

ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดีในระหว่างการเก็บรักษา
Effect of Modified Atmosphere Packaging on Quality of Pummelo cv. 'Thong Dee' during Storage

เสาวภา ไชยวงศ์¹ และ อีรพงษ์ เทพกรณ์¹
Saowapa Chaiwong¹ and Theerapong Theppakorn¹

Abstract

Effect of modified atmosphere packaging on quality of pummelo cv. 'Thong Dee' during storage was studied. The matured pummelo for exporting (7.5 months after flowering) was harvested. Then the pummelo was coated by commercial citrus waxes which were Honra (Polyethylene wax 13%) and Citrosol AK (Carnuba wax 18%). In addition, the pummelo was wrapped with polyvinylchloride film (PVC) or packed with liner ('bag-in-box' type) by an active film which its oxygen transmission rate (OTR) of active film was 17,000 cc./m².day. The pummelo was stored at 10°C for 60 days, and every 10 days it was transferred to 25°C (3 days) for stabilizing storage temperature. The qualities of pummelo were evaluated for the gas compositions (O₂ and CO₂) inside fruit, weight loss (%), peel color, the ratio of total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA), vitamin C content, and total polyphenol. The results showed that pummelo coated with Citrosol AK had the lowest O₂ level (4-8%O₂) and the highest CO₂ level (9%CO₂), followed by Honra (12%O₂ and 7%CO₂), respectively. Furthermore, both coating materials and active film could delay peel color. However, %weight loss of coated pummelo with Citrosol AK wax was not different from that of uncoated pummelo. The pummelo in active bag had the lowest weight loss(%), followed by sample coated with Honra wax and wrapped PVC film, respectively. Modified atmosphere packaging didn't affect on TSS/TA and TA levels. However, uncoated pummelo had the highest vitamin C content and total polyphenol content after storage for 50 and 60 days.

Keywords: Pummelo, Modified Atmosphere Packaging, Coating

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดีในระหว่างการเก็บรักษา โดยเก็บเกี่ยวผลส้มโอพันธุ์ทองดีที่ระยะความบิรูรณ์เพื่อการส่งออก (อายุประมาณ 7.5 เดือนหลังดอกบาน) หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงดังต่อไปนี้ การเคลือบผลส้มโอด้วยสาร Honra (Polyethylene wax 13%) และ Citrosol AK (Carnuba wax 18%) ซึ่งเป็นสารเคลือบส้มทางการค้า การหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride; PVC) และการบรรจุแบบ liner ('bag-in-box' type) ในถุงแอคทีฟที่มีอัตราการซึมผ่านก๊าซออกซิเจน (Oxygen Transmission Rate; OTR) 17,000 cc./m².day โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C นาน 60 วัน ระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ทำการย้ายผลส้มโอมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C นาน 3 วัน โดยตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้ ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O₂) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ภายในผลส้มโอ การสูญเสียน้ำหนัก ค่าของสีเปลือก อัตราส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; TSS) และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable Acidity; TA) ปริมาณวิตามินซี ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด พบว่าการเคลือบผลส้มโอพันธุ์ดีด้วยสาร Citrosol AK มีปริมาณก๊าซ O₂ น้อยที่สุด (4-8%O₂) และ CO₂ มากที่สุด (9%CO₂) รองลงมาได้แก่ Honra (12%O₂ และ 7%CO₂) ซึ่งการเคลือบผลและถุงแอคทีฟสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของส้มโอได้ แต่อย่างไรก็ตามผลส้มโอที่เคลือบด้วยสาร Citrosol AK มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากการไม่เคลือบผลและถุงแอคทีฟที่มีการสูญเสียให้น้ำน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ การเคลือบผลด้วยสาร Honra และการหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ตามลำดับ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงไม่มีผลต่อปริมาณ TSS/TA และ TA แต่พบว่า ส้มโอในชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีและสารประกอบฟีนอลมากที่สุด หลังการเก็บรักษานาน 50 และ 60 วัน

คำสำคัญ: ส้มโอ สภาพบรรยากาศดัดแปลง การเคลือบผล

¹ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 57100

¹ School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, C57100

คำนำ

ส้มโอ (*Citrus maxima* Merr. [syn. *C. grandis* (L.) Osbeck] เป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการส่งออก เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี มีรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยว ขึ้นอยู่กับพันธุ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ จากข้อมูลการส่งออกส้มโอในปี 2549 ประเทศไทยสามารถส่งออกส้มโอเป็นมูลค่าถึง 132.90 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2548 คิดเป็น 25% (www.customs.go.th/statistic) โดยเฉพาะส้มโอพันธุ์ทองดีเป็นพันธุ์หนึ่งที่มีการส่งออกเป็นจำนวนมาก เนื่องจากลักษณะเนื้อไม้มีสีชมพูอ่อน กุ้งมีสีชมพูเบียดกันแน่น นุ่ม ฉ่ำน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว (สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, 2549) การเคลือบผลเป็นขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเกี่ยวสำหรับการผลิตส้มโอเพื่อการส่งออก เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าทางสินค้าของส้มโอ ซึ่งยังไม่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รายงานการถึงผลของการเคลือบผลส้มโอต่อคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อการส่งออก โดยการเคลือบผลเป็นวิธีการที่นิยมในการชะลอเสื่อมสภาพของพืชตระกูลส้มที่ผลิตเพื่อการค้า เนื่องจากเป็นวิธีการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงซึ่งช่วยลดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ลดการสูญเสียน้ำ การหายใจและชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก เป็นต้น ซึ่งสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผล grapefruit คือ 3-10%O₂ และ 5-10%CO₂ สามารถชะลอการเสื่อมสภาพและรักษาความแน่นเนื้อได้ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 °C นอกจากนี้หากเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซ O₂ น้อยกว่า 3%O₂ หรือก๊าซ CO₂ มากกว่า 10% CO₂ พบกลิ่นและรสผิดปกติ (Arpaia and Kader, 2006) โดยสารเคลือบผลส้มทั่วไปที่ใช้ทางการค้ามีองค์ประกอบของสารที่สำคัญเช่น Polyethylene, Carnuba, Shellac และ Resin เป็นต้น ดังเช่นการทดลองของ Petracek *et al.* (1996) ได้ทดลองใช้สารเคลือบทางการค้าด้วยสาร Carnuba-based wax และ Polyethylene-base wax กับ white grape fruit พบว่าปริมาณก๊าซ O₂ และ CO₂ ไม่แตกต่างกัน (5-5.8%O₂ และ 9.5-10%CO₂) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 °C นาน 28 วัน และไม่พบปริมาณเอทานอลภายในผล เช่นเดียวกับการไม่เคลือบผล นอกจากนี้การหุ้มด้วยฟิล์ม PVC กับผล 'Minineola' tangelos ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS/TA และปริมาณวิตามินซีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C นาน 30 วัน (Aquino *et al.*, 1998) การศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงด้วยวิธีการเคลือบผล การหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และการบรรจุแบบ liner ด้วยฟิล์มแอคทีฟการต่อคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดีในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อการส่งออก

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลของสารเคลือบและฟิล์มพลาสติกต่อคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดี

ทำการคัดเลือกผลส้มโอพันธุ์ทองดีที่ระยะความบริบูรณ์ 75% (7.5 เดือนหลังจากดอกบาน) ขนาดผลเส้นรอบวง 18-19 นิ้ว น้ำหนักผล 900-1,000 กรัม จากสวนเกษตรกร อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มีทั้งหมด 5 ทรีทเมนต์ได้แก่ ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว) เคลือบผิวสารเคลือบทางการค้า 2 ชนิด จากบริษัท Productos Citrosol, S.A. (Spain) ได้แก่ Citrosol AK (Carnuba wax 18%) Honra (Polyethylene wax 13% และ Wood rosin 3%) ทำการพ่นให้ทั่วทั้งผลในอัตราส่วน 1.25 มล./ผล การหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และการบรรจุแบบ liner ('bag-in-box' type) ในถุงแอคทีฟที่มีอัตราการซึมผ่านก๊าซออกซิเจน (Oxygen Transmission Rate; OTR) 17,000 cc./m².day ขนาดถุง 33 x 38 นิ้ว โดยได้รับการสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ มีทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ผล ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C นาน 60 วัน ระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ทำการย้ายผลส้มโอมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C นาน 3 วัน โดยตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้ ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O₂) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ภายในผลส้มโอด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (Agilent 6890N) การสูญเสียน้ำหนัก(%) ค่าของสีเปลือก (L* a* b*) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable Acidity; TA) ปริมาณวิตามินซีด้วยวิธี 2,6-dichlorophenol-indophenol และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total polyphenol; TP) ด้วยวิธี Folin-Ciocateu

ผล

1. ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O₂) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ภายในผลส้มโอ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในผลโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C และระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ทำการย้ายผลส้มโอมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C นาน 3 วัน พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 20 วันและย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิ 25°C นาน 3 วัน ส้มโอพันธุ์ทองดีที่เคลือบผลด้วยสาร Citrosol AK พบว่าก๊าซ O₂ ภายในผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและหลังจากนั้นปริมาณก๊าซ O₂ คงที่ ซึ่งมีปริมาณก๊าซ O₂ ภายในผลในน้อยที่สุดและก๊าซ CO₂ ภายในผลมากที่สุดคือ 4-8%O₂ และ 9%CO₂ ตามลำดับ

รองลงมาได้แก่การเคลือบผลด้วย Honra มีก๊าซ O₂ และ CO₂ ภายในผล (12%O₂ และ 7%CO₂) สำหรับชุดควบคุมนั้นมีปริมาณก๊าซภายในผลใกล้เคียงกับสภาพบรรยากาศปกติคือ 20%O₂ และ 1.4%CO₂ (Fig. 1)

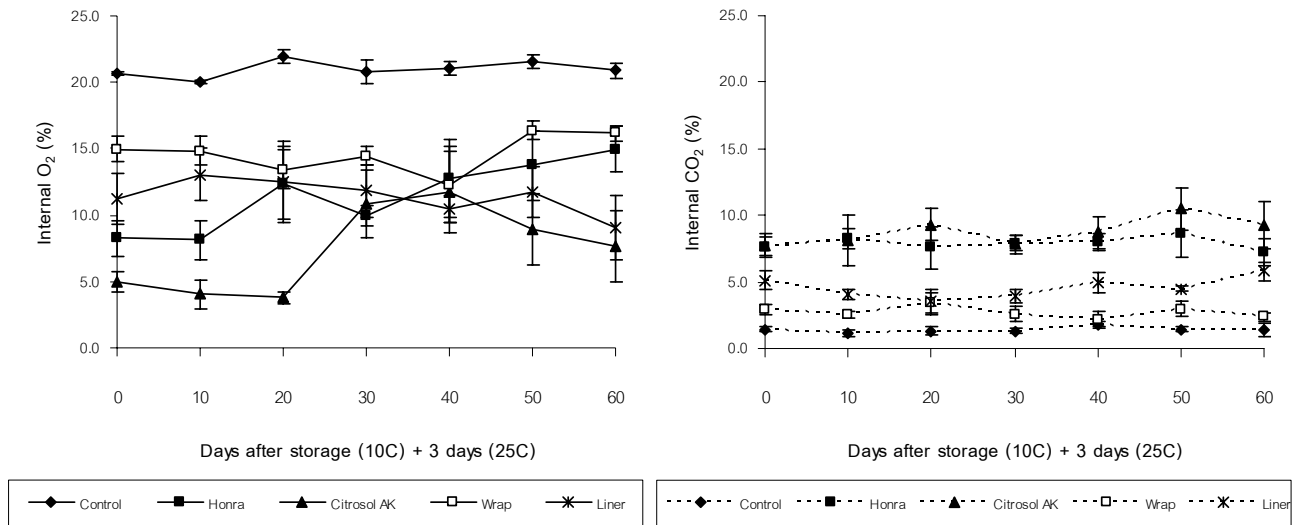


Figure 1 Internal O₂ and CO₂ of coated pummelo (Honra and Citrosol AK), wrapped pummelo, and pummelo in liner packing stored at 10°C for 60 days and every 10 days followed by holding at 25°C for 3 days

2. การสูญเสียน้ำหนัก (%) และค่าของสีเปลือก (L* a* และ b*)

ผลส้มโอที่เคลือบผลด้วยสาร Citrosol AK มีค่าการสูญเสียน้ำหนัก (%) ไม่แตกต่างทางสถิติ (p>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เคลือบผลและมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (6%) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่พบว่าการเคลือบผลส้มโอด้วยสารเคลือบ Honra มีการสูญเสียน้ำหนัก (%) ไม่แตกต่างการหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และการบรรจุแบบ liner มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (0.5%) (Fig. 2A) เมื่อพิจารณาค่าของสีเปลือก พบว่าค่า a* (-) สีเขียวของส้มโอที่เคลือบผลทั้ง 2 ชนิดและการบรรจุแบบ liner ที่มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าน้อยกว่าการหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และชุดควบคุมตามลำดับ (Fig. 2B) ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตพบว่ามีวิธีการดังกล่าวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเช่นกัน สำหรับค่า L* และ b* ให้ผลที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่า a* (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

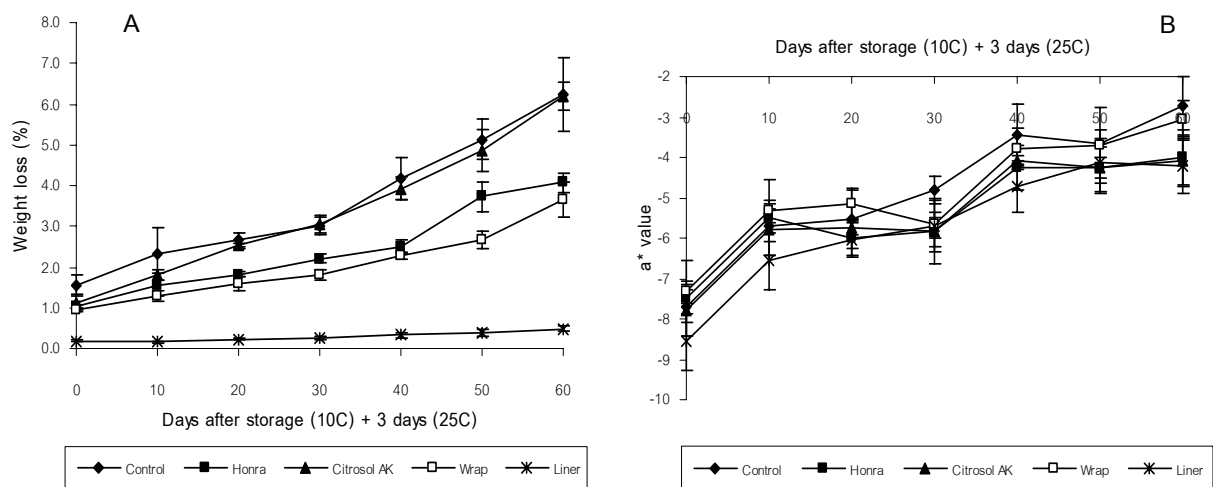


Figure 2 Weight loss (%) (A) and a* values (B) of coated (Honra or Citrosol AK), wrapped pummelo, and pummelo in liner packing stored at 10°C for 60 days and every 10 days followed by holding at 25°C for 3 days

3. ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ TSS/TA และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total polyphenol; TP)

ส้มโอที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศตัดแปลง (การเคลือบผล หุ้มด้วยฟิล์ม PVC และการบรรจุแบบ liner) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C นาน 50 และ 60 วัน มีปริมาณวิตามินซีและปริมาณ TP น้อยกว่าการไม่เคลือบผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Fig. 3A และ 3B) สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS/TA และ TA พบว่าการรักษาภายในสภาพบรรยากาศตัดแปลงและการไม่เคลือบผลมีค่าใกล้เคียงกัน (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

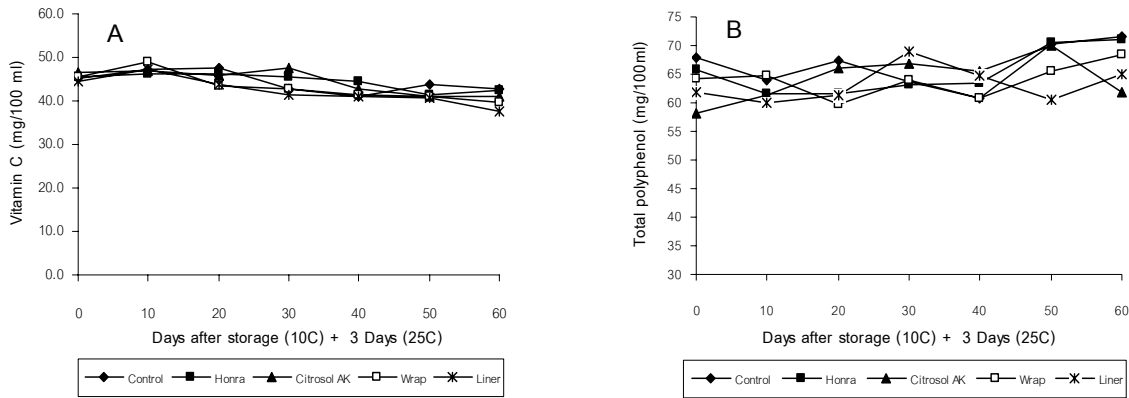


Figure 3 Vitamin C (A) and Total polyphenol (B) of coated (Honra or Citrosol AK), wrapped pummelo, and pummelo in liner packing stored at 10°C for 60 days and every 10 days followed by holding at 25°C for 3 days

วิจารณ์ผล

ส้มโอพันธุ์ทองดีที่เคลือบผลด้วยสารเคลือบ Citrosol AK Honra และการบรรจุแบบ liner ที่มีค่า a* ใกล้เคียงกันและน้อยกว่าการหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และชุดควบคุมตามลำดับ โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกสีเขียวได้ สอดคล้องกับปริมาณก๊าซ O₂ และ CO₂ ภายในผลส้มโอที่พบว่าเคลือบผลด้วย Citrosol AK (4-8%O₂+ 9%CO₂) Honra (12%O₂+ 7%CO₂) และการบรรจุ liner (11%O₂ + 5%CO₂) ซึ่งใกล้เคียงกับการเก็บรักษาในสภาพตัดแปลงของผล grape fruit (3-10%O₂ + 5-10%CO₂) (Arpaia and Kader, 2006) สอดคล้องกับรายงานของ Hagenmaier and Baker (1993) ที่พบว่าเคลือบผลส้ม Valencia ด้วย Carnuba wax 20% มีปริมาณ CO₂ (7.6%) มากกว่าการเคลือบผลด้วย Polyethylene wax 14% (6.2%) อย่างไรก็ตามการเคลือบผลด้วยสารดังกล่าวมีค่าอัตราการหายใจที่ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่าการไม่เคลือบผล ดังนั้นการใช้สารเคลือบทั้ง 2 ชนิดและการบรรจุแบบ liner คาดว่ามีอัตราการหายใจที่ใกล้เคียงกันเป็นผลให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเขียวของส้มโอพันธุ์ทองดีได้ ด้านการสูญเสียน้ำของส้มโอพบว่า การเคลือบผลด้วยสารเคลือบ Citrosol AK มีการสูญเสียไม่แตกต่างกับการเคลือบผล สอดคล้องกับศึกษาของ Mannheim and Soffer (1996) พบว่าการเคลือบผลส้มเขียวหวานพันธุ์ 'Valencia' ด้วยสาร Natural zivdar (camuba-based wax) ไม่แตกต่างกับการไม่เคลือบผล นอกจากนี้ส้มโอที่ไม่เคลือบผลมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าการเก็บในสภาพบรรยากาศตัดแปลง มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการศึกษาชนิดฟิล์ม Cryovac-MR และ Goglio-LDPE พบว่าปริมาณก๊าซภายในผลส้มเขียวหวานพันธุ์ Malvasio (5%O₂ + 12%CO₂) และ (3%O₂ + 20%CO₂) ตามลำดับ โดยพบปริมาณวิตามินซี 27.9 mg/100ml และ 23.2 mg/100ml ซึ่งน้อยกว่าการไม่เคลือบผล (32.1 mg/100ml) ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C นาน 42 วัน และย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิ 20°C นาน 7 วัน (Aquino et al., 2001)

เอกสารอ้างอิง

Aquino, S.D., M. Agioni, S. Schirru and M. Agabbio. 2001. Quality and physiological changes of film packaged 'Malvasio' mandarin during long term storage. *Lebensm-Wiss. U.-Technol* 34: 206-214.

Arpaia, M.L. and A.A. Kader, 2006. Grapefruit. Available: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/grapefruit.shtml> (26 November, 2006)

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

Mannheim, C.H. and T. Soffer. 1996. Permeability of different wax coatings and their effect on Citrus fruit quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 44: 919-923.