

ประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวจากบุกเพื่อรักษาคุณภาพ
หลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวาน

Efficiency of Konjac Coating Agent for
Postharvest Prolonging Shelf life of
Tangerine Orange (*Citrus reticulata* Blanco.)

อนันต์ พิริยะภักติกิจ, จิตตา สารทรัพย์, มยุรา ลั่นไชย,

อนวัช สุวรรณกุล และคณินิจ บุศราคำ

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เทคโนโลยี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 10220

ณัฐพงศ์ จันจุฬา*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180

ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Anan Piriya-phattarakit, Chitta Sartpetch, Mayura Lanchai,

Anawat Suwannagul and Kanungnid Busarakum

Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand Institute of Scientific and Technological Research

(TISTR), Technopolis, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Nattapong Chanchula*

Faculty of Agriculture, Valaya Alongkorn Rajabhat University under Royal Patronage,

Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 13180

Thunya Taychasinpitak

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

บทคัดย่อ

การยืดอายุการเก็บรักษาส้มเขียวหวานและผลไม้สดชนิดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวในประเทศไทยนั้นนิยมใช้วิธีการเคลือบผิว ซึ่งปัจจุบันมีมูลค่าการนำเข้าสารเคลือบผิวหลายสิบล้านบาท ในแต่ละปีการวิจัยและพัฒนาสารเคลือบผิวจากธรรมชาติเพื่อลดการนำเข้าแล้วยังเป็นการลดการเสีย

ดุลการค้าจากการนำเข้า และเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศไทย โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาบุกเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิว จากการศึกษาพบว่าการใช้สารเคลือบผิวที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักคือผงบุกร้อยละ 0.5 และผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิว GLK® สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและการเหี่ยวของส้มเขียวหวานได้ดีกว่าชุดควบคุมที่ใช้น้ำเปล่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 รวมทั้งคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม ผลจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกสัมนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่เคลือบด้วยบุก และผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิว GLK® นั้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวานได้นาน 42 วัน

คำสำคัญ : สารเคลือบผิวจากบุก; ส้มเขียวหวาน; อายุการเก็บรักษา

Abstract

Tangerine orange in Thailand market, is mostly waxed for shelf life prolonging. The import value of wax is more than several ten millions baht. Research and development of wax from natural materials for reducing its importation value is required, which is also enhanced our own raw materials. This research and development project focused on using konjac as a waxing material for replacement of commercial wax in market. The main ingredient of the product content as a 0.5 % konjac and GLK® can extend the shelf life of tangerine orange compared to a control (using plain water) when storage at 5 °C and 90±5 % of relative humidity, notably customer acceptable and weight loss although no significant difference in peel color change. The changes in physiological and chemical properties of waxed orange including respiration rate, ethylene production, and total soluble solids were lower than the control of untreated fruit. The 0.5 % konjac and GLK® coating agents could prolong the storage life of treated fruit up to 42 days.

Keywords: coating from konjac; tangerine orange; storage life

1. คำนำ

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco.) เป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างมากทั้งภายในและต่างประเทศ รวมทั้งมีการส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2558 ได้อ้างอิงข้อมูลสถิติการนำเข้า - ส่งออกของส้มโดยรวม พบว่ามีมูลค่าการส่งออกแนวโน้มลดลงจาก 1,205 เหลือ 1,013 พันล้านบาท ในปัจจุบันส้มเขียวหวานที่วางจำหน่าย

ตามท้องตลาดหรือซูปเปอร์มาเก็ตที่มีผิวเปลือกสวยงาม มันเงา เกิดจากการใช้สารเคลือบผิว โดยปกติพืชจะมีไขหรือนวลที่ผิวเพื่อช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำอยู่แล้ว แต่หลังการเก็บเกี่ยวไขหรือนวลมักหายไปในช่วงตอนการล้าง ซึ่งการสูญเสียสารเคลือบผิวตามธรรมชาติทำให้ผิวผลไม่เกิดการสูญเสียน้ำ และเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว (สายชล, 2538) ดังนั้นจึงต้องมีการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากการสังเคราะห์หรือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งสมบัติ

ของสารเคลือบผิวนอกจากจะทำให้ผิวสวยมันวาวแล้ว ยังมีผลต่ออัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ และยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค

ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้ให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงจำเป็นต้องการบริโภคผลผลิตโดยวิธีธรรมชาติมากที่สุด และพยายามหลีกเลี่ยงการบริโภคที่มีการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากการสังเคราะห์หรือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีแนวคิดในการพัฒนาสารเคลือบผิวจากบุก เพื่อใช้เป็นทางเลือกใหม่ในการยืดอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว โดยใช้สารเมือกจากบุกมาพัฒนาเป็นสารเคลือบผิวเนื่องจากพืชดังกล่าวเป็นสารจากธรรมชาติ ไม่เป็นพิษ จากรายงานการวิจัยได้มีการนำวิธีการต่าง ๆ มาปรับใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากการสังเคราะห์หรือนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น การใช้เจลจากว่านหางจระเข้ (Martinez-Romero *et al.*, 2006) สารเคลือบผิวจากเม็ดแมงลัก (ธนทรัพย์ และคณะ, 2554) และสารเคลือบผิวจากบุก ซึ่งบุกมีสารสำคัญที่เรียกว่า “กลูโคแมนแนน” โดยมีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกลูโคสและแมนโนส เมื่อสกัดแยกออกมาจะได้เป็นผงแห้ง แล้วนำมาทำเป็นส่วนผสมของสารเคลือบผิว พบว่าสามารถคงคุณภาพ ควบคุมอัตราการหายใจ และลดการสูญเสีย น้ำของผลผลิต (Yang *et al.*, 2001) ส่วนสารเคลือบผิว GLK® มีสารประกอบหลักที่สำคัญ คือ แคลแล็ก เป็นสารจากธรรมชาติที่ได้จากการแปรรูปเรซิน หรือสารคัดหลั่งที่ได้จากแมลงครั้ง และคาร์นาوبا เป็นแว็กซ์ที่ได้จากต้นปาล์มของบราซิล ชื่อว่า *Copernicia cerifera* มีลักษณะแข็งและเปราะจัดเป็นแว็กซ์ที่แข็งที่สุด สารเคลือบผิว GLK® เป็นสารเคลือบผิวทางการค้าที่มีประโยชน์และมีราคาสูง โดยสามารถนำมาใช้ลดการสูญเสียน้ำหนัก รักษาคุณภาพในเรื่องกลิ่น รสชาติ และเพิ่มความมันวาว

(Hample and Hawley, 1973)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวจากบุกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวาน และเปรียบเทียบสารเคลือบผิว GLK® เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกของผู้บริโภค

2. อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลส้มเขียวหวานจากแปลงปลูกเกษตรกรในพื้นที่รังสิตคลอง 12 ตำบลนพรัตน์ อำเภอนองเสือ จังหวัดปทุมธานี มาทดลอง โดยคัดเลือกผลส้มที่ไม่มีตำหนิจากโรคและแมลง จากนั้นทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับผิวส้ม และนำไปจุ่มน้ำคลอรีน 50 ppm แช่ไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อยับยั้งการเกิดเชื้อโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว ผึ่งให้แห้ง แบ่งผลส้มออกเป็น 3 สิ่งทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1 จุ่มน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) สิ่งทดลองที่ 2 สารเคลือบผิวจากบุกความเข้มข้น 0.5 % และสิ่งทดลองที่ 3 สารเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ GLK® ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ แคลแล็ก และคาร์นาوبا อัตราการใช้ 1 : 5 (GLK Wax : น้ำ) จำหน่ายโดย บริษัท ไบโอเซฟเฟอร์ จำกัด จากนั้นผึ่งให้แห้ง และบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 เป็นเวลา 42 วัน โดยสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 7 วัน ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ มีซ้ำละ 8 ผล เพื่อบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การสูญเสียน้ำหนัก นำผลส้มเขียวหวานแต่ละสิ่งทดลอง ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้น โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 นำออกมาชั่งทุก ๆ 7 วัน ที่วิเคราะห์ผล แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก ดังนี้

เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย = $\frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนัก ณ วันที่ตรวจผล})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$

2.2 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผล วัดสีผิว

เปลือกผลส้มเขียวหวาน 3 จุด โดยใช้เครื่องวัดสี Chroma meter รุ่น CR-400 ซึ่งค่าที่ได้แสดงออกมาเป็นค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเขียว (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*)

2.2.1 ค่าความสว่างของสี (L^*) เมื่อค่า L มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง ผลผลิตมีผิวคล้ำ ถ้าเข้าใกล้ 100 แสดงว่ามีความสว่าง

2.2.2 ค่าความเป็นสีเขียว (a^*) มีค่าอยู่ระหว่าง -60 ถึง +60 เมื่อมีค่าเป็นลบ แสดงว่าผลผลิตมีสีเขียว หากเป็นบวก แสดงว่าผลผลิตมีสีแดง ถ้าค่า a ต่ำมาก แสดงว่าผลผลิตมีสีเขียว

2.2.3 ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าอยู่ระหว่าง -60 ถึง +60 เมื่อมีค่าเป็นลบ แสดงว่าผลผลิตมีสีน้ำเงิน หากเป็นบวก แสดงว่าผลผลิตมีสีเหลือง หากมีค่าสูงมาก แสดงว่าผลผลิตมีสีเหลือง

2.3 การเปลี่ยนแปลงการเหี่ยว โดยนับจำนวนผลส้มเขียวหวานที่เกิดการเหี่ยว ประเมินด้วยสายตา มีการให้คะแนน ดังนี้

0 คะแนน ไม่มีการเหี่ยวของผลส้มเขียวหวาน

1 คะแนน มีการเหี่ยวร้อยละ 1-25 ของพื้นที่ทั้งหมดของเปลือกผล

2 คะแนน มีการเหี่ยวร้อยละ 26-50 ของพื้นที่ทั้งหมดของเปลือกผล

3 คะแนน มีการเหี่ยวร้อยละ 51-75 ของพื้นที่ทั้งหมดของเปลือกผล

4 คะแนน มีการเหี่ยวร้อยละ 75-100 ของพื้นที่ทั้งหมดของเปลือกผล

2.4 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค นำผลส้มเขียวหวานมาทดลองการชิมและการดมกลิ่น โดยแต่ละครั้งมีผู้ชิมจำนวน 5 คน ซึ่งมีการแบ่งคะแนนการชอบเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนน 5 คือ รสชาติดีมาก เช่นเดียวกับผลส้มเขียวหวานสด

ระดับคะแนน 4 คือ รสชาติดี มีรสชาติ

ใกล้เคียงกับส้มเขียวหวานผลสด

ระดับคะแนน 3 คือ รสชาติดี มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้

ระดับคะแนน 2 คือ รสชาติพอใช้ มีรสชาติและกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยแต่ยังยอมรับ

ระดับคะแนน 1 คือ รสชาติไม่เหมาะสมกับการบริโภค มีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ

2.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) นำน้ำคั้นจากผลส้มเขียวหวานหยดลงบนเครื่อง hand refractometer ของแต่ละสิ่งทดลองทุก ๆ 7 วัน และอ่านค่า TSS หน่วยเป็น °Bx (Brix)

2.6 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) นำน้ำคั้นจากผลส้มเขียวหวานปริมาณ 5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร แล้วหยด phenolphthalein 3 หยด ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึงจุดยุติ (end point) คือ สารละลายมีสีชมพู จากนั้นนำปริมาณสารละลายต่างที่ใช้มาคำนวณหาปริมาณกรด หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์

2.7 อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีน (Conway and Sams, 1987) นำผลส้มเขียวหวานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผึ่งให้แห้งก่อน จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก บรรจุลงกล่องขนาดปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยกระบอกฉีดยาปริมาตร 1 มิลลิลิตร และก๊าซเอทิลีน 1 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatography (Shimadzu รุ่น GC-9A)

2.7.1 อัตราการหายใจ (CO_2) หน่วยเป็น $\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{CO}_2/\text{kg} \cdot \text{hr}$

2.7.2 อัตราการผลิตเอทิลีน (C_2H_4) หน่วยเป็น $\mu\text{l} \cdot \text{C}_2\text{H}_4/\text{kg} \cdot \text{hr}$

2.8 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลสัมเขียวหวานที่ไม่ได้เคลือบผิว (ชุดควบคุม) เคลือบผิวจากบุก และเคลือบผิว GLK® ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 เป็นเวลา 42 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมี ดังนี้

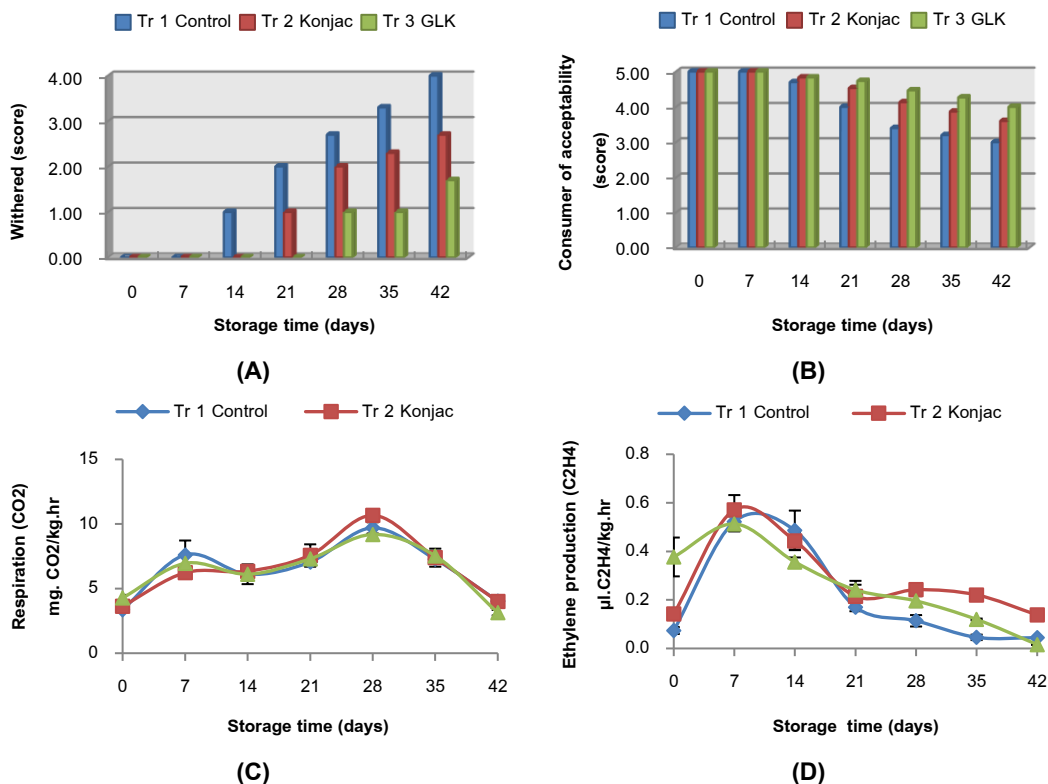
การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก พบว่าผลสัมเขียวหวานมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 10.52 ขณะที่การใช้สารเคลือบผิวจากบุกมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 9.18 และสารเคลือบผิว GLK® มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 8.17 ตามลำดับ ซึ่งสารเคลือบผิวจาก

บุก และ GLK® สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม (ตารางที่ 1) สายชล (2538) เสนอว่าสารเคลือบผิวสามารถปกคลุมหรือทดแทนไขธรรมชาติที่มีอยู่และปิดช่องเปิดต่าง ๆ เช่น ปากใบ เลนติเซล จึงทำให้มีการคายน้ำลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูสิทธิ์ และคณะ (2550) ที่ศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยสารละลายบุกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชมพูทับทิมจันทร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผิว พบว่าค่า L* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในทุกสิ่งทดลองมีค่า L* ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง 50.19 - 54.99 สำหรับค่า a* มีความแตกต่างทางสถิติ และทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลง จากสีเขียวค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง โดยอยู่ในช่วง -0.50 - 4.04 และค่า b* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง 37.67 - 44.57 (ตารางที่ 1) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลสัมเขียวหวาน จากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ โดยไปกระตุ้นการสลายตัวของ

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนัก สีผิวของเปลือกผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลสัมเขียวหวานที่จุ่มสารเคลือบผิวจากบุกและสารเคลือบผิวทางการค้า (GLK®) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 เป็นเวลา 42 วัน

Treatment	Weight loss (%)	Peel color changes			TSS (°Bx)	TA (%)
		L*	a*	b*		
Control	10.52 ^b	54.99	4.04 ^b	44.57	10.20 ^b	0.40 ^b
Konjac	9.18 ^{ab}	50.19	-0.50 ^a	37.67	9.80 ^a	0.35 ^{ab}
GLK®	8.17 ^a	53.49	3.64 ^b	42.81	10.40 ^b	0.28 ^a
F-test	*	NS	*	NS	*	*
C.V. (%)	0.16	0.10	1.78	2.20	0.30	1.60

^{1/} Means in the same column followed by common letters are not significantly different at the 5 % level by DMRT



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการเหี่ยวของผล (A), การยอมรับของผู้บริโภค (B), อัตราการหายใจ (C) และการผลิตเอทิลีน (D) ของผลส้มเขียวหวานที่จุ่มสารเคลือบผิวจากบุกและสารเคลือบผิวทางการค้า (GLK®) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 เป็นเวลา 42 วัน

คลอโรฟิลล์ Dominguez และ Vendrell (1993) เสนอว่าการสลายตัวของคลอโรฟิลล์อยู่ภายใต้อิทธิพลของการผลิตภายใน โดยผ่านตัวกลางในระบบที่มีเอนไซม์หลายชนิดของคลอโรฟิลล์เลสที่ทำให้มีการสังเคราะห์เอนไซม์ใหม่ ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสลายคลอโรฟิลล์อย่างต่อเนื่อง

การเปลี่ยนแปลงทางต้านเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 9.80 - 10.40 °Bx มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งการสูญเสียน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น (จริงแท้, 2541) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ในช่วง 0.28 - 0.40 % มีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก

กรดถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจ (Wills *et al.*, 1981) และมีค่าความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

การเปลี่ยนแปลงการเหี่ยวของเปลือกผลจากการพิจารณาการให้คะแนนพบว่าผลส้มเขียวหวานชุดควบคุมมีการเหี่ยวมากที่สุดเท่ากับ 4 คะแนน รองลงมาคือการเคลือบผิวจากบุกมีการเหี่ยวเท่ากับ 2.7 คะแนน และการเคลือบผิว GLK® มีการเหี่ยวน้อยที่สุดเท่ากับ 1.7 คะแนน ตามลำดับ จากผลทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 1A) แสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวจากบุกและ GLK® สามารถชะลอหรือยับยั้งการเหี่ยวได้ในระดับหนึ่งในขณะที่การให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค

จากการชิมและการดมกลิ่น พบว่าผลส้มเขียวหวานที่เคลือบผิว GLK® มีการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 4 คะแนน รองลงมาคือผลส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวจากบุกเท่ากับ 3.6 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มเขียวหวานที่ไม่ได้เคลือบผิวมีการยอมรับน้อยที่สุดเท่ากับ 3 คะแนน (รูปที่ 1B) ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิว GLK® สามารถรักษาคุณภาพในเรื่องของกลิ่น รสชาติ ให้ยาวนานขึ้น อีกทั้งยังมีกลิ่นของสารอ่อนกว่าการเคลือบผิวจากสอติดล้องกับ Arthey (1975) พบว่าระดับความเข้มข้นของสารเคลือบผิวมีผลต่อคุณภาพของผลไม้ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ

นอกจากนี้อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีน พบว่าผลส้มเขียวหวานทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 หลังจากนั้นค่อย ๆ ลดลง จนถึงอายุการเก็บรักษาในวันที่ 42 โดยผลส้มเขียวหวานทุกสิ่งทดลองมีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 3.13 - 4.04 mg.CO₂/kg.hr และมีอัตราการผลิตเอทิลีนอยู่ในช่วง 0.02 - 0.14 µl.C₂H₄/kg.hr ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 1C และ 1D) ทั้งนี้เนื่องมาจากผลส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric fruit มีอัตราการหายใจภายหลังการเก็บเกี่ยวค่อนข้างต่ำและค่อย ๆ ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (Kader *et al.*, 1985)

4. สรุป

การทดสอบสารเคลือบผิวจากบุกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 พบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ และทางสรีรวิทยาของผลส้มเขียวหวานได้ดีกว่าผลส้มเขียวหวานที่จุ่มน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารเคลือบผิว GLK® โดยชะลอในด้านการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผิว การเหี่ยว คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงอัตรา

การหายใจและการผลิตเอทิลีน สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวานได้นาน 42 วัน ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวจากบุกสามารถนำมาเป็นแนวทางในการเลือกของผู้บริโภค โดยใช้ทดแทนสารเคลือบผิว GLK®

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หอปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบคุณ ทูสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

6. รายการอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช, 2541, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชูสิทธิ์ หงส์กุลทรัพย์, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และชาลิตา บรมพิชัยชาติกุล, 2550, फिल्मบริโภคได้จากผงบุกและการประยุกต์ใช้สารเคลือบผิวชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์, ว. วิทย์. กษ. 38(6): 208-211.
- ธนทรัพย์ ก้อนมณี, วรดา จันทรมุข และนรินทร์เดช เจริญสมบัติ, 2554, ผลของฟิล์มมิวซีเลจจากเม็ดแมงลักต่อการยืดอายุการเก็บรักษาชมพูหลังการเก็บเกี่ยว, แหล่งที่มา : http://fic.nectec.or.th/abstrach_IntellSEF, 5 มกราคม 2558.
- สายชล เกตุษา, 2538, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ, นครปฐม, 364 น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558, ศูนย์ข้อมูลสถิติการนำเข้า-

- ส่งออก : ส้ม, แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/fruits/index.php>, 22 มิถุนายน 2558.
- Arthey, V.D. , 1975, Quality of Horticultural Products, Butterworths, London, 288 pp.
- Conway, W. S. and Sams, C. E. , 1987, The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in apples, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 300-303.
- Dominguez, M. and Vendrell, M., 1993, Ethylene biosynthesis in banana fruit: Evolution of EFE activity and ACC level in peel and pulp during ripening, Hort. Sci. 60: 63-70.
- Hampel, C.A. and Hawley, G. G. , 1973. The Encyclopedia of Chemistry. 3th Ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1198 p.
- Kader, A.A., Kasmire, R.F., Mitchell, F.G., Reid, M.S., Sommer, N.F. and Thompson, J.F., 1985, Postharvest Technology of Horticultural Crops, Special Publications, University of California, Davis, C.A.
- Martinez-Romero, D. , Albuquerque, N. , Valverdw, J. M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. and Serrano, M. , 2006, Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating, Postharvest Biol. Technol. 39: 93-100.
- Wills, R.H., Lee, T.H., Graham, D., Mcglassom, W.B. and Hall, E.G., 1981, An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables, Granada Publishing, Ltd., London.
- Yang, L., Yang, X., Petcavich, R. and Mao, L., 2001, Coating materials for preserving fresh produce, United States Patent 6: 203-833.