังกร (*Hylocereus*)

แก้วมังกรสกุลไฮโลซีรีอัส (*Hylocereus*) มีทั้งหมด 18 ชนิด แต่ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเพื่อการค้ามีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton & Rose) และแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose) (สุรพงษ์, 2545) ปลูกได้ตลอดทั้งปี เดือนที่ได้ผลผลิตมากได้แก่เดือนพฤษภาคมจนถึงสิ้นตุลาคม (มกอช., 2552) แหล่งเพาะปลูกกระจายทั่วทุกภาคในประเทศไทย แต่นิยมปลูกมากในภาคกลางและภาคตะวันออก เช่น นครปฐม ราชบุรี ปทุมธานี กาญจนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตสำคัญของประเทศ

1. แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton & Rose)

มีถิ่นกำเนิดจากทวีปอเมริกากลาง ดอกมีสีขาว ผลมีรูปร่างลักษณะเป็นทรงรีหรือรูปไข่ ผิวมีสีแดงบานเย็น ครีบผลมีสีเขียวเรียวยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร มีเนื้อผลสีขาว ภายในเนื้อผลมีเมล็ดซึ่งมีลักษณะคล้ายงาดำฝังกระจายอยู่ทั่วไป ผลอาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ถึง 12 เซนติเมตร พบในทวีปอเมริกาเขตร้อน ในประเทศไทยนิยมปลูกพันธุ์เนื้อขาวสายพันธุ์เวียดนาม ซึ่งเป็นสายพันธุ์ ที่นำเข้ามาจากเวียดนาม และมีการเจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย (คชษิณ, 2544; สุรพงษ์, 2545)

ภาพที่ 1 แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton & Rose)

2. แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose)

ผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง จะต่างจากพันธุ์เนื้อขาวโดยที่เปลือกและเนื้อเป็นสีแดงบานเย็น มีเมล็ดภายในสีดำคล้ายงา มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศคอสตาริก้า และมีการพัฒนาสายพันธุ์ตามประเทศที่เพาะปลูก ดอกจะมีสีม่วงแซมแดง ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง10 เซนติเมตร ผลค่อนข้างกลมมีลักษณะเล็กกว่าพันธุ์เนื้อขาว เนื้อภายในจะเป็นสีแดงจัด มีความหวานมากกว่าพันธุ์เนื้อขาว ปัจจุบันในประเทศไทยเริ่มเป็นที่นิยมบริโภค เนื่องจากสีเนื้อที่ดึงดูดใจ ยังใช้เป็นสารให้สีในอาหาร เครื่องดื่มและไอศกรีมได้ ประเทศไทยนิยมปลูกสายพันธุ์ไต้หวัน ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศไต้หวัน แต่เจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย (คชษิณ, 2544; สุรพงษ์, 2545)

ภาพที่ 2 แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose)

ส่วนเนื้อของผลแก้วมังกรเจริญมาจากก้านชูเมล็ด (funiculi) ซึ่งด้านหนึ่งติดกับผนังรังไข่ เมื่อครบ 10 วันหลังดอกบาน ก้านชูเมล็ดจึงพัฒนาขึ้นรวมกันเป็นเนื้อผลสีขาวและมีเม็ดสีขาวแทรกอยู่ในเนื้อผล ต่อมาเมื่อเข้าสู่การสุกเมล็ดจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีดำแทรกอยู่ในเนื้อผล (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548) แก้วมังกรมีการเจริญเติบโตแบบ sigmoidal curve ช่วงแรกมีการเจริญเติบโตและขยายผลอย่างรวดเร็ว ต่อมาการเจริญเติบโตจะคงที่เมื่อเข้าสู่วัยบริบูรณ์ (อุไรวรรณ และ เรวัติ, 2551) แก้วมังกรเป็นผลไม้ประเภทนอลไคลแมกเทอริก (Non-climacteric) มีอัตราการหายใจต่ำและคงที่ในระหว่างการสุกและเก็บรักษา โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้เพียง 95-144 $mgCO_2/kg/hr.$ และหลังจากเก็บรักษา 6 วันแก้วมังกรมีการผลิตแก๊สเอทิลีนได้ 0.025-0.091 µl /kg/hr. และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้เพียง 0.52-0.78 ml/ kg/hr (Nerd *et al*., 1999)

แก้วมังกรนิยมปลูกเพื่อรับประทานสด มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางอาหาร วิตามิน แร่ธาตุและสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว

คุณค่าทางอาหารของแก้วมังกร ต่อส่วนที่บริโภค 100 กรัม		**หน่วย**
พลังงาน	0	แคลอรี
โปรตีน	0.53	กรัม
ไขมัน	0	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	0	กรัม
เส้นใย	0.71	กรัม
แร่ธาตุ		
แคลเซียม	134.5	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัสและเหล็ก	8.7	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	0	มิลลิกรัม
แมงกานีส	212.2	มิลลิกรัม
วิตามิน		
เอ	0	ไอยู
บี1(ไทอามีน)	0	มิลลิกรัม
บี2 (ไรโบฟลาวิน)	0	มิลลิกรัม
บี1และบี2	0	มิลลิกรัม
วิตามินซี	9.4	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	0	มิลลิกรัม

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2552)

ข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ วิธีการเพาะปลูก และชนิดสายพันธุ์

ด้านลักษณะปรากฏ สีของเปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงเมื่อเข้าสู่การสุก โดยแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวจะเริ่มเปลี่ยนสีในวันที่ 24-25 หลังดอกบาน และแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงจะเริ่มเปลี่ยนสีในวันที่ 25-28 หลังดอกบาน (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548; Nerd *et al*., 1999) การเก็บ

เกี่ยวผลจะเก็บเมื่อเปลี่ยนเป็นสีแดงเต็มที่ทั่วทั้งผลหรือหลังการเปลี่ยนสี 4-5 วัน ทั้งนี้การเก็บเกี่ยวต้องอาศัยดัชนีอื่นเป็นเกณฑ์ตัดสินด้วย เช่น ความหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด ความแน่นเนื้อ หรือสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมือกที่ลดลงและความบางของเปลือก เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิด สายพันธุ์ ฤดูกาล ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งเพาะปลูก ภูมิประเทศ และภูมิอากาศด้วย

มาตรฐานคุณภาพของผลแก้วมังกรในการส่งออกยึดตามแนวมาตรฐานโคเด็กซ์ (codex standard 237) และมาตรฐานการเพาะปลูกเช่น GMP, HACCP, EUROGAP เป็นต้น การปรับปรุงคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมกับการส่งออกและทำให้ได้เปรียบทางการค้าเหนือประเทศคู่แข่ง (ภาคผนวก ง)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแก้วมังกร

1. แสงอาทิตย์ อุณหภูมิและความชื้น

แก้วมังกรเป็นพืชเขตร้อนประเภทกระบองเพชรเลื้อย ที่ต้องการแสงแดดมากเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงและสร้างพลังงานถึงวันละ12 ชั่วโมง จึงต้องปลูกในที่โล่งแจ้งไม่มีต้นไม้บดบังเพื่อรับแสงได้มากพอ (Mizrahi *et al.*,1997) แต่ปริมาณแสงแดดที่มากเกินไปมีผลทำให้กิ่งแห้งสูญเสียความสมบูรณ์และต้นตายได้ ความต้องการของแสงจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดพันธุ์ของแก้วมังกรและความเข้มแสงของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งในประเทศไทยแก้วมังกรจะปลูกในที่โล่งแจ้งเพื่อให้รับแสงแดดอย่างพอเพียงและต้องรับน้ำอย่างสม่ำเสมอด้วย เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของแก้วมังกร ถ้าอุณหภูมิสูงเกินกว่า 60 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะทำให้ต้นตายได้ ฤดูกาลเพาะปลูกเป็นอีกปัจจัยสำคัญ เนื่องจากแสงในฤดูร้อนจะมีช่วงเวลายาวนานกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว (สุรพงษ์, 2545) จึงทำให้ฤดูหนาวเก็บเกี่ยวผลได้ช้า

แสงอาทิตย์เป็นสิ่งจำเป็นต่อพืชเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโต กระบวนการหายใจและการสังเคราะห์สารสี เป็นต้น แสงที่ได้รับอยู่ในช่วงของยูวีวิสิเบิล (280-800 นาโนเมตร) โดยพืชแต่ละประเภทมีความต้องการของแสงที่แตกต่างกันไป (ดนัย, 2531; จิรา, 2535) สีผิวและเนื้อของแก้วมังกรที่มีสีแดงบานเย็นเกิดจากสารสีในกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ได้แก่ สาร betaxanthins, สาร betacyanins และสาร betalaine จากศึกษาโดย Gibson and Nobel (1986); Slawomir *et al*. (2001); Florian *et al*. (2002) ซึ่งเป็นสารให้สีแดงในเปลือกและเนื้อของแก้วมังกร

โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอนโทไซยานินในผลไม้ส่วนใหญ่ พบว่าพืชจะมีการสังเคราะห์แอนโทไซยานินมากขึ้นเมื่อเริ่มเข้าสู่การสุก และเพิ่มขึ้นสูงสุดตามอายุการเก็บเกี่ยวซึ่งสัมพันธ์กับสีแดงที่ปรากฏ (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548)

2. ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งเพาะปลูก และสายพันธุ์

พื้นที่เหมาะแก่การเพาะปลูกต้องไม่มีน้ำท่วมขัง ดินต้องระบายน้ำได้ดีควรเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินปนกรวด มีความเป็นกรดเบสที่ 6 - 6.5 และมีแร่ธาตุอุดมสมบูรณ์ สายพันธุ์ที่ใช้เพื่อการค้าต้องเป็นสายพันธุ์ดีมีการคัดเลือกให้เหมาะสมต่อ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมของแหล่งเพาะปลูก ส่วนมากจะนิยมพันธุ์เนื้อขาวซึ่งมีสายพันธุ์เวียดนามและสายพันธุ์ลูกผสม ปัจจุบันพันธุ์เนื้อแดงไต้หวันกำลังเป็นที่นิยมในตลาดประเทศไทย (สุรพงษ์, 2545; สุทธิศักดิ์, 2551)

สำหรับปัญหาในการเพาะปลูกที่พบ ได้แก่ การระบาดของโรคและแมลง แมลงที่เป็นปัญหาได้แก่ แมลงวันทอง มดแดง และเพลี้ย (สุรพงษ์, 2545) แสงแดด และฝน เป็นสาเหตุเช่นกัน เช่น อาการแดดเผา (sun burn) ของแสงแดดที่ร้อนจัดจนทำให้เกิดการไหม้ของผิว ส่วนฝนมีผลต่อการหลุดร่วงและการระบาดของโรคแอนแทรกโนส สาเหตุเหล่านี้ทำให้คุณภาพแก้วมังกรต่ำลง ปริมาณเก็บเกี่ยวน้อยกระทบถึงต้นทุนและรายได้ของเกษตรกร นำไปสู่การเสียเปรียบทางการค้า และปริมาณการส่งออกที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ การพัฒนาคุณภาพจึงจำเป็นที่ต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง

ถุงห่อผลไม้และวัสดุคลุมแปลง

ถุงห่อผลไม้ถูกนำมาใช้ในการเกษตรเพื่อช่วยป้องกันความเสียหายของผักและผลไม้ เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของโรคระบาด แมลง ฝน และแสงแดด ทั้งยังช่วยปรับปรุงคุณภาพผลไม้ได้อีกด้วย โดยช่วงแรกนิยมใช้ถุงห่อที่ทำจากกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษเหลือใช้ เช่น กระดาษสมุดหน้าเหลือง หรือกระดาษคราฟท์ ซึ่งหาได้ง่าย ต่อมาได้มีการวิจัยการใช้ถุงกระดาษชนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นและพัฒนาไปสู่การใช้พลาสติก เพื่อเป็นวัสดุคลุมแปลงปลูกและถุงห่อต่อคุณภาพของพืช ซึ่งพบว่าการใช้ถุงห่อช่วยป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลงได้ และส่งผลให้มีคุณภาพผลดีกว่าไม่ได้ห่อในด้านลักษณะปรากฏ ตำหนิและการพัฒนาสีผิวได้ ดังเช่น

Kitagawa *et al*. (1992) พบว่าการห่อมะม่วงด้วยถุงกระดาษในฤดูระบาดของโรคช่วยควบคุมการเข้าทำลายของโรคระบาด และแมลงได้ดี มะม่วงมีคุณภาพ ลักษณะปรากฏดี อีกทั้งยังช่วยลดการใช้ยาฆ่าแมลงที่ต้องฉีดเพื่อควบคุมการระบาดของโรคได้ และการศึกษาการห่อผลทุเรียน (ชลิดา และคณะ, 2538) ห่อลำไย (สุพัตรา และคณะ, 2541) ด้วยถุงกระดาษพบว่าถุงช่วยลดการเข้าทำลายของหนอนเจาะผลทุเรียน ลดการหลุดร่วงของลำไย และป้องกันความเสียหายจากสภาพธรรมชาติได้

Hofman *et al*. (1997) ใช้ถุงกระดาษสีขาวห่อมะม่วงพันธุ์ Keitt (*Mangifera indica.*) ก่อนการเก็บเกี่ยว 100 วัน ต่อคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี พบว่าถุงช่วยปรับปรุงคุณภาพของมะม่วงได้ในด้านลักษณะปรากฏ ทำให้มีสภาพผิวดี มีการสุกที่สม่ำเสมอ เกิดความนิ่มและลดการแพร่ระบาดของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ทั้งช่วยพัฒนาสีผิวให้ดีขึ้น โดยการห่อถุงช่วยในการเปลี่ยนสีของมะม่วงจากสีเขียวเป็นสีเหลือง และลดการเกิดสีแดงที่ผิวของมะม่วงพันธุ์นี้ได้ ซึ่งเหล่านี้ถือเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวมะม่วงในระยะบริบูรณ์ การห่อด้วยถุงจึงช่วยพัฒนาคุณภาพของมะม่วง ทำให้เกิดการยอมรับของผู้บริโภค คุณภาพทางการค้า และมีปริมาณการส่งออกได้มากขึ้น

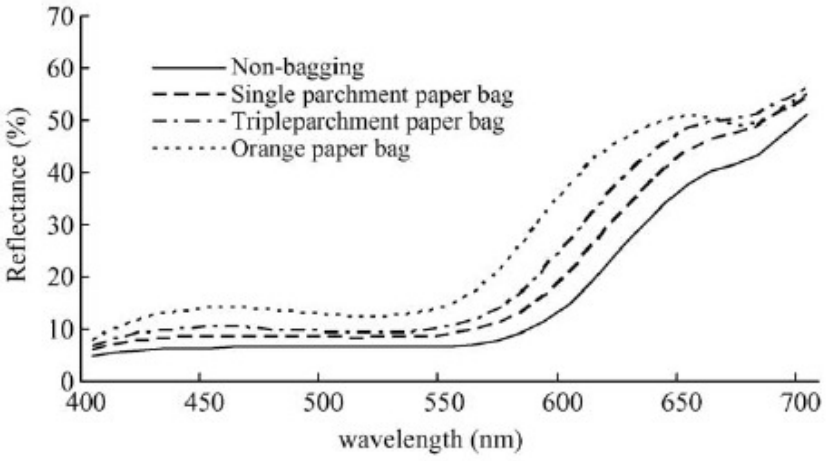
Tyas *et al*. (1998) ศึกษาการห่อผลด้วยถุงกระดาษสีขาวและตำแหน่งห่อต่อคุณภาพ และปริมาณผลผลิตของลิ้นจี่พันธุ์ Tai Soโดยใช้กระดาษคราฟท์สีขาวที่มีค่าการส่องผ่านแสงที่ความยาวคลื่น300-700 นาโนเมตร พบว่าถุงห่อช่วยการพัฒนาสีผิวและทำให้คุณภาพผลให้ดีขึ้น มีปริมาณการเก็บเกี่ยวที่สูงกว่าไม่ห่อและมีปริมาณการคัดออกต่ำ ข้อดีของถุงห่อช่วยป้องกันแดด ฝน โรค และแมลง ทั้งยังช่วยพัฒนาคุณภาพสีผิวของผลลิ้นจี่ให้มีสีแดงสม่ำเสมอกัน และมีปริมาณน้ำหนักผลต่อช่อผลเพิ่มขึ้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการปลูกแอปเปิลเป็นจำนวนมาก เพื่อการบริโภคภายในประเทศและการส่งออกต่างประเทศ แต่ประสบปัญหาการเข้าทำลายผลจากแมลงและสภาพอากาศ มีผลให้คุณภาพแอปเปิลต่ำลง การศึกษาการใช้ถุงห่อผลแอปเปิล เพื่อช่วยปกป้องการเข้าทำลายของแมลงและโรคที่ระบาดในฤดูร้อน ทำให้ไม่ต้องฉีดยากำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้น จึงลดการใช้สารเคมีลง (Zilliox, 2000) การห่อผลด้วยถุงช่วยลดปริมาณผลเสียของแอปเปิลได้ ทำให้เก็บเกี่ยวได้เพิ่มขึ้น

การห่อด้วยถุงยังมีผลต่อการพัฒนาสีผิวของผลไม้ โดยช่วยการกระจายแสงซึ่งกระตุ้นการสร้างสารสีได้ เช่น การห่อเชอรี่ (Arakawa, 1993) แอปเปิล (Ju, 1998; Wang *et al*., 2000) ลิ้นจี่ (Tyas *et al*., 1998) และ ลูกพีช (Jia *et al*., 2005; Kim *et al*, 2008) ผลไม้เหล่านี้มีสีแดงจากแอนโท

ไซยานินเป็นสีหลัก เมื่อผลไม้เข้าสู่การสุกสีผิวจะแสดงอย่างชัดเจน จากงานวิจัยพบว่าการห่อผลด้วยถุงกระดาษจะช่วยการกระจายแสงภายในถุง ผลไม้จะได้รับแสงมากขึ้นกว่าการไม่ห่อ โดยแสงที่กระจายไปกระตุ้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานินให้เพิ่มขึ้น ซึ่งแสงยูวีบี (280-320 นาโนเมตร) ช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์แสง และการทำงานของเอนไซม์ PAL (phenylalanine ammonia lyase) ทำให้เกิดการสร้างสารประกอบฟีนอลขึ้น เช่น procyanidin, quercetin glycoside ที่เป็นสารให้สีในกลุ่มแอนโทไซยานิน และสารประกอบอื่นๆ (Soheila and Mackerness, 2000; จริงแท้, 2549)

การใช้ถุงห่อชนิดที่มีสมบัติพิเศษการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การคัดเลือกช่วงแสง และการกระจายแสงก็เป็นแนวทางหนึ่งที่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผลไม้ให้ดีขึ้น เช่น การห่อมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถุงที่คัดเลือกแสงได้ (ดำรงพล, 2548) ทำให้คุณภาพด้านน้ำหนัก ขนาด และสีผลดีขึ้น มีคุณภาพแข่งขันในตลาดส่งออก เป็นต้น



ภาพที่ 3 การกระจายแสงของถุงห่อลูกพีช ที่ความยาวคลื่นแสงช่วงวิสิเบิล 400-700 นาโนเมตร

ที่มา: Jia *et al*., (2005)

กวิศร์ (2545) พบว่าการห่อฝรั่งพันธุ์เย็นสอง (*Psidium guajava L.*) ด้วยถุงพลาสติกสีขาว ทำให้ฝรั่งมีลักษณะปรากฏดีกว่าการห่อด้วยถุงกระดาษ และไม่ห่อ ถุงพลาสติกช่วยให้สีผิวฝรั่งมีค่าความสว่างมากกว่าไม่ห่อ และมีการสะสมความร้อนภายในมากขึ้น ทำให้เจริญเติบโตได้ดีกว่าการห่อด้วยกระดาษ เนื่องจากสมบัติการส่องผ่านแสงของถุง และการกระจายแสง ทั้งมีความทนทานต่อแสงแดด ฝน ดีกว่าถุงกระดาษที่มีความทนทานต่ำและถูกทำลายได้ง่ายในระหว่างการเพาะปลูก

Joyce *et al*. (1997); Hofman *et al*. (1995); Hofman *et al*. (1997) ศึกษาการห่อมะม่วงด้วยถุงกระดาษสีขาว พบว่าถุงช่วยพัฒนาการเปลี่ยนสีเขียวเป็นสีเหลืองที่เกิดจากแคโรทีนอยด์ ให้เห็นชัดเจนขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในขณะเข้าสู่การสุก เพราะสมบัติการส่องผ่านแสงและการกระจายแสงของถุง ทำให้มะม่วงสังเคราะห์สีเหลืองได้ดีขึ้น เนื่องจากได้รับแสงทั่วทั้งถุง จึงทำให้มะม่วงมีสีเหลืองสม่ำเสมอกัน ซึ่งสารแคโรทีนอยด์ที่มีในมะม่วงจะมีความเสถียรกว่าแอนโทไซยานินที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

Yang *et. al*. (2009) ได้ศึกษาการใช้ถุงพลาสติกใสมีค่าการส่องผ่านแสงร้อยละ 70 ห่อช่อลำไยในฤดูหนาว พบว่าถุงที่มีค่าการส่องผ่านแสงดี มีผลต่อการสะสมความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ โดยปรับสภาพภายในถุงและป้องกันการสูญเสียน้ำของผลลำไยในฤดูหนาวได้ ทำให้ลำไยเจริญเติบโตได้ดีกว่าไม่ห่อ มีขนาดผลใหญ่ และมีน้ำหนักดีกว่าไม่ห่อ ถุงห่อยังช่วยลดการแตก และการหลุดร่วงของผลลำไย การห่อด้วยถุงจึงสัมพันธ์กับสมบัติค่าการส่องผ่านแสงของถุง ปริมาณแสงที่ได้รับ การสะสมความร้อน และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นภายในถุง จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลำไย เพื่อเข้าสู่วัยบริบูรณ์ ในฤดูหนาวได้

Awad. (2007) ศึกษาการห่อด้วยพลาสติกพอลิเอทิลีน และพอลิพอพิลีนที่มีค่าการส่องผ่านแสงต่างกัน ทำการห่ออินทผลัม (date palm fruit, *Phoenix dactylifera L*.) ซึ่งเป็นผลไม้ในเขตทะเลทราย โดยคุณสมบัติการส่องผ่านแสง และการสะสมความร้อนของถุงพลาสติก สามารถเร่งอัตราการสุก (ripening rate) ให้สม่ำเสมอได้ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลจึงเร็วขึ้นกว่าไม่ห่อ และมีปริมาณเก็บเกี่ยวผลเพิ่มขึ้น โดยถุงพลาสติกมีผลทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายใน และเร่งอัตราการหายใจให้สูง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น จะกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเอทิลีน (ethylene) เพิ่มขึ้น โดยเป็นฮอร์โมนพืชที่ไปเร่งกิจกรรมต่างๆ ภายในผลอินทผลัมให้เข้าสู่วัยบริบูรณ์ และการสุกให้เร็วขึ้นได้

จากข้อดีที่กล่าวมาของถุงห่อ การพัฒนาสีของผลไม้จะสัมพันธ์กับความบริบูรณ์ และการสุก เนื่องจากเมื่อเข้าสู่การสุกสารสีเขียวของคลอโรฟิลล์จะถูกสลายไป ทำให้สารสีอื่นปรากฏเด่นชัดขึ้นมา เช่น สารสีเหลืองของคาโรทีนอยด์ และสารสีแดงจากแอนโทไซยานิน จึงสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อเข้าสู่วัยบริบูรณ์ได้ (จริงแท้, 2549) นอกจากนี้มีรายงานว่าการห่อด้วยถุงมีผลต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักและขนาดผล ดังเช่น

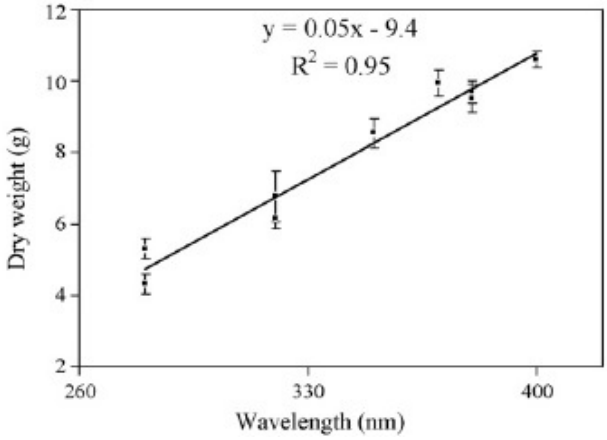
Johns and Scott (1989) ศึกษาโดยนำถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนสีน้ำเงิน ห่อกล้วยหอมพบว่าถุงห่อช่วยเพิ่มน้ำหนักและขนาดของผลได้ดีกว่าไม่ห่อ จากสมบัติการคัดเลือกแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงของถุงห่อ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตของพืช ผลที่เกิดคือ กล้วยหอมมีการขยายขนาดของผล ความยาว ความกว้างหน้าตัด และน้ำหนักดีกว่าไม่ห่อ และการศึกษาของจรีรัตน์ (2544) ใช้ถุงพลาสติกสีขาวห่อกระท้อนพันธุ์ปุยฝ้าย (*Sandoricum koetjape* [*burm. F.*] *merr*) พบว่าการห่อมีผลต่อการเจริญเติบโต ขนาด น้ำหนักผล และ ลักษณะปรากฏของกระท้อน ทั้งยังทำให้คุณภาพผิวดีขึ้น มีตำหนิน้อยและสีผิวเหลืองสม่ำเสมอทั่วทั้งผลดีกว่าไม่ห่อ ทั้งยังมีอายุการเก็บรักษายาวนานกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากสมบัติการส่องผ่านแสง การสะสมความร้อน และการกระจายแสงของถุง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระท้อน

Wilson and Rajapakse (2001) พบว่าการใช้พลาสติกคลุมแปลงคัดเลือกแสงฟาเรด พบว่าแสงฟาเรด (far- red , 700-800 นาโนเมตร) มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเซจทั้ง 3 พันธุ์ (Indigo spires sage, Wine sage, Maxican sage) แสงที่คัดเลือกได้ของพลาสติกคลุมแปลงช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นเซจในด้านความกว้างและความสูง แสงฟาเรด จึงมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืชให้เพิ่มขึ้น

Fletcher *et al*. (2002) ศึกษาการใช้พลาสติกคลุมแปลงคัดเลือกเฉพาะแสงฟาเรด (far-red) ต่อสตรอเบอรี่ (Elsenta) พบว่าแสงฟาเรดที่ผ่านพลาสติกคัดเลือกแสงมีผลต่อปริมาณผลผลิต และพลาสติกที่มีค่าการส่องผ่านแสงมาก ยังส่งผลให้มีปริมาณเก็บเกี่ยวผลผลิตดีกว่าพลาสติกที่มีแสงผ่านน้อย และการศึกษาของ Chen *et al*. (2004) พบว่าการใช้พลาสติกคัดเลือกแสงคลุมแปลงแตงกวามีผลให้ได้ปริมาณผลผลิตมากกว่าไม่ห่อ เนื่องจากพลาสติกช่วยกระจายแสงในแปลงให้ดีขึ้น ทำให้ได้รับแสงสม่ำเสมอทั่วแปลง การกระจายแสงส่งผลต่อการสังเคราะห์แสง และเจริญเติบโตของแตงกวา ทำให้แตงกวามีลักษณะปรากฏและรูปทรงที่ดีขึ้น มีความตรงและไม่หงิกงอเหมือนการไม่ใช้พลาสติกคลุมแปลง ทั้งยังช่วยลดการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลงได้

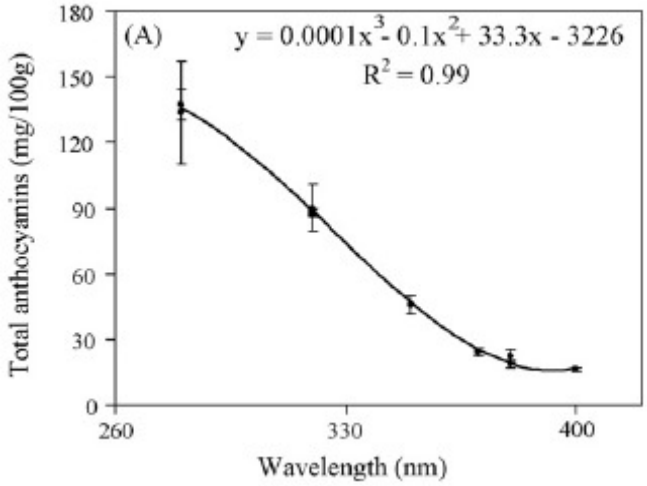
Tsormpatsidis *et al*. (2007) ใช้พลาสติกพอลิเอทิลีนคัดเลือกแสงวิสิเบิล (400-700 นาโนเมตร) คลุมแปลงผักกาดพันธุ์ Lollo Rosso (revolution) พบว่าแสงช่วงนี้มีผลต่อน้ำหนักและการสร้างปริมาณใบให้เพิ่มขึ้น โดยพลาสติกคลุมแปลงคัดเลือกแสงช่วงยูวีบี (280-320 นาโนเมตร) จะมีผลต่อการสังเคราะห์แสง (photosystem II) การสร้างฟลาโวนอยด์ และปริมาณแอนโทไซยานินให้เพิ่มมากขึ้น จึงมีสีม่วงแดงในผักกาดเพิ่มขึ้น เนื่องมากจากสมบัติการส่องผ่านแสง การกระจายแสง

และการคัดเลือกแสงของพลาสติกคลุมแปลง มีผลทำให้น้ำหนักผล การสร้างใบ จำนวนใบ และสารสีของผักกาดให้เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4 สมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของผักกาดพันธุ์ Lollo Rosso ต่อความยาวคลื่นแสง (280-400 นาโนเมตร) ของพลาสติกคลุมแปลง

ที่มา: Tsormpatsidis *et al*. (2007)



ภาพที่ 5 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสังเคราะห์แอนโทไซยานินของผักกาดพันธุ์ Lollo Rosso ต่อความยาวคลื่นแสงช่วง 280-400 นาโนเมตร

ที่มา: Tsormpatsidis *et al*. (2007)

Xu *et al*. (2008) ศึกษาการห่อมะเฟืองด้วยถุงพลาสติก ถุงกระดาษหนังสือพิมพ์ และถุงกระดาษเคลือบ พบว่าการห่อด้วยถุงพลาสติกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความกว้าง ความยาวของผลมะเฟืองที่อายุห่อผล 10 วันหลังดอกบาน และมีลักษณะปรากฏดี ตำหนิน้อย คุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงดีกว่าไม่ห่อผล การห่อด้วยถุงพลาสติกและกระดาษ ยังช่วยลดการหลุดร่วงของผลมะเฟืองในระหว่างการเจริญเติบโตได้

Jia *et al.* (2005) ศึกษาการห่อลูกพีชด้วยถุงกระดาษสีส้ม และถุงกระดาษเคลือบ พบว่าการห่อด้วยถุงมีผลต่อกลิ่นรส และสีผิวของลูกพีช โดยถุงกระดาษสีส้มทำให้เกิดการกระจายแสงได้ดีขึ้น สีผิวมีความสม่ำเสมอกัน และเก็บรักษากลิ่นรสได้ดีกว่าไม่ห่อ เนื่องจากสมบัติการกระจายแสง และการคัดเลือกช่วงแสง ช่วยพัฒนาสีแดงเพิ่มขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตและเร่งเข้าสู่วัยบริบูรณ์ (mature) ผิวจึงมีสีแดงสม่ำเสมอกัน โดยทั่วไปสารให้กลิ่นรส เช่น methyl และ ethyl butanoate จะเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต และการห่อด้วยถุงช่วยป้องกันผลไม้จากการทำลายของแสงแดด (sun burn) จึงไม่ทำลาย (denature) สารประกอบให้กลิ่นรส (aroma compound) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chang *et al*. (2009) พบว่าพลาสติกคลุมแปลงต้นใบกระเพรา ที่คัดเลือกช่วงแสงยูวีบี มีผลต่อการเก็บรักษากลิ่นรส และกระตุ้นการสร้างน้ำมันหอมระเหยของใบกระเพราได้ นั่นเพราะแสงยูวีบี (280-320 นาโนเมตร) มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ภายใต้พลาสติกคลุมแปลงคัดเลือกแสงยูวีบี ใบกระเพราจึงเจริญเติบโตได้ดี มีกลิ่นรส และปริมาณน้ำมันหอมระเหยดีกว่านอกแปลง คุณภาพของใบกระเพราจึงดีขึ้น

จากประโยชน์ของงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวมาของวัสดุคลุมแปลงและถุงห่อมีประโยชน์มากต่อผลิตผล ทั้งด้านป้องกันผลจากการเข้าทำลายของโรค แมลง ฝน และ แสงแดด ตำหนิที่ผิวจึงลดลง นอกจากนั้นยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การเพิ่มขนาด น้ำหนัก พัฒนาสีผิว เก็บรักษากลิ่นรส และลดการหลุดร่วงของผลจึงทำให้ปริมาณการสูญเสียลดลง เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญของถุงห่อ ได้แก่ การคัดเลือกแสง การส่องผ่านแสง การกระจายแสง และการสะสมความร้อน ที่มีส่วนช่วยในการเจริญเติบโต และเร่งให้เข้าสู่การสุกเร็วขึ้นได้ แต่ทั้งนี้ยังต้องขึ้นกับคุณสมบัติอื่นๆ ของถุงด้วย

โดยถุงห่อชนิดต่างๆ ต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานที่จำเป็นต่อพืช เช่น สมบัติค่าการซึมผ่านของไอน้ำและอากาศได้ดี เพื่อใช้ในกระบวนการหายใจและการคายน้ำของพืช เพราะพืชมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา การใช้พลาสติกปรับปรุงคุณสมบัติด้านนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เพราะทั่วไปพลาสติกจะมีสมบัติค่าการซึมผ่านของไอน้ำและอากาศได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับกระดาษ แต่กระดาษมีต้นทุน

การผลิตที่สูงกว่าและมีความทนทานต่ำ อีกทั้งสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้น้อยครั้ง การพัฒนาถุงห่อพลาสติกให้ระบายอากาศ และความชื้นได้ดีจึงมีประโยชน์ต่อพืช โดยพิจารณาจากอัตราการซึมผ่านของอากาศ (Gas transmission rate, GTR) และไอน้ำ (Water vapor transmission rate, WVTR) ซึ่งอัตราเหล่านี้ขึ้นอยู่กับประเภทพลาสติก ความหนา ขนาด รูปร่าง และปริมาตรอิสระ (free volume) ภายในส่วนที่เป็นอสัณฐาน (amorphous) ของพอลิเมอร์ เป็นหลัก

การพัฒนาคุณสมบัติพลาสติกให้สามารถระบายอากาศ และความชื้นได้ อาจทำได้โดยการเจาะรูพรุนในระดับไมโครเมตร การทำให้พื้นผิวของพลาสติกมีรูพรุน การผลิตวัสดุห่อประเภทพลาสติกคอมโพสิทโดยการเติมสารแต่งเติมชนิดรูพรุนสูง เพื่อเพิ่มปริมาตรอิสระในโครงสร้าง และ การลดความหนาของพลาสติก ก็อาจทำให้มีคุณสมบัติการแพร่ผ่านของอากาศ และไอน้ำดีขึ้น

แสงและอุณหภูมิ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพของผลผลิต การเพิ่มคุณสมบัติของพลาสติกให้มีหน้าที่พิเศษ โดยการเคลือบด้วยสารดูดซับแก๊ส หรือไอน้ำ การเติมสารสีหรือสารที่ดูดกลืนช่วงแสงยูวีวิสิเบิล หรือสารสะท้อนแสงในช่วงยูวี (UV reflector) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของพลาสติก ทั้งยังต้องมีความทนทานต่อแสง (light stability) และอุณหภูมิในขณะใช้งาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของพลาสติกได้ (degradation) ส่งผลให้คุณสมบัติเชิงกลลดลง การนำถุงกลับมาใช้ซ้ำจึงน้อย อาจแก้ไขได้โดยการเติมสารเพิ่มความเสถียร เช่น สารต้านทานแสงยูวี (UV stabilizer) นอกจากนี้พลาสติกที่ใช้เป็นถุง ควรมีราคาถูกเพื่อลดต้นทุน จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นจึงเกิดการวิจัยเรื่องการใช้ถุงห่อพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงต่อคุณภาพของแก้วมังกร เพื่อให้เกิดประโยชน์ความรู้ต่อคุณภาพผลแก้วมังกร และเป็นแนวทางการวิจัยถุงห่อกับผลไม้ชนิดอื่นๆ ต่อไป

บทบาทของแสงต่อการสังเคราะห์แสง การหายใจ การเกิดสี และการสุก

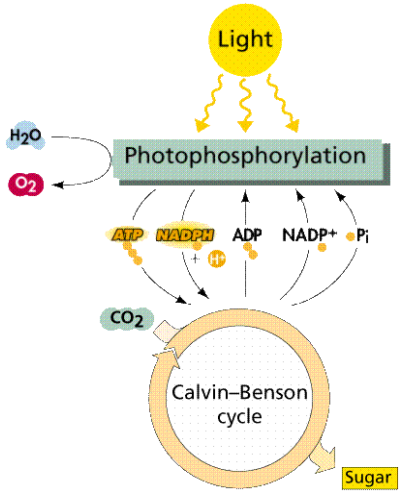
การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

เป็นกระบวนการที่พืชใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อให้เกิดเป็นน้ำตาล ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งน้ำตาลถือเป็นสารตั้งต้นที่ใช้ในการหายใจ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างพลังงาน ATP (adenosine triphosphate) ที่ใช้ในการเจริญเติบโต และสร้างกิจกรรมต่างๆ ภายในของพืช ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชยังต้องอาศัยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำ (H_2O) และ แสงแดด เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงที่บริเวณปากใบของพืช ผลผลิตจากปฏิกิริยานี้คือน้ำตาล ($C_6H_{12}O_6$)

และออกซิเจน (O_2) ซึ่งน้ำตาลจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจของพืช เพื่อให้เกิดการสร้างพลังงานพื้นฐานที่จำเป็น (ATP) โดยพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต การพัฒนาสี จนเข้าสู่กระบวนการสุก และการชราภาพของพืช ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงเป็นไปตามสมการที่ 1

$$6CO_2 + 6H_2O \text{ (+ light energy)} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

สมการที่ 1



ภาพที่ 6 การสังเคราะห์แสง และปฏิกิริยาการสร้างพลังงานของพืช (Photophosphorylation)

ที่มา : (Purves *et al*., 2008) Life: The Science of Biology

การหายใจ (Respiration)

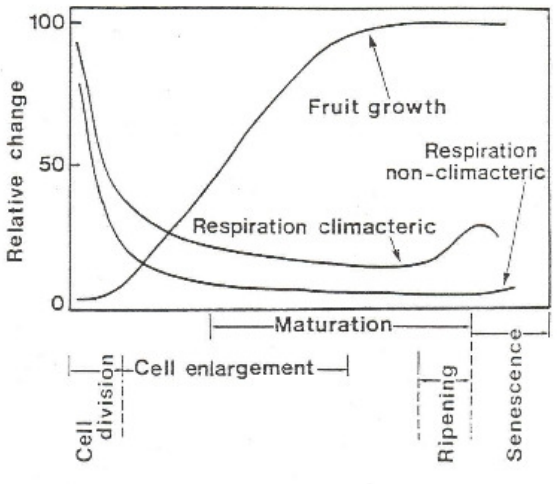
การหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่มีความสำคัญมากที่สุดกระบวนหนึ่ง เพราะเป็นกระบวนการที่พลังงานซึ่งอยู่ในรูปอาหารสะสม ถูกเปลี่ยนไปให้อยู่ในรูปของพลังงานที่จะนำไปใช้ได้ทันที สำหรับกิจกรรมต่างๆ เช่นการเจริญเติบโต การเคลื่อนย้ายอาหาร และการขยายพันธุ์ โดยการใช้อาหารสะสมมักจะอยู่ในรูปของแป้ง น้ำตาล หรือไขมัน เมื่ออาหารถูกนำไปใช้ก็จะเกิดการสร้างใหม่ขึ้นมาทดแทน แต่สำหรับผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว อาหารสะสมไม่สามารถสร้างใหม่ได้และจะถูกใช้หมดไป ดังนั้นอายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวจึงขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจเป็นสำคัญ (จริงแท้, 2549) กระบวนการหายใจนี้เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน

และรีดักชันที่อาหารถูกออกซิไดซ์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนถูกใช้ไปจนได้เป็นน้ำออกมา ส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปความร้อนที่ปลดปล่อยออกมา แต่ส่วนใหญ่จะได้เป็นพลังงานเคมีในรูปของโมเลกุลของ ATP ซึ่งเป็นพลังงานที่นำไปใช้ได้ทันที ปฏิกิริยาการหายใจเป็นไปตามสมการที่ 2

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{พลังงาน (ATP) และ ความร้อน}$$

สมการที่ 2

อัตราการหายใจของพืชในส่วนที่กำลังเริ่มเจริญเติบโตจะสูงมาก และลดต่ำลงเรื่อยๆ เมื่อส่วนนั้นเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะบริบูรณ์ และภายหลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจจะลดลงเรื่อยๆ โดยลดลงอย่างรวดเร็วในผลไม้ที่ยังอ่อน แต่จะลดลงช้าในส่วนที่เป็นแหล่งสะสมของอาหาร ในผลไม้ประเภทนอนไคลแมกเทอริก (non-climacteric) แต่สำหรับในผลไม้บางชนิดที่มีการสุกที่เห็นได้ชัดจะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในขณะสุก ลักษณะของอัตราการหายใจที่สูงขึ้นนี้เรียกว่าไคลแมกเทอริก (climacteric) จากอัตราการหายใจทำให้แบ่งผลไม้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ไคลแมกเทอริก และ นอนไคลแมกเทอริก (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 การหายใจของผลไม้ประเภทไคลแมกเทอริก และนอนไคลแมกเทอริก ในช่วงของการเจริญเติบโตระยะต่างๆ

ที่มา : Salisbury and Ross (1985)

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการหายใจของพืช ได้แก่

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะกระตุ้นให้สสารทุกอย่างมีพลังงานสูงขึ้น ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เกิดได้เร็วขึ้น รวมทั้งการหายใจ ซึ่งประกอบด้วยปฏิกิริยาเคมีหลายอย่างเกิดขึ้นต่อเนื่องหรือพร้อมๆ กัน โดยทั่วไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วขึ้นประมาณ 2 เท่า ยิ่งอุณหภูมิสูงมากขึ้น อัตราการซึมผ่านของออกซิเจนเข้าไปในเนื้อเยื่อภายในของผลไม้ที่จำกัดจะส่งผลต่ออัตราการหายใจให้ลดลง ส่งผลไปเร่งอัตราการเสื่อมสภาพให้เร็วขึ้น และทำให้อายุการเก็บรักษาต่ำลง (จริงแท้, 2549)

อุณหภูมิยังเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เพราะมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่างๆ ภายในทุกอย่าง และมีผลต่อปัจจัยอื่นๆ ภายนอกด้วย ในด้านภายในของผลเนื่องจากอุณหภูมิสูงจะไปเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ให้เกิดเร็วขึ้น ผลิตผลจึงเน่าเสียได้ง่าย การใช้อุณหภูมิต่ำจึงทำให้ผลิตผลสามารถเก็บรักษาไว้ในสภาพเดิมได้นานกว่า แต่ในกรณีอุณหภูมิต่ำเกินไป ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยเฉพาะกับพืชในเขตร้อน อาจทำให้เกิดอาการผิดปกติที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาวได้ (chilling injury) นอกจากนั้นอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ และปริมาณความชื้นของอากาศโดยรอบด้วย ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาผลิตผลจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้มีคุณภาพดีและได้นานที่สุด

2. องค์ประกอบของบรรยากาศ

ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลต่อการหายใจ โดยสิ่งมีชีวิตต้องการออกซิเจนในกระบวนการหายใจเพื่อให้เกิดพลังงานและความร้อน เพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ภายในของพืช เช่น การสร้างพลังงานและการเจริญเติบโต หากมีปริมาณน้อยมากจะไปลดอัตราการหายใจ ทำให้เกิดปฏิกิริยากระบวนการหมักขึ้น (fermentation) เกิดแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นพิษต่อผลิตผล และทำให้เกิดกลิ่นรสไม่พึงประสงค์ สำหรับคาร์บอนไดออกไซด์ หากมีปริมาณสูงจะไปยับยั้งการหายใจของพืช โดยมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (succinic dehydrogenase) ในวัฏจักรเครป (Kreb cycle) ทำให้กระบวนการหายใจดำเนินต่อไปไม่ได้ และเกิดการหมักได้แอลกอฮอล์เช่นเดียวกับกรณีที่มีออกซิเจนต่ำ (จริงแท้, 2549)

เอทิลีน เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการสุก มีผลต่อการหายใจ แยกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกในผลไม้ประเภทไคลแมกเทอลิก เอทิลีนจะกระตุ้นให้เกิด climacteric rise และ climacteric peak ให้เกิดเร็วขึ้นแต่ไม่มีผลต่อการหายใจสูง และอีกลักษณะในผลไม้ประเภทนอนไคลแมกเทอริก และในเนื้อเยื่ออื่นๆ เอทิลีนจะกระตุ้นให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้น ยิ่งมีมากขึ้น อัตราการหายใจก็จะมากตาม เมื่อใดไม่มีเอทิลีนอัตราการหายใจก็จะลดลง ดังเช่น การทดลองในกล้วยและมะนาวของ Biale และ Young (1981)

3. ความเครียดทางกายภาพ

ผลไม้หากได้รับการกระทบกระเทือนจะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการหายใจ และความเครียดทางกายภาพ ซึ่งจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการผลิตเอทิลีนของพืช เช่น การวัดอัตราการหายใจและปริมาณเอทิลีนของมะเขือเทศเมื่อโดนกระแทกด้วยลูกเหล็ก (MacLead *et al*., 1976) และการวางหน่อไม้ฝรั่งที่ตำแหน่งต่างๆ กันทำให้เกิดความเครียด มีผลต่อการสร้างพลังงานและปริมาณคลอโรฟิลล์ของหน่อไม้ฝรั่ง (Ota, 1990)

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช

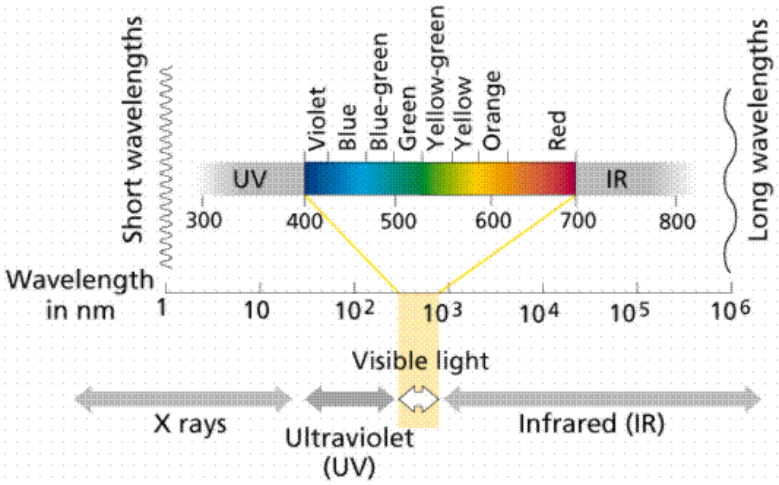
การเจริญเติบโตของพืชสัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ซึ่งก่อให้เกิดการสร้างพลังงาน (ATP) ที่นำไปใช้ในสร้างสิ่งจำเป็น เช่น กรดอะมิโน กรดนิวคลิอิกที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต การออกดอก การพัฒนาผล การขยายผล การสังเคราะห์สร้างสี การพัฒนาเข้าสู่การสุก และ การตาย ซึ่งผลไม้แต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตและพัฒนามาจากเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของดอกแตกต่างกันไป ทำให้โครงสร้างของผลไม้จึงแตกต่างกัน ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและการตอบสนองต่อการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันด้วย

การเกิดสีของผักและผลไม้ (pigments) และการสุก (ripening)

แสงสามารถมองเห็นเป็นสีได้เมื่อผ่านวัตถุตัวกลาง เช่น ปริซึม โดยแสงที่เรามองเห็นเป็นสีต่างๆ อยู่ในแสงช่วงวิสิเบิล (400-700 นาโนเมตร) แสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน โดยความยาวคลื่นแสงที่เห็นเป็นสีต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีพลังงานแสดงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีพลังงานแตกต่างกัน ตามความยาวคลื่นแสงแต่ละสี (ภาพที่8)

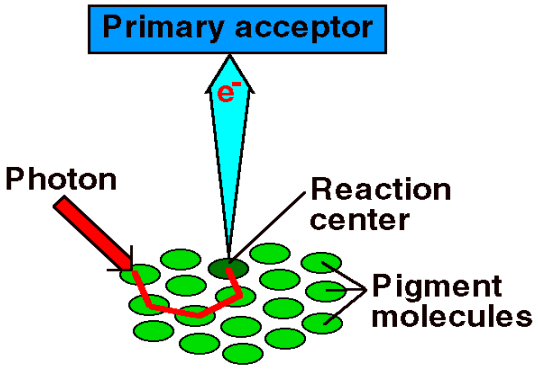
แสงมีผลต่อการสร้างสีของผักและผลไม้ในระหว่างการเจริญเติบโตและกระบวนการสุก การสังเคราะห์แสงทำให้เกิดพลังงานอิเล็กตรอน (photochemistry) ซึ่งแสงจะมีลักษณะเป็นความยาวคลื่นที่ให้พลังงาน (ความยาวคลื่นแสงต่ำจะมีพลังงานสูง ความยาวคลื่นสูงจะมีพลังงานต่ำ) แก่สารสี เช่น คลอโรฟิลด์ที่เป็นสารสีหลักของพืชจะดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดง เพื่อให้เกิดพลังงานที่ใช้การสังเคราะห์สี การดูดกลืนคลื่นแสงแตกต่างกันไปจึงขึ้นอยู่กับชนิดของสารสีของพืชนั้นๆ (Purves *et al*., 2008)

บริเวณการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และสารสีชนิดอื่นๆ จะอยู่ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งประกอบในเซลล์ของพืช สารสีจะดูดกลืนแสงที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดของพืช เช่น ผักใบเขียวมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ผลไม้ที่มีสีเหลืองส้มเกิดจากแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ไลโคปีน (lycopene) และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) สีแดงที่เกิดจากแอนโทไซยานิน (anthocyanin)



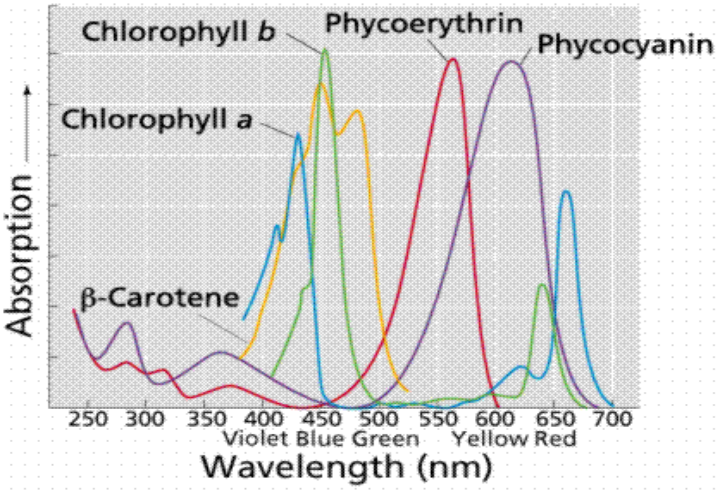
ภาพที่ 8 พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแสงช่วงยูวีวิสิเบิล

ที่มา: (Purves *et al*., 2008) Life: The Science of Biology



ภาพที่ 9 การทำงานของแสง (photosystem) ต่อการดูดซับสารสีเพื่อทำให้เกิดพลังงาน

ที่มา: Farabee (2000)



ภาพที่ 10 การดูดกลืนแสงของสารสีชนิดต่างๆ ของพืชทะเลที่ช่วงยูวิวิสิเบิล

ที่มา: Purves *et al*., (2008) Life: The Science of Biology

ผักและผลไม้ที่ต่างชนิดกันสีผิวจะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ สีเป็นลักษณะปรากฏหนึ่งที่มองเห็นด้วยตามีผลต่อความยอมรับของผู้บริโภค และสร้างความดึงดูดใจ สีแสดงถึงความบริบูรณ์การสุกของผลไม้และใช้เป็นดัชนีการตัดสินซื้ออันดับแรกได้ง่ายที่สุด สีผิวจึงมีผลต่อความเชื่อถือความมั่นใจต่อคุณภาพของผลไม้ต่อผู้บริโภคมากที่สุดด้วย

สารสีในผักและผลไม้จะเป็นตัวดูดซับพลังงานของแสง (คลื่นแสง) ที่เหมาะสมของพืชชนิดนั้นๆ และก่อเกิดเป็นพลังงานเพื่อขับเคลื่อนอิเล็กตรอนออกจากสารสีแล้วชักนำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงและกิจกรรมภายในต่างๆ ของพืช ซึ่งปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดมากขึ้น เมื่อความเข้มแสงหรือจำนวนของลำแสงที่ตกลงบนพื้นผิวมาก ทำให้เกิดการสังเคราะห์สารสี ซึ่งสีของผักและผลไม้จะขึ้นกับปริมาณของสารสีชนิดต่างๆ กัน ช่วงแสงจึงจำเป็นต่อการสร้างสารสี ช่วงแสงที่พืชต้องการเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ และการสร้างสารสีตามตารางที่ 2 เมื่อผักและผลไม้เจริญเติบโตเข้าสู่วัยบริบูรณ์และการสุกจะเกิดการเปลี่ยนสีให้เห็นเด่นชัดขึ้น โดยสีเขียวของคลอโรฟิลล์จะหายไปและปรากฏให้เห็นสีเหลืองหรือสีแดงขึ้นแทน สีที่เห็นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สีของพืชจึงเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของสารสีเหล่านี้ การเข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของสีจะช่วยในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุเก็บรักษาได้ เช่น การสูญเสียสีเขียวของแอปเปิล มะม่วง มะละกอ ที่แสดงถึงการสุก และคุณภาพที่เหมาะแก่การเก็บเกี่ยวเพื่อรับประทาน (จริงแท้, 2549)

ตารางที่ 2 ช่วงแสงที่มีผลต่อการสร้างสีต่างๆ ในผักและผลไม้

สารสี	**การเกิดสี**	**ช่วงแสงที่มีผลต่อการสร้างสี** (นาโนเมตร)	**การถูกทำลาย**
แอนโทไซยานิน	แดง, ม่วง pH<7 pH=7	ยูวีบี (280-320), 520, 600-800	แสง ออกซิเจน ความร้อน กรด-เบส สารสีอื่นๆ เช่นคลอโรฟิลล์
แคโรทีนอยด์	เหลือง, ส้ม	280-320	เสถียรต่อเวลา และสภาวะการเก็บต่างๆ
คลอโรฟิลล์	เขียว	วิสิเบิล (400-700)	แสง ออกซิเจน ความร้อน กรด-เบส มีผลต่อการสลายตัว

ที่มา: ดัดแปลงจาก Lichtenthaler *et al*., (1980); Arakawa, (1986) and Bickford (1973)

Huang *et al*. (2009) พบว่าแสงมีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน และแคโรทีนอยด์ โดยพบว่าหากนำลูกแพร์ออกจากถุงห่อผลไม้ ให้โดนแสงอย่างเต็มที่จะกระตุ้นการสร้างแอนไทไซ

ยานิน ฟลาโวนอยด์ และเร่งกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PAL และ PPO ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานินให้เพิ่มขึ้น ทำให้ลูกแพร์จีน (*Pyrus pyrifolia* Nakai) มีสีแดงเต็มทั้งลูก

สีผิวของแก้วมังกรที่มีสีแดงเกิดจากสารสีในกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอนโทไซยานินในผลไม้ส่วนใหญ่พบว่า มีการสังเคราะห์แอนโทไซยานินมากขึ้นเมื่อเริ่มเข้าสู่การสุกและเพิ่มขึ้นสูงสุดตามอายุเก็บเกี่ยว ซึ่งสัมพันธ์กับสีแดงที่ปรากฏในผล (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548; Ratanamarno *et al*., 2005) ปัจจัยภายในที่มีผลต่อสีของผลไม้ คือ พันธุกรรม เอนไซม์ต่างๆ ภายใน ค่ากรดเบส ปริมาณสารตั้งต้น และอุณหภูมิ ส่วนปัจจัยภายนอกที่มีผลมากต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน คือ แสงอาทิตย์ โดยแสงยูวีบี (280-320 นาโนเมตร) สำคัญต่อการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ และกระตุ้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานินได้ และการศึกษาของ Junko and Shunnosuke (1991) ที่พบว่าแสงฟาเรด (far red, 600-800 นาโนเมตร) ช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานินควบคู่ไปกับแสงช่วงยูวีบี โดยปริมาณแอนโทไซยานินจะเพิ่มขึ้นมาก เมื่อพืชได้รับแสงทั้งสองช่วงพร้อมกัน และงานวิจัยของ Arakawa (1993) พบว่าผลไม้ภายนอกพุ่มที่โดนแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่จะมีสีแดงมากกว่าผลภายในพุ่ม

การสุก (Ripening)

การสุกของผลไม้เป็นกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในผลไม้เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสี เนื้อสัมผัส และรสชาติ ทำให้คนและสัตว์สามารถกินผลไม้เหล่านี้ได้ ทั้งยังช่วยในการขยายพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของพืชในระหว่างการสุกประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงของสีผิว และเนื้อสัมผัส ความอ่อนนุ่มของเนื้อ การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การลดลงของปริมาณกรดอินทรีย์ การสังเคราะห์สารระเหยต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอล ซึ่งเห็นได้ชัดในผลไม้หลายชนิด เช่น มะม่วง มะละกอ มังคุด ทุเรียน แต่ในผลไม้บางชนิดการสุกอาจเกิดขึ้นได้ไม่ชัดเจนหรือเรียกได้ว่าไม่สุก ผลอาจเจริญเติบโตถึงวัยบริบูรณ์ (mature) ซึ่งคนและสัตว์สามารถกินได้โดยไม่ต้องมีการสุก เช่น องุ่น และผลไม้สกุลส้มชนิดต่างๆ ผลไม้ในกลุ่มนี้มีการสุกแต่ไม่ครบส่วนหรือไม่เด่นชัด เช่น ส้มมีการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นเหลืองหรือส้มเท่านั้น หรืออาจมีการสุกเกิดขึ้นอย่างช้าๆ การสุกเกิดขึ้นได้แตกต่างกันในผลไม้ต่างชนิดกัน การเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ จะช่วยให้สามารถยืดอายุของผลไม้ไว้เพื่อการบริโภคและการค้าได้ การสุกประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆ หลายกระบวนการ ที่เห็นหรือสัมผัสได้ชัดเจน เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การอ่อนนุ่ม สำหรับที่เห็นไม่ชัด คือ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี การหายใจ การผลิตเอทิลีน เป็นต้น (จริงแท้, 2549) การเข้าใจถึงความสำคัญของแสงต่อการ

เจริญเติบโตของพืช การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมีในระหว่างการสุก การเก็บเกี่ยว ข้อมูลเหล่านี้เป็นแนวทางสู่การพัฒนาการใช้ถุงห่อต่อคุณภาพของผลไม้ชนิดอื่นๆ ต่อไป

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการสุก

1. การเปลี่ยนแปลงของแป้งและน้ำตาล

ผลไม้มักสะสมอาหารในรูปของแป้งและน้ำตาล ในผลไม้ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักเช่น ทุเรียน กล้วย มะม่วง มักพบว่าผลที่สุกจะมีปริมาณแป้งลดลงและปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากเอนไซม์อะไมเลส (amylase) สำหรับผลไม้ที่ไม่สะสมในรูปแป้ง จะเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากการสังเคราะห์แสงที่อยู่ในรูปซูโครสแล้วอาศัยเอนไซม์เอซิด อินเวอร์เทส (acid invertase) เปลี่ยนให้อยู่ในรูปกลูโคสและฟรุกโตส เมื่อถึงระยะบริบูรณ์ เอนไซม์จะลดลง กิจกรรมดังกล่าวทำให้เกิดการสังเคราะห์ซูโครสเพิ่มขึ้นในผลที่บริบูรณ์หรือแก่ (จริงแท้, 2550)

รมณีย์ (2530) ศึกษาผลไม้สกุลส้มซึ่งไม่มีการสะสมแป้งระหว่างการเจริญเติบโต พบว่าภายหลังการเก็บเกี่ยวอาจมีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะการสูญเสียน้ำออกไปจากผลทำให้ความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากการลดลงของปริมาณกรดอินทรีย์ส้มจึงไม่หวานและในระหว่างการสุกปริมาณของน้ำตาลก็อาจจะลดลงได้ เนื่องจากใช้ไปในการหายใจ โดยเฉพาะผลไม้ที่ไม่สะสมแป้ง ดังการการศึกษาของ Goren *et al*. (2000) ที่แช่เนื้อส้มในน้ำตาลซูโครสหรือฟรุกโตสที่มีคาร์บอน14 (^{14}C) เป็นองค์ประกอบ พบว่า ^{14}C เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกรดไพรูวิก กรดซิตริก และคาร์บอนไดออกไซด์ จึงยืนยันว่ามีการใช้น้ำตาลในการหายใจ

2. การเปลี่ยนแปลงของกรดอินทรีย์

ผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนจะมีปริมาณกรดอินทรีย์ค่อนข้างสูง เช่น กรดซิตริก (citric acid) และกรดมาลิก (malic acid) กรดอินทรีย์เหล่านี้ถือเป็นสารตัวกลางที่สำคัญในวัฏจักรเครป (krebs) ของกระบวนการหายใจ ผลไม้ต่างชนิดก็มีกรดที่สำคัญต่างชนิดกัน สภาวะที่เป็นกรดสูงช่วยให้ผลไม้ไม่เหมาะแก่การเข้าทำลายของเชื้อโรค แต่หลังจากผลไม้สุกปริมาณกรดจะลดลง เนื่องจากกรดที่หายไปถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจเช่นเดียวกับน้ำตาล หรืออาจเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเพื่อเป็นอาหารสะสมหรือเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก (จริงแท้, 2550)

3. การเปลี่ยนแปลงของวิตามินซี

ผลไม้มีวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิกอยู่ด้วยกัน 3 รูปคือ รูปรีดิวซ์ (L-ascorbic acid) ที่ไม่เสถียรซึ่งจะเปลี่ยนรูปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (Dehydroascorbic acid, DHA) และในรูปกรดกลูโคลนิก (gluconic acid) ซึ่งไม่มีคุณสมบัติของวิตามินซี ผลไม้มักพบในรูปรีดิวซ์ อายุของผลไม้และระยะการสุกมีผลต่อรูปแบบและปริมาณของวิตามินซี ในผลไม้บางชนิดเช่นมะละกอ บ๊วย ท้อ จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อสุก แต่มะม่วง ส้ม แอปเปิลจะมีปริมาณวิตามินซีลดลงเมื่อสุก (Lee and Kader, 2000) การลดลงของวิตามินซีจึงอนุมานได้ว่า เนื่องจากวิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญของพืช ในระหว่างการเก็บรักษา อุณหภูมิต่ำอาจมีผลไปกระตุ้นให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระมากขึ้น และทำลายส่วนต่างๆ ของเซลล์ จึงต้องใช้วิตามินซีเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซีจึงลดลง

4. การอ่อนนุ่มของผลไม้

ผลไม้แทบทุกชนิดเมื่อเจริญเติบโตจนถึงวัยบริบูรณ์ (mature) จะเริ่มอ่อนนุ่มลง โดยเฉพาะเมื่อเกิดการสุก บางชนิดเกิดให้เห็นอย่างชัดเจนในผลไม้ประเภทไคแมกเทอริก เช่น กล้วย มะม่วง แต่อีกหลายชนิดการอ่อนนุ่มก็เกิดเพียงเล็กน้อยในผลไม้ประเภทนอนไคแมกเทอริก เช่น ส้ม และสัปปะรด ความอ่อนนุ่มนั้นเกิดจากปัจจัยภายใน ได้แก่การเปลี่ยนแปลงรูปของอาหารสะสมภายใน โดยเฉพาะอาหารที่อยู่ในรูปแป้ง เมื่อเข้าสู่การสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลงและละลายน้ำได้ดี ผลไม้จึงอ่อนนุ่มลง ส่วนผลไม้ที่ไม่ได้สะสมอาหารในรูปแป้ง (สะสมในรูปน้ำตาล) การอ่อนนุ่มมักเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ที่มีการย่อยสลายโดยเอนไซม์ชนิดต่างๆ ภายใน เช่นเอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) เพกติเนส (pectinase) เป็นต้น

5. การเปลี่ยนแปลงสี

การเปลี่ยนแปลงสีผลไม้เมื่อเข้าสู่การสุก เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวโดยสีแสดงถึงความบริบูรณ์ของผลเพื่อพร้อมรับประทานและเก็บเกี่ยวเพื่อการค้า ทั้งประโยชน์ด้านการยอมรับของผู้บริโภค สารสีในพืชแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งให้สีเขียวเกี่ยวข้องกับการเก็บเกี่ยวพลังงานในการสังเคราะห์แสง คาโรทีนอยด์ (carotenoid) ให้สีเหลืองแดง เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงเช่นกัน และยังมีคุณสมบัติเป็นตัวต้านออกซิเดชัน และเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ในรูปของวิตามิน และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งให้สีแดงน้ำเงิน มีประโยชน์เป็นตัวต้าน

ออกซิเดชัน ในระหว่างการเจริญเติบโตและการสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีพืชตลอดเวลาโดยเมื่อเข้าสู่การสุก การสลายตัวของคลอโรฟิลล์จะเพิ่มขึ้น สีเขียวจะหายไปและปรากฏสีเหลืองหรือสีแดงขึ้น กระบวนการเปลี่ยนแปลงสีจะขึ้นกับยีน สารพันธุ์กรรม เอนไซม์และฮอร์โมนต่างๆ ที่เป็นปัจจัยภายในของพืชเป็นตัวสั่งการเมื่อเข้าสู่การสุกและการวายของพืช และปัจจัยภายนอกที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเหล่านี้ถือเป็นประโยชน์เพื่อเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงภายในของผลไม้ ที่มีผลต่อการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติภายหลังเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้ดีขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocereus undatus* [Haw.] Britton & Rose) พันธุ์เวียดนาม

1.2 แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose) พันธุ์ไต้หวัน

จากสวน เกษตรแก้วมังกร ต.บึงบา อ. หนองเสือ จ.ปทุมธานี ประเทศไทย

ทั้งสองพันธุ์อายุ 6-7 ปี

ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2550-2551

2. ถุงห่อประเภทต่าง ๆ

2.1 ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) จาก บริษัทแสงจิตอุตสาหกรรมจำกัด ประเทศไทย

2.2 ถุงห่อพลาสติกคัดเลือกแสงที่มีการดัดแปลงสมบัติ ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ชนิด B-1 และ G-1

ถุงพลาสติกผลิตโดย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศไทย

3. สารเคมี

3.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) ยี่ห้อ Merck บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.2 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein, $C_2OH_{14}O_4$) ยี่ห้อ Labchem laboratory chemical บริษัท Asia Pacific Specialty Chemicals Limited ประเทศออสเตรเลีย

3.3 โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate, $NaHCO_3$) ยี่ห้อ Merck บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.4 กรดแอสคอบิค (Ascorbic acid) ยี่ห้อ Fisher Scientific บริษัท Fisher Scientific UK Limited ประเทศอังกฤษ

3.5 2,6- ไดคลอโรอินโดฟีนอล (2,6-dichloroindophenol, $C_{12}H_6Cl_{12}NNaO_2$ aq) ยี่ห้อ Fluka บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศออสเตรีย

3.6 กรดเมตาฟอสฟอริก (Metaphosphoric acid, HPO_3) ยี่ห้อ Merck บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.7 กรดอะซีติก (Acetic acid, CH_3COOH) ยี่ห้อ Merck บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.8 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite, NaOCl) บริษัท Carlo ebra reagent ประเทศฝรั่งเศส

4. อุปกรณ์และเครื่องมือ

4.1 เครื่องวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (Oxygen permeation analyzer) รุ่น 8500 บริษัท Illinois Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา

4.2 ชุดอุปกรณ์การทดสอบค่าการซึมผ่านของไอน้ำ

4.3 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น (Precision environmental chamber) บริษัท Contherm ประเทศนิวซีแลนด์

4.4 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) 90±2

4.5 เครื่องวัดค่าการส่องผ่านของแสง (NIR IR Spectrometer) รุ่น Lambda 950 บริษัท Perkin Elmer ประเทศสหรัฐอเมริกา

4.6 เครื่องวัดความหนา (Digimatic thickness gage) รุ่น ID-C112BS บริษัท Mitutoyo Corp. ประเทศญี่ปุ่น

4.7 เครื่องวัดสี (Minolta Chroma meter) รุ่น CR310 บริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น

4.8 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น Testometric Micro 350 บริษัท The testometric co., Ltd. ประเทศอังกฤษ

4.9 มาตรวัดความเป็นกรดเบส (pH meter) รุ่น pH Testr 30 บริษัท OAKION ประเทศญี่ปุ่น

4.10 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand Refractometer) รุ่น ATAGO N-1α (0-32 ºBrix) ประเทศญี่ปุ่น

4.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Analytical balances) รุ่น BP3100S บริษัท Satorius ประเทศ เยอรมนี

4.12 เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Precision balances) รุ่น BP110S บริษัท Satorius ประเทศ เยอรมนี

4.13 เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ และไม้บรรทัด

4.14 มีด กรรไกรตัดกิ่ง และอุปกรณ์ตัด

4.15 ชุดเครื่องแก้วและอุปกรณ์ทดลอง

4.16 เทอร์โมมิเตอร์

สถานที่และระยะเวลาในทำการวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

สวนเกษตรแก้วมังกร ของคุณสุทธิศักดิ์ บุณยาคุมานนท์ เลขที่ 28 หมู่3 ต.บึงบา อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน กรุงเทพมหานคร

2. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เวลา 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม 2552

วิธีการ

1. ศึกษาสมบัติด้านการซึมผ่านของไอน้ำ ออกซิเจน และค่าการส่องผ่านแสง ของถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงห่อพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และ G-1

วัดสมบัติของถุงห่อที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงห่อพลาสติกคัดเลือกแสง (B-1 และ G-1) ตามข้อ 1.1-1.3 ดังนี้

1.1 อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Vapor Transmission Rate, WVTR) ตามมาตรฐาน ASTM E96/E96M-05

1.2 อัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (Oxygen Transmission Rate, OTR) ด้วยเครื่อง Oxygen permeation analyzer รุ่น 8500 บริษัท Illinois Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา

1.3 ค่าการส่องผ่านแสงของวัสดุ (% Transmittance) ด้วยเครื่องวัดค่าการส่องผ่านแสง (NIR IR Spectrometer) รุ่น Lambda 950 บริษัท Perkin Elmer ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. ศึกษาผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่เวลาเริ่มห่อผล 10, 15, 20 และ 25 วันหลังดอกบาน

ต้นแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและเนื้อแดงที่ใช้ในการทดลองอายุ 6-7 ปี โดย คัดเลือกความเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกันในร่องแปลงเพาะปลูกเดียวกัน โดยเริ่มห่อภายหลังจากดอกบานเต็มที่ ช่วงระยะเวลาต่างกันดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ห่อ (Control)
สิ่งทดลองที่ 2 ห่อภายหลังดอกบาน 10 วัน
สิ่งทดลองที่ 3 ห่อภายหลังดอกบาน 15 วัน
สิ่งทดลองที่ 4 ห่อภายหลังดอกบาน 20 วัน
สิ่งทดลองที่ 5 ห่อภายหลังดอกบาน 25 วัน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ซึ่งประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง รวมห่อผลและไม่ห่อผลทั้งหมด 32 ผลต่อ 1 สิ่งทดลอง ใช้วิธีการสุ่มตำแหน่งโดยจะทำการห่อเฉพาะนอกพุ่มเท่านั้น ทำการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกร ภายหลังดอกบาน 30

วัน พร้อมกันทุกสิ่งทดลอง จากนั้นนำผลมาตรวจวิเคราะห์ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ โดยจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

2.1 ขนาดความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผล

วัดขนาดความกว้าง ความยาวของผลแก้วมังกร โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ หน่วยเป็นเซนติเมตร คำนวณหาเส้นรอบวง และชั่งน้ำหนักผลด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งหน่วยเป็นกรัม

2.2 ระดับตำหนิที่ผิว

ประเมินระดับการเกิดตำหนิที่ผิวของผลแก้วมังกรหลังจากเก็บเกี่ยวในวันนั้นด้วยสายตา ตามพื้นที่ของการเกิดตำหนิบนผิวผลของแก้วมังกรตามภาพที่ 11-12 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง ตำหนิเล็กน้อย (1-20%) บริเวณผิวผล และครีบผลถูกทำลายเสียหายเล็กน้อยคิดได้ไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ระดับ 2 หมายถึง ตำหนิน้อย (21-40%) บริเวณผิวผล และครีบผลถูกทำลายและเสียหายน้อยคิดได้ไม่เกินร้อยละ 40 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ระดับ 3 หมายถึง ตำหนิปานกลาง (41-60%) บริเวณผิวผล และครีบผลโดนทำลาย เหลืองปานกลาง คิดได้ไม่เกินร้อยละ 60 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ระดับ 4 หมายถึง ตำหนิมาก (61-80%) บริเวณผิวผลมีรอย และครีบผลโดนทำลายอย่างชัดเจน คิดได้ไม่เกินร้อยละ 80 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ระดับ 5 หมายถึง ตำหนิรุนแรง (81-100%) บริเวณผิวและครีบผลโดนทำลายอย่างรุนแรงชัดเจน มีร่องรอยปรากฏขนาดใหญ่ คิดได้เต็มร้อยละ 100 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

คำนวณระดับการเกิดตำหนิบนของผลแก้วมังกรในแต่ละสิ่งทดลองตามสมการที่ 3

ระดับการเกิดตำหนิ = Σ (ระดับการเกิดตำหนิ × จำนวนผลที่เกิดตำหนิระดับนั้น)
ผลรวมของจำนวนผลทั้งหมด

สมการที่ 3

2.3 ค่าสีผิวของผลแก้วมังกร

วัดสีผิวของผลแก้วมังกรด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter รุ่น CR-310 บริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น วัดสีในระบบ Hunter scale รายงานค่าสีในระบบ L*, a*, b* ซึ่งแต่ละสิ่งทดลองจะทำการทดลอง 9 ซ้ำ โดยวัด 3 ซ้ำต่อผลโดย

ค่า L* เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100
ค่า L สูง หมายถึง มีความสว่างมาก
ค่า L ต่ำ หมายถึง มีค่าความสว่างน้อยหรือคล้ำลง
ค่า a* เป็นค่าที่รายงานถึงค่าสี สีเขียว- สีแดง
ค่าลบ (–) แสดงสีเขียว
ค่าบวก (+) แสดงสีแดง
ค่า b* เป็นค่าที่รายงานถึงค่าสี สีน้ำเงิน-สีเหลือง
ค่าลบ (–) แสดงสีน้ำเงิน
ค่าบวก (+) แสดงสีเหลือง

คำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงของสีผิว (ΔE value) ระหว่างการเก็บรักษา15 วันที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดย ΔE เป็นค่าที่รายงานถึง ค่าความแตกต่างของสีของแก้วมังกรที่เปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษา โดยคำนวณตามสมการที่ 4

$$\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2}$$

สมการที่ 4

โดย L_0 = ค่า L* ที่วัดได้จากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษา
a_0 = ค่า a* ที่วัดได้จากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษา
b_0 = ค่า b* ที่วัดได้จากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษา

ค่า ΔE สูง แสดงว่า สีของผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษามาก
ΔE ต่ำ แสดงว่า สีของผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาน้อย

2.4 ค่าความแน่นเนื้อ

วัดโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ Testometric รุ่น Micro 350 บริษัท The testometric co., Ltd. ประเทศอังกฤษ หัวกดทรงกระบอกหน้าตัดเรียบเบอร์ 4 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ความเร็วในการกด 20 มิลลิเมตรต่อนาที อ่านค่าความต้านทานแรงกดสูงสุดในหน่วย นิวตัน การเตรียมตัวอย่างทำโดยการตัดผลแก้วมังกรให้มีขนาด กว้าง 2 ยาว 2.5 หนา 1.5 เซนติเมตร และทำการทดสอบด้วยการกดบริเวณตรงกลางของชิ้นทดสอบ

2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS)

วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จากน้ำคั้นของผลแก้วมังกร ด้วย Hand Refractometer Model ATAGO N-α (0-32 º Brix)

2.6 ค่าความเป็นกรดเบส

วัดค่าความเป็นกรดเบส จากน้ำคั้นของผลแก้วมังกร ด้วยมาตรวัดความเป็นกรดเบส (pH Meter) รุ่น pH Testr 30 บริษัท OAKION ประเทศญี่ปุ่น

2.7 ปริมาณกรดทั้งหมด (Titratable acidity, TA)

ทำการไทเทรตน้ำคั้นผลแก้วมังกรปริมาตร 2 .5 มิลลิลิตรที่เติมด้วยน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอลทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดจากสมการที่ 5 ค่าที่ได้คิดเป็นร้อยละของปริมาณกรดทั้งหมด

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{N NaOH} \times \text{ml. NaOH} \times \text{meq.wt. ของกรด} \times 100}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

สมการที่ 5

โดย meq.wt. Citric acid = 0.064

2.8 ปริมาณกรดแอสคอร์บิก

หาปริมาณวิตามินซี ตามวิธีการของ A.OA.C. (2000) โดยดัดแปลงวิธีดังนี้คือ ใส่น้ำคั้นแก้วมังกรปริมาตร 2 มิลลิลิตรสำหรับพันธุ์เนื้อขาว และ 0.5 มิลลิลิตรสำหรับพันธุ์เนื้อแดง เติมสารละลายกรดเมต้าฟอสฟอลิกอะซิติก (metaphosphoric acid-acetic acid) 5 มิลลิลิตร จากนั้นทำการไทเทรตด้วย 2, 6 ไดคลอโรอินโดฟีนอล (2, 6-dicholoro indophenol) จนถึงจุดยุติที่มีสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที แต่สำหรับแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงต้องเจือจางก่อนไทเทรตเพื่อให้เห็นจุดยุติอย่างชัดเจน โดยจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูม่วง จากนั้นทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม ต่อ100 มิลลิลิตรของน้ำคั้นตามสมการที่ 6

$$\frac{\text{Mg. ascorbic acid}}{\text{100 ml juice}} = \frac{(X-B) \times F \times V}{E \times Y}$$

สมการที่ 6

โดย X = ปริมาตรของ 2, 6-dicholoro indophenol ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาตรเฉลี่ยของ dye solution ที่ใช้ไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

F = mg.Equivalent ascorbic acid / 1 ml. (2, 6-dicholoro indophenol)

E = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V = ปริมาตรสารละลายกรดแอสคอร์บิกมาตรฐานเริ่มต้นที่ใช้ (มิลลิลิตร)

Y = ปริมาตรตัวอย่างเริ่มต้นที่ใช้ไทเตรท (มิลลิลิตร)

2.9 การสูญเสียน้ำหนัก ในระหว่างการเก็บรักษา

วัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแต่ละผลแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา โดยชั่งน้ำหนักผลเริ่มต้นและน้ำหนักทุกๆ 5 วันหลังการเก็บรักษา ตลอดระยะเวลา 15 วัน ค่าที่ได้นำมาคำนวณตามสมการที่ 7 ดังนี้

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักผลเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษาทุก 5 วัน}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

สมการที่ 7

2.10 ข้อมูลสภาพอากาศ

ข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่สวนอ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ภาคกลาง จังหวัดปทุมธานี

บันทึกอุณหภูมิในถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และ ถุงพลาสติกคัดเลือกแสง B-1 และ G-1 และไม่ห่อผลในแปลงปลูก

2.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทุกการทดลอง ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างด้วย Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ระดับการเกิดตำหนิของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว

1	2	3	4	5
ตำหนิเล็กน้อย	ตำหนิน้อย	ตำหนิปานกลาง	ตำหนิมาก	ตำหนิรุนแรง
เกิดตำหนิ 1-20%	เกิดตำหนิ 21-40%	เกิดตำหนิ 41-60%	เกิดตำหนิ 61-80%	เกิดตำหนิ 81-100%
ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ภาพที่ 11 เกณฑ์วัดระดับการเกิดตำหนิของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว

ระดับการเกิดตำหนิของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

1	2	3	4	5
ตำหนิเล็กน้อย	ตำหนิน้อย	ตำหนิปานกลาง	ตำหนิมาก	ตำหนิรุนแรง
เกิดตำหนิ 1-20% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	เกิดตำหนิ 21-40% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	เกิดตำหนิ 41-60% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	เกิดตำหนิ 61-80% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด	เกิดตำหนิ 81-100% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ภาพที่ 12 เกณฑ์วัดระดับการเกิดตำหนิของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

3. เปรียบเทียบผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และG-1 ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่เวลาเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพผลแก้วมังกร หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 เป็นเวลา 15 วัน

ต้นแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้ในการทดลองอายุ 6-7 ปี โดย คัดเลือกความเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกันในร่องแปลงเพาะปลูกเดียวกัน และนำเวลาเริ่มห่อผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 มาใช้ในการทดลองนี้ ทำการห่อผลแก้วมังกรด้วยถุงห่อทั้ง 3 ชนิด และใช้ผลแก้วมังกรที่ไม่ห่อเป็นตัวอย่างควบคุม โดยการทดลองจะศึกษาการใช้วัสดุห่อประเภทต่างๆ กัน ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ห่อ (Control)
สิ่งทดลองที่ 2 ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW)
สิ่งทดลองที่ 3 ถุงห่อพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1
สิ่งทดลองที่ 4 ถุงห่อพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ซึ่งประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง รวมห่อผลและไม่ห่อทั้งหมด 60 ผลต่อ 1 สิ่งทดลอง ใช้วิธีการสุ่มตำแหน่งการห่อเฉพาะนอกพุ่มเท่านั้น ทำการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรภายหลังดอกบานเต็มที่ 30, 34 และ 38 วัน โดยเก็บครั้งละ 20 ผลต่อสิ่งทดลองพร้อมๆ กันทุกสิ่งทดลอง จากนั้นทำการเก็บผลแก้วมังกรหลังเก็บเกี่ยวไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ตรวจวิเคราะห์ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ เช่นเดียวกับข้อ 2 ทุกๆ 5 วัน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาสมบัติด้านการซึมผ่านของไอน้ำ ออกซิเจน และค่าการส่องผ่านแสง ของถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงห่อพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และ G-1

จากการทดลองศึกษาสมบัติของถุงห่อ พบว่าถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง G-1 มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และถุงกระดาษสีขาว (PW) ตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของวัสดุแต่ละชนิด สำหรับอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนพบว่าถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1 มีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 และถุงกระดาษสีขาวตามลำดับ (ตารางที่ 3)

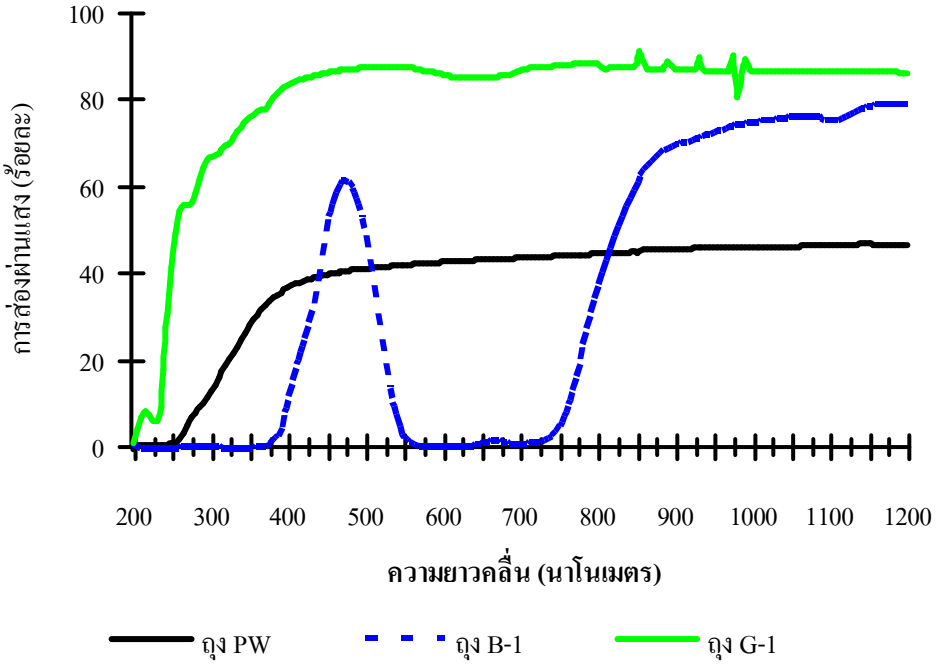
ตารางที่ 3 อัตราการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊สออกซิเจน (WVTR, OTR) และความหนาของถุงห่อ

ชนิดถุงห่อ	WVTR ($g/m^2/day$)	OTR ($cc/m^2/day$)	ความหนา (มิลลิเมตร)
PW	$0.006^{c} \pm 1.7\times10^{-3}$	$13,994.67^{b} \pm 247.24$	$0.07^{b} \pm 0.00$
B-1	$0.018^{b} \pm 2.1\times10^{-3}$	$27,798.33^{a} \pm 227.46$	$0.11^{a} \pm 0.02$
G-1	$0.024^{a} \pm 2.7\times10^{-3}$	$6,711.00^{c} \pm 232.65$	$0.11^{a} \pm 0.02$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (WVTR, n = 5; OTR, ความหนา n = 10) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าการส่องผ่านแสง (Transmittance, %T) เป็นสมบัติของวัสดุที่ยอมให้แสงผ่านได้ คิดเป็นร้อยละของแสงทั้งหมดที่ผ่านวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งแสงอาทิตย์มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชจะใช้แสงช่วงยูวีวิสิเบิล (280-700 นาโนเมตร) ในการสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ และการสังเคราะห์สี เป็นต้น ค่าการส่องผ่านแสงต่อวัสดุแต่ละชนิดเป็นตามภาพที่ 13 พบว่าถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด B-1 มีสมบัติการคัดเลือกแสงอยู่ในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ 375-550 นาโนเมตร และยังมีสมบัติการส่องผ่านแสงช่วงฟาเรด (far-red, 700 นาโนเมตรขึ้นไป) ส่วนถุงพลาสติก

คัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 และ ถุงกระดาษสีขาว (PW) มีสมบัติการส่องผ่านแสงได้ตลอดช่วงยูวีวิสิเบิล (280-700 นาโนเมตร)



ภาพที่ 13 ค่าการส่องผ่านแสงของถุงกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1 และ G-1

ตารางที่ 4 ค่าการส่องผ่านแสงต่อถุงห่อที่ใช้ในการทดลอง (ร้อยละการส่องผ่านแสงทั้งหมด)

ชนิดถุงห่อ	**ช่วงความยาวคลื่นแสงที่ผ่านถุงห่อ** (นาโนเมตร)	**ค่าการส่องผ่านแสง** (ร้อยละ)
PW	400-800	42.15^{c}±1.90
B-1	460-490	60.27^{b}±1.50
G-1	400-800	86.67^{a}±1.21

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 10) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงค่าการส่องผ่านแสงของถุงห่อแต่ละชนิด โดยถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด B-1 มีค่าการส่องผ่านแสงดีที่สุดที่ความยาวคลื่นแสง 460-490 นาโนเมตร (%T = 60.27±1.50) สำหรับค่าการส่องผ่านแสงของถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 และถุงกระดาษสีขาว พบว่ามีค่าการส่องผ่านแสงตลอดช่วงยูวีวิสิเบิล และดีที่สุดที่ช่วงความยาวคลื่นแสง 400-800 นาโนเมตร โดยถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง G-1 มีค่าการส่องผ่านแสง (%T = 86.67±1.21) สูงกว่าคิดเป็นร้อยละ 50 ของค่าการส่องผ่านแสงของถุงกระดาษสีขาว (%T = 42.15±1.90)

2. ศึกษาผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่เวลาเริ่มห่อผล 10, 15, 20 และ 25 วันหลังดอกบาน

จากการศึกษาผลของถุงห่อกระดาษสีขาว ที่ระยะเวลาเริ่มห่อผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดงต่างกันได้แก่ 10, 15, 20 และ 25 วันหลังดอกบาน โดยเก็บเกี่ยวที่ 30 วันหลังดอกบานพร้อมๆ กัน พบว่าผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน มีคุณภาพภายหลังเก็บเกี่ยวดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่เริ่มห่ออื่นๆ (ตารางที่ 5) ในด้านองค์ประกอบทางเคมี ของผลแก้วมังกรเริ่มห่อที่ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน พบว่าองค์ประกอบต่างๆ มีค่าใกล้เคียง และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับแก้วมังกรที่ไม่ห่อผล (ตารางที่ 6 และ 7)

2.1 ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผล

ตารางที่ 5 แสดงผลการห่อแก้วมังกรด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) ที่เวลาเริ่มห่อผลต่างกัน เก็บเกี่ยวพร้อมกันที่ 30 วันหลังดอกบาน ในด้านความกว้าง ความยาว พบว่าผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่เริ่มห่อ 10 วันหลังดอกบานมีขนาดความกว้าง (6.98±0.61) ความยาว (10.77±0.97) และน้ำหนักผล (263.07±25.65) น้อยที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับไม่ห่อ โดยแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่เริ่มห่อ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน มีความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผลไม่แตกต่างกันจากไม่ห่อ สำหรับการห่อผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงด้วยถุงกระดาษสีขาว พบว่าผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 10 วันหลังดอกบาน มีความกว้าง (6.04±0.50) ความยาว (7.08±0.61) และน้ำหนักผล (128.92±11.24) น้อยที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน มีขนาดความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับเวลาเริ่มห่ออื่นๆ และไม่ห่อผล

น้ำหนักผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่ 20 และ 25 วันมีน้ำหนักเฉลี่ย 417.37±40.78 และ 420.78±40.35 กรัม ตามลำดับ สำหรับพันธุ์เนื้อแดงที่ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเฉลี่ย 336.43±32.00 และ 342.28±32.60 กรัม ตามลำดับ จากการศึกษาผลการทดลอง พิจารณาได้ว่าหากเริ่มห่อผลเร็วเกินไป จะมีผลต่อการเจริญเติบโต จากการทดลองหากเริ่มห่อแก้วมังกรที่ 10 วันหลังดอกบาน การเจริญเติบโตจะช้า และเข้าสู่วัยบริบูรณ์ช้ากว่าปกติ เมื่อเทียบกับที่ระยะเริ่มห่อผลอื่นๆ

ตารางที่ 5 ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดง ที่ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) เริ่มห่อที่ 10, 15, 20 และ 25 วัน หลังการเก็บเกี่ยวที่ 30 วันหลังดอกบาน

เวลาเริ่มห่อ (หลังดอกบาน)	ความกว้าง (เซนติเมตร)	ความยาว (เซนติเมตร)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
	แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว			
ไม่ห่อ	7.77^{ab}±0.40	11.46^{bc}±0.89	24.38^{ab}±1.31	410.99^{a}±40.78
10 วัน	6.98^{c}±0.61	10.77^{c}±0.97	22.90^{b}±1.89	263.07^{c}±25.65
15 วัน	7.43^{bc}±0.57	11.21^{c}±1.15	23.34^{b}±2.06	345.67^{b}±33.54
20 วัน	7.89^{a}±0.38	12.08^{ab}±1.07	25.00^{a}±1.23	417.37^{a}±40.78
25 วัน	7.99^{a}±0.40	12.36^{a}±0.72	25.31^{a}±1.29	420.78^{a}±40.35
	แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
ไม่ห่อ	7.40^{b}±0.57	8.68^{b}±0.77	22.33^{b}±1.96	301.91^{b}±28.83
10 วัน	6.04^{d}±0.50	7.08^{d}±0.61	18.18^{c}±2.51	128.92^{d}±11.24
15 วัน	6.27^{c}±0.54	7.84^{c}±0.75	19.69^{c}±1.69	222.24^{c}±21.94
20 วัน	7.90^{a}±0.59	9.58^{a}±0.85	24.82^{a}±1.85	336.43^{a}±32.00
25 วัน	7.82^{ab}±0.43	9.64^{a}±0.81	23.43^{ab}±1.64	342.28^{a}±32.60

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 32) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเจริญเติบโตของผลแก้วมังกรที่ช้านี้ อาจเนื่องจากสมบัติการส่องผ่านแสงของถุงกระดาษสีขาว (PW) ที่มีค่าการส่องผ่านแสงเพียงร้อยละ 40 ของแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ได้รับ และเวลาเริ่มห่อที่เร็วเกินไปอาจทำให้พืชได้รับแสงไม่เพียงพอต่อความต้องการ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการพัฒนาผลของพืช

2.2 องค์ประกอบทางเคมีหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกร

องค์ประกอบทางเคมีหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกรเป็นไปตามตารางที่ 6 และ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ผลของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว พบว่าผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน มีค่า TSS 11.5 องศาบริกซ์ (°Brix) น้อยกว่าไม่ห่ออย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่มีค่ามากกว่า TSS ของผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 10 และ 15 วันหลังดอกบาน สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง พบว่าแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 20 และ 25 วันหลังดอกบานมีค่า TSS 12 องศาบริกซ์ ไม่แตกต่างกับไม่ห่อผล แต่มีค่า TSS มากกว่าแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 10 และ 15 วันหลังดอกบาน เป็นเช่นเดียวกันกับการห่อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ปริมาณกรด (TA) ของแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 10 วันหลังดอกบานมีปริมาณ TA สูงสุด ($p \leq 0.05$) อัตราส่วนของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ของผลแก้วมังกรที่เวลาเริ่มห่อ 10 และ15 วันหลังดอกบานมีค่าน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับปริมาณ TSS และ TA ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของผลแก้วมังกรที่เวลาเริ่มห่อ 10 และ15 วันหลังดอกบานมีค่าน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับปริมาณ TA เนื่องจากยังไม่สุกเต็มที่ ปริมาณกรดจึงมาก (จริงแท้, 2550)

จากการวัดค่าสี (L*, a*, b*) ของแก้วมังกรพบว่าการห่อด้วยถุงและไม่ห่อ ค่าสีทั้ง 3 ค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ปริมาณกรดแอสคอร์บิกหลังเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.20-0.30 มิลลิกรัมต่อ100 มิลลิลิตรน้ำคั้นผล ค่าที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วาริช และคณะ (2549) ที่วิเคราะห์หาปริมาณกรดแอสคอร์บิกจากผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวสายพันธุ์เวียดนามได้เช่นกัน สำหรับผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง พบว่ามีปริมาณกรดแอสคอร์บิกเฉลี่ย 1.19-1.79 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้นผล โดยแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงมีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงกว่าแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพบว่าการห่อด้วยถุงทุกเวลาห่อผลไม่มีผลต่อปริมาณกรดแอสคอร์บิกของแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลแก้วมังกรจะขึ้นอยู่กับชนิด และสายพันธุ์ที่ปลูก (Nerd *et al*., 1999)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) เริ่มห่อที่ 10, 15, 20 และ 25 วัน เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน

เวลาเริ่มห่อ	TSS	TA	TSS/TA	ค่าความเป็นกรดเบส	ความแน่นเนื้อ	ค่าสี			ปริมาณกรดแอสคอร์บิก
หลังดอกบาน	°Brix	ร้อยละ		pH	นิวตัน	L*	a*	b*	mg/100ml juice
ไม่ห่อ	12.00^{a}±0.00	0.32^{c}±0.01	37.54^{a}±1.66	4.24^{a}±0.00	3.90^{b}±0.51	39.47^{a}±2.45	19.27±4.54	15.63±1.12	0.20±0.03
10 วัน	10.00^{d}±0.00	0.69^{a}±0.07	14.57^{c}±1.50	3.90^{b}±0.01	4.37^{a}±0.43	36.99^{b}±2.00	18.22±7.61	16.82±1.86	0.20±0.02
15 วัน	11.25^{c}±0.07	0.71^{a}±0.02	15.96^{c}±0.38	3.89^{b}±0.00	4.14^{ab}±0.38	39.98^{a}±2.48	18.55±7.10	16.56±1.72	0.20±0.03
20 วัน	11.50^{b}±0.00	0.60^{b}±0.02	19.34^{b}±0.69	3.97^{ab}±0.00	4.43^{a}±0.30	39.35^{a}±2.13	21.09±4.89	15.86±1.22	0.28±0.03
25 วัน	11.50^{b}±0.00	0.55^{b}±0.02	21.12^{b}±0.82	3.97^{ab}±0.01	4.31^{a}±0.63	38.84^{ab}±1.60	21.81±3.36	15.80±1.16	0.30±0.06

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) เริ่มห่อที่ 10, 15, 20 และ 25 วัน เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน

เวลาเริ่มห่อ	TSS	TA	TSS/TA	ค่าความเป็นกรดเบส	ความแน่นเนื้อ	ค่าสี			ปริมาณกรดแอสคอร์บิก
หลังดอกบาน	° Brix	ร้อยละ		pH	N	L*	a*	b*	mg/100mljuice
ไม่ห่อ	12.00^{a}±0.00	0.31^{b}±0.04	39.52^{b}±3.25	4.40^{a}±0.01	3.24^{ab}±0.40	38.73±2.17	22.97±7.88	16.19±1.88	1.79±0.12
10 วัน	11.00^{b}±0.00	1.02^{a}±0.12	11.28^{d}±0.61	3.77^{c}±0.00	3.38^{a}±0.27	38.25±3.45	21.59±10.33	17.50±2.48	1.19±0.15
15 วัน	11.57^{a}±0.52	0.37^{b}±0.02	31.26^{c}±1.02	4.10^{b}±0.02	3.14^{ab}±0.48	38.59±2.50	23.39±4.68	17.58±1.83	1.19±0.12
20 วัน	12.00^{a}±0.00	0.27^{b}±0.02	44.48^{a}±1.65	4.31^{a}±0.01	2.90^{b}±0.20	36.96±2.50	23.99±7.97	16.83±2.11	1.79±0.14
25 วัน	12.00^{a}±0.00	0.27^{b}±0.02	44.48^{a}±1.65	4.27^{a}±0.00	3.44^{a}±0.23	38.20±3.46	21.90±5.15	17.37±2.48	1.79±0.12

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2.3 ลักษณะปรากฏภายหลังเก็บเกี่ยวและระดับตำหนิที่พบ

ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรเป็นคุณภาพอย่างหนึ่งที่ผู้บริโภคนิยมใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ และเป็นคุณภาพเบื้องต้นในการแบ่งเกรดเพื่อการจัดจำหน่าย คุณภาพผลในการส่งออกแบ่งได้ตามมาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex Stan 237-2003, AMD. 1-2005) คุณภาพผลที่ดีนำมาซึ่งมูลค่าที่ดี การได้เปรียบทางการค้าด้านการแข่งขันและการจำหน่ายจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผลไม้ไทยได้เปรียบเหนือคู่แข่ง เพราะคุณภาพผลที่ดี ง่ายต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค

ผลิตผลทางการเกษตรจะมีคุณภาพที่ดีต้องเก็บเกี่ยวในระยะที่มีความแก่ในทางการค้า (Commercial maturity) ซึ่งความแก่ในทางการค้า หมายถึง ระยะการเจริญเติบโตของผลิตผลจนถึงระยะที่ตลาดต้องการ (จิรา, 2535) สำหรับแก้วมังกร เมื่อเข้าสู่วัยบริบูรณ์ทางการค้าจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยา เช่น การเปลี่ยนของเปลือกจากสีเขียวเป็นสีแดง การขยายขนาดของผล ความหนาของเปลือกที่บางลง หรือน้ำหนักผลที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการเจริญเติบโตแบบ sigmoidal curve (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548; อุไรวรรณ และ เรวัติ, 2551; Nerd *et al*., 1999) ลักษณะปรากฏที่พบภายหลังการห่อด้วยถุงกระดาษสีขาวตามภาพที่ 14 พบว่าลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ที่เริ่มห่อ 10 วันหลังดอกบาน มีขนาดผลเล็กกว่าระยะห่อเริ่มห่ออื่นๆ และสังเกตเห็นสีเปลือกมีสีเขียวบางส่วน ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรดังกล่าวแสดงถึงการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ อาจเนื่องจากเวลาเริ่มห่อที่เร็วเกินไป และสมบัติการส่องผ่านแสงของถุงกระดาษสีขาวที่มีเพียงร้อยละ 40 โดยถุงกระดาษอาจบดบังแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช จึงทำให้พืชได้รับแสงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผล แต่ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 20 และ 25 วันหลังดอกบาน มีลักษณะปรากฏดีในด้านความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผล โดยผลมีขนาดใหญ่ สีเปลือกแดงทั่วทั้งผล และมีระดับตำหนิน้อยกว่าไม่ห่อผล (ตารางที่ 8) การใช้ถุงห่อกระดาษสีขาวห่อแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ จึงอนุมานได้ว่าเวลาเริ่มห่อผลดีที่สุดคือ 20 วันหลังดอกบาน (นงนุช และคณะ, 2552) เนื่องจากผลแก้วมังกรมีความบริบูรณ์ในระดับการค้า มีสีเปลือกแดงทั่วทั้งผลแสดงถึงวัยบริบูรณ์ที่เหมาะแก่การเก็บเกี่ยว และมีการเกิดตำหนิน้อยกว่าผลแก้วมังกรที่เริ่มห่อ 25 วันหลังดอกบาน

ก.

ไม่ห่อ | **เริ่มห่อ 10 วัน** (หลังดอกบาน) | **เริ่มห่อ 15วัน** (หลังดอกบาน) | **เริ่มห่อ 20 วัน** (หลังดอกบาน) | **เริ่มห่อ 25 วัน** (หลังดอกบาน)

ข.

ไม่ห่อ | **เริ่มห่อ 10 วัน** (หลังดอกบาน) | **เริ่มห่อ 15วัน** (หลังดอกบาน) | **เริ่มห่อ 20 วัน** (หลังดอกบาน) | **เริ่มห่อ 25 วัน** (หลังดอกบาน)

ภาพที่ 14 ลักษณะปรากฏภายหลังการห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เวลาเริ่มห่อผลที่ 10, 15, 20 และ 25 วันหลังดอกบาน และเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 8 ระดับตำหนิที่พบของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดงที่ห่อถุงกระดาษสีขาวเก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน

	ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวคิดเป็น ร้อยละ (%)				
เวลาเริ่มห่อ วันหลังดอกบาน	**ระดับ 1 เล็กน้อย** (0-20 %)	**ระดับ 2 น้อย** (21-40%)	**ระดับ 3 ปานกลาง** (41-60%)	**ระดับ 4 มาก** (61-80%)	**ระดับ 5 รุนแรง** (81-100%)
ไม่ห่อ	19	31	25	19	6
10 วัน	75	25			
15 วัน	58	42			
20 วัน	50	50			
25 วัน	42	58			
	ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงคิดเป็น ร้อยละ (%)				
ไม่ห่อ	21	21	21	30	7
10 วัน	75	25			
15 วัน	75	25			
20 วัน	58	42			
25 วัน	42	58			

หมายเหตุ คิดเป็นร้อยละ ของการเกิดระดับตำหนิจากจำนวนผลทั้งหมดในสิ่งทดลอง (n=32)

ตารางที่ 8 แสดงระดับตำหนิบนผิว พบว่าการห่อด้วยถุงทุกระยะห่อ ช่วยลดการเกิดตำหนิที่เกิดจากการเข้าทำลายของโรคและแมลงเป็นสำคัญ (ชลิดา และคณะ, 2538; สุพัตรา และคณะ, 2541; Kitagawa *et al*., 1992; Hofman *et al*., 1997; Zilliox, 2000) และระดับการเกิดตำหนิสัมพันธ์กับเวลาที่เริ่มห่อผล เนื่องจากเวลาก่อนห่อเป็นช่วงเวลาที่อาจเกิดการเข้าทำลายของศัตรูพืชและโรคระบาด ยิ่งห่อผลเร็วจะช่วยลดโอกาสการเข้าทำลายของโรคและแมลงมากขึ้น การแบ่งเกณฑ์ระดับตำหนิจึงสำคัญ เพื่อแยกคุณภาพผลแก้วมังกรในการจำหน่ายให้เป็นไปตามมาตรฐานทางการค้า (Codex Stan 237-2003, AMD. 1-2005) และเพื่อประโยชน์ในด้านราคาขาย และการส่งออกต่างประเทศ จากผลการทดลองพบว่าแก้วมังกรที่ไม่ห่อผลเกิดตำหนิผิวทุกระดับตำหนิ (ครบทุกระดับตำหนิ 1-5) ส่วนการห่อด้วยถุงช่วยลดตำหนิให้มีไม่เกินร้อยละ 40 ของพื้นที่ผิว

ทั้งหมด โดยการห่อผลที่ 10 วันหลังดอกบานช่วยลดการเกิดตำหนิมากที่สุด เมื่อลักษณะปรากฏผลดีขึ้น ราคาขายจึงดีขึ้น

อย่างไรก็ตามการเข้าทำลายของโรคและแมลง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผลแก้วมังกรต่ำลง ทำให้สูญเสียคุณภาพทั้งลักษณะภายนอกและภายใน โดยโรคและแมลงที่เกิดก่อนเก็บเกี่ยวหรือเกิดก่อนเริ่มห่อผลจะทำให้คุณภาพผลแก้วมังกรก่อนห่อลดต่ำลง แมลงที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหาย ได้แก่ แมลงวันทอง มด เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ และแมลงปากดูด ส่วนโรคที่เป็นสาเหตุหลัก ได้แก่ โรคเน่า หรือ โรคแอนแทรกโนส ที่ระบาดมากในฤดูเก็บเกี่ยว (สุรพงษ์, 2545) การจัดการเพื่อควบคุมโรคและแมลงจึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ เพื่อรักษาคุณภาพของผลไม้ให้ดีขึ้น วิธีป้องกันและกำจัดโรคและแมลงนิยมการฉีดพ่นสารป้องกันแมลง กำจัดเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย ในแปลงปลูกก่อนการเริ่มห่อผล โดยมีการฉีดตั้งแต่ระยะติดดอกจนกระทั่งออกผล การใช้ถุงห่อภายหลังจากฉีดสารเหล่านี้ มีส่วนช่วยป้องกันการเข้าทำลาย จึงทำให้คุณภาพผลดีขึ้น

3. เปรียบเทียบผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และ G-1 ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่เวลาเก็บเกี่ยวผล 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพผลแก้วมังกรหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 เป็นเวลา 15 วัน

ทำการทดลองห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกแสง B-1 และ G-1 เริ่มห่อผลที่ 20 วันหลังดอกบาน เทียบกับการไม่ห่อผล แบ่งระยะเวลาเก็บเกี่ยวออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 30, 34 และ38 วันหลังดอกบาน เพื่อศึกษาเวลาเก็บเกี่ยวของการใช้ถุงห่อต่างชนิดกัน พิจารณาจากคุณภาพผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยวเหมือนการทดลองข้อ 2 ได้แก่ ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวงและน้ำหนัก องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะปรากฏและระดับตำหนิที่พบ ผลการทดลองเป็นตามข้อ 3.1 แสดงผลการทดลองเป็นตารางที่ 9-15 และ ภาพที่16-18 จากนั้นนำผลแก้วมังกรมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 เป็นเวลา 15 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลแก้วมังกรที่ห่อด้วยถุงต่างชนิด และอายุเก็บเกี่ยวต่างกัน เพื่อประโยชน์ด้านการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่าย

3.1 เปรียบเทียบผลของการใช้ถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง B-1 และG-1 ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผล 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 9 ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	ความกว้าง เซนติเมตร	ความยาว เซนติเมตร	เส้นรอบวง เซนติเมตร	น้ำหนัก กรัม
	อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน			
ไม่ห่อ	7.73[a]±0.58	11.60±0.74	24.27[a]±1.83	386.65[a]±72.06
ถุง PW	7.01[b]±0.64	10.95±1.10	22.02[b]±2.02	301.68[b]±72.54
ถุง B-1	7.93[a]±0.51	11.80±1.01	24.90[a]±1.60	399.66[a]±78.06
ถุง G-1	7.69[a]±0.72	11.64±0.84	24.14[a]±2.26	401.21[a]±72.18
	อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน			
ไม่ห่อ	7.79±0.89	11.47±1.00	23.95±2.18	380.91±84.56
ถุง PW	7.42±0.71	11.32±0.71	23.30±2.15	332.57±72.05
ถุง B-1	7.36±0.83	11.51±0.86	23.12±2.61	341.53±73.03
ถุง G-1	7.88±1.15	12.03±1.21	24.54±2.81	389.48±81.10
	อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน			
ไม่ห่อ	8.17±0.81	11.69±0.79	25.66±2.53	439.75±114.49
ถุง PW	7.99±0.71	11.46±0.91	25.10±2.22	409.92±94.00
ถุง B-1	8.02±0.53	11.46±0.95	25.17±1.67	407.63±103.25
ถุง G-1	8.19±0.65	11.75±1.00	25.72±2.04	427.49±99.36

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 20) อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดลองด้านความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผลหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่ห่อด้วยถุงต่างชนิดกัน อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน พบว่าผลแก้วมังกรที่ห่อด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด B-1 และ G-1 ที่อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน มีความกว้างและเส้นรอบวงไม่แตกต่างกันจากไม่ห่อ แต่แตกต่างจากการห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว โดยแก้วมังกรที่ห่อด้วยถุงกระดาษสีขาว มีความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผลต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และที่อายุเก็บเกี่ยว 34 และ 38 วันหลังดอกบาน พบว่าการห่อแก้วมังกรด้วยด้วยถุงทุกชนิด ไม่มีผลต่อขนาดความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผล โดยค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)

ตารางที่ 10 แสดงผลการห่อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงหลังเก็บเกี่ยวในด้านความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนัก ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน พบว่าที่อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน การห่อผลด้วยถุงคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 ทำให้แก้วมังกรมีขนาดความกว้าง และน้ำหนักผลมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับไม่ห่อผล และที่อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน พบว่าการห่อผลด้วยถุงคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 มีผลต่อขนาดความกว้าง เส้นรอบวง และน้ำหนักมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการห่อด้วยถุงชนิดอื่นและไม่ห่อ แต่ที่อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบานพบว่าการห่อด้วยถุงทุกชนิดไม่มีผลต่อขนาดความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักผล ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

โดยแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน การห่อผลด้วยถุงชนิดไม่มีผลต่อขนาดความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนัก ค่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ห่อผล อาจเนื่องจากความสุกที่บริบูรณ์เต็มที่ของผลแก้วมังกร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปริญญา และ ฉลองชัย (2548); Nerd *et al*. (1999) ที่พบว่าแก้วมังกรมีการเจริญเติบโตแบบ sigmoidal curve เมื่อมีการเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวงน้อยมาก เนื่องจากเข้าสู่วัยบริบูรณ์และสุกเต็มที่ ซึ่งผลแก้วมังกรที่อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน เป็นระยะที่มีการเจริญของผลเต็มที่ มีการขยายขนาดผลด้านความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวงสูงสุดจึงเปลี่ยนแปลงน้อยมากเนื่องจากสุกเต็มที่ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ปริญญา และ ฉลองชัย (2548) ที่พบว่าเมื่อแก้วมังกรมีอายุ 31 วันหลังดอกบานขึ้นไปจะมีการเจริญด้านความกว้าง และความยาวคงที่ (ตารางที่ 9 และ 10)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความกว้าง เส้นรอบวง และน้ำหนักผลระหว่างอายุเก็บเกี่ยว จะสังเกตเห็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงการเจริญเติบโตในระยะบริบูรณ์ของผล โดยอายุเก็บเกี่ยว

มากขึ้น ขนาดความกว้าง เส้นรอบวง และน้ำหนักก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน จากผลการทดลอง พบว่าการพัฒนาผลจะคงที่เมื่อแก้วมังกรอายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้เนื่องจากอายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน เป็นเวลาที่ผลแก้วมังกรสุกเต็มที่ มีการเจริญเติบโตเต็มที่ การขยายขนาดผลและน้ำหนักจะคงที่จนเข้าสู่วัยชราภาพ (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548; Nerd *et al*., 1999)

ตารางที่ 10 ความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง และน้ำหนักของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	ความกว้าง เซนติเมตร	ความยาว เซนติเมตร	เส้นรอบวง เซนติเมตร	น้ำหนัก กรัม
	อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน			
ไม่ห่อ	6.06^{b}±1.03	7.26±1.54	20.02±2.87	194.05^{b}±46.57
ถุง PW	6.64^{ab}±0.65	7.72±0.98	20.79±2.10	207.92^{b}±54.18
ถุง B-1	6.72^{a}±0.71	7.77±1.06	21.23±2.02	219.33^{b}±53.20
ถุง G-1	6.99^{a}±0.91	8.17±1.20	22.57±2.50	260.66^{a}±48.13
	อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน			
ไม่ห่อ	6.56^{b}±0.67	7.92±1.16	20.61^{b}±2.12	215.98^{b}±52.94
ถุง PW	6.59^{b}±0.52	7.68±1.01	20.70^{b}±1.65	247.75^{ab}±52.79
ถุง B-1	6.76^{b}±0.59	8.16±0.93	21.33^{b}±1.61	255.99^{ab}±53.02
ถุง G-1	7.29^{a}±0.55	8.27±0.68	22.89^{a}±1.74	277.46^{a}±42.87
	อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน			
ไม่ห่อ	6.95±1.00	8.06±1.20	21.83±3.11	296.67±61.12
ถุง PW	7.00±0.73	7.87±1.12	21.70±2.29	304.39±70.09
ถุง B-1	7.29±0.93	8.18±1.31	22.88±2.93	319.11±69.64
ถุง G-1	7.47±0.94	8.54±0.89	23.47±2.94	337.63±65.23

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 20) อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีภายหลังเก็บเกี่ยว ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	TSS	TA	TSS/TA	ค่ากรดเบส	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณกรดแอสคอร์บิก
	° Brix	ร้อยละ		pH	N	mg/100mljuice
อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	11.00^{b}±0.00	1.18±0.03	9.35^{b}±0.22	4.07^{b}±0.02	2.55±0.28	0.34^{ab}±0.03
ถุง PW	10.50^{b}±0.50	1.19±0.06	8.81^{b}±0.60	4.11^{a}±0.01	2.58±0.27	0.35^{a}±0.03
ถุง B-1	10.93^{b}±0.12	1.18±0.03	9.29^{b}±0.20	4.05^{b}±0.00	2.69±0.23	0.30^{b}±0.02
ถุง G-1	12.40^{a}±0.17	1.13±0.03	11.01^{a}±0.43	4.06^{b}±0.00	2.72±0.17	0.28^{c}±0.02
อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	12.40^{b}±0.17	0.30^{b}±0.01	41.59^{a}±2.42	4.42^{c}±0.01	3.15^{a}±0.36	0.30^{ab}±0.08
ถุง PW	11.20^{c}±0.00	0.45^{a}±0.01	24.78^{c}±0.94	4.32^{d}±0.00	2.62^{b}±0.40	0.21^{b}±0.04
ถุง B-1	12.60^{b}±0.17	0.44^{a}±0.03	29.02^{bc}±2.07	4.57^{b}±0.01	2.63^{b}±0.20	0.41^{a}±0.07
ถุง G-1	13.03^{a}±0.06	0.42^{a}±0.07	31.89^{b}±6.20	4.60^{a}±0.01	2.79^{ab}±0.09	0.31^{ab}±0.04
อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	13.33±0.29	0.30^{b}±0.02	44.51^{a}±1.66	4.52^{a}±0.02	2.41^{a}±0.20	0.15±0.00
ถุง PW	13.17±0.29	0.38^{a}±0.00	34.65^{b}±0.76	4.32^{b}±0.07	2.63^{a}±0.50	0.17±0.03
ถุง B-1	13.33±0.29	0.38^{a}±0.00	35.09^{b}±0.76	4.33^{b}±0.02	2.50^{a}±0.19	0.15±0.03
ถุง G-1	13.50±0.00	0.29^{b}±0.02	46.66^{a}±2.69	4.58^{a}±0.01	2.05^{b}±0.20	0.12±0.03

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 11 แสดงองค์ประกอบทางเคมีภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน พบว่าที่อายุเก็บเกี่ยว 30 และ 34 วันหลังดอกบาน การห่อแก้วมังกรด้วยถุงคัดช่วงเลือกแสงชนิด G-1 แก้วมังกรมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) มากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ที่อายุเก็บเกี่ยว 38 วัน การห่อด้วยถุงทุกชนิด

และไม่ห่อ ผลแก้วมังกรมีปริมาณ TSS ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบระหว่างอายุเก็บเกี่ยวพบว่า เมื่ออายุเก็บเกี่ยวนานขึ้น ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นและปริมาณกรด (TA) จะลดลง สอดคล้องกับความแก่ของผล ความบริบูรณ์ และการสุกที่เพิ่มขึ้นตามเวลา โดยผลแก้วมังกรที่อ่อนย่อมมีปริมาณ TSS น้อย และมีปริมาณกรดมาก และเป็นช่วงที่ยากต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากปริมาณกรด และเมื่อผลสุกปริมาณ TSS จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแป้งไปเป็นน้ำตาล และปริมาณ TA จะลดลง ซึ่งเป็นปกติของผลไม้ทั่วไป (จริงแท้, 2549) ค่า TSS ของแก้วมังกรดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริญญา และ ฉลองชัย (2548); อุไรวรรณ และ เรวัติ (2551); Nerd *et al*. (1999); Nerd and Mizrahi (1999) ที่พบว่าเวลาเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นส่งผลให้แก้วมังกรมีปริมาณ TSS เพิ่มมากขึ้นด้วย และปริมาณ TSS จะคงที่เมื่อผลแก้วมังกรแก่จัดและสุกเต็มที่ ดังเช่น ผลการเก็บเกี่ยวแก้วมังกรที่อายุ 38 วันหลังดอกบาน ปริมาณ TSS ทุกสิ่งทดลองจะคงที่และใกล้เคียงกัน

การห่อผลไม่มีผลต่อปริมาณ TA ของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวทุกอายุเก็บเกี่ยว แต่ปริมาณ TA จะลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยวผลนานขึ้น โดยเมื่อเก็บเกี่ยวผลที่ 38 วันหลังดอกบาน แก้วมังกรจะมีปริมาณ TA ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 0.29-0.38 เนื่องจากความแก่ และการสุกของผล โดยชนิดของกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่ของแก้วมังกรเป็น กรดซิตริก (Mizrahi *et al*., 1997) ปริมาณที่ลดลงอาจถูกนำใช้ในการหายใจ และการสร้างพลังงานของพืช ซึ่งถือเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจในวัฏจักรเครป (Kreb cycle) ปริมาณกรดลดลงตามความแก่และการสุกที่มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริญญา และ ฉลองชัย (2548); อุไรวรรณ และ เรวัติ (2551); Nerd *et al*. (1999); Nerd and Mizrahi (1999) ที่พบว่าผลอ่อนมีปริมาณ TA สูงเนื่องจากผลยังสุกไม่เต็มที่จะมีปริมาณกรดมาก ทั้งนี้ปริมาณกรดยังขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ที่ปลูกด้วย จากการศึกษาพบว่าปริมาณ TA ของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน มีปริมาณกรดต่ำสุด เนื่องจากผลเข้าสู่การสุกเต็มที่

การห่อผลไม่มีผลต่อปริมาณกรดแอสคอร์บิก ปริมาณกรดแอสคอร์บิกจะลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยวนานขึ้น ที่อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน มีปริมาณสูงสุดเพียง 0.35 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำคั้นผล และเหลือเพียง 0.12-0.17 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้นผล เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 38 วันหลังดอกบาน สอดคล้องกับการงานวิจัยของ วาริช และคณะ (2549) ที่พบว่าปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวอายุเก็บเกี่ยว 30-34 วันหลังดอกบาน มีเพียง 0.3-0.4 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำคั้นผล ปริมาณกรดแอสคอร์บิกที่ลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยว 38 วัน

หลังดอกบาน อาจเกิดจากการนำไปใช้ของพืช เนื่องจากเข้าสู่การชราภาพ และการวาย ซึ่งกรดแอสคอร์บิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง ที่พืชจะนำไปใช้เมื่อเข้าสู่การวาย (จริงแท้, 2550)

ตารางที่ 12 องค์ประกอบทางเคมีภายหลังเก็บเกี่ยว ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	TSS	TA	TSS/TA	ค่ากรดเบส	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณกรดแอสคอร์บิก
	° Brix	ร้อยละ		pH	N	mg/100mljuice
อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	12.83^{c}±0.29	1.02±0.06	12.66^{b}±0.92	4.46^{c}±0.01	2.94±0.38	2.18±0.26
ถุง PW	13.00^{bc}±0.00	0.98±0.03	13.23^{b}±0.40	4.72^{a}±0.00	2.90±0.32	2.01±0.23
ถุง B-1	13.33^{b}±0.29	0.95±0.05	14.06^{b}±0.82	4.57^{c}±0.00	3.22±0.61	1.95±0.50
ถุง G-1	14.00^{a}±0.00	0.83±0.06	16.85^{a}±1.12	4.66^{b}±0.00	3.48±0.37	2.33±0.40
อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	13.07^{b}±0.06	0.21^{c}±0.02	66.83^{a}±5.51	4.76^{b}±0.01	3.46±0.19	5.16±1.76
ถุง PW	12.33^{c}±0.29	0.26^{b}±0.00	48.18^{b}±1.13	4.64^{d}±0.01	2.94±0.35	4.06±1.04
ถุง B-1	13.00^{b}±0.00	0.30^{a}±0.01	43.59^{b}±1.08	4.72^{c}±0.01	2.98±0.43	3.89±0.56
ถุง G-1	13.87^{a}±0.12	0.26^{b}±0.03	60.67^{a}±6.34	4.90^{a}±0.03	3.13±0.25	3.76±0.60
อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	13.93^{a}±0.12	0.18^{b}±0.00	77.41^{a}±0.64	4.53^{ab}±0.02	2.74^{b}±0.34	2.38±0.52
ถุง PW	13.20^{b}±0.26	0.23^{a}±0.03	58.14^{b}±8.67	4.60^{ab}±0.22	3.24^{a}±0.25	2.25±0.12
ถุง B-1	13.13^{b}±0.12	0.20^{b}±0.00	65.67^{b}±0.58	4.39^{b}±0.01	2.68^{b}±0.17	2.44±0.23
ถุง G-1	13.67^{a}±0.29	0.19^{b}±0.01	73.33^{a}±2.89	4.72^{a}±0.01	3.44^{a}±0.27	2.18±0.45

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเก็บเกี่ยวที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน แก้วมังกรที่ห่อด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด G-1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) มากที่สุดเมื่อที่อายุเก็บเกี่ยว 30 และ 34 วันหลังดอกบาน ($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างกับไม่ห่อ เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 38 วันหลังดอกบาน เนื่องจากสุกเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับความแก่ของผล ความบริบูรณ์ และการสุกที่เพิ่มขึ้นตามเวลา โดยผลแก้วมังกรที่อายุผลน้อยย่อมมีปริมาณ TSS น้อยกว่าผลที่อายุมาก ค่าดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริญญา และ ฉลองชัย (2548); อุไรวรรณ และ เรวัติ (2551); Nerd *et al*. (1999); Nerd and Mizrahi (1999) ที่พบว่าเวลาเก็บเกี่ยวผลนานขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณ TSS เพิ่มมากขึ้นด้วย และปริมาณ TSS จะคงที่เมื่อผลแก้วมังกรแก่จัดและสุกเต็มที่

ปริมาณกรด (TA) จะลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยวผลนานขึ้น โดยเก็บเกี่ยวที่ 38 วันหลังดอกบานจะมีปริมาณ TA น้อยที่สุด เหลือเพียง 0.18-0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้นผล เนื่องจากความแก่ ความบริบูรณ์ และการสุกของผล (Mizrahi *et al*., 1997) ปริมาณที่ลดลงอาจถูกนำใช้ในการหายใจ และการสร้างพลังงานของพืช ซึ่งถือเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจในวัฏจักรเครป (Kreb cycle) ปริมาณกรดลดลงตามความแก่และการสุกที่มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของปริญญา และ ฉลองชัย (2548); อุไรวรรณ และ เรวัติ (2551); Nerd *et al*. (1999); Nerd and Mizrahi (1999) ที่พบว่าผลอ่อนมีปริมาณ TA สูงเนื่องจากผลยังสุกไม่เต็มที่ ทั้งนี้ปริมาณกรดยังขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ที่ปลูกด้วย จากการศึกษาพบว่าปริมาณ TA ของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน มีปริมาณกรดต่ำสุด เนื่องจากผลเข้าสู่การสุกเต็มที่

ค่ากรดเบส (pH) และความแน่นเนื้อหลังการเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง พบว่ามีปริมาณกรดแอสคอร์บิกมากกว่าพันธุ์เนื้อขาว (ตารางที่ 11-12) มีสูงสุด 5.16 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำคั้นผล เมื่ออายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน และการห่อแก้วมังกรด้วยถุงทุกชนิดไม่มีผลต่อปริมาณกรดแอสคอร์บิกของแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ($p > 0.05$) ปริมาณกรดแอสคอร์บิกลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน อาจเกิดจากการนำไปใช้ของพืช เนื่องจากเข้าสู่การชราภาพ และการวาย ซึ่งกรดแอสคอร์บิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง ที่พืชจะนำไปใช้เมื่อเข้าสู่การวาย (จริง แท้, 2550) โดยปริมาณกรดแอสคอร์บิก ขึ้นอยู่กับความสุก และการบริบูรณ์ของผล ชนิด พันธุ์ และแหล่งเพาะปลูก (Lee and Kader, 2000) เช่น ผลแก้วมังกรสายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศอิสราเอล มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงถึง 7-8 มิลลิกรัมต่อเนื้อผล 100 กรัม (Nerd *et al*., 1999; Nerd and Mizrahi, 1999)

ตารางที่ 13 ค่าสีของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดง ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	ค่าสี แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว			ค่าสี แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	38.08±2.03	18.66^{c}±0.86	19.78±2.89	39.11^{a}±3.92	23.77^{b}±5.00	19.17±2.08
ถุง PW	39.36±3.29	19.84^{c}±2.47	20.01±2.19	36.06^{b}±3.35	29.40^{a}±4.32	19.32±1.72
ถุง B-1	39.33±3.04	21.13^{b}±2.91	18.95±1.49	39.09^{a}±3.41	29.64^{a}±4.86	19.93±1.84
ถุง G-1	40.74±3.11	22.88^{a}±3.02	19.59±2.52	37.72^{ab}±2.63	32.11^{a}±3.16	18.90±1.26
อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	40.79±2.79	19.59^{c}±3.67	18.12±2.13	39.36±3.24	32.45^{b}±1.87	18.97^{ab}±1.26
ถุง PW	41.65±3.02	20.73^{bc}±3.65	18.76±1.33	38.69±3.61	32.46^{b}±1.86	18.20^{b}±1.66
ถุง B-1	42.59±2.70	22.81^{ab}±3.37	17.97±1.16	39.65±3.77	33.61^{b}±1.76	19.84^{a}±1.40
ถุง G-1	42.10±2.07	23.99^{a}±3.49	18.38±0.91	39.96±3.43	34.16^{a}±2.07	19.68^{a}±1.97
อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน						
ไม่ห่อ	43.65^{a}±2.77	23.44±2.12	17.27±1.36	40.65±1.98	35.94±1.92	18.23±1.97
ถุง PW	40.62^{b}±1.95	23.34±2.23	17.99±1.25	39.14±1.70	35.31±1.89	19.13±1.95
ถุง B-1	44.23^{a}±2.15	25.45±1.84	17.38±1.63	39.91±1.24	36.92±1.83	18.93±1.90
ถุง G-1	44.68^{a}±1.79	24.35±3.01	17.90±1.93	39.23±1.40	37.06±1.97	19.38±2.08

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 8) อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 แสดงค่าสีของผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าที่อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน ค่าสี a * ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่ห่อด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 มีค่ามากสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และที่อายุเก็บเกี่ยว 34 และ 38 วัน การห่อด้วยถุงทุกชนิดไม่มีผลต่อค่าสี a* และที่อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน การห่อด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงมีผลต่อค่าความสว่าง L* อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสี b* พบว่าทุกอายุเก็บเกี่ยวผล

การห่อไม่มีผลต่อค่าสี b* ($p > 0.05$) สำหรับค่าสีของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง พบว่าที่อายุเก็บเกี่ยว 30 และ 34 วันหลังดอกบานมากที่สุด และการห่อผลด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 มีค่าสี a* มากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่า b* ที่อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบานมีค่ามากที่สุด ($p \leq 0.05$) เช่นกัน เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 38 วันหลังดอกบาน การห่อไม่มีผลต่อค่าสี (L* a* b*) ของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ($p > 0.05$) ตารางที่14 และ 15 แสดงการเกิดตำหนิบนผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดง หลังการห่อด้วยถุงต่างชนิดกัน ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 14 ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เริ่มห่อที่ 20 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวคิดเป็นร้อยละ (%)							
	อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน							
	เล็กน้อย (0-20 %)	น้อย (21-40%)	ปานกลาง (41-60%)	มาก (61-80%)	รุนแรง (81-100%)	เน่า	รา	ครีบผลเหี่ยวเหลือง
ไม่ห่อ			7	80	13			
ถุง PW		13	67	20				
ถุง B-1	14	23	43	14				
ถุง G-1		20	33	47				
	อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ			43	38	19			
ถุง PW		47	40	13				
ถุง B-1	13	27	47	13				
ถุง G-1	7	21	44			7	14	7
	อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ		38	49	13				
ถุง PW	13	27	40	20				
ถุง B-1	7	27	53	13				
ถุง G-1	40	27	20	13				

หมายเหตุ คิดเป็นร้อยละ ของการเกิดระดับตำหนิจากจำนวนผลทั้งหมดในสิ่งทดลอง (n = 20)

ตารางที่ 15 ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วัน หลังดอกบาน เริ่มห่อที่ 20 วันหลังดอกบาน

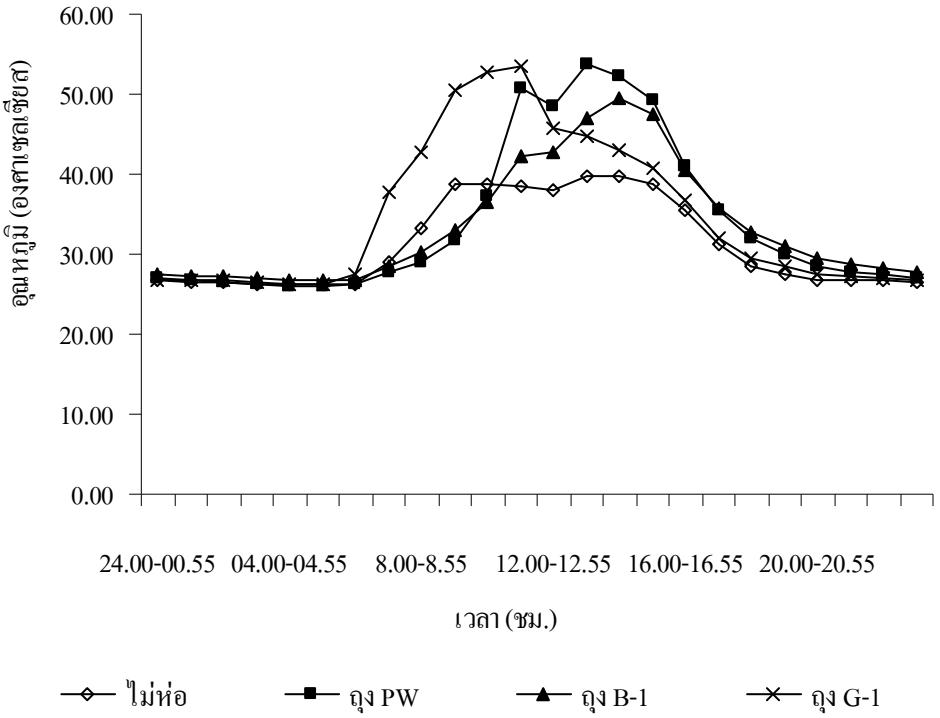
	ระดับตำหนิที่พบบนผิวแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงคิดเป็นร้อยละ (%)							
	อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน							
สิ่งทดลอง	เล็กน้อย (0-20 %)	น้อย (21-40%)	ปานกลาง (41-60%)	มาก (61-80%)	รุนแรง (81-100%)	เน่า	ครีบผลเหี่ยวเหลือง	ปริแตก
ไม่ห่อ	27	33	13	7	20			
ถุง PW	53	47						
ถุง B-1	80	20						
ถุง G-1	40	46	7			7		
	อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	12	47	35	6				
ถุง PW	54	46						
ถุง B-1	67	20	13					
ถุง G-1	43	33	17				7	
	อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	20	27				7	13	33
ถุง PW	33	60	7					
ถุง B-1	47	53						
ถุง G-1	39	27	7			13		13

หมายเหตุ คิดเป็นร้อยละ ของการเกิดระดับตำหนิจากจำนวนผลทั้งหมดในสิ่งทดลอง (n = 20)

นอกจากองค์ประกอบทางเคมีที่แสดงคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกร การใช้ถุงห่อผลยังต้องคำนึงถึงการเกิดตำหนิ และลักษณะปรากฏภายหลังการห่อด้วย ซึ่งเป็นถือเป็นเกณฑ์การยอมรับทางสายตาของผู้บริโภค ระดับตำหนิที่พบหลังเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรที่ห่อด้วยถุงต่างชนิดกัน พบว่าการห่อด้วยถุงทุกชนิดช่วยลดพื้นที่ตำหนิผิว (ระดับตำหนิ คำนวณจาก พื้นที่ตำหนิทั้งหมดบนผิวของผลแก้วมังกรต่อพื้นที่ผิวทั้งหมด) โดยแก้วมังกรที่ไม่ห่อผลพบตำหนิมากกว่าห่อด้วยถุงทุกชนิดหรือมีตำหนิทั่วทั้งผล และพบว่าการห่อแก้วมังกรด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1 ช่วยลดระดับตำหนิได้ดีกว่าการใช้ถุงพลาสติกคัดเลือกช่วง

แสงชนิด G-1 เนื่องจากแก้วมังกรหลังการห่อ พบปัญหาครีบผลเหลือง มีการเน่าเสีย ความชื้นและ มีละอองน้ำสะสม จึงเกิดเชื้อราขึ้นภายในถุงห่อแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณสมบัติของถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสง G-1 ที่มีสมบัติการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนน้อยกว่าถุงชนิดอื่นจึงทำให้เกิดอัตราการหายใจที่สูงขึ้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงสูงขึ้นจะกระตุ้นให้เกิดการสร้างแก๊สเอทิลีน และเกิดความร้อนสะสมภายในถุง (Awad, 2007) เมื่อพืชมีการหายใจจะเกิดการคายน้ำออกมา ปริมาณการคายน้ำอาจมากกว่าสมบัติการซึมผ่านไอน้ำของถุง จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย และเกิดเชื้อราขึ้นภายในถุงได้ง่าย รวมถึงการสะสมความร้อนของถุงที่เมื่อเทียบกับไม่ห่อแล้ว การห่อด้วยถุงช่วยเพิ่มอุณหภูมิในถุงได้ ซึ่งจะสอดคล้องกับทฤษฎีเรื่องการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ที่ช่วยกระตุ้นให้สสารทุกอย่างมีพลังงานสูงขึ้น ปฏิกิริยาภายในจึงเกิดได้เร็วขึ้น และส่งผลไปจำกัดอัตราการหายใจของพืช ทำให้เร่งเข้าสู่การวายได้เร็วกว่าปกติ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส เร่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น 2 เท่า (Zagory and Kader, 1988) ผลไม้จึงเข้าสู่การชราภาพและวายได้เร็วขึ้น และส่งผลให้ลักษณะปรากฏหลังการเก็บเกี่ยวต่ำลง เช่น อาการเหี่ยวเหลืองของครีบผล เป็นต้น (ภาพที่ 17 และ 18) ซึ่งแสดงลักษณะปรากฏให้เห็นในผลแก้วมังกรที่อายุเก็บเกี่ยวนานเกิน 30 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้เนื่องจากอายุเก็บเกี่ยวที่ยาวนานขึ้นสอดคล้องกับเวลาที่ผลสะสมความร้อนเพิ่มขึ้น จึงมีลักษณะปรากฏที่แสดงถึงอาการวายของพืชเร็วกว่าไม่ห่อ และการห่อด้วยถุงชนิดอื่น

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทดลองแสดงในภาคผนวก ค. และอุณหภูมิเฉลี่ยภายในถุงห่อต่างชนิดกันแสดงตามภาพที่ 15 (ตารางผนวกที่ ค3) เทียบกับอุณหภูมิปกติ (ไม่ห่อ) ในแปลงทดลอง สวนเกษตรแก้วมังกร (จังหวัดปทุมธานี) ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยแสดงเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละชั่วโมง จากภาพแสดงให้เห็นถึงการสะสมความร้อนภายในถุงทั้ง 3 ชนิด โดยถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด G-1 เกิดการสะสมความร้อนได้เร็วกว่าถุงกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกช่วงแสงชนิด B-1 โดยมีสะสมอุณหภูมิได้ถึง 50 องศาเซลเซียส และอาจเนื่องจากสมบัติการส่องผ่านแสงที่มีมากถึงร้อยละ 80 ทำให้สะสมความร้อนได้เร็วกว่าถุงชนิดอื่น การสะสมความร้อนได้เร็วกว่า อาจเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของแก้วมังกร เนื่องจาก อุณหภูมิที่สูงขึ้น เกี่ยวข้องกับอัตราการหายใจ ส่งผลให้เกิดการสร้างเอทิลีน ที่เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การสุก และการวายของพืช (จริงแท้, 2550) ดังเช่นการศึกษาของ Awad, 2007 ที่พบว่าการห่ออินทผลัม ด้วยถุงพลาสติกทำให้ผลิดเอทิลีนได้มากขึ้น การเจริญเติบโตเร็วขึ้นจึงเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องศึกษาเชิงลึกต่อไป



ภาพที่ 15 อุณหภูมิภายเฉลี่ยแต่ละชั่วโมงภายในถุงห่อที่ใช้ในการทดลอง ตลอด 24 ชั่วโมง

ลักษณะปรากฏหลังการเก็บเกี่ยวแสดงตามภาพที่ 16-18 การห่อด้วยถุงทั้ง 3 ชนิดทำให้ตำหนิผิวลดลง สอดคล้องกับระดับตำหนิที่พบหลังห่อ (ตารางที่ 14-15) โดยผลแก้วมังกรอายุผล 30 และ 34 วันหลังดอกบาน จะมีลักษณะปรากฏดีกว่าเมื่อเทียบกับการเก็บที่ 38 วันหลังดอกบาน โดยแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงจะพบการปริแตกของผล (ภาพที่ 18) จากการสุกเกินไป เป็นความบริบูรณ์ของผลที่เกินเกณฑ์เก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายทางการค้า การปริแตกผลยังแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของผลอย่างเต็มที่จนผนังเซลล์เกิดการขยายตัว และปริแตก ซึ่งเมื่ออายุผลนานขึ้นจะมีความบริบูรณ์และการสุกเต็มที่ จนเริ่มเข้าสู่การชราภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น จึงเกิดการย่อยสลายผนังเซลล์ (middle lamella) ด้วยเอนไซม์ β-glucanase และ PG ทำให้เกิดแรงดึงออกจากกันภายในตรงบริเวณที่แตก ส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียน้ำ และการหดตัวของเซลล์ที่ไม่เท่ากัน การปริแตกของผลแก้วมังกร เป็นเช่นเดียวกับ ทุเรียนที่แก่และสุกเต็มที่ จะมีการหลุดของขั้วผล และการแตกเกิดขึ้นบริเวณกลางพู (ธิรา, 2538; Sriyook *et al*., 1994) ทำให้คุณภาพผลต่ำลง เนื่องจากไม่สามารถจำหน่ายได้ หรือขายได้ราคาต่ำ ทั้งง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ อายุเก็บรักษาผลไม้จึงสั้นลง

ก.

ไม่ห่อ **ถุง PW** **ถุง B-1** **ถุง G-1**

ข.

ไม่ห่อ **ถุง PW** **ถุง B-1** **ถุง G-1**

ภาพที่ 16 ลักษณะปรากฏหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) ที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ เก็บเกี่ยวผลที่ 30 วันหลังดอกบาน

ก.

ไม่ห่อ ถุง PW ถุง B-1 ถุง G-1

ข.

ไม่ห่อ ถุง PW ถุง B-1 ถุง G-1

ภาพที่ 17 ลักษณะปรากฏหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) ที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ เก็บเกี่ยวผลที่ 34 วันหลังดอกบาน

ก.

ไม่ห่อ

ถุง PW

ถุง B-1

ถุง G-1

ข.

ไม่ห่อ

ถุง PW

ถุง B-1

ถุง G-1

ภาพที่ 18 ลักษณะปรากฏหลังเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) ที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ เก็บเกี่ยวผลที่ 38 วันหลังดอกบาน

3.2 ศึกษาคุณภาพผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดง อายุเก็บเกี่ยวผล 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

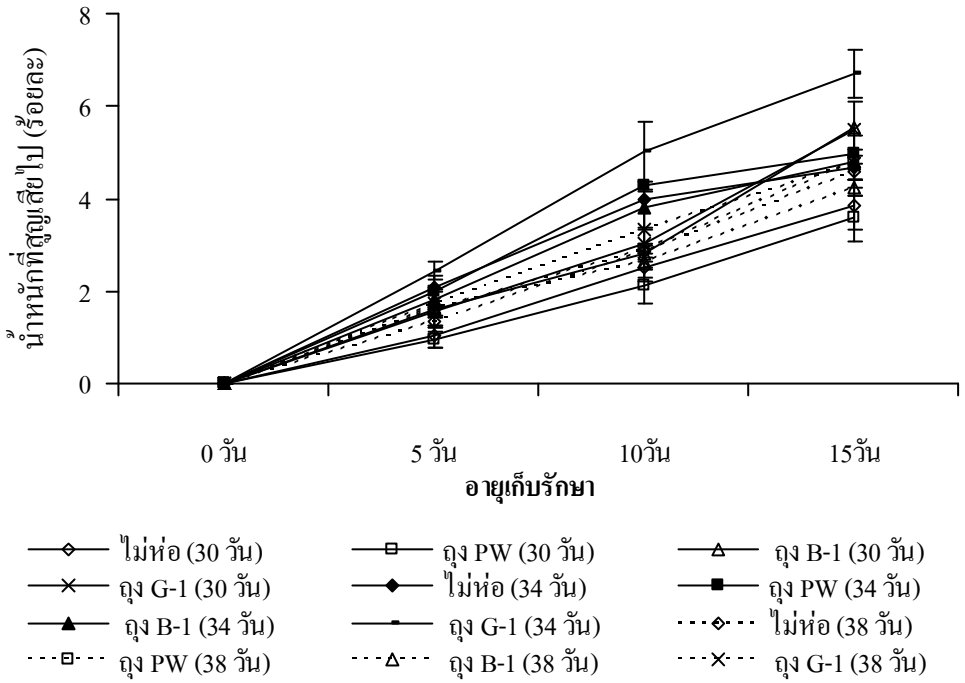
การศึกษาอายุเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรที่ต่างกันคือ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เพื่อให้เข้าใจถึงคุณภาพหลังเก็บเกี่ยว ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษา และเพื่อประโยชน์ในการวางจำหน่ายหรือการพักผลผลิตเพื่อรอการจำหน่าย การศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อทั้งเกษตรกรและผู้จำหน่าย

อุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่ออายุเก็บรักษาของผักและผลไม้ เนื่องจากมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเช่น การหายใจ เป็นต้น (จริงแท้, 2549) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นการปรับปัจจัยโดยรอบ เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และขณะเดียวกันก็เป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยอุณหภูมิที่สูงจะไปเร่งการเกิดปฏิกิริยาให้สูงขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพราะอุณหภูมิสูงจะกระตุ้นสสารทุกอย่างให้มีพลังงานสูงขึ้น ปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดเร็วขึ้นรวมทั้งอัตราการหายใจและการสุก ซึ่งตอบสนองต่ออุณหภูมิ โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีจะเพิ่มขึ้นหลายเท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส (Zagory and Kader, 1988) จึงควรเก็บรักษาผลผลิตไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำสุดที่ไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (ดนัย และ นิธิยา, 2535; จริงแท้, 2549)

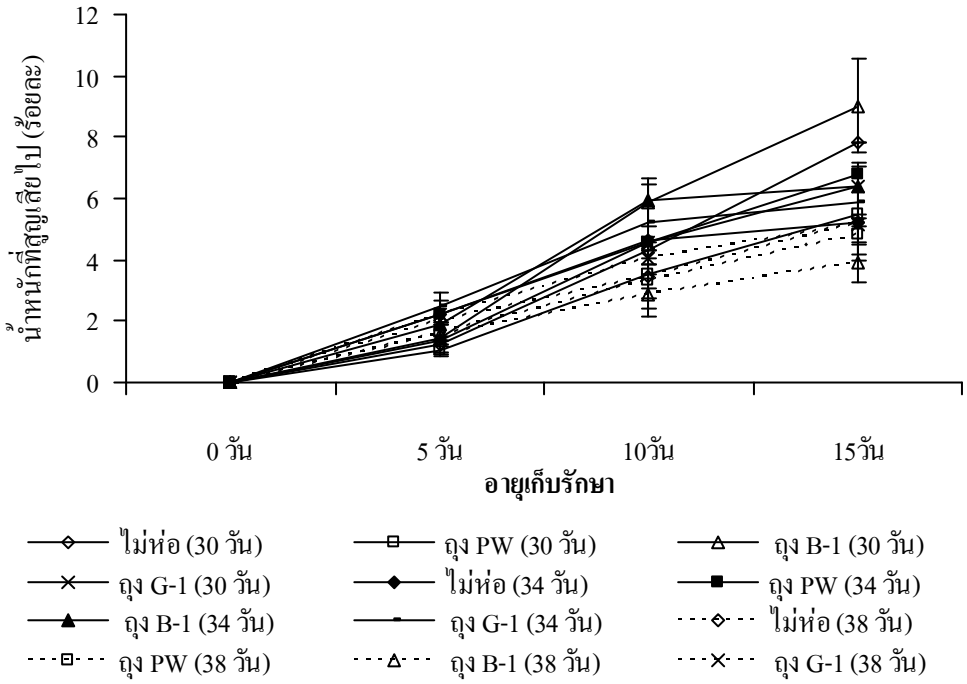
น้ำหนักเป็นคุณภาพหนึ่งที่มีผลต่อการจัดจำหน่าย โดยปกติเกณฑ์การแบ่งเกรดแก้วมังกรจะแบ่งตามคุณภาพขั้นต่ำของแก้วมังกรพึงมีตามมาตรฐานแล้ว (codex stan 237) ยังมีเกณฑ์แบ่งเกรดโดยใช้น้ำหนักเป็นดัชนีการจำหน่ายเพื่อการส่งออกต่างประเทศ ผลแก้วมังกรเมื่อเก็บเกี่ยวในวันแรกจะยังคงความสดใหม่ และมีน้ำหนักผลดี หากนำมาเก็บรักษาจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในการสูญเสียน้ำหนักผล ลักษณะปรากฏ และองค์ประกอบเคมีภายในผล ซึ่งมีผลต่อคุณภาพที่ต่ำลง การเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว จะมีประโยชน์ต่อการดูแลและเก็บรักษาให้ถูกวิธีเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

ภาพที่ 19-27 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเคมีของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ที่เวลาเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เมื่อเก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ภายหลังจากการเก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักตลอดเวลาเก็บรักษาครบ 15 วัน และมีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 19-20) อาจเนื่องจากน้ำเกิดการเคลื่อนที่ออกไปสู่อากาศภายนอกตลอดเวลา (Berg *et al*., 1978) ซึ่งปกติอากาศโดยรอบจะมีความชื้นที่ต่ำกว่า จึงเกิดการแพร่ระเหยของน้ำจากภายในผลสู่ภายนอกผลได้ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักผลตลอดเวลาเก็บรักษา และยังมีผลต่อคุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การสลายของผนังเซลล์ และการสูญเสียน้ำมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดให้มีปริมาณสูงขึ้น (จริงแท้, 2549)

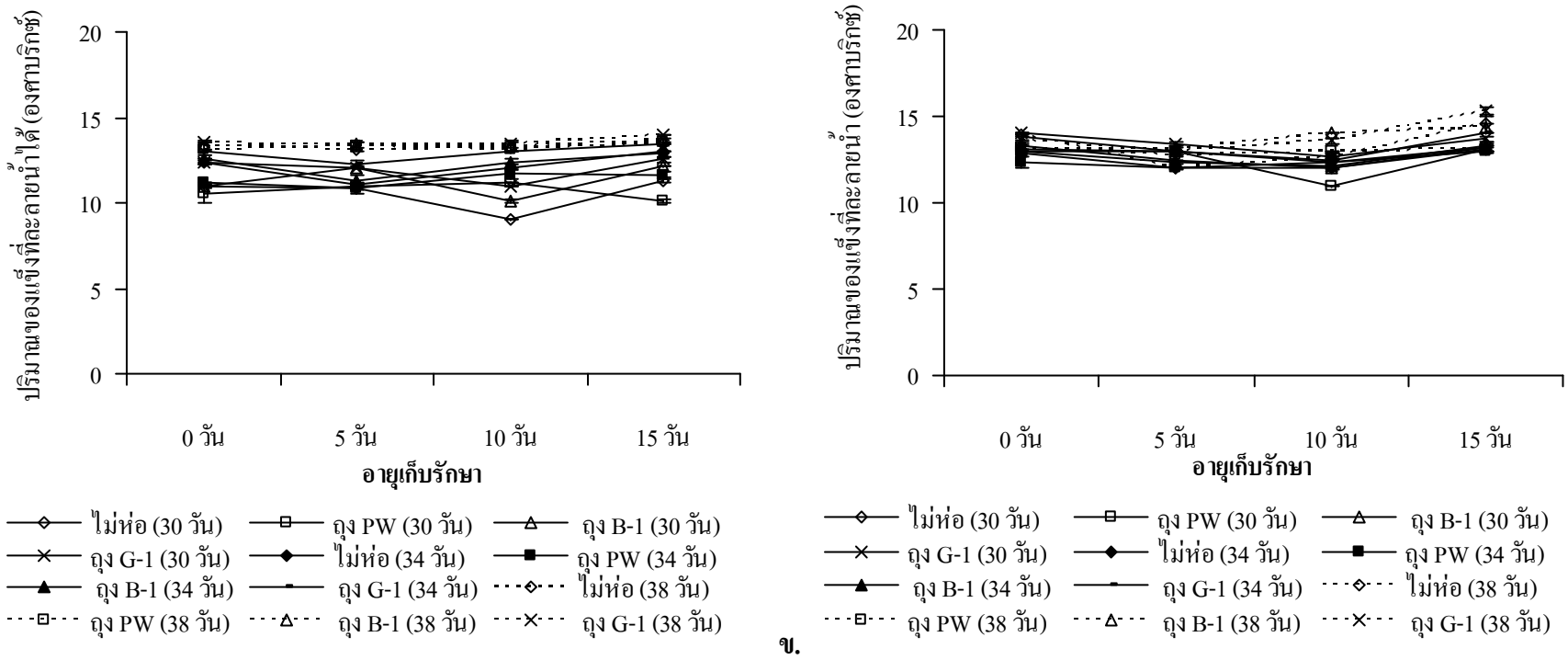


ภาพที่ 19 น้ำหนักที่สูญเสียไป (ร้อยละ) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2



ภาพที่ 20 น้ำหนักที่สูญเสียไป (ร้อยละ) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุเก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 21) โดยค่าการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการทดลองของ วาริช และคณะ (2549); Nerd e*t al*. (1999) ที่พบว่าปริมาณ TSS ของผลแก้วมังกรจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเก็บรักษาครบ 14 วัน ผลการทดลองดังกล่าวอาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 ช่วยในการชะลออัตราการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงภายในผลแก้วมังกร การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS จึงมีการเปลี่ยนแปลงจากปริมาณเริ่มต้นในวันเริ่มเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยผลแก้วมังกรที่ห่อด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด G-1 จะมีปริมาณ TSS มากที่สุดเมื่อเก็บครบ 15 วัน ($p \leq 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ ก2)



ภาพที่ 21 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ปริมาณกรด (TA) ของผลแก้วมังกรจะลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันเริ่มเก็บรักษา เมื่อเก็บครบ 15 วัน การลดลงของปริมาณ TA สอดคล้องกับค่าในงานวิจัยของ ศิริ (2542); วาริช และคณะ (2549); Nerd and Mizrahi (1999) ที่พบว่าผลแก้วมังกรจะมีปริมาณ TA ลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณกรดถูกนำไปเปลี่ยนเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ที่ยังดำเนินต่อไปของพืช เช่น การหายใจที่เกิดขึ้นตลอดเวลา กรดซิตริกอาจถูกนำไปเป็นสารตั้งต้นในวัฏจักร เครป หรือถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลเพื่อเป็นแหล่งอาหารสะสม เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดกระบวนการสุกได้ (จริงแท้, 2550; Roy and Joshi, 1995) (ภาพที่ 22)

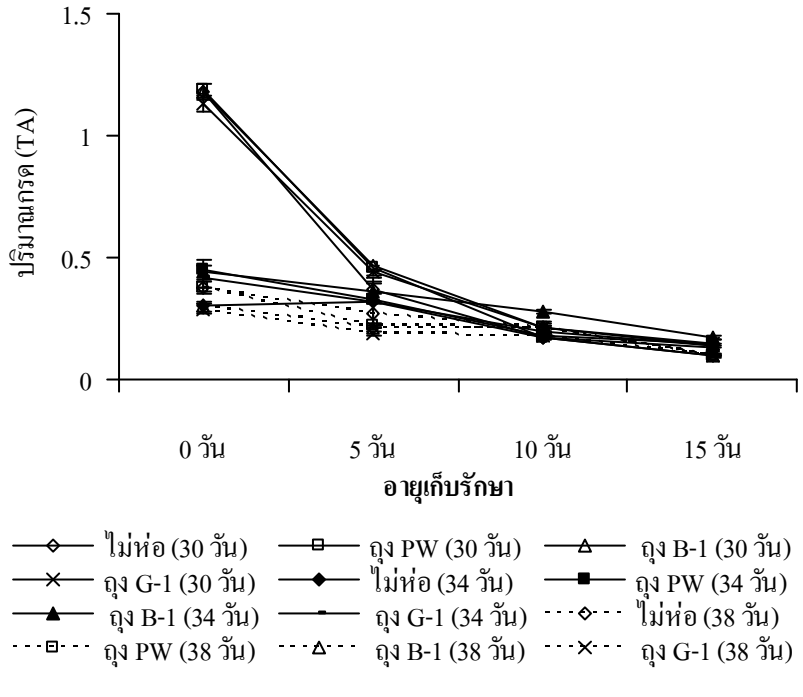
อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ของผลแก้วมังกรเมื่อเก็บครบ 15 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลาเก็บรักษา สอดคล้องกับปริมาณ TA ที่ลดลงไป (ภาพที่ 23) ความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มต่ำลง อาจเนื่องจากการสลายของผนังเซลล์ บริเวณ middle lamella และการเปลี่ยนแปลงภายในรวมทั้งการสูญเสียน้ำมีผลให้ความแน่นเนื้อลดลง เช่น ส้มโอ (อรุณี, 2537) แต่เนื่องจากอุณหภูมิต่ำที่ใช้เก็บรักษาผลแก้วมังกร ช่วยชะลอการกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น ลดการทำงานของเอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) หรือ เพกตินเนส (pectinase) ที่เป็นเอนไซม์หลักในการย่อยสลายผนังเซลล์ จึงทำให้ค่าความแน่นเนื้อไม่ต่างมากจากวันเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 24)

ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของผลแก้วมังกรเมื่อเก็บครบ 15 วัน มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 25) เนื่องจากปริมาณ TSS ที่เพิ่มขึ้น หรือจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของผล เช่น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และน้ำตาล ซึ่งส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเบสเพิ่มขึ้นได้ ส่วนปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลแก้วมังกร มีแนวโน้มลดลงตลอดเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 26) ซึ่งอาจเกิดจากผลไม้ยังคงมีการหายใจต่อไป หรือ กิจกรรมภายในต่างๆ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และการสูญเสียน้ำ หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ก็อาจเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียปริมาณกรดแอสคอร์บิก ซึ่งเมื่อพืชเริ่มเข้าสู่การชราภาพ (senescense) จะมีการสร้างสารอนุมูลอิสระขึ้น พืชจึงนำกรดแอสคอร์บิกไปใช้เป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระในระหว่างการสุก และการวาย ปริมาณของกรดแอสคอร์บิกลดลง เมื่อเก็บไว้ยาวนาน คุณค่าทางอาหารจะหมดไป (Lee and Kader, 2000)

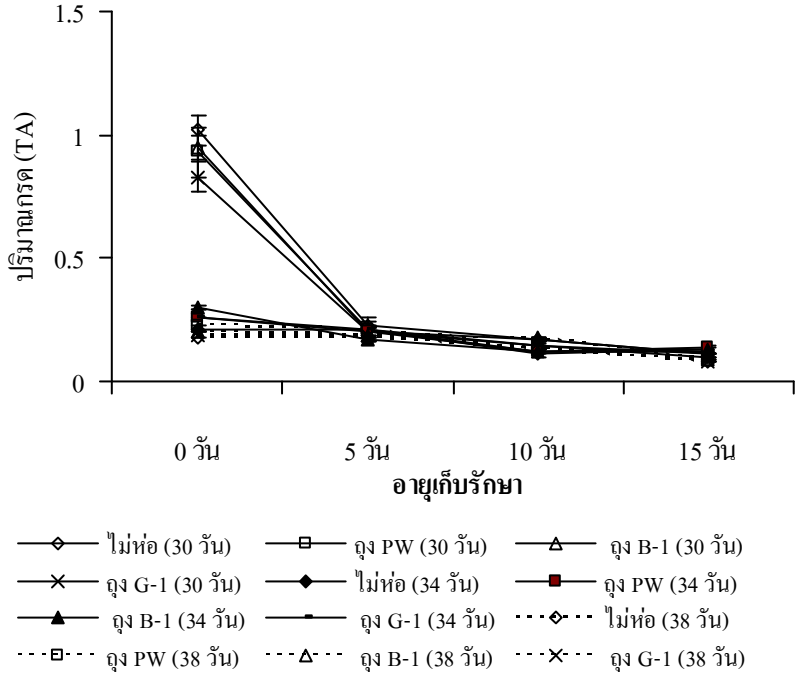
การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลแก้วมังกร (ΔE) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีผิวจากวันเริ่มเก็บรักษา (ภาพที่ 27) โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงสีที่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อเก็บครบ 15 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริ (2542); วาริช และคณะ (2549); Nerd and Mizrahi (1999) ที่พบว่ามีการเปลี่ยนสีผิวของผลแก้วมังกรตลอดเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ค่าสีผิว (L*, a*, b*) ของผลแก้ว

มังกรมีการเพิ่มขึ้นของสีตลอดเวลา 15 วัน โดยพบว่าค่าสี L*, a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งความสว่าง สีแดง และสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากวันเก็บรักษา สอดคล้องกับผลการทดลองของ วาริช และคณะ (2005) แต่พบว่าการห่อผลด้วยถุงทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสีผลแก้วมังกรแต่อาจเกิดจากกิจกรรมของ PAL ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานินให้เพิ่มขึ้นในระหว่างเก็บรักษา ดังการศึกษาของ Ratanamarno *et al*., (2005) ที่พบว่าอุณหภูมิต่ำมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในเปลือกมังคุดให้เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณแอนโทไซยานินจึงขึ้นกับอุณหภูมิและเวลาเก็บรักษา รวมทั้งอายุผลที่ต่างกันจะมีปริมาณแอนโทไซยานินต่างกัน (ตารางภาคผนวกที่ ก8-10)

ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อเก็บครบ 15 วัน แสดงตามภาพที่ 28-30 โดยลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรที่อายุเก็บเกี่ยว 30 วันจะมีสีสดมากกว่าที่อายุเก็บเกี่ยว 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เมื่อเก็บครบ 15 วัน จะแสดงให้เห็นถึงการสูญเสียน้ำหนักผล การแห้งของผลและครีบผล รวมทั้งการเปลี่ยนสีของผิวที่แดงคล้ำขึ้น และสีของครีบผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองชัดขึ้นเมื่อครบ 15 วัน สอดคล้องกับการพัฒนาสีของผลแก้วมังกรที่เพิ่มขึ้น ลักษณะปรากฏยังแสดงถึงการเข้าสู่วัยชราภาพ เช่น อาการแห้งของครีบผลของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ที่เกิดจากการสูญเสียน้ำ ทำให้ครีบผลแห้งเป็นสีน้ำตาล และหลุดออก หรือแห้งติดผล

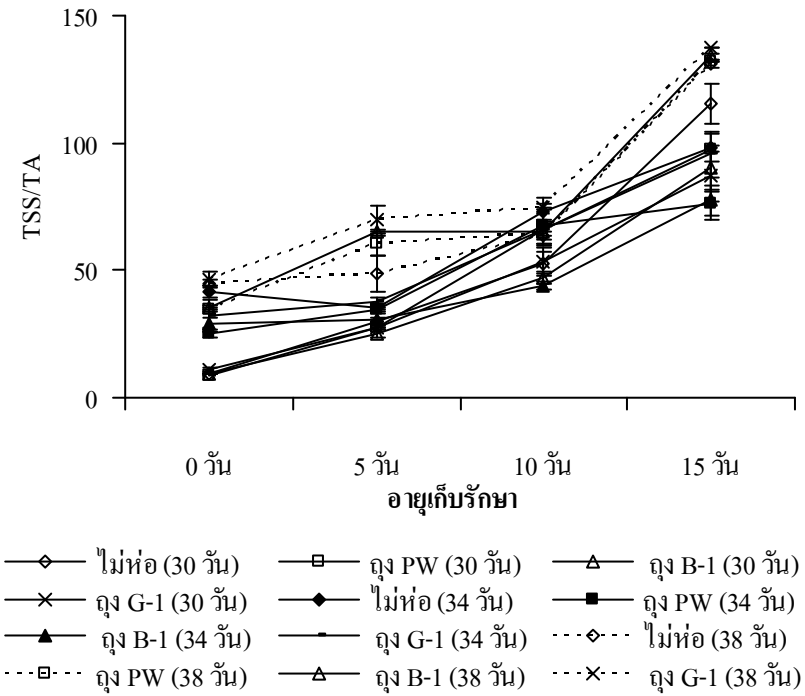


ก.

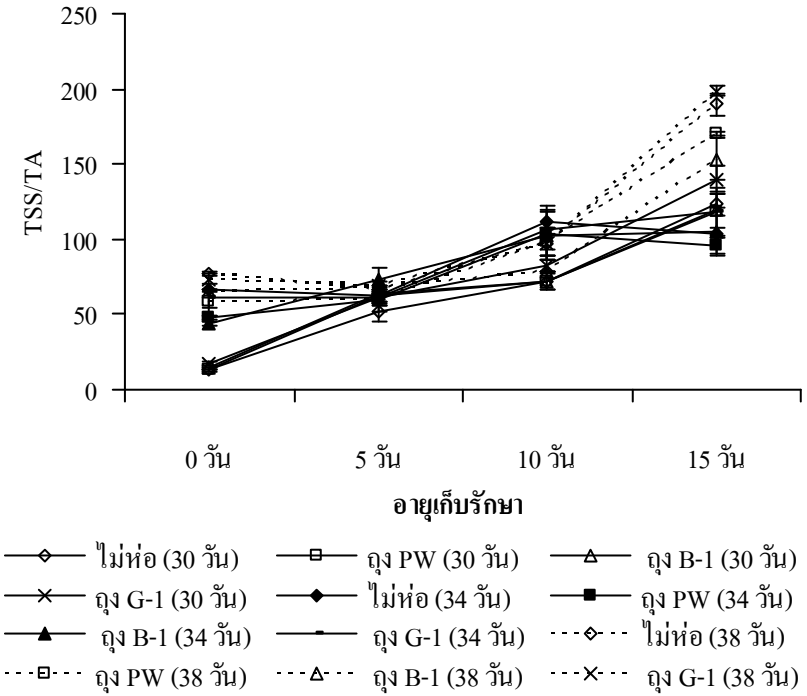


ข.

ภาพที่ 22 ปริมาณกรด (TA) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

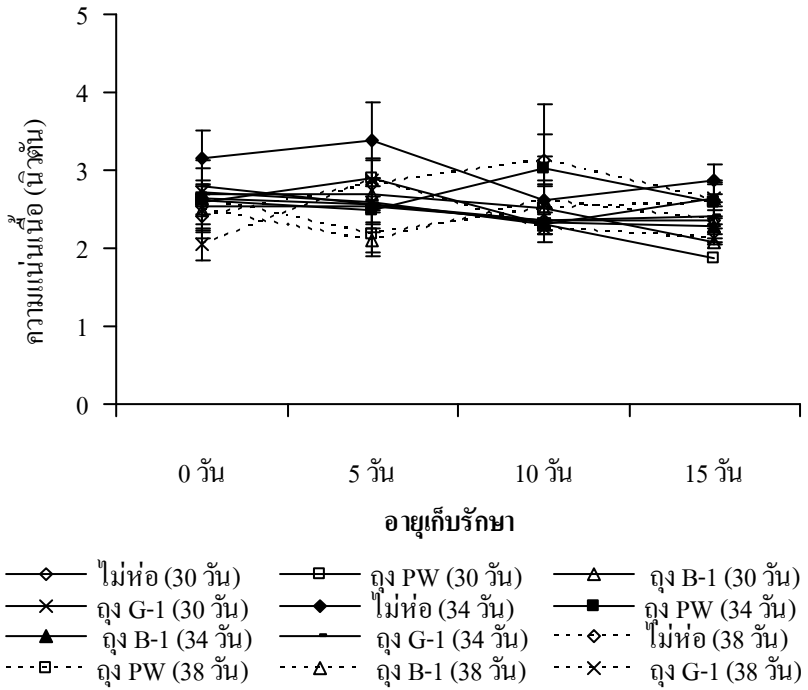


ก.

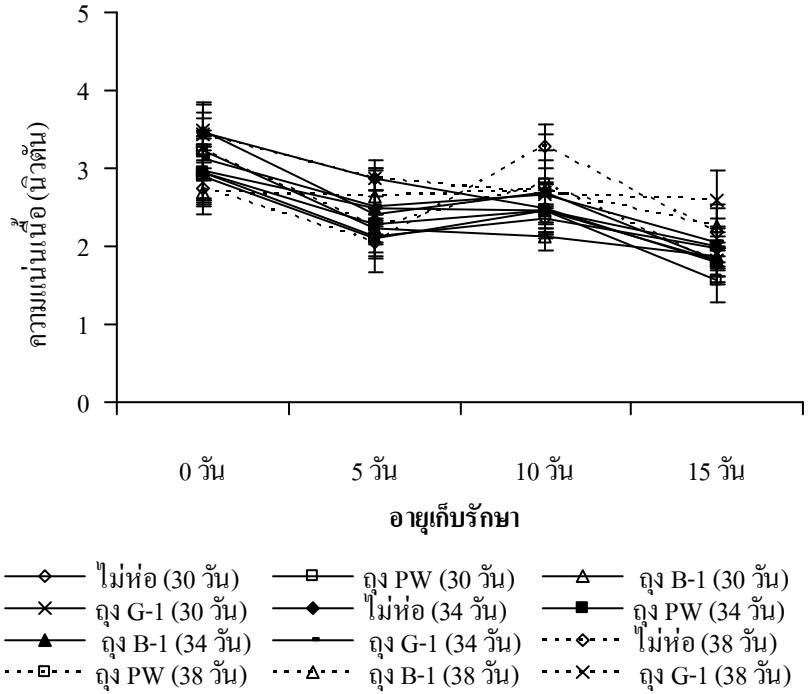


ข.

ภาพที่ 23 อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

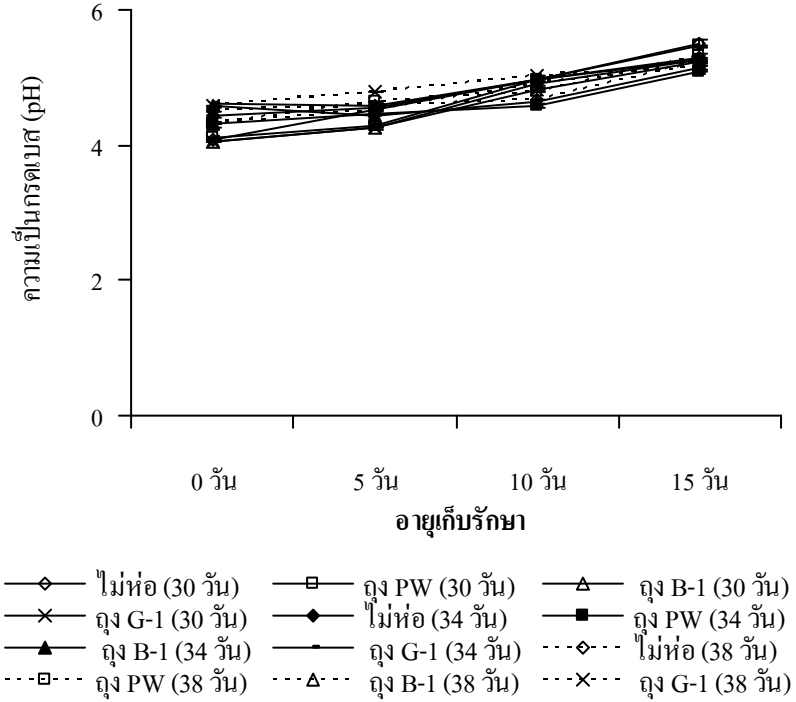


ก.

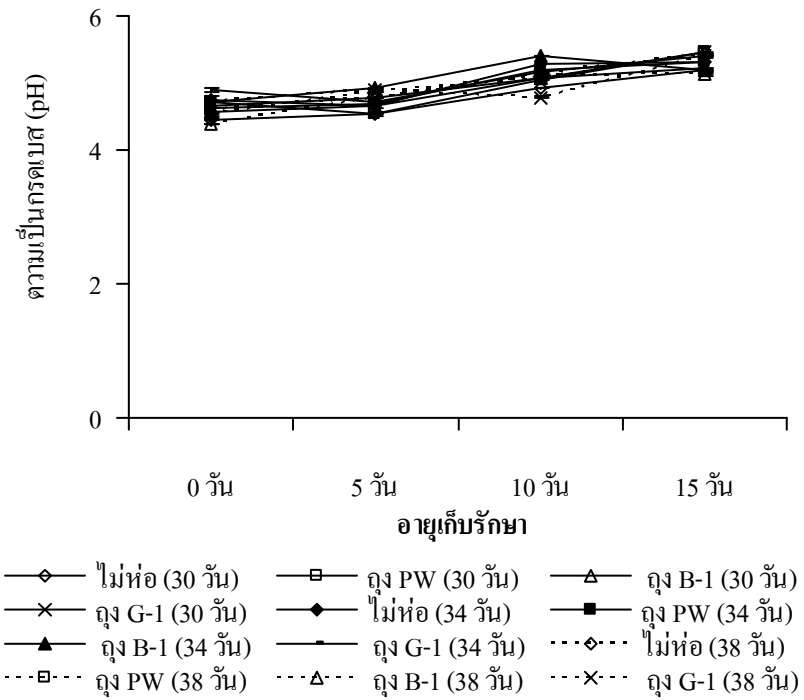


ข.

ภาพที่ 24 ความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

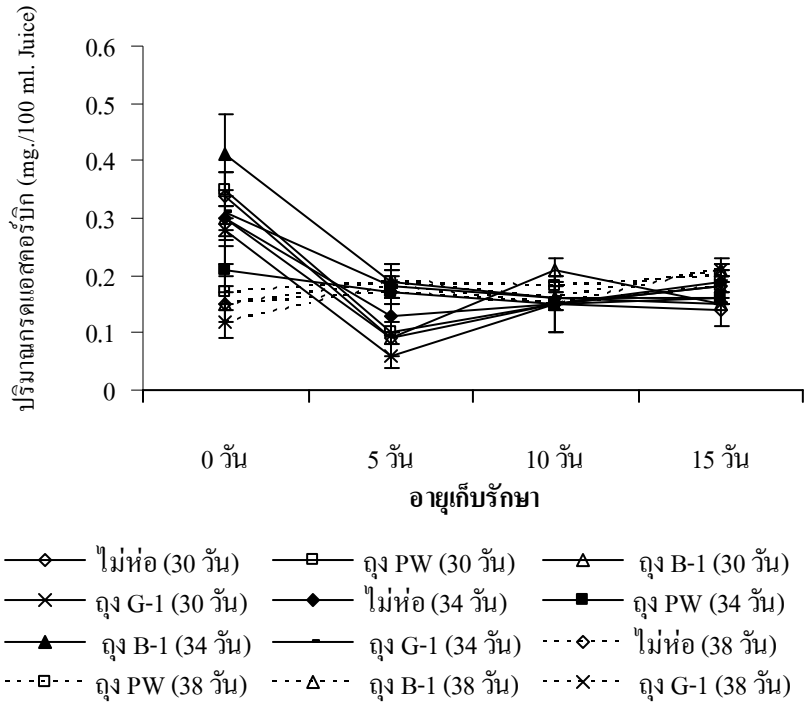


ก.

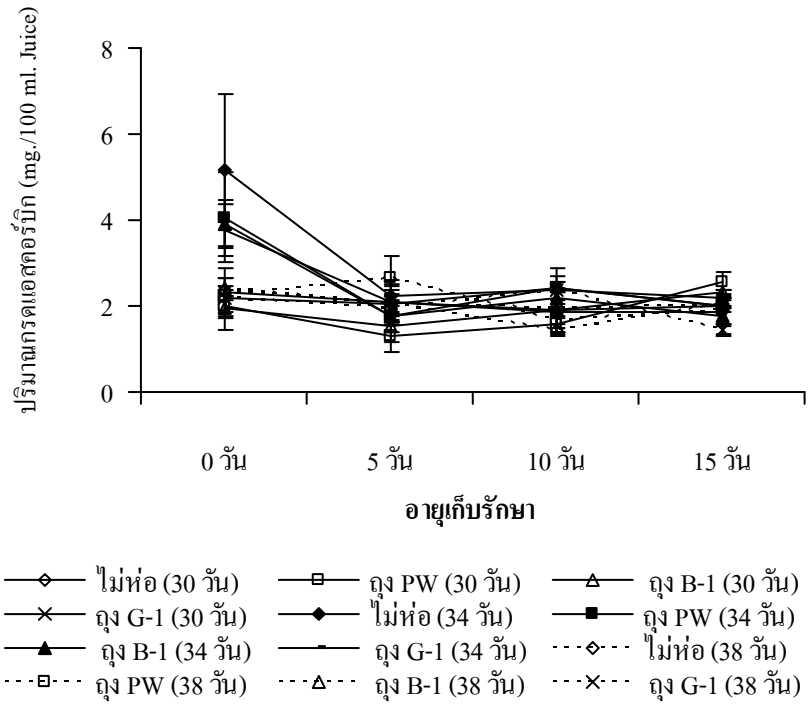


ข.

ภาพที่ 25 ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

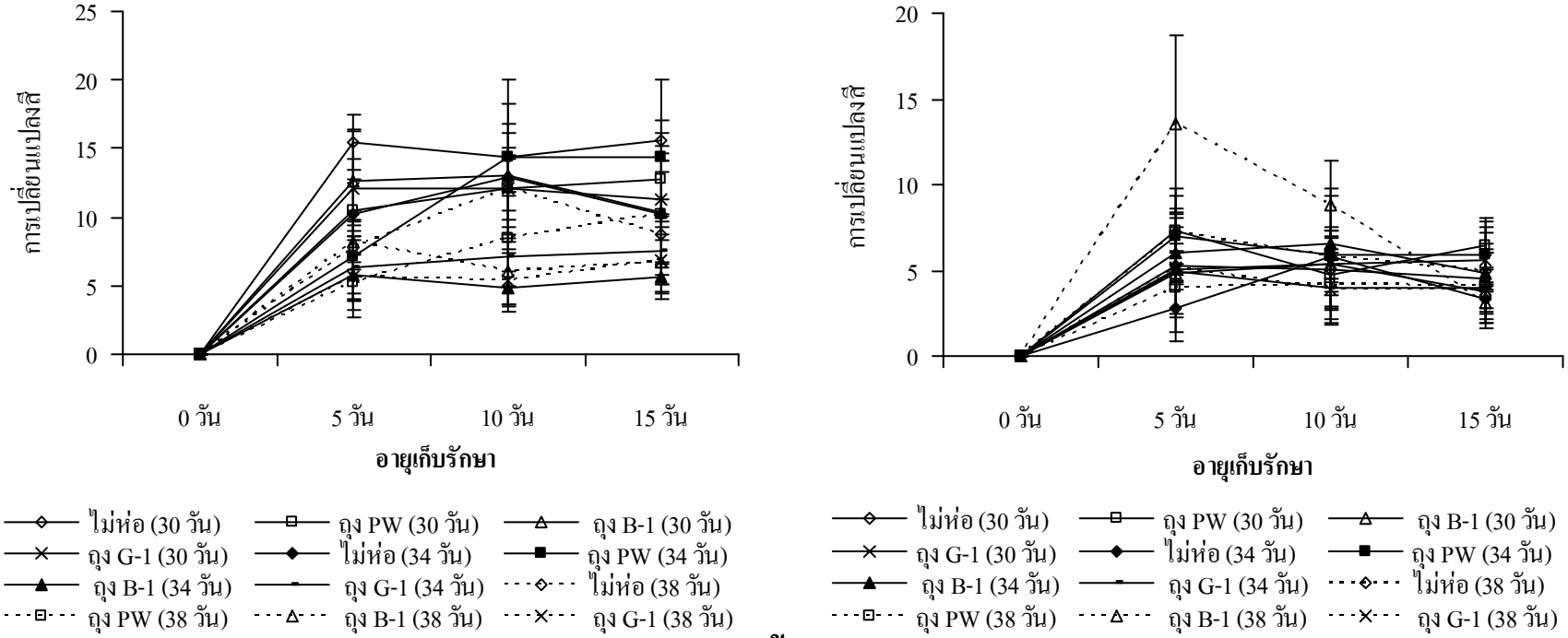


ก.



ข.

ภาพที่ 26 ปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2



ก.

ข.

ภาพที่ 27 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (ข.) เก็บเกี่ยวผลที่ 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ก.

ไม่ห่อ **ถุง PW** **ถุง B-1** **ถุง G-1**

ข.

ไม่ห่อ **ถุง PW** **ถุง B-1** **ถุง G-1**

ภาพที่ 28 ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) อายุเก็บเกี่ยว 30 วันหลังดอกบาน อายุเก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ก.

ไม่ห่อ

ถุง PW

ถุง B-1

ถุง G-1

ข.

ไม่ห่อ

ถุง PW

ถุง B-1

ถุง G-1

ภาพที่ 29 ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) อายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ก.

ไม่ห่อ **ถุง PW** **ถุง B-1** **ถุง G-1**

ข.

ไม่ห่อ **ถุง PW** **ถุง B-1** **ถุง G-1**

ภาพที่ 30 ลักษณะปรากฏของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (ก.) และพันธุ์เนื้อแดง (ข.) อายุเก็บเกี่ยว 38 วันหลังดอกบาน อายุเก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาเรื่องการถุงกระดาษสีขาว (PW) และถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด B-1 และ G-1 ต่อคุณภาพของแก้วมังกร สรุปได้ดังนี้

1. เวลาห่อผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ด้วยถุงกระดาษสีขาว (PW) คือ 20 วันหลังดอกบาน เมื่อเปรียบเทียบเวลาเริ่มห่ออื่นๆ (10, 15 และ 25 วันหลังดอกบาน) กับการไม่ห่อ พบว่าผลแก้วมังกรของเริ่มห่อที่ 20 วันหลังดอกบาน มีความกว้าง ความยาว เส้นรอบวง น้ำหนักผลดี และมีปริมาณ TSSใกล้เคียงกับไม่ห่อผล โดยมีระดับตำหนิน้อยกว่าเริ่มห่อที่ 25 วันหลังดอกบานและไม่ห่อผล ลักษณะปรากฏดี โดยถุงช่วยลดระดับตำหนิบนผิวได้ โดยมีระดับตำหนิผลไม่เกินร้อยละ 40 อย่างไรก็ตามการห่อผลที่ 10 วันหลังดอกบาน พบตำหนิน้อยที่สุด แต่มีข้อจำกัดด้านขนาดความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวงของผลแก้วมังกร องค์ประกอบทางเคมี และลักษณะปรากฏที่แสดงถึง ความไม่บริบูรณ์และการไม่สุกของผล

2. ถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด G-1 มีผลต่อปริมาณ TSS ของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์มากที่สุด ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับถุงชนิดอื่น แต่มีระดับตำหนิที่พบมากกว่าถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด B-1 ลักษณะปรากฏเมื่ออายุเก็บเกี่ยว 34 วันหลังดอกบานขึ้นไป มีลักษณะไม่ดีเนื่องจากพบการชราภาพของผลภายในถุงห่อ เช่น การเหี่ยว เน่าเสีย ซีดเหลืองของครีบผล อาจเนื่องจากคุณสมบัติของถุงห่อ ในด้านอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (WVTR) และอากาศ (OTR) ที่พบว่ามี OTR ต่ำกว่าถุงห่อชนิดอื่น ไปจำกัดอัตราการหายใจ การคายน้ำที่เกิดขึ้นตลอดเวลา และมีการสะสมความร้อนภายในถุง ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เร่งให้ผลไม้เข้าสู่การชราภาพได้เร็วขึ้น การห่อด้วยถุงห่อกระดาษสีขาว (PW) มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด อาจเนื่องจากสมบัติของกระดาษที่บดบังแสงได้มากกว่าพลาสติก

3. ถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด B-1 มีคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับถุงพลาสติกคัดเลือกแสงชนิด G-1 แต่มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนสูงกว่าถุงห่อชนิดอื่น ทั้งยังมีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำสูงกว่าถุงกระดาษสีขาวและมีสมบัติคัดเลือกแสงสีน้ำเงิน (400-550 นาโนเมตร) และแสงฟาเรด (700 นาโนเมตรขึ้นไป) ซึ่งจำเป็นต่อพืช โดยมีผลต่อการสังเคราะห์แสง การ

เจริญเติบโต การสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ค่าการส่องผ่านแสงคิดเป็นร้อยละ 51.70 ของช่วงแสงสีน้ำเงิน

4. การห่อด้วยถุงทั้ง 3 ชนิด ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม อยู่ในช่วงอายุ 30-34 วันหลังดอกบาน เนื่องจากลักษณะปรากฏภายหลังการเก็บเกี่ยวดีกว่าที่ 38 วันหลังดอกบาน ซึ่งจะพบลักษณะผลที่มีการสุกเกินไป มีการปริแตกของผล แสดงถึงการชราภาพ ทำให้คุณภาพผลแก้วมังกรลงต่ำลง อายุเก็บรักษาสั้นลง ง่ายต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการเสื่อมเสีย จึงไม่เหมาะเก็บเกี่ยวเพื่อทางการค้า

5. สามารถเก็บรักษาผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ ทุกอายุเก็บเกี่ยวผลได้ครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (%RH 90±2) โดยมีการสูญเสียน้ำหนักตลอดเวลาเก็บรักษา สูญเสียปริมาณกรด (TA) และปริมาณกรดแอสคอร์บิกอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา และมีการพัฒนาสีผิวเพิ่มขึ้นตลอดเวลา 15 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาอายุการใช้งานของถุงห่อ การนำกลับมาใช้ซ้ำ และต้นทุนเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพิ่ม

2. วัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ หรือมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ควรมีการดัดแปลงมาใช้เป็นถุงห่อ เพื่อลดต้นทุน และเพื่อรักษามลภาวะแวดล้อม

3. การศึกษาอายุเก็บรักษาที่ยาวนานที่สุดของผลแก้วมังกร และการยอมรับของผู้บริโภค เป็นสิ่งที่ควรพิจารณา เพื่อประโยชน์ของเกษตรกรในการรอจำหน่ายที่ได้ราคาสูงขึ้น

4. การศึกษาการห่อผลแก้วมังกรด้วยถุงพลาสติกคัดเลือกแสง B-1 และ G-1 ควรศึกษาเพิ่มเติมที่เวลาเริ่มห่อ 10 วันหลังดอกบาน เนื่องจากเป็นช่วงการเกิดตำหนิก่อนการห่อผลน้อยที่สุด

5. การศึกษาเรื่องการถ่ายเทความร้อนของวัสดุต่อการเจริญเติบโตของผลไม้ เป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล และ รณภพ บรรเจิดเชิดชู. 2545. **อิทธิพลของวิธีห่อผลต่อการเติบโตและคุณภาพของผลฝรั่งพันธุ์เย็นสอง**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คชษิณ สุวิชา. 2544. **8 เซียนแก้วมังกร**. นาคา อินเตอร์มิเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ.

จิรา ณ หนองคาย. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ผัก ผลไม้ และดอกไม้**. ห้างหุ้นส่วนจำกัด แมส พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

จรีรัตน์ นามประดิษฐ์. 2544. **การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลกระท้อนพันธุ์ปุยฝ้ายภายใต้สภาพการห่อผลและไม่ห่อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้** พิมพ์ครั้งที่ 6: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

_____. 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช** พิมพ์ครั้งที่ 2: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. นครปฐม.

ชลิดา อุณหวุฒิ, วิทย์ นามเรืองศรี, สาทร สิริสิงห์. 2538. **การศึกษาการห่อผลทุเรียนด้วยวัสดุต่างๆในการป้องกันกำจัดหนอนทำลายผลทุเรียน**. วารสารกีฏและสัตว์วิทยา เม.ย.-มิ.ย. 17(2) หน้า 94-105.

ดนัย บัณยเกียรติ. 2531. เอกสารประกอบการสอน : **สรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวพืชสวน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ดนัย บัณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

ดำรงพล คำแหงวงศ์. 2548. **ผลการห่อก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวีศักดิ์ แสงอุดม. 2532. **อิทธิพลของหลังคาพลาสติกและการห่อช่อผลที่มีต่อคุณภาพองุ่นพันธุ์ Loose Perlette ที่ปลูกบนที่สูงในฤดูฝน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิรา แดงกนิษฐ์. 2538. **ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ polygalacturonase, pectin methylesterase, cellulose และ β-galactosidase และการอ่อนตัวของเนื้อทุเรียนสุก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดลินิวส์. กรุงเทพฯ: 13 มีนาคม 2550. หน้า 9.

นงนุช สุนทรรุจนวงศ์, วาณี ชนเห็นชอบ, ฉลองชัย แบบประเสริฐ และ จิตติพร์ เครือเนตร. 2552. ผลของการห่อก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพ ของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดงหลังการเก็บเกี่ยว, น. 727-734. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปริญญา เชื้อชูชาติ และ ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2548. ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง, น. 148-155. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประชาชาติธุรกิจ. กรุงเทพฯ: 14 สิงหาคม 2551. หน้า 7.

ศิริ เกณฑ์ขุนทด. 2542. **การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. **สรีรวิทยาไม้ผล**. ศิริภัณฑ์ออฟเซ็ท. ขอนแก่น.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. นครปฐม.

สุพัตรา ดลโสภณ, นันทรัตน์ ศุภกำเนิด และ มนตรี ทศานนท์. 2541. **การประเมินความเสียหายที่เกิดจากหนอนเจาะผลลิ้นจี่ และบทบาทของแตนเบียนหนอนเจาะผล**. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่16 (3). แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/journal/php/detail.php?id=459, 5 กรกฎาคม 2552.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. **แก้วมังกร พืชเศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ**. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

สุทธิศักดิ์ บุณยาคุมานนท์. 2551. **ข้อมูลการเก็บเกี่ยวแก้วมังกรและสายพันธุ์**. สวนเกษตรแก้วมังกร ต.หนองเสือ อ.บึงบา. ปทุมธานี. (เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์)

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2552. **คุณค่าทางอาหารของแก้วมังกร**. ข้อมูลผลไม้ไทย. แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/thaifruits/fruits.php, 23 กรกฎาคม 2552.

วาริช ศรีละออง, เฉลิมชัย วงษ์อารี และ ศิริชัย กัลยารัตน์. 2549. **ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงและอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายของผลแก้วมังกร**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. สายเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. กรุงเทพฯ.

อนุชา ฟิตประยูร. 2534. **ผลของวัสดุห่อที่มีต่อคุณภาพของผลอ่อนพันธุ์ Beauty Seedless และพันธุ์ Loose Perlette**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี สวัสดิ์พูน. 2537. **การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในเนื้อส้มโอระหว่างการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุไรวรรณ แสงหัวช้าง และ เรวัติ ชัยราช. 2551. การแก่และคุณภาพผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และพันธุ์เนื้อแดงในสภาพการปลูกจังหวัดอุบลราชธานี. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 39 (3): 19-22.

A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International.17th ed**. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.

ASTM. 2008a. Standard Test Method for Oxygen Gas Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Coulometric Sensor ASTM D 3985-05**. Annual Book of ASTM Standards** (15.10): 458-463.

_____. 2008b. Standard Test methods for Water Vapor Transmission of Materials ASTM E 96/E 96M-05. **Annual Book of ASTM Standards** (04.06): 842-849.

Amarante, C. 1991. Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (Pyrus communis). **N. Z. J. Crop Hort Sci**. 30: 99-107.

Ann, P.J., L.S. Lu, T.Y. Chuang and C.W. Kao. 1998. Effect of fruit bagging and mulching on control of mango fruit anthracnose disease. **Plant Pathology**. 7(1): 19-26.

Arakawa., O., Y. Hori and R. Ogato. 1986. Characteristics of color development and relationship between anthocyanin synthesis and phenylalanine and ammonia-lyase activity in 'Starking Delicious', 'Fuji' and 'Matsu' apple fruits. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 54: 424-430.

Arakawa, O. 1991. Effect of temperature on anthocyanin accumulation in apple fruits as affectedby cultivar, stage of fruit ripening and bagging. **J. Hort. Sci**. 66: 763-768.

Awad, M.A. 2007. Increasing the rate of ripening of date palm fruit (Phoenix dactylifera L.) cv. Helali by preharvest and postharvest treatments. **Postharvest Biol. Technol**. 43: 121-127.

Berg, L.A. and C.P. Lentz. 1978. High Humidity Storage of Vegetable and Fruits. **HortSc.** 13: 565-569.

Bentley, W.J. and M. Viveros. 1992. Brown-bagging Granny Smith apples on trees stops codling moth damage. **California Agric**. 466(4): 30–32.

Bessin, R. and J. Hartman. 1998. **Bagging Apple: Alternative Pest Management for Hobbists**. ENTFACT-218. University of Kentucky College of Agriculture. Available Sourse: http// www. Extension.missouri.edu, February, 5. 2008.

Biale, J.B. and R.E. Young. 1981. Respiration and ripening in fruits retrospect and prespect, pp. 1-40. *In* J. Friend and M.J.C. Rhodes eds. **Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables**. Academic Press, London.

Chang, X., P.G. Alderson and C. J. Wright. 2009. Enhanced UV-B radiation alters basil (Ocimum basilicum L.) growth and stimulates the synthesis of volatile oils. **Horticulture and Forestry**. 1(2): 27-31.

Chen., Z., S. Zhang, Y. Liang, F. Zhang, F. Xu and Q. Quan. 2004. Effect of bagging on greenhourse cucumber. **Ying Yong Sheng Tai Xue Bao**. 15(7): 1297-1300.

Choi, I.M., J.S. Moon, C.J. Yun, S.B. Kim and N.H. Song. 1996. Effects of shading and low light transmittance bagging on delay of maturity in 'Campbell Early' grape. **J. Agric. Sci. Hort**. 38: 687-693.

Ciofu R., Chivulete S., Dobrin E., Grosu E., NemesE., M. Rosu and L. Tudoreanu. 2005. The use of UV and IR selective plastic foils and soil conditioner as ecological methods for stimulating tomato seedlings growth. **Revue de Cytologie et Biologie vegetables-Le Botaniste**. 28(s.i): 445-453.

Farabee, M. J. 2000. **Photosystem**. University of Minnisota. Available source: http://genbiol.cbs.umn.edu/Multimedia/examples.html,August 10, 2009.

FHO/WHO Food Standard. 2005. **Standard of Pitahayas (Codex Stan 237-2003, AMD. 1-2005)**. CODEX Alimentarius. Available Source: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10364/cxs_237e.pdf, July 20, 2009.

Fletcher, J.M., A. Tatsiopoulou, P. Hadley, F.J. Davis and R.G.C. Henbest. 2004. Growth, yield and development of strawberry cv. 'Elsanta' under novel photoselective film clad greenhouse. **Acta Hort**. 633: 99-106.

Florian, C.S., A. Schieber and R. Carle. 2002. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. **Food Chemistry**. 77: 101-106.

Gibson, A.C. and P.S. Nobel. 1986. **The Cactus Primer**. Harvard Univ. Press, Cambridge.

Goren, R., M. Huberman, U. Zehave, M. Chen-Zion and E. Echeveria. 2000. Sugar utilization by citrus juice cells as determinal by [^{14} C]-sucrose and [^{14} C]-fructose feeding analyses. **Plant Physiology and Biochemistry** 38: 507-515.

Gowda, I.M. and A.G. Huddar. 2001. Studies on ripening changes in mango (Mangifera indica L.) fruits. **J. Food Sci. Technol**. 38: 135-137.

Hofman, P.J., L.G. Smith, R. Holmes, T. Campbell and G. Meiburg. 1995. Mango fruit quality at harvest is affected by production conditions. **Proc. Aust. Mango 2000 Prod**. Workshop, Dept. Prim. Ind. Qld, 199-208.

Hofman, P.J., L.G. Smith, D.C. Joyce, G.I. Johnson and G.F. Meiburg. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. 'Keitt') fruit influences fruit quality and mineral composition. **Postharvest Biol. Technol.** 12: 83-91.

Huang, C., B. Yu, Y. Teng, J. Su, Q. Shu, Z. Cheng and L. Zeng. 2009. Effect of fruit bagging on coloring and related physiology, and qualities of red Chinese sand pears during fruit maturation. **Scientia Hort**. 121: 149-158.

Jia, H.J., A. Araki and G. Okamoto. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch). **Postharvest Biol. Technol**. 35: 61-68.

Johns, G.G. and K. J. Scott. 1989. Delayed harvesting of bananas with 'sealed' covers on bunches. 2. Effect on fruit yield and quality. **Aust. J. Exp. Agric.** 29: 727-733.

Joyce, D.C., D.R. Beasley and D.R. Shorter. 1997. Effect of preharvest bagging on fruit calcium levels and storage and ripening characteristics of 'Sensation' mangoes. **Aust. J. Exp. Agric.** 37: 383-389.

Junko, T. and Shunnosuke A. 1991. Light –Induced synthesis of anthocyanin in carrot cells in suspension-IV. The action spectrum. **Photochemistry and Photobiology**. 56 (1): 69-74.

Ju, Z.G. 1998. Fruit bagging, a useful method for studying anthocyanin synthesis and gene expression in apples. **Scientia Hort.** 77: 155-164.

Kader, A.A., D. Zagory and E.L. Kerbel. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 28: 1-30.

Kim, Y.H., H.H. Kim, C.K. Youn, S.J. Kweon, H.J. Jung and C.H. Lee. 2008. Effect of bagging material on fruit coloration and quality of 'Janghowon Hwangdo' peach. **Acta Hort**. 772: 80-86.

Kitagawa, H., K. Manabe and E.B. Esguerra. 1992. Bagging of fruit on the tree to control disease. **Acta. Hort.** 321: 870-875.

Le Bellec, F., F. Vaillant and E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Cirad/EDP Sciences Fruits** 61: 237-250.

Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology** 20: 207-220.

Lichtenthaler, H.K., G. Buschmann and U. Rahmsdorf. 1980. The important of blue light for the development of suntype chloroplasts. p 485**.** *In* H. Senger, ed. **The Blue Light Syndrome1**. Springer-Verlag, Berlin.

MacLead, R.F., A. A. Kader and L.L. Morris. 1976. Stimulation of ethylene and CO_2 production of mature-green tomatoes by impact bruising. **HortSci.** 11(6): 604-606.

Ministry of Agriculture & Rural Development. 2006. **General statistic Department MARD and Provincia Agriculture Services**, Available source: http://xttmnew.agroviet.gov.vn/TestE/ http://www.fao.org/ES/ESC/common/ecg/559/en/35_**Vietnam**.pdf, Auguse 30, 2009.

Mizrahi, Y. and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. **Horti. Review**. 18: 291-346.

_____., A. Nerd and Y. Sitrit. 2002. New fruits for arid climates, pp. 378-384. *In* J. Janick and A. Whipkey eds. **Trends in new crops and new uses**. ASHS Press, Alexandria, VA.

Nerd, A., M. Dumoutier and Y. Mizrahi. 1997. Properties and postharvest of vegetable cactus Nopalea cochenilliferae. **Postharvest Biol. Technol**. 10: 135-143.

Nerd, A. and Y. Mizrahi. 1999. The effect of ripening stage on fruits quality after storage of yellow pitaya. **Postharvest Biol. Technol.** 15: 99-105.

_____., F. Gutman and Y. Mizrahi. 1999. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus species* (Cactaceae). **Postharvest Biol. Technol.** 17: 39-45.

Ota, Y. 1990. Packing posture of vegetables for maintaining postharvest freshness. **Farming Japan** 24 (3): 36-41.

Purves, W.K., D. Sadva, H.C. Heller, G.H. Orians, H.M. College and D. Hillis. 2008. Life: **The Science of Biology 4th ed**. Available Source: http://www.sinauer.com and www.whrfreeman.com , August 8, 2009.

Ratanamarno, S., J. Uthaibutra and K. Saengnil. 2005. Effect of bagging and storage temperature on anthocyanin content and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity in mangosteen (Garcinia magostana L.) fruit pericarp during maturation. **Songklanakarin J. Technol**. 27(4): 711-717.

Roy, S.K. and G.D. Joshi. 1995. Minor fruit-Tropical. Production, composition, storage and processing, pp. 563-591. *In* D.K. Salunkhe and S.S. Kadam. M. Dekker eds. **Fruit Science and Technology**. AVI publ. Inc., New York.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1985. **Plant Physiology**. 3rd ed. Wadsworth Publ. Co. Inc., Belmont, California.

Shiarn Hwang, A., K.L. Huang and S.H. Hsu. 2004. Effect of bagging with black paper on coloration and fruit quality of 'Ruby' grapefruit. **J. Agric. Res. China**. 53: 229-238.

Slawomir, W., I. Platzer, S. Geresh, H.E. Gottlieb, M" Haimberg, M. Mogilnitzki and Y. Mizrahi. 2001. Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. **Phytochemistry** 58: 1209-1212.

Soheila, A. and H. Mackerness. 2000. Plant responses to ultraviolet-B (UV-B: 280-320 nm) stress: what are the key regulators. Kluwer Acedemic Publishers. **Plant Growth Regulation** 32: 27-39.

Sriyook, S., S. Siriatiwat and J. Siriphanich. 1994. Durian fruit dehiscence-water status and ethylene. **HortScience** 29: 1195-1198.

Tatsiopoulou, P. Hadley and F.J. Davis. 2004. Growth, yield and development of strawberry cv. 'Elsanta' under novel phothoselective film clad greenhouse. **Acta Hort**. 633: 99-106.

Tsormpatsidis, E., R.G.C. Henbest, F.J. Davis, N.H. Battey, P. Hadley and A. Wagstaffe. 2008. UV irradiance as a major influence on growth, development and secondary products of commercial important in Lollo Rosso 'Revolution' grown under polyethylene film. **Environmental and Experimental Botany** 63: 232-239.

Tyas, J.A., P.J. Hofman, S.J.R. Underhill and K.L. Bell. 1998. Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of 'Tai So' lychee. **Scientia Hort**. 72: 203-213.

Wang, H., O. Arakawa and Y. Motomura. 2000. Influence of maturity and bagging on the relationship between anthocyanin accumulation and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity in 'Jonathan' apple. **Postharvest Biol. Technol**. 19: 123-128.

Weaver, R. J. and S.B. Mccune. 1960. Influence of light on color development in *Vitis Vinifera* Grapes. **Am. J. Enol. Vitic**. 11(4): 179-184.

Wilson, S.B. and N.C. Rajapakse. 2001. Use of photoselective plastic films to control growth of three perennial salvias. **J. Appl. Hort**. 3(2): 71-74.

Xu, C.X., H.B. Chen, R.Y. Huang and Y.J. He. 2006. Effects of Bagging on Fruit Growth and Quality of Carambola. **Acta Hort.** 773: 195-200.

Yang, W-H., X.C. Zue, J.H. Bu, G.B. Hu, H.C. Wang and X.M. Huang. 2009. Effect of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season logan. **Scientia Hort**. 120: 194-200.

Zilliox, L. 2000. **Producing High Quality Apples Free of Apple Maggot Damage**. The University of Minnesota Extension Yard & Garden News. Issue January. Available Source: http://www.extension.umn.edu/projects/yardandgard, June 28, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ ก1 น้ำหนักที่สูญเสียไป (ร้อยละ) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน (ร้อยละ)							
	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน
ไม่ห่อ	0	1.02^{bc}±0.2	2.51±0.3	3.87^{b}±0.5	0	1.21±0.3	4.28±0.3	7.83±0.8
PW	0	0.95^{c}±0.2	2.11±0.3	3.57^{b}±0.5	0	1.02±0.2	3.49±1.1	5.50±1.5
B-1	0	1.61^{a}±0.7	2.83±0.9	5.52^{a}±1.5	0	1.41±0.5	5.86±0.8	9.03±1.5
G-1	0	1.55^{ab}±0.1	3.03±0.3	5.51^{a}±0.6	0	1.35±0.5	4.58±1.3	6.36±0.7
	อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน (ร้อยละ)							
ไม่ห่อ	0	2.07^{abC}±0.3	3.99^{bB}±0.6	4.66^{A}±1.0	0	2.25^{C}±0.4	4.61^{B}±0.9	5.25^{A}±0.2
PW	0	1.97^{bC}±0.1	4.28^{abB}±0.3	4.98^{A}±0.1	0	2.22^{C}±0.5	4.56^{B}±1.0	6.77^{A}±0.5
B-1	0	1.80^{bC}±0.5	3.79^{bB}±0.4	4.80^{A}±0.6	0	1.92^{C}±1.0	5.94^{B}±1.1	6.36^{A}±0.6
G-1	0	2.44^{aC}±0.2	5.01^{aB}±0.6	6.71^{A}±0.5	0	2.46^{C}±0.5	5.25^{B}±1.2	5.87^{A}±1.3
	อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน (ร้อยละ)							
ไม่ห่อ	0	1.36±0.1	2.84±0.2	4.59±0.2	0	2.02^{ab}±0.7	3.45±0.4	5.23±0.1
PW	0	1.62±0.3	2.89±0.5	4.80±0.6	0	1.65^{b}±0.3	3.31±0.6	4.81±0.7
B-1	0	1.63±0.4	2.64±0.3	4.24±0.2	0	1.54^{b}±0.3	2.84±0.7	3.90±0.6
G-1	0	1.71±0.3	3.33±0.8	4.75±0.3	0	2.25^{a}±0.7	4.02±1.0	5.14±0.4

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 6) อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุงห่อ	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**	**0 วัน**	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**
	อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	11.0^{b}±0	10.8^{b}±0.3	9.0^{d}±0	11.3^{c}±0.1	12.8^{c}±0.3	12.0^{c}±0	12.0^{b}±0	13.1^{b}±0.1
PW	10.5^{b}±0.5	11.0^{b}±0	11.2^{a}±0	10.1^{d}±0.1	13.0^{bc}±0	13.0^{b}±0	11.0^{c}±0	13.1^{b}±0.2
B-1	10.9^{b}±0.1	12.0^{a}±0	10.1^{c}±0.1	12.2^{b}±0	13.3^{b}±0.3	12.5^{c}±0	12.0^{b}±0	13.2^{b}±0.3
G-1	12.4^{a}±0.2	12.0^{a}±0	11.0^{b}±0	12.5^{a}±0.1	14.0^{a}±0	13.4^{a}±0.1	12.7^{a}±0.2	13.7^{a}±0.2
	อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	12.4^{b}±0.2	11.1^{bc}±0.1	12.0^{c}±0	13.0^{b}±0	13.1^{b}±0.1	13.0^{a}±0	12.3±0.3	13.2^{b}±0.3
PW	11.2^{c}±0	10.9^{c}±0.1	11.7^{d}±0.3	11.6^{c}±0.2	12.3^{c}±0.3	12.0^{c}±0	12.3±0.3	13.0^{b}±0
B-1	12.6^{b}±0.2	11.3^{b}±0.3	12.4^{b}±0.2	12.9^{b}±0.2	13.0^{b}±0	12.3^{b}±0.3	12.2±0.3	13.3^{b}±0.1
G-1	13.0^{a}±0.1	12.3^{a}±0.2	13.0^{a}±0	13.4^{a}±0	13.9^{a}±0.1	13.0^{a}±0	12.5±0	14.0^{a}±0
	อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	13.3±0.3	13.2±0.3	13.3±0.1	13.4^{c}±0.2	13.9^{a}±0.1	12.1^{c}±0.1	12.7^{d}±0.2	14.6^{b}±0.5
PW	13.2±0.3	13.3±0.3	13.2±0.3	13.5^{bc}±0.2	13.2^{b}±0.3	12.8^{b}±0	13.0^{c}±0	13.1^{c}±0.1
B-1	13.3±0.3	13.4±0.2	13.3±0.3	13.7^{b}±0.1	13.1^{b}±0.1	13.1^{a}±0.1	14.0^{b}±0	14.3^{b}±0.3
G-1	13.5±0	13.3±0.3	13.4±0.2	14.0^{a}±0	13.7^{a}±0.3	13.0^{a}±0	13.6^{a}±0.2	15.3^{a}±0.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก3 ปริมาณกรด (TA) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน
ไม่ห่อ	1.18±0	0.37±0	0.17^{b}±0	0.10^{b}±0	1.02±0.1	0.23±0	0.17±0	0.11±0
PW	1.19±0.1	0.46±0	0.17^{b}±0	0.10^{b}±0	0.93±0.1	0.21±0	0.15±0	0.11±0
B-1	1.18±0	0.47±0	0.21^{a}±0	0.14^{a}±0	0.95±0.1	0.20±0	0.17±0	0.11±0
G-1	1.13±0	0.44±0	0.21^{a}±0	0.15^{a}±0	0.83±0.1	0.20±0	0.15±0	0.10±0
	อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	0.30^{b}±0	0.32±0	0.17^{c}±0	0.13^{b}±0	0.21^{c}±0	0.21±0	0.11±0	0.13±0
PW	0.45^{a}±0	0.33±0	0.18^{bc}±0	0.15^{b}±0	0.26^{b}±0	0.20±0	0.12±0	0.14±0
B-1	0.44^{a}±0	0.36±0.4	0.28^{a}±0	0.17^{a}±0	0.30^{a}±0	0.17±0	0.12±0	0.13±0
G-1	0.42^{a}±0.1	0.32±0.1	0.20^{b}±0	0.14^{b}±0	0.26^{b}±0	0.21±0	0.12±0	0.12±0
	อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	0.38^{a}±0	0.27^{a}±0	0.21^{a}±0	0.10±0	0.18^{b}±0	0.18^{b}±0	0.13^{b}±0	0.08^{b}±0
PW	0.38^{a}±0	0.22^{b}±0	0.21^{a}±0	0.10±0	0.23^{a}±0	0.21^{a}±0	0.13^{b}±0	0.08^{b}±0
B-1	0.30^{b}±0	0.21^{b}±0	0.21^{a}±0	0.10±0	0.20^{b}±0	0.19^{b}±0	0.18^{a}±0	0.09^{a}±0
G-1	0.29^{b}±0	0.19^{b}±0	0.18^{b}±0	0.10±0	0.19^{b}±0	0.19^{b}±0	0.14^{b}±0	0.08^{b}±0

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก4 อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**	**0 วัน**	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**
				อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน				
ไม่ห่อ	9.4^{b}±0	29.6^{a}±2	53.0^{b}±5	115.3±8	12.7^{b}±1	52.0^{b}±7	72.4±5	123.2^{b}±7
PW	8.8^{b}±0	27.9^{c}±0	66.0^{a}±6	97.0±17	13.2^{b}±0	62.2^{a}±2	71.9±6	118.7^{b}±8
B-1	9.3^{b}±0	25.5^{c}±2	47.3^{b}3	90.0±9	14.1^{b}±1	63.9^{a}±5	72.4±5	119.5^{b}±11
G-1	11.0^{a}±0	27.6^{b}±1	53.6^{b}±5	86.9±10	16.9^{a}±1	60.7^{ab}±3	83.0±6	140.2^{a}±9
				อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน				
ไม่ห่อ	41.6^{a}±2	35.1^{ab}±1	73.4^{a}±5	98.4^{a}±5	66.8^{a}±6	62.3^{ab}±5	111.8±13	103.7±13
PW	24.8^{c}±1	34.2^{b}±1	67.2^{a}±7	76.0^{b}±6	48.2^{b}±1	59.3^{b}±8	104.3±15	95.3±5
B-1	29.0^{bc}±2	30.7^{b}±4	44.1^{b}±1	77.7^{b}±6	43.6^{b}±1	72.9^{a}±8	103.0±16	105.5±16
G-1	31.9^{b}±6	37.9^{a}±1	66.3^{a}±3	95.6^{a}±9	60.7^{a}±6	61.3^{b}±6	106.2±17	118.7±16
				อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน				
ไม่ห่อ	44.5^{a}±2	49.0^{b}±7	63.4^{b}±2	131.4^{c}±2	77.4^{a}±1	65.9^{a}±3	96.8^{a}±10	189.6^{a}±7
PW	34.7^{b}±1	60.4^{a}±5	64.4^{b}±4	132.1^{bc}±0	58.1^{b}±9	60.2^{b}±4	98.4^{a}±5	170.6^{b}±2
B-1	35.1^{b}±1	65.4^{a}±1	65.2^{b}±5	134.0^{b}±1	65.7^{b}±1	68.1^{a}±1	78.2^{b}±0	153.2^{c}±14
G-1	46.7^{a}±3	69.7^{a}±6	74.9^{a}±1	137.3^{a}±0	73.3^{a}±3	69.4^{a}±3	97.1^{a}±10	198.3^{a}±3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก5 ค่าความแน่นเนื้อ ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว (นิวตัน)				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (นิวตัน)			
	0 วัน	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**	**0 วัน**	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**
อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน								
ไม่ห่อ	2.6±0.3	2.5^{b}±0.2	2.4±0.2	2.4^{ab}±0.5	2.9±0.4	2.1±0.2	2.4^{ab}±0.2	2.0^{a}±0.3
PW	2.6±0.3	2.9^{a}±0.3	2.3±0.3	1.9^{c}±0.2	2.9±0.4	2.1±0.2	2.5^{ab}±0.3	1.6^{b}±0.3
B-1	2.7±0.2	2.7^{ab}±0.2	2.5±0.2	2.1^{bc}±0.2	3.2±0.6	2.2±0.2	2.1^{b}±0.2	1.9^{a}±0.1
G-1	2.7±0.2	2.6^{b}±0.2	2.3±0.5	2.6^{a}±0.3	3.5±0.4	2.4±0.6	2.7^{a}±0.2	1.8^{ab}±0.1
อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน								
ไม่ห่อ	3.2^{a}±0.4	3.4^{a}±0.5	2.6^{ab}±0.3	2.9^{a}±0.2	3.5±0.2	2.9^{a}±0.2	2.5±0.3	1.8±0.3
PW	2.6^{b}±0.4	2.5^{b}±0.2	3.0^{a}±0.8	2.6^{b}±0.2	2.9±0.4	2.3^{b}±0.1	2.5±0.3	2.0±0.2
B-1	2.6^{b}±0.2	2.6^{b}±0.3	2.3^{b}±0.1	2.3^{c}±0.2	3.0±0.4	2.5^{b}±0.2	2.5±0.2	1.8±0.3
G-1	2.8^{ab}±0.1	2.6^{b}±0.4	2.4^{b}±0.2	2.4^{bc}±0.2	3.1±0.3	2.5^{b}±0.2	2.7±0.4	2.1±0.4
อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน								
ไม่ห่อ	2.4^{a}±0.2	2.8^{a}±0.3	3.1^{a}±0.3	2.7^{a}±0.2	2.7^{b}±0.3	2.0^{c}±0.4	3.3±0.3	2.2±0.2
PW	2.6^{a}±0.5	2.2^{b}±0.3	2.5^{b}±0.3	2.6^{b}±0.3	3.2^{a}±0.3	2.3^{bc}±0.2	2.8±0.6	1.8±0.2
B-1	2.5^{a}±0.2	2.1^{b}±0.2	2.6^{b}±0.6	2.4^{ab}±0.2	2.7^{b}±0.2	2.7^{ab}±0.4	2.7±0.5	2.3±0.3
G-1	2.1^{b}±0.2	2.9^{a}±0.3	2.3^{b}±0.1	2.1^{b}±0.1	3.4^{a}±0.3	2.9^{a}±0.1	2.7±0.1	2.6±1.4

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก6 ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วัน หลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**	**0 วัน**	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**
	อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	4.07^{b}±0	4.53^{a}±0	4.96^{a}±0	5.51^{a}±0.1	4.46^{c}±0	4.53^{d}±0	4.94^{c}±0	5.19^{c}±0
PW	4.11^{a}±0	4.29^{b}±0	4.96^{a}±0	5.47^{a}±0	4.72^{a}±0	4.55^{c}±0	5.04^{b}±0	5.45^{b}±0
B-1	4.05^{b}±0	4.26^{bc}±0	4.91^{b}±0	5.27^{b}±0	4.57^{c}±0	4.66^{b}±0	5.08^{a}±0	5.21^{c}±0
G-1	4.06^{b}±0	4.25^{c}±0	4.83^{c}±0	5.24^{b}±0	4.66^{b}±0	4.78^{a}±0	5.07^{ab}±0	5.47^{a}±0
	อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	4.42^{c}±0	4.55^{b}±0	4.97^{a}±0	5.30^{a}±0	4.76^{b}±0	4.67^{c}±0	5.28^{b}±0	5.30^{b}±0
PW	4.32^{d}±0	4.47^{c}±0	4.58^{c}±0	5.09^{d}±0	4.64^{d}±0	4.68^{c}±0	5.20^{c}±0	5.32^{b}±0
B-1	4.57^{b}±0	4.44^{d}±0	4.64^{b}±0	5.15^{c}±0	4.72^{c}±0	4.93^{a}±0	5.40^{a}±0	5.18^{c}±0
G-1	4.60^{a}±0	4.59^{a}±0	4.97^{a}±0	5.25^{b}±0	4.90^{a}±0	4.72^{b}±0	5.15^{d}±0	5.39^{a}±0
	อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	4.52^{a}±0	4.57^{c}±0	4.67^{d}±0	5.22^{b}±0	4.53^{ab}±0	4.87^{b}±0	5.08^{b}±0	5.43^{a}±0
PW	4.32^{b}±0.1	4.65^{b}±0	4.78^{c}±0	5.31^{a}±0	4.60^{ab}±0.2	4.77^{c}±0	5.13^{a}±0	5.42^{b}±0
B-1	4.33^{b}±0	4.52^{d}±0	4.91^{b}±0	5.21^{b}±0	4.39^{b}±0	4.78^{c}±0	5.11^{a}±0	5.12^{c}±0
G-1	4.58^{a}±0	4.78^{a}±0	5.02^{a}±0	5.14^{c}±0	4.72^{a}±0	4.89^{a}±0	4.79^{c}±0	5.40^{b}±0

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก7 ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วัน หลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**	**0 วัน**	**5 วัน**	**10 วัน**	**15 วัน**
	อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	0.34^{ab}±0.	0.09±0	0.15±0	0.14^{b}±0	2.18±0.3	2.05^{ab}±0.4	2.44±0.1	2.01^{b}±0.2
PW	0.35^{a}±0	0.10±0	0.15±0.1	0.18^{a}±0	2.01±0.2	1.29^{c}±0.3	1.58±0.2	2.57^{a}±0.2
B-1	0.30^{b}±0	0.09±0	0.21±0	0.15^{ab}±0	1.95±0.5	1.52^{bc}±0.1	1.91±0.6	2.31^{a}±0.1
G-1	0.28^{c}±0	0.06±0	0.15±0	0.18^{a}±0	2.33±0.4	2.11^{a}±0.2	1.91±0.4	2.01^{b}±0.2
	อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	0.30^{ab}±0.1	0.13±0	0.15±0	0.19±0	5.16±1.8	2.24±0.2	2.38±0.5	2.18±0
PW	0.21^{b}±0	0.17±0	0.15±0	0.16±0.1	4.06±1.0	1.78±0.1	2.44±0.1	1.98±0.4
B-1	0.41^{a}±0.1	0.19±0	0.16±0	0.16±0	3.89±0.6	1.78±0.6	2.18±0.3	1.78±0.5
G-1	0.31^{ab}±0	0.18±0	0.16±0	0.15±0	3.76±0.6	2.11±0.5	1.85±0.5	1.85±0.3
	อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	0.15±0	0.17±0	0.15±0	0.18±0	2.38±0.5	2.05±0.5	1.45^{c}±0.1	2.05^{a}±0.1
PW	0.17±0	0.19±0	0.18±0	0.20±0	2.25±0.1	2.64±0.5	1.68^{bc}±0.2	1.90^{a}±0.1
B-1	0.15±0	0.19±0	0.16±0	0.21±0	2.44±0.2	2.05±0.2	1.95^{b}±0.2	1.98^{a}±0
G-1	0.12±0	0.18±0	0.15±0.1	0.21±0	2.18±0.5	1.94±0.2	2.38^{a}±0.3	1.45^{b}±0.1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก8 ค่า L* ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	ค่า L* อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน
ไม่ห่อ	42.4±2.8	42.8^{a}±1.8	44.2±1.7	43.9±1.9	38.2±4.7	42.09±6.2	39.9±1.8	38.7^{b}±0.8
PW	42.4±3.4	44.3^{a}±1.3	44.4±1.4	42.5±3.0	36.1±3.4	37.75±1.4	41.8±4.2	40.2^{a}±1.3
B-1	43.1±2.2	42.0^{b}±2.5	45.2±1.9	43.5±0.8	39.1±3.4	37.85±1.2	39.2±1.5	38.9^{ab}±0.7
G-1	41.2±3.0	44.9^{a}±1.4	44.1±2.8	44.2±2.6	37.7±2.6	37.6±0.9	38.4±1.3	35.9^{c}±0.8
	ค่า L* อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	40.8±2.8	43.3±2.1	42.9±1.3	44.7±1.0	39.4^{a}±3.2	37.2±2.3	37.5±2.8	38.5^{c}±1.8
PW	41.7±3.0	40.7±2.1	43.6±1.2	44.6±1.7	36.0^{b}±3.1	38.1±2.6	38.5±1.6	39.1^{b}±0.9
B-1	42.6±2.7	42.7±2.2	44.0±1.4	43.7±2.2	36.6^{b}±3.7	36.7±2.9	38.6±1.8	41.0^{a}±0.7
G-1	42.1±2.1	41.5±3.7	42.6±1.9	44.7±1.6	34.7^{b}±2.6	38.9±1.5	37.7±1.6	39.3^{b}±0.8
	ค่า L* อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	43.7^{a}±2.8	40.6±2.1	40.3^{c}±2.8	45.0±0.7	40.3±2.3	37.5^{b}±1.84	38.8±2.0	38.2±0.8
PW	38.9^{b}±3.7	41.8±2.2	45.6^{a}±2.1	45.1±1.5	38.5±1.1	37.4^{b}±1.55	38.5±0.9	37.7±1.0
B-1	44.23^{a}±2.15	41.7±2.69	44.1^{ab}±2.7	44.1±1.4	38.1±1.3	39.2^{a}±1.15	39.4±1.8	39.1±2.3
G-1	40.3^{b}±2.3	40.5±2.20	41.7^{bc}±0.6	43.8±1.3	37.6±3.3	39.4^{a}±1.65	37.3±0.9	37.7±1.0

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 8) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก9 ค่า a* ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	ค่า a* อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน
ไม่ห่อ	17.1±8.8	21.2±9.2	29.0±4.7	25.5±4.6	23.8[b]±5.0	27.6[b]±5.7	26.4[b]±0.9	36.5±0.1
PW	19.0±6.2	26.2±5.6	27.5±6.0	31.3±6.2	29.4[a]±4.3	38.3[a]±3.3	33.1[a]±3.2	36.1±1.2
B-1	22.9±3.0	23.3±9.4	32.1±3.1	31.6±1.8	29.6[a]±4.9	35.4[a]±1.4	34.0[a]±3.1	34.5±2.3
G-1	17.8±9.4	28.3±2.9	32.2±3.1	31.2±3.7	32.1[a]±3.2	35.7[a]±2.3	34.8[a]±2.8	34.3±2.6
	ค่า a* อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	19.2[b]±6.9	27.8±5.3	31.0±5.2	29.4±4.5	31.3±3.5	32.1±5.7	34.7±4.3	31.5[b]±2.8
PW	19.8[b]±6.1	25.3±5.0	32.5±5.1	31.1±5.9	28.6±5.6	35.3±3.9	38.3±1.3	36.3[a]±2.4
B-1	23.8[a]±3.6	28.8±3.3	32.8±2.7	32.8±3.4	28.3±3.7	31.2±3.9	36.1±3.0	34.8[a]±1.6
G-1	25.6[a]±4.3	29.8±3.7	27.6±4.6	27.2±2.9	29.1±6.1	34.3±3.2	37.3±2.0	34.6[a]±1.8
	ค่า a* อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	17.7±6.8	25.1±6.0	30.2±8.9	28.0±4.0	35.1±1.0	37.8±2.1	37.5±1.9	36.4±2.88
PW	21.5±4.7	23.9±5.5	30.2±3.7	29.7±7.3	33.6±4.1	36.8±3.3	38.6±1.2	36.03±4.29
B-1	20.9±7.3	25.8±6.7	30.4±4.8	31.8±2.7	36.8±1.2	37.1±3.2	37.4±1.8	36.63±3.05
G-1	21.9±5.2	24.7±5.2	28.9±3.7	30.8±4.3	33.2±4.6	36.6±3.5	36.1±2.8	37.13±1.84

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 8) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก10 ค่า b* ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	ค่า b* อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน							
	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน
ไม่ห่อ	19.8±2.9	20.1±2.5	21.3±1.3	20.3±2.1	19.3±2.4	20.9^{a}±1.9	20.2^{b}±2.0	20.5^{a}±0.3
PW	20.0±2.2	19.0±1.4	20.6±2.7	17.6±4.1	19.3±1.7	21.1^{a}±1.2	22.4^{a}±2.4	20.1^{a}±0.3
B-1	18.9±0.8	20.8±2.4	21.0±2.0	18.3±1.6	20.3±2.1	21.9^{a}±0.7	22.9^{a}±1.3	21.1^{a}±0.9
G-1	19.6±2.5	20.0±1.4	22.0±2.1	21.8±2.2	18.9±1.3	19.2^{b}±0.5	19.5^{b}±1.2	18.6^{b}±1.2
	ค่า b* อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	18.1±2.1	18.1±2.6	19.8±3.2	18.2^{b}±2.4	19.0^{ab}±1.3	18.4±1.7	20.0^{c}±1.1	17.8^{c}±0.9
PW	18.8±1.3	18.4±1.5	20.4±2.2	20.1^{a}±1.5	18.2^{b}±1.7	19.1±1.0	21.4^{b}±1.1	19.9^{ab}±1.0
B-1	18.0±1.2	17.9±1.3	19.4±1.12	18.0^{b}±0.9	19.8^{a}±1.4	19.9±2.2	23.3^{a}±1.2	20.4^{a}±0.6
G-1	18.4±0.9	18.8±1.3	21.8±1.9	21.1^{a}±0.7	19.7^{a}±2.0	20.5±1.4	21.5^{b}±1.4	19.0^{bc}±1.7
	ค่า b* อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน							
ไม่ห่อ	17.3±1.4	17.2^{b}±1.1	20.9±4.0	21.0±3.4	18.0±0.2	22.1^{a}±0.4	21.3^{a}±0.8	20.2±1.6
PW	18.0±1.3	19.4^{a}±1.9	20.0±2.2	21.7±3.2	18.5±2.1	19.6^{b}±0.9	19.7^{b}±1.2	19.0±1.5
B-1	17.4±1.6	17.2^{b}±1.1	18.2±1.2	19.0±1.5	19.8±0.8	21.9^{a}±1.5	19.4^{b}±1.3	19.3±0.7
G-1	17.9±1.9	18.1^{ab}±1.4	19.8±2.3	20.6±2.7	19.4±0.7	21.5^{a}±1.5	19.9^{b}±0.8	20.3±1.2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 8) อักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ก11 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิว (ΔE) ของผลแก้วมังกร อายุเก็บเกี่ยว 30, 34 และ 38 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาครบ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2

ชนิดถุง	อายุเก็บเกี่ยวผล 30 วันหลังดอกบาน (ΔE)							
	แก้วมังกรพันธุ์ เนื้อขาว				แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง			
	0วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน
ไม่ห่อ	0	15.5^{a}±2.1	14.3^{a}±2.4	15.6^{a}±1.5	0	5.3±3.0	5.1±2.3	4.6^{ab}±2.0
PW	0	10.5^{b}±2.2	12.2^{ab}±2.9	12.8^{ab}±2.5	0	7.3^{A}±1.3	4.8^{B}±2.1	$6.5^{a\ AB}$±1.4
B-1	0	12.6^{ab}±3.6	13.0^{b}±1.5	10.3^{b}±3.8	0	4.9±0.8	5.4±2.1	3.8^{b}±1.1
G-1	0	12.0^{b}±2.3	12.1^{b}±2.2	11.3^{b}±2.0	0	5.0±2.6	5.4±1.9	5.6^{ab}±1.6
	อายุเก็บเกี่ยวผล 34 วันหลังดอกบาน (ΔE)							
ไม่ห่อ	0	10.3±6.2	12.9^{a}±5.4	10.3^{ab}±5.9	0	2.8^{b}±2.0	5.8±3.9	3.4±0.8
PW	0	7.2^{B}±3.3	14.4^{aA}±5.6	14.4^{aA}±5.6	0	7.0^{a}±2.8	5.9±1.6	5.9±1.6
B-1	0	5.8±1.4	4.9^{b}±1.2	5.6^{b}±1.1	0	6.0^{a}±2.1	6.6±2.8	4.9±3.2
G-1	0	6.3±2.4	7.1^{b}±3.4	7.6^{b}±2.5	0	4.9^{ab}±0.5	4.0±2.1	4.0±2.1
	อายุเก็บเกี่ยวผล 38 วันหลังดอกบาน (ΔE)							
ไม่ห่อ	0	7.8^{B}±1.6	12.2^{aA}±4.0	8.8^{B}±2.5	0	7.2^{b}±2.1	5.8^{b}±1.2	4.9±1.2
PW	0	5.3±2.1	8.4^{b}±3.4	10.2±4.5	0	4.0^{bA}±2.6	4.2^{bB}±1.3	4.1^{C}±2.1
B-1	0	8.2±1.5	6.0^{b}±2.5	6.7±1.7	0	13.6^{aA}±5.2	8.8^{aB}±2.6	3.1^{C}±1.0
G-1	0	5.6±3.0	5.4^{b}±2.3	6.9±2.9	0	5.2^{b}±0.9	3.9^{b}±1.7	3.9±1.1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 4)

^{a} อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง และ ^{A} อักษรกำกับต่างกันในแนวนอน ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ข

การทดสอบสมบัติฟิล์มพลาสติก

การทดสอบสมบัติฟิล์มพลาสติก

นำฟิล์มพลาสติกมาปรับสภาวะในการทดลอง โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30±2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 90±5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำฟิล์มพลาสติกไปทดสอบสมบัติของฟิล์มด้านต่างๆ ดังนี้

1. วัดอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water vapor transmission rate, WVTR)

ทดสอบฟิล์มตามมาตรฐาน ASTM E96-05 โดยตัดฟิล์มพลาสติกเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.06 เมตร จากนั้นนำซิลิกาเจลมาใส่ในถ้วยทดสอบ และนำฟิล์มมาวางด้านบนปิดผนึกฟิล์มให้ติดกับถ้วยทดสอบด้วยพาราฟินเหลวเพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศและไอน้ำ นำไปเก็บรักษาในตู้ควบคุมสภาวะบรรยากาศตามสภาวะที่ต้องการทดสอบ คือที่อุณหภูมิ 27±1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65±2 ทำการชั่งน้ำหนักถ้วยทดสอบทุกวันเป็นเวลา 7 วัน และนำผลที่ได้มาสร้างกราฟระหว่างน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา จะได้ค่าความชันเพื่อนำมาคำนวณหาค่า WVTR จากสูตร

$$\text{WVTR} = \text{ความชัน}/\text{พื้นที่ผิว}\ (g/m^2/h)$$

2. วัดอัตราการซึมผ่านแก๊สออกซิเจน (Oxygen tranmission rate, OTR)

วัดอัตราการซึมผ่านแก๊สออกซิเจน ด้วยเครื่องวัดอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (Oxygen permeation analyzer) รุ่น 8500 บริษัท Illinois Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยตัดฟิล์มพลาสติกตามต้นแบบ และเปิดฝาครอบที่ใส่ฟิล์มออกเพื่อทาสารกันรั่ว ลงตรงส่วนที่ต้องวางฟิล์ม จากนั้นวางฟิล์มให้ตึงและพอดีกับที่วางฟิล์ม ปิดฝาครอบให้แน่น แล้วเริ่มทำการทดสอบ โดยค่าที่อ่านมีหน่วยเป็น ml/m2.day ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 0

ภาคผนวก ค

สภาพภูมิอากาศในการทดลองระหว่างปี พ.ศ. 2551-2552

ภาคหนวกที่ ค1 สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง ที่สวนเกษตรแก้วมังกร ต. หนองเสือ อ.บึงบา จ.ปทุมธานี ปี พ.ศ. 2551

	ปี พ.ศ. 2551					
เดือน	**ปริมาณน้ำฝน** (มิลลิลิตร)	**จำนวนวันที่ฝนตก** (วัน)	**ความชื้นสัมพัทธ์** (%RH)	**อุณหภูมิสูงสุด** (องศาเซลเซียส)	**อุณหภูมิต่ำสุด** (องศาเซลเซียส)	**อุณหภูมิเฉลี่ย** (องศาเซลเซียส)
มกราคม	0	0	66	36	16	27
กุมภาพันธ์	38.6	5	70	35.5	19	27.6
มีนาคม	50.2	1	66	38	19.5	29.6
เมษายน	84.6	14	74	38.2	23.7	29.7
พฤษภาคม	235.3	17	75	35.7	24	29.2
มิถุนายน	224.9	20	77	35.8	23	29
กรกฎาคม	117.3	19	76	35.5	23.5	28.7
สิงหาคม	252.4	18	77	35.7	23.5	28.8
กันยายน	207.7	24	78	35.5	24.2	28.3
ตุลาคม	171.5	20	81	35.6	23.5	28.5
พฤศจิกายน	77.4	4	70	33.6	20	27
ธันวาคม	0	0	63	33.6	17.5	25.6

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย (ข้อมูลพื้นที่ จ. ปทุมธานี)

ภาคหนวกที่ ค2 สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง ที่สวนเกษตรแก้วมังกร ต. หนองเสือ อ.บึงบา จ.ปทุมธานี ปี พ.ศ. 2552

	ปี พ.ศ. 2552					
เดือน	**ปริมาณน้ำฝน** (มิลลิลิตร)	**จำนวนวันที่ฝนตก**(วัน)	**ความชื้นสัมพัทธ์** (%RH)	**อุณหภูมิสูงสุด** (องศาเซลเซียส)	**อุณหภูมิต่ำสุด** (องศาเซลเซียส)	**อุณหภูมิเฉลี่ย** (องศาเซลเซียส)
มกราคม	0	0	62	35	14.5	25
กุมภาพันธ์	0	0	67	37	19.5	29
มีนาคม	140.7	10	71	37.5	21.7	29.3
เมษายน	129.4	10	70	38.5	23	30.3

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย (ข้อมูลพื้นที่ จ. ปทุมธานี)

ภาคผนวกที่ ค3 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถุงห่อชนิดต่างๆ และไม่ห่อผล ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

ช่วงเวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	ไม่ห่อ	ถุง PW	ถุง B-1	ถุง G-1
24.00-00.55	26.8	26.9	27.5	26.8
01.00-01.55	26.5	26.7	27.3	26.7
02.00-02.55	26.5	26.5	27.2	26.7
03.00-03.55	26.3	26.3	27.0	26.5
04.00-04.55	26.2	26.1	26.8	26.3
05.00-05.55	26.1	26.0	26.7	26.3
6.00-6.55	26.4	26.2	26.9	27.6
7.00-7.55	29.1	27.7	28.5	37.8
8.00-8.55	33.4	28.9	30.2	42.8
9.00-9.55	38.8	31.6	33.0	50.6
10.00-10.55	38.7	37.2	36.5	52.8
11.00-11.55	38.4	50.6	42.2	53.4
12.00-12.55	38.0	48.6	42.8	45.8
13.00-13.55	39.8	53.8	47.0	44.8
14.00-14.55	39.9	52.3	49.5	42.9
15.00-15.55	38.7	49.2	47.5	40.9
16.00-16.55	35.4	41.0	40.6	36.8
17.00-17.55	31.2	35.6	35.8	32.0
18.00-18.55	28.5	32.0	32.8	29.5
19.00-19.55	27.5	30.0	31.0	28.5
20.00-20.55	26.7	28.5	29.5	27.5
21.00-21.55	26.7	27.8	28.6	27.2
22.00-22.55	26.7	27.5	28.1	27.1
23.00-23.55	26.6	27.1	27.8	26.9

หมายเหตุ วัดจากแปลงทดลอง สวนเกษตรแก้วมังกร ต.หนองเสือ อ.บึงบา จ.ปทุมธานี
วันที่ 27-28 สิงหาคม 2552 ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

ภาคผนวก ง

มาตรฐานโคเด็กซ์ของแก้วมังกร (Codex Stan 237-2003, AMD. 1-2005)

มาตรฐานโคเด็กซ์ของแก้วมังกร (Codex Stan 237-2003, AMD. 1-2005)

1. นิยามของมาตรฐานโคเด็กซ์

มาตรฐานนี้จะใช้กับแก้วมังกรในสายพันธุ์ที่จะใช้ในการค้า และสายพันธุ์ *Selenicereus* และ*Hylocereus* ของสกุลแคกตาซิอี้ ซึ่งจำหน่ายเป็นผลไม้สดไปยังผู้บริโภค หลังจากมีการบรรจุเรียบร้อยแล้ว มาตรฐานนี้ไม่รวมถึง แก้วมังกรแปรรูป

2. ข้อกำหนดด้านคุณภาพ

2.1 ข้อกำหนดขั้นต่ำ

ก. ต้องมีความสมบูรณ์ทั้งผล
ข. ต้องไม่มีรูปร่างและลักษณะที่อาจจะก่อให้เกิดการเน่าเสีย หรือคุณภาพไม่เหมาะต่อการบริโภค
ค. สะอาด และ ไม่มีสิ่งปนเปื้อน
ง. ไม่มีแมลงที่กัดกิน
จ. ไม่มีร่องรอยของแมลงที่กัดกิน
ฉ. ไม่มีการสูญเสียความชื้นอย่างผิดปกติ ไม่รวมถึงการเสียความชื้นจากการเก็บในห้องเย็น
ช. ไม่มีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ
ซ. เนื้อแน่น
ฌ. มีความสด
ญ. ปราศจากรอยแตกที่ผิวของผลแก้วมังกร
ฎ. ต้องมีขั้วของผลติดอยู่อย่างน้อย 15 ถึง 25 มิลลิเมตร
ฏ. ต้องไม่มีรอยฉีกขาดของผล

ผลของแก้วมังกรจะต้องได้รับการเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวัง และความสุกของผลต้องเหมาะสมโดยให้ถูกต้องตามลักษณะ และ ชนิดของผลที่ต้องการนำไปจำหน่าย รวมถึงแหล่งที่ปลูกการพัฒนาผลแก้วมังกรก็เพื่อที่จะทำให้ผลแก้วมังกรมีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขต่อไปนี้

ฐ. เพื่อให้สามารถรองรับและคงทนต่อการบรรจุและการขนส่ง และ

ฑ. เพื่อให้ส่งถึงจุดหมายปลายทางในสภาพที่ดีเป็นที่น่าพอใจ

2.2 ชั้นคุณภาพของผลแก้วมังกร

ชั้นคุณภาพของแก้วมังกรสามารถแบ่งได้ตามชั้นคุณภาพต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ชั้นพิเศษ (Extra Class)

แก้วมังกรในชั้นคุณภาพนี้จะต้องมีคุณภาพ และคุณสมบัติที่ดีมาก มีลักษณะที่เหมาะสมแก่การนำไปจำหน่ายและอื่นๆได้ทุกอย่าง จะต้องปราศจากรอยตำหนิต่างๆ หรือถ้ามีก็ต้องน้อยมากในขั้นที่สามารถยอมรับได้ โดยไม่เห็นรอยตำหนิเมื่อมองอย่างผิวเผิน และต้องไม่มีผลต่อคุณภาพ การบรรจุ และการนำเสนอสินค้าในบรรจุภัณฑ์

2.2.2 ชั้นคุณภาพระดับ 1 (Class1)

แก้วมังกรในชั้นคุณภาพนี้จะต้องมีคุณภาพที่ดีมีลักษณะที่เหมาะสมแก่การนำไปจำหน่ายและอื่นๆได้ทุกอย่างอาจมีรอยตำหนิได้เล็กน้อยอย่างไรก็ตามก็ต้องไม่มีผลต่อลักษณะทั่วๆไปของผล รวมถึงคุณภาพ การบรรจุ และการนำเสนอสินค้าในบรรจุภัณฑ์ โดย

2.2.2.1รูปร่างอาจมีตำหนิได้เล็กน้อย

2.2.2.2 ตำหนิตรงผิวต้องไม่เกิน 1 ตารางเซนติเมตรของพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยตำหนิทั้งหมดต้องไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อเนื้อข้างในของแก้วมังกร

2.2.3 ชั้นคุณภาพระดับ 2 (Class2)

แก้วมังกรในชั้นคุณภาพนี้คือแก้วมังกรที่ไม่สามารถจัดให้อยู่ในชั้นที่สูงกว่าได้แต่มีคุณภาพตามเงื่อนตามข้อกำหนดขั้นต่ำใน หัวข้อ 2.1 ซึ่งอาจมีตำหนิได้บ้าเล็กน้อย แต่ ยังคงคุณสมบัติที่จำเป็นทั้งทางด้านคุณภาพ การบรรจุ และการนำเสนอขอผลิตภัณฑ์โดย

2.2.3.1 รูปร่างอาจมีตำหนิได้

2.2.3.2 ตำหนิตรงผิวต้องไม่เกิน 2 ตารางเซนติเมตรของพื้นที่ผิวทั้งหมดโดยตำหนิทั้งหมด ต้องไม่มีผลกระทบต่อใดๆ ต่อเนื้อข้างในของแก้วมังกร

3. ข้อกำหนดด้านขนาด

ขนาดจะพิจารณาตามน้ำหนักของผล แยกได้ตามตารางดังนี้

ขนาด	น้ำหนัก (กรัม) พันธุ์สีเหลือง	น้ำหนัก (กรัม) พันธุ์สีแดง และพันธุ์สีขาว
A	110-150	110-150
B	151-200	151-200
C	201-260	201-250
D	261-360	251-300
E	>361	301-400
F	-----	401-500
G	-----	501-600
H	-----	601-700
I	-----	>700

4. ข้อกำหนดเมื่อพิจารณาจากจำนวนที่ยอมให้ของผลแก้วมังกรที่ไม่ได้คุณภาพ

จำนวนที่ยอมให้ของแก้วมังกรที่ไม่ได้คุณสมบัติทางด้านคุณภาพและขนาดที่ปะปนอยู่ในหีบห่อของผลิตภัณฑ์

4.1 จำนวนที่ยอมให้ทางด้านคุณภาพ

4.1.1 ชั้นพิเศษ

ยินยอมให้มีแก้วมังกรที่ไม่ผ่านชั้นคุณภาพชั้นพิเศษไม่เกินร้อยละ 5 ของจำนวนหรือน้ำหนักแก้วมังกรทั้งหมด แต่ต้องผ่านชั้นคุณภาพชั้นที่ 1

4.1.2 ชั้นที่ 1

ยินยอมให้มีแก้วมังกรที่ไม่ผ่านชั้นคุณภาพชั้นที่ 1 ไม่เกินร้อยละ10 ของจำนวนหรือน้ำหนักแก้วมังกรทั้งหมด แต่ต้องผ่านชั้นคุณภาพชั้นที่ 2

4.1.3 ชั้นที่ 2

ยินยอมให้มีแก้วมังกรที่ไม่ผ่านชั้นคุณภาพนี้และไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำซึ่งมีตำหนิเน่าเสีย และเสียรูปจนทำให้ไม่เหมาะต่อการบริโภค ปะปนอยู่ได้ไม่เกินร้อยละ 10

4.2 ค่าที่ยอมให้ทางด้านขนาด

สำหรับทุกชั้นคุณภาพ กำหนดให้มีขนาดที่ไม่ได้คุณภาพปะปนอยู่ได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของจำนวนแก้วมังกรทั้งหมด เมื่อ วัดตามจำนวน หรือน้ำหนัก

5. ข้อกำหนดเมื่อพิจารณาถึงการนำเสนอหรือแสดงสินค้า

5.1 ความสม่ำเสมอ

ในแต่ละบรรจุภัณฑ์ต้องประกอบไปด้วยแก้วมังกรที่มีลักษณะเหมือนกัน ทั้งเรื่องแหล่งที่มา ชนิดของพันธุ์ คุณภาพ สี และ ขนาด ซึ่งเมื่อนำมาบรรจุรวมกันแล้วต้องมีความสม่ำเสมอ กลมกลืนกันทั้งบรรจุภัณฑ์

5.2 การบรรจุภัณฑ์

ผลแก้วมังกรจะต้องได้รับการบรรจุที่ถูกต้อง โดยบรรจุภัณฑ์จะต้องป้องกันผลแก้วมังกร ได้อย่างเหมาะสม วัสดุต้อง ใหม่ สะอาด และสามารถป้องกันแก้วมังกรไม่ให้เกิดความเสียหายได้ การใช้วัสดุโดยเฉพาะกระดาษ หรือรางหลุมสามารถทำได้ การใช้วัสดุทำฉลากและรางหลุมต้องไม่ประกอบไปด้วยหมึก และกาว ที่เป็นอันตราย ต้องปราศจากสารพิษ และแก้วมังกรควรจะบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ซึ่งที่เป็นไปตาม กฎของ Recommended International Code of Practice for Packaging and Transport of Fresh Fruits and Vegetables (CAC/RCP 44-1995, Amd. 1-2004)

5.2.1 ลักษณะของตู้คอนเทนเนอร์

ตู้คอนเทนเนอร์ต้องได้คุณภาพ ต้องมีความสะอาด มีการระบายอากาศ มีความคงทน เหมาะสมต่อการ ขนส่ง ขนย้าย ปราศจากกลิ่นแปลกปลอมต่างๆ

6. การทำตราผลิตภัณฑ์และฉลากสินค้า

6.1 การบรรจุสำหรับการบริโภค

เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของ Codex General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991) จะต้องเป็นไปตามลักษณะดังนี้

6.1.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์

ถ้าผลิตภัณฑ์ไม่สามารถมองได้จากข้างนอก จะต้องมีฉลากที่แสดงถึง ชื่อของผลิตภัณฑ์ และชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นชัดเจน

6.2 ตู้คอนเทนเนอร์

ทุกหีบห่อของผลิตภัณฑ์ จะต้อง มีเครื่องหมายแสดงชนิดของสินค้าอย่างชัดเจนด้านในด้านหนึ่งของตู้ ลักษณะของตัวหนังสือที่แสดง จะต้องสามารถอ่านออกได้อย่างชัดเจนจากข้างนอกตู้ และไม่สามารถลบออกได้ หรืออาจจะเป็นเอกสารที่มากับตู้ก็ได้

6.2.1 สิ่งที่ต้องแสดง

ชื่อ และสถานที่ของผู้ส่งออก ผู้บรรจุ และรหัสสินค้า

6.2.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ ถ้าไม่สามารถเห็นจากข้างนอก ก็ต้องมีสีบอกลักษณะทางการค้า (เหลือง แดง หรือขาว)

6.2.3 แหล่งกำเนิดของผลิตภัณฑ์

ต้องบอกถึงแหล่งของผลิภัณฑ์ เช่น ประเทศ เมืองที่ปลูก สัญชาติ หรือชื่อดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์

6.2.4 เอกลักษณ์ทางการค้า

ชั้นคุณภาพ

ขนาด (สัญลักษณ์ของขนาด หรือ น้ำหนักเป็นกรัม)

จำนวนของผลิดภัณฑ์ (ถ้ามี)
น้ำหนักสุทธิ(ถ้ามี)

6.2.5 เครื่องหมายแสดงการผ่านการตรวจสอบคุณภาพสินค้า (ถ้ามี)

7. สิ่งเจือปน

7.1 โลหะหนัก

แก้วมังกรจะต้องผ่านเกณฑ์ควบคุมปริมาณโลหะหนักตามมาตรฐานของ Codex Alimentatius Commission

7.2 ปริมาณยาฆ่าแมลงตกค้าง

แก้วมังกรจะต้องผ่านเกณฑ์ควบคุมปริมาณยาฆ่าแมลงตกค้างตามมาตรฐานของ Codex Alimentatius Commission

8. ความสะอาด

8.1 ผลิตภัณฑ์ที่จะให้เป็นไปตามมาตาฐานนี้จะต้องจัดเตรียม ขนส่ง ตามมาตรฐาน Recommended International Code of Practice – General Principles of Food Hygiene (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003), Code of Hygienic Practice for Fresh Fruits and Vegetables (CAC/RCP 53-2003), และมาตรฐานที่เกี่ยวเนื่องอื่นๆ เช่น Codex texts . Codes of Hygienic Practice and Codes of Practice.

8.2 ผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามหลักทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐาน Principles for the Establishment and Application of Microbiological Criteria for Foods (CAC/GL 21-1997)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวนงนุช สุนทรรุจนวงศ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	19 พฤษภาคม 2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-