ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Effects of Coating Substances on Postharvest Quality of Tangerine cv. Sai Nam Pueng

กฤติพงษ์ ไพบูลย์สมบัติ[1/] และธนะชัย พันธ์เกษมสุข[1/]
Krittipong Paiboonsombat[1/] and Tanachai Pankasemsuk[1/]

Abstract: The effects of coatings on postharvest quality of tangerine cv. Sai Nam Pueng were studied. The tangerine fruit was coated with chitosan 1% + carnauba 8.5%, chitosan 1% + candelilla 8.5%, chitosan 1% + shellac 4%. The uncoated fruit (control) and the coated fruits were then stored at ambient temperature (27±2 °C). Results showed that at day 12, tangerine fruit coated with chitosan 1% + carnauba 8.5% had lower weight loss than control, low internal CO_2 concentration, no disease incidence recorded and the best appearance among all treatments. It had storage time of 26 days. In contrast, tangerine fruit coated with chitosan 1% + shellac 4% had the highest internal CO_2 concentration, lowest taste and off odor scores with shorter storage time, 12 days. However, coatings did not affect vitamin C content, titratable acidity, total soluble solids and peel color changes.

Keywords: Tangerine, carnauba, candelilla, shellac, chitosan

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยการเคลือบผิวส้มด้วย chitosan 1% ร่วมกับ carnauba 8.5%, chitosan 1% ร่วมกับ candelilla 8.5%, chitosan 1% ร่วมกับ shellac 4% และชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) ผลการทดลองเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่า ส้มที่เคลือบผิวด้วย chitosan 1% ร่วมกับ carnauba 8.5% ให้ผลดีที่สุดคือ สูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าชุดควบคุม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลน้อย ไม่พบการเข้าทำลายของโรค มีลักษณะปรากฏภายนอกดีที่สุด และมีอายุการเก็บรักษานาน 26 วัน ขณะที่ ส้มที่เคลือบด้วย chitosan 1% ร่วมกับ shellac 4% พบว่า มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คะแนนด้านรสชาติและกลิ่นน้อยที่สุด และมีอายุการเก็บรักษานาน 12 วัน อย่างไรก็ตาม ชนิดของสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงสีผิว

คำสำคัญ: ส้ม คาร์นูบา แคนเดลลิลา เชลแล็ค ไคโตซาน

[1/] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (*Citrus reticulata* Blanco cv. Sai Nam Pueng) เป็นส้มเปลือกล่อนที่มีเปลือกบาง จึงเกิดการสูญเสียน้ำจากผลได้ง่าย ทำให้ผลเหี่ยวอย่างรวดเร็วและเสียรูปทรงก่อให้เกิดปัญหาในการเก็บรักษา การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทำได้โดยการลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำ ตลอดจนลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุของโรคหลังการเก็บเกี่ยว (วิลาวัลย์, 2549) การเคลือบผิวผลิตผลด้วยสารบางชนิดช่วยลดการสูญเสียน้ำ และลดอัตราการหายใจของผลิตผล นอกจากนี้สารเคลือบผิวบางชนิดยังมีคุณสมบัติช่วยลดการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ด้วย (ดนัย และนิธิยา, 2548) ซึ่งเชื้อราที่ทำความเสียหายอย่างมากหลังการเก็บเกี่ยวของพืชตระกูลส้ม ได้แก่ *Penicillium digitatum* (Porat *et al*., 2000) สารเคลือบผิวสำหรับผักและผลไม้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันไป ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มักเป็นความลับทางการค้า สารเคลือบผิวที่นิยมใช้คือ carnauba เป็นไขที่สกัดได้จากผิวของใบปาล์มบราซิล (*Copernicia cerifera*) มีคุณภาพดีและมีความแข็งสูงที่สุด ความเป็นเงาสูง มีกลิ่นหอม ไขอีกชนิดหนึ่งคือ candelilla เป็นไขที่สกัดได้จากวัชพืช (*Euphorbia antisyphilitica*) มีความแข็งแรงและเป็นเงารองมาจาก carnauba แต่เปราะและมีกลิ่นหอม ส่วน shellac เป็นไขที่สกัดได้จากมูลคลั่ง มีความเป็นเงาสูงมาก มักพบเป็นองค์ประกอบของสารเคลือบผิวแทบทุกชนิด (จริงแท้, 2549) chitosan เป็นสารที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากสารเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ คือ มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดเชื้อราหลายชนิด (El-Ghaouth *et al*., 1992) chitosan นั้นมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยตรง และกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อพืชให้เกิดภูมิต้านทานเชื้อรา (พิมพ์ใจ, 2548) รวมทั้งยังมีผลกระตุ้นกระบวนการป้องกันตนเองของพืช โดยกระตุ้นให้พืชสังเคราะห์เอนไซม์ในกลุ่ม hydrolase คือ chitinase, chitosanase และ β–1,3-glucanase ซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อรา ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญหรือเจริญได้ช้าลง (El-Ghaouth *et al*., 1992) ดังนั้นจึงมีการนำ chitosan มาเคลือบผิวผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่ายาฆ่าเชื้อราบางชนิดและยังปลอดภัยกว่าด้วย การใช้สารเคลือบผิวทำให้อัตราแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในกับภายนอกผลลดลง โดยปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลจะลดลงเนื่องจากถูกนำไปใช้ในขบวนการหายใจ และพบว่ามีการสะสมปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลเพิ่มขึ้น ในบางครั้งผู้บริโภคพบกลิ่นผิดปกติในผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิว (วิลาวัลย์, 2549) ถ้าเก็บรักษาผลิตผลที่ผ่านการเคลือบผิวไว้ในสภาพอุณหภูมิสูงหรือเก็บรักษานานเกินไปจะทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและส่งผลให้เกิดการสะสมเอทานอลซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนดังกล่าวในผล (ดนัย, 2534) ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวโดยหาชนิดของสารเคลือบผิวที่เหมาะสมจึงยังเป็นสิ่งที่จำเป็น

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มี 4 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ผล โดยนำผลิตผลจากสวนเกษตรกรในเขตอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ ขนส่งถึงห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ภายในเวลา 3 ชั่วโมง มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา ผึ่งไว้ให้แห้งในอุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) แยกชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว) ออก แล้วจึงนำส่วนที่เหลือไปเคลือบผิวโดยใช้มือที่สวมถุงมือยางจุ่มสารละลาย chitosan 1% (1 มิลลิลิตร/ผล) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา แล้วผึ่งให้แห้ง แล้วเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ (1 มิลลิลิตร/ผล) คือ carnauba 8.5%, candelilla 8.5% และ shellac 4% จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำผลิตผลบรรจุในตะกร้า และนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) ทำการตรวจสอบคุณภาพและบันทึกข้อมูลทุก 2 วัน ดังต่อไปนี้ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของส้ม เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิมและให้คะแนน

การประเมินการเกิดโรค โดยประเมินจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคทุกวันจนหมดอายุการเก็บรักษาแล้วนำมาคิดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยคำนวณจาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนผลที่ถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย} \times 100}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}}$$

การประเมินคุณภาพจากการให้คะแนนคุณภาพการยอมรับทางด้านรสชาติ ประเมินโดยวิธีการให้คะแนน 1-5 ใช้เกณฑ์คะแนน คือ 5 = รสชาติดีมาก 4 = รสชาติดี 3 = รสชาติปานกลาง 2 = รสชาติไม่ดี 1 = รสชาติไม่ดีมาก การประเมินคุณภาพการยอมรับทางกลิ่นโดยวิธีการให้คะแนน 1-5 คือ 5 = ไม่มีกลิ่นหมัก 4 = มีกลิ่นหมักเล็กน้อย 3 = มีกลิ่นหมักปานกลาง 2 = มีกลิ่นหมักมาก 1 = มีกลิ่นหมักรุนแรง การประเมินคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏภายนอกโดยวิธีการให้คะแนน 1-5 คือ 5 = ผลปกติ 4 = ผลเริ่มเหี่ยว 3 = ผลเหี่ยวที่บริเวณขั้วผลและรอบๆ ขั้วผล 2 = ผลเหี่ยวปานกลาง 1 = ผลเหี่ยวมาก

ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่า ส้มชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 8.87±1.15%, ส้มที่เคลือบผิวด้วย carnauba 8.5% มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.72±0.54%, ส้มที่เคลือบผิวด้วย candelilla 8.5% มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 6.17±0.70% และ ส้มที่เคลือบผิวด้วย shellac 4% มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 7.78±1.05% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1a) โดยทั่วไปแล้วผักและผลไม้มีสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประเภทไขมัน เช่น การมีคิวติเคิลที่ผิวของผลไม้ ช่วยป้องกันการผ่านเข้าออกของน้ำ การล้างผลหลังการเก็บเกี่ยวทำให้สารเคลือบผิวบางส่วนหายไป ส่งผลให้ผลิตผลสูญเสียน้ำได้ง่าย (ดนัย และ นิธิยา, 2548) การสูญเสียน้ำเกิดขึ้นได้เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของน้ำออกจากเซลล์พืชสู่อากาศภายนอกผ่านทางรูเปิดธรรมชาติและรอยแผลของผลิตผล (จริงแท้, 2549) Mota *et al*. (2003) ได้ศึกษาชนิดของสารเคลือบผิวในเสาวรส พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (20-25 องศาเซลเซียส) เมื่อเคลือบด้วย carnauba wax สามารถรักษาคุณภาพของผลเสาวรสได้ดีที่สุด โดยลดการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดอาการเหี่ยวของผลและการเน่าของผลเมื่อเทียบกับผลที่เคลือบด้วยซันนี่ไซด์ซิตัส (Sunny Side Citrus) และสปราซิตัส (sparcitrus) ซึ่งเป็นผลมาจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการซึมผ่านของไอน้ำโดยปิดรูเปิดตามธรรมชาติในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) (Hagenmaier and Baker, 1993) ส่วนการเคลือบผิวด้วย shellac ป้องกันการสูญเสียน้ำได้น้อยกว่า carnauba อาจเป็นเพราะ shellac แห้งช้ากว่าและเคลือบติดผิวส้มได้น้อยกว่าและแผ่นฟิล์มของ shellac ซึ่งเกาะอยู่บนผิวส้มไม่ต่อเนื่องเพราะมีรู และรอยแตกมากกว่าการเคลือบด้วย carnauba ทำให้น้ำระเหยผ่านออกไปได้ (ปรีดา, 2536)

ทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน ปริมาณวิตามินซีในทุกกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างผันแปรในแต่ละครั้งที่ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง ผลส้มชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 19.8±2.19 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 8.5%, candelilla 8.5% และ shellac 4% มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 20.72±1.76, 21.64±1.76 และ 20.26±1.30 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1b) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วงเดือน (2546) ที่พบว่าผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว carnauba 7.5% + shellac 7.5%, carnauba 15%, shellac 15%, Citrus shine 60%, ZIVDAR และ Johnson's wax และผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่า ชุดควบคุม ส้มที่เคลือบผิวด้วย carnauba 8.5%, candelilla 8.5% และ shellac 4% มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 0.53±0.05, 0.50±0.08, 0.50±0.07 และ 0.50±0.04 ตามลำดับ (ภาพที่ 1c) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของปรีดา

(2536) ที่รายงานว่า การเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วย Johnson's wax, carnauba และ shellac ทุกความเข้มข้นไม่ทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำส้มคั้นแตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการทดลอง แต่ปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากกรดถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจหรือกรดถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล หรือสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่าง ๆ (จริงแท้, 2549)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าส้มชุดควบคุม ส้มที่เคลือบด้วย carnauba 8.5%, candelilla 8.5% และ shellac 4% มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 10.70±0.51, 10.75±0.13, 10.45±0.53 และ 10.48±0.21% ตามลำดับ (ภาพที่ 1d) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kader (1985) ที่ว่าสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณ TSS, TA และ TSS/TA เนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric fruit มีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีภายหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย การที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น อาจเนื่องมาจากมีการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้นได้ (จริงแท้, 2549)

การเปลี่ยนแปลงสีผิว พบว่าเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน ชุดควบคุม ส้มที่เคลือบด้วย carnauba 8.5%, candelilla 8.5% และ shellac 4% ค่า L* มีค่าเท่ากับ 56.71±6.66, 55.92±1.73, 56.37±3.53 และ 55.75±4.65 ค่า chroma 50.66±12.68, 49.13±2.34, 51.85±4.31 และ 47.04±5.48 และค่า hue angle 112.06±8.35, 112.98±4.51, 110.14±5.05 และ 113.22±4.79 ตามลำดับ (ภาพที่ 2a) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเก็บส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าส้มชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 25.00±10.00% ส้มที่เคลือบด้วย carnauba 8.5% และ candelilla 8.5% ไม่พบการเกิดโรค ส่วนส้มที่เคลือบผิวด้วย shellac 4% เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 5.00 เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา พบว่าส้มที่เคลือบผลด้วย carnauba 8.5% และ candelilla 8.5% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 10.00 และ 10.00 ตามลำดับ (ภาพที่ 2b) El-Ghaouth *et al.* (2000) ได้รายงานว่า chitosan มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบางชนิดได้ เนื่องจาก chitosan มีผลกระตุ้นกระบวนการป้องกันตนเองของพืช โดยกระตุ้นให้พืชสังเคราะห์เอนไซม์ในกลุ่ม hydrolase คือ chitinase, chitosanase และ β-1,3-glucanase ซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อรา ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญหรือเจริญได้ช้าลง และจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ chitosan ที่เพิ่มขึ้น (Chien *et al.*, 2007)

เมื่อเก็บส้มเป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่า ส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ shellac 4% เมื่อระยะเวลา 12 วัน พบว่า มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลเท่ากับ 7.86±0.42% สูงที่สุด รองลงมาได้ candelilla 8.5% และ carnauba 8.5% เท่ากับ 6.28±0.62 และ 6.09±1.11% ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุมคือ 5.45±0.34% (ภาพที่ 3a) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเคลือบผิวมีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างภายในผลส้มกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจและมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสะสมมากขึ้น ถ้ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่ภายในผลมากเกินไป และมีปริมาณก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอสำหรับการหายใจ จะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือการหมัก ซึ่งจะมีการสังเคราะห์แอซีทัลดีไฮด์และเอทานอลขึ้นภายในผลส้ม สารเหล่านี้จะทำให้ผลส้มเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ การหมักที่เกิดขึ้นนั้นนอกจากจะสังเกตจากกลิ่นของแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นแล้ว ยังสังเกตได้จากอัตราการผลิตปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลส้มลดต่ำลงมาก (จริงแท้, 2549; Cohen, *et. al.*, 1990; Hagenmaier, 2000) Hagenmaier and Baker (1994) รายงานว่าส้มที่เคลือบด้วย shellac หรือ resin โดยทั่วไปแล้ว มีปริมาณออกซิเจนที่ต่ำปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณเอทานอลสูงมากกว่าสารเคลือบผิวชนิดอื่น

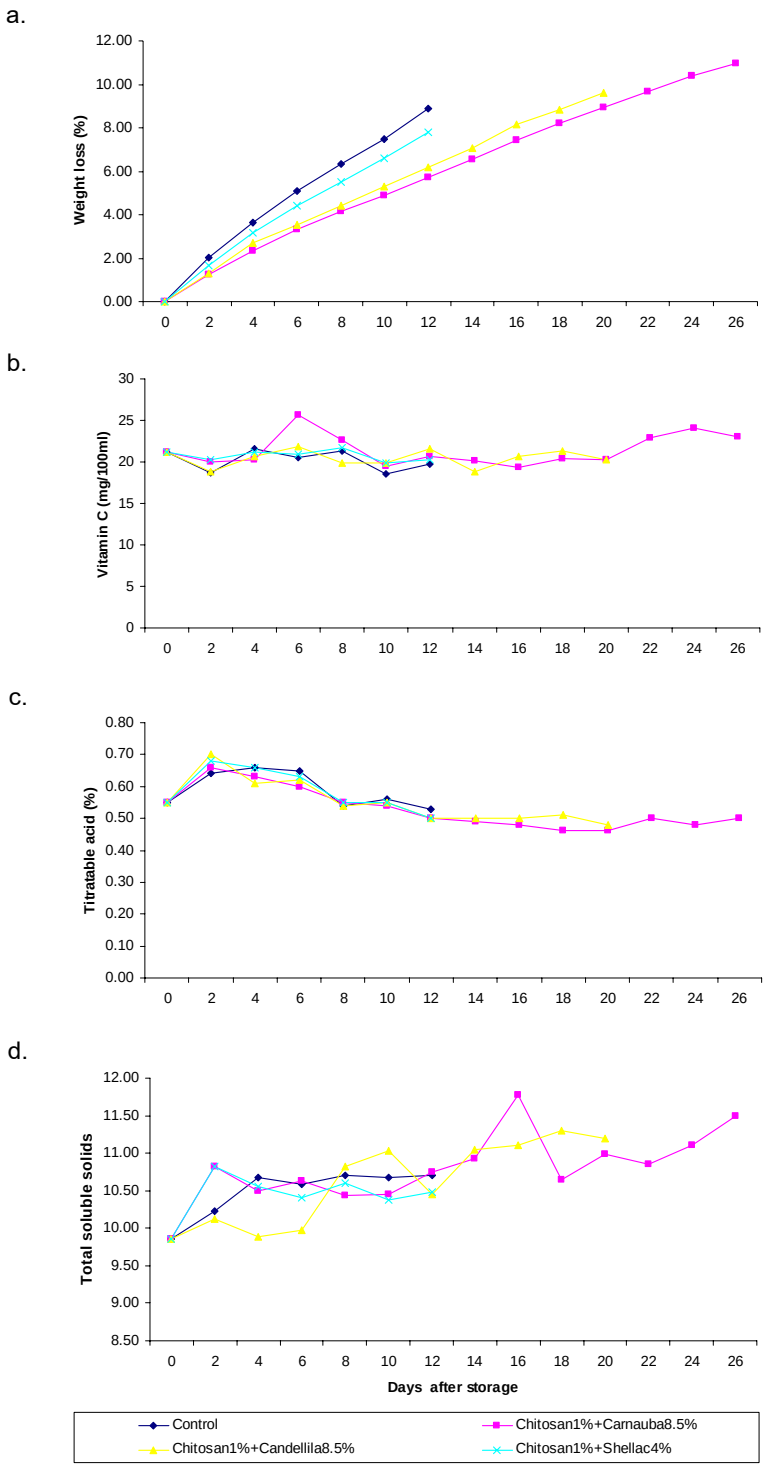


Figure 1 Weight loss percentage (a), vitamin C content (b), titratable acidity (c) and total soluble solids (d) of Tangerine cv. Sai Nam Pueng with various coating materials.

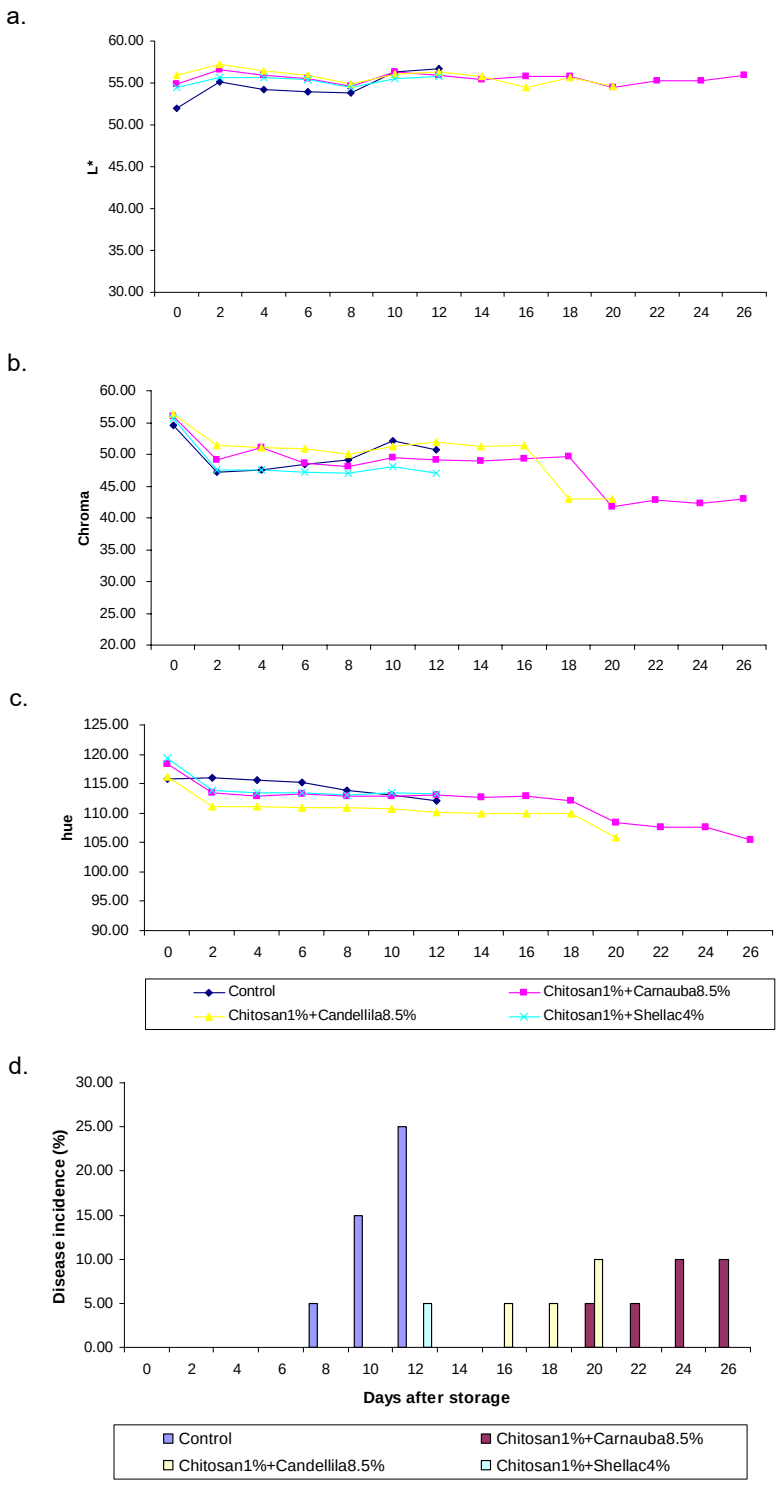


Figure 2 L* (a), chroma (b), hue angle (c) and disease incidence percentage (d) of Tangerine cv. Sai Nam Pueng with various coating materials.

การยอมรับทางด้านรสชาติ จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการชิม โดยผู้ทดสอบให้คะแนนรสชาติดี (คะแนน 5) ในวันแรก ๆ ของการทดลอง และเมื่อผ่านไป 12 วัน พบว่า การเคลือบด้วย shellac 4% มีคะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 2.00±0.00 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ภาพที่ 3b) การเคลือบผิวผลส้มด้วย shellac หรือ resin และสารเคลือบผิวที่มี shellac หรือ resin เป็นส่วนผสม ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่ยอมให้ก๊าซผ่านเข้าออกได้น้อย ทำให้เกิดการขาดก๊าซออกซิเจนภายในผลส้ม มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง เนื่องจากการเคลือบผิวเป็นการจำกัดการผ่านเข้าออกของออกซิเจน จึงทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเกิดกลิ่นหมักเนื่องจากการสะสม ethanol และ acetaldehyde ส่งผลให้ผลส้มเกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ (Baldwin, 1994; Hagenmaier and Baker, 1995)

การยอมรับทางกลิ่น จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการดมกลิ่น โดยผู้ทดสอบให้คะแนนไม่มีกลิ่นหมัก (กลิ่นปกติ) (คะแนน 5) ในวันแรก ๆ ของการทดลอง และเมื่อผ่านไป 12 วัน พบว่า การเคลือบด้วย shellac 4% มีกลิ่นหมักมากที่สุดโดยมีคะแนนเท่ากับ 2.00±0.00 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ภาพที่ 3c) เนื่องจากสารเคลือบผิวจาก shellac มีข้อด้อยในด้านสมบัติการซึมผ่านของก๊าซผ่านฟิล์มต่ำ (Alleyne and Hagenmaier, 2000) การเพิ่มขึ้นของกลิ่นหมักเกิดเนื่องมาจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลส้มทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงในผล และมีก๊าซออกซิเจนลดลงผลส้มจึงเกิดการหายแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้มีการสะสมของ acetaldehyde และ ethyl alcohol ส่งผลให้ผลส้มมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ (ดนัย, 2540)

ลักษณะปรากฏภายนอก โดยสังเกตจากการลักษณะการเหี่ยวของผลส้ม โดยผู้ทดสอบให้คะแนนผลปกติ (คะแนน 5) ในช่วงวันแรก ๆ ของการทดลอง และเมื่อผ่าน 12 วัน พบว่า ชุดควบคุม มีคะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 2.50±0.58 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ภาพที่ 3d) ผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีลักษณะปรากฏที่เริ่มผิดปกติชัดเจน คือ ผลส้มเริ่มแสดงอาการเหี่ยว ในขณะที่ผลส้มที่เคลือบผิวยังอยู่ในสภาพดี อาการเหี่ยวของผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวนั้นเกิดจากการสูญเสียน้ำของผลส้ม (ดนัย, 2540)

ผลส้มชุดควบคุม และผลส้มที่เคลือบผิวด้วย shellac 4% หมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 12 ส่วน candelilla 8.5% และ carnauba 8.5% หมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 20 และ 26 ของการเก็บรักษา เมื่อประเมินจากคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติ ลักษณะปรากฏภายนอกทุก ๆ 2 วัน ได้ผลการประเมินต่ำกว่า 2.5 คะแนน ส่วนการยอมรับทางกลิ่นหมักถ้าได้ผลการประเมินเกินกว่า 3.5 คะแนน ถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา

สรุป

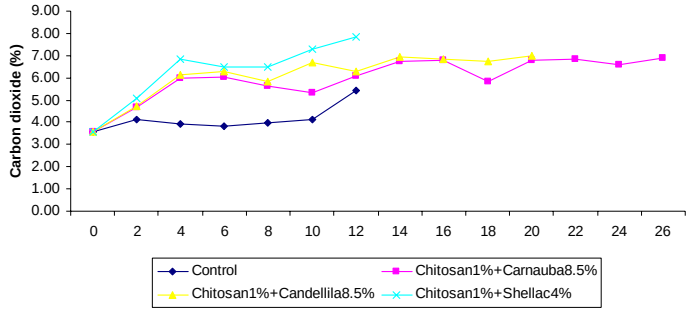
ส้มที่เคลือบผิวด้วย chitosan 1% ร่วมกับ carnauba 8.5% เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อย ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่เคลือบผิว และมีลักษณะปรากฏภายนอกดี แต่การเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ส้มที่เคลือบด้วย chitosan 1% ร่วมกับ carnauba 8.5%, chitosan 1% ร่วมกับ candelilla 8.5% และ chitosan 1% ร่วมกับ shellac 4% มีอายุการเก็บรักษา 26, 20 และ 12 วัน ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

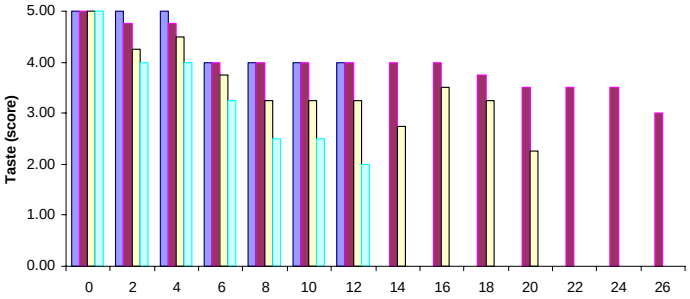
จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6 สำนักพิมพ์มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2534. สรีรวิทยาวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.

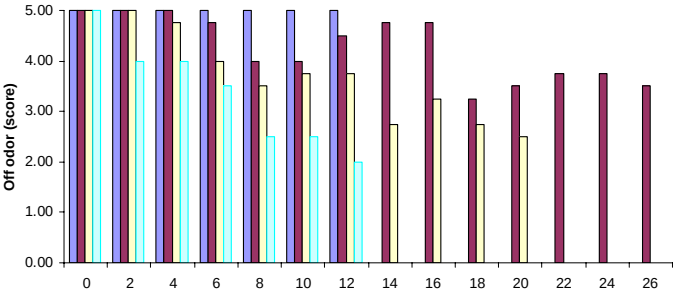
a.



b.



c.



d.

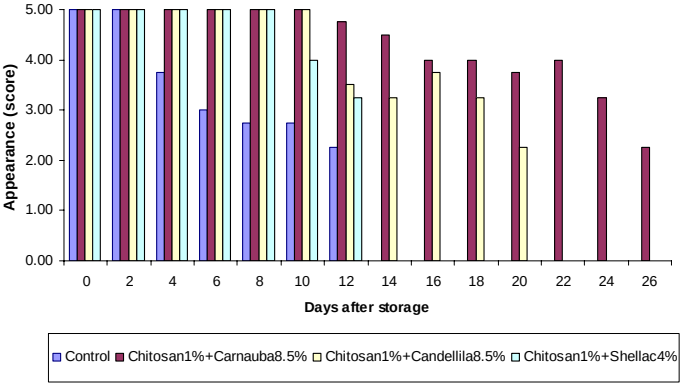


Figure 3 Carbon dioxide concentration (a), taste (b), off odor (c) and appearance (d) of Tangerine cv. Sai Nam Pueng with various coating materials.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 224 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติการภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

พิมพ์ใจ สีหะนาม. 2548. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.154 หน้า.

วงเดือน สุนทรวิภาต. 2546. ผลของสารเคลือบผิวและอุณหภูมิต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 122 หน้า.

วิลาวัลย์ คำปวน. 2549. ผลของการใช้สารเคลือบผิวและอุณหภูมิในการยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มสายน้ำผึ้งสด. รายงานฉบับสมบูรณ์. สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 93 หน้า.

ปรีดา จิตตารมณ์. 2536. การพัฒนาสารเคลือบผิวสำหรับผลส้มเขียวหวาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 หน้า.

Alleyne, V. and R.D. Hagenmaier. 2000. Candelilla-shellac: an alternative formulation for coating apples. HortScience 35: 691-693.

Baldwin, E.A. 1994. Edible coating for fresh fruits and vegetables: past, present and future. pp. 25-64. *In*: J.M. Krochta, E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo (eds.). Edible Coatings and Films to Impove Food Quality. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster.

Chien, P.J., F. Sheu and H.R. Lin. 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry 100: 1160-1164.

Cohen, E., Y. Shalom and I. Rosenberger. 1990. Postharvest ethanol built up and off-flavor of 'Murcott' tangerine fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science 115: 775-778.

El Ghaouth, A., R. Ponnampalam, F. Castaigne and J. Arul. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. Hort Science 27(9): 1016-1018.

El Ghaouth, A., J.L. Smilanick and C.L. Wilson. 2000. Enhancement of the performance of *Candida saitoana* by the addition of glycolchitosan for the control of postharvest decay of apple and citrus fruit. Postharvest Biology and Technology 19: 103–110.

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

Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1993. Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings. Journal of Agricultural and Food Chemistry 41: 283-287.

Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1994. Wax microemulsions and emlsions as citrus coatings. Journal of Agricultural and Food Chemistry 42: 899-902.

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

Kader, A.A. 1985. Postharvest Handling Systems: Subtropical Fruit. pp. 152-156. *In*: A.A. Kader, R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer and J.F. Thompson

(eds.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Berkely.

Mota, W.F.da., L.C.C. Salamao, P.R. Cecon and F.L. Finger. 2003. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. Scientia Agricola 60(1): 51-57.

Porat, R., A. Daus., B. Weiss, L. Cohen, E. Fallik and S. Droby. 2000. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. Postharvest Biology and Technology 18: 151-157.