Thesis Title Effects of Coating Materials on Biochemical Changes of Tangerine Fruit cv. Sai Nam Phueng

Author Miss Pimjai Seehanam

Degree Doctor of Philosophy (Horticulture)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Danai Boonyakiat	Chairperson
Prof. Dr. Nithiya Rattanapanone	Member
Asst. Prof. Dr. Kobkiat Saengnil	Member

ABSTRACT

Tangerine fruit cv. Sai Nam Phueng were coated with 9 commercial coatings; Citrashine, Sealkote, Fomesa, Rosy Plus, Citrosol AK, Supershine-C, Zivdar, Perfect Shine, and WAX (unknown), a PE microemulsion, and two concentrations of chitosan solutions (1.5% and 2.0%). Uncoated fruit were used as controls. These tangerine fruit were stored at room temperature (23±3°C) and 56±5% relative humidity (RH) for 7 days. The peel color, physiological and chemical changes were determined. Among coated treatments, Zivdar exhibited the best gas exchange results. Fruit coated with Zivdar and Perfect Shine had lower internal ethanol content than fruit with the other coatings. In general, coated fruit had lower respiration rates and higher alcohol dehydrogenase (ADH) activities than the non-coated fruit. Coatings reduced weight loss, formation of off-flavor and resulted in better appearance of the fruit. However, the effects on skin color, total soluble solids (TSS), pH, titratable acidity (TA), TSS/TA ratio and vitamin C content were not detected.

In another experiment, tangerine fruit were coated with Citrashine, Sealkote, Rosy Plus, Zivdar, Perfect Shine, a PE microemulsion, 2.0% chitosan or non-coated

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

fruit were stored at 5±2°C (90±2% RH), 10±2°C (90±2% RH) and an ambient temperature of 23±3°C (50±3% RH). The results indicated that tangerine fruit stored at low temperatures and high RH had lower weight losses than fruit stored at ambient temperature. The fruit stored at 5 and 10°C had higher internal O_2, lower internal CO_2 and ethanol contents than fruit stored at ambient temperature. Tangerine fruit stored at low temperature had less off-flavor and better appearance than fruit stored at higher (ambient) temperature. Storage temperature had a negative impact on ADH activities, peel color and TSS but had no effect on pH, TA, TSS/TA ratio and vitamin C content. The fruit coated with Citrashine, Sealkote, Rosy Plus and Zivdar had less weight loss than non-coated fruit. Tangerine fruit coated with Rosy Plus, Zivdar and 2.0% chitosan had the maximum level of gas exchange. Coated fruit tended to have higher internal ethanol content and ADH activities than non-coated fruit. Like in the first experiment, coatings had no effect on peel color, TSS, pH, TA, TSS/TA ratio and vitamin C during low temperature storage.

Tangerine fruit cv. Sai Nam Phueng were coated with 3 commercial coatings (Zivdar, Fomesa and Citrashine) by a commercial method in a packing house of Sai Thong Company Limited and non-coated tangerine fruit were used as controls. All coated fruit were stored at room temperature (24±3°C) and 56±9% RH for 10 days or stored at 5°C and 85±3% RH for 41 days. The physiological and physico-chemical changes were recorded. The results indicated that the peel of tangerine fruit coated with Zivdar had the optimal exchange of O_2 and CO_2 gases. The coated tangerine fruit with Zivdar had a lower level of internal ethanol content. The formation of off-flavor also occurred at a slower rate than the other fruit which were pre-coated with other materials. In addition, coatings also resulted in decrease of weight loss and had better appearance than the non-coated fruit. However, coating had no effect on the skin color and other chemical compositions.

The development of various coating formulas were carried out for five set of coating materials and coated fruit were stored at room temperature. The results showed that the best coating material was composed of 17.5% polyethylene and 0.5% shellac. Coatings materials which contained carnauba and candelilla waxes assisted in the lowering of weight loss. However, the disadvantages included the rapid

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

occurrence of off-flavor. The coating agents composed of zein, chitosan, and gum arabic were not suitable for tangerine cv. 'Sai Nam Phueng'.

The best four formulations of coating materials from previous experiment were composed of the following; formulation A (8% candelilla microemulsion + 12% commercial polyethylene), formulation B (17.5% commercial polyethylene + 0.5% shellac in ethanol), formulation C (17.5% commercial polyethylene + 0.5% shellac micro-emulsion), and formulation D (17.5% polyethylene microemulsion + 0.5% shellac microemulsion). These coating materials were compared with Zivdar coated fruit and non-coated fruit during storage at room temperature (27±3°C) and 56±11% RH for 11 days. The results indicated that tangerine fruit coated with formulation A had the least weight loss but showed off-flavor faster and to a greater extent than fruit which were coated with other formulations. The coated tangerine fruit with formulations B, C, D, and Zivdar exhibited decreased weight loss by 45-50% and there were no differences in flavor or visual appearance. Moreover, the fruit peel which was coated with formulation B, C, D and Zivdar allowed a similar level of gas exchange but at a better rate than formulation A. Coatings had effects on pyruvate decarboxylase (PDC) and ADH activities, but had no effect on chemical compositions of tangerine fruit.

The surface of tangerine fruit coated with all commercial coatings formulations A, B, C, D and uncoated fruit were examined by Scanning electron microscopy (SEM). It was shown that the surface of uncoated fruit had irregular platelets in shape, size and were rough in appearance. Some coatings on the fruit surface showed a uniform and continuous surface, but some coatings resulted in cracked surfaces. Zivdar wax and formulation D had a uniform layer. The permeability to O_2 and water vapor were determined only for formulation D and Zivdar after coating on a cast polypropylene film and kraft paper. It was found that the two coatings had quite similar permeance values for O_2 and water vapor.

Keywords : coating material, tangerine fruit cv. 'Sai Nam Phueng', polyethylene, shellac, internal gases

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของสารเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

ผู้เขียน นางสาวพิมพ์ใจ สีหะนาม

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. ดนัย บุณยเกียรติ	ประธานกรรมการ
ศาสตราจารย์ ดร. นิธิยา รัตนาปนนท์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ แสงนิล	กรรมการ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ใช้สารเคลือบผิวทางการค้า 9 ชนิด ได้แก่ Citrashine, Sealkote, Fomesa, Rosy Plus, Citrosol AK, Supershine-C, Zivdar, Perfect Shine และ Wax (unknown) เปรียบเทียบกับสารเคลือบผิวที่เตรียมขึ้นเอง คือพอลิเอทิลีนไมโครอิมัลชัน (PE microemulsion) สารละลายไคโทซาน (chitosan) ความเข้มข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ และผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวเป็นชุดควบคุม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (23±3 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 56±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน ผลการทดลองในกรรมวิธีของการเคลือบผิว พบว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Zivdar เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ดีที่สุด และผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Zivdar และ Perfect Shine มีปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นน้อยกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ผลส้มที่เคลือบผิวยังมีอัตราการหายใจต่ำกว่า และมีกิจกรรมของเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase) สูงกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว และการเคลือบผิวช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ และมีลักษณะปรากฏดี แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซีของผลส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Citrashine, Sealkote, Rosy Plus, Zivdar, Perfect Shine, พอลิเอทิลีนไมโครอิมัลชัน, ไคโทซาน 2.0 เปอร์เซ็นต์ และที่ไม่ได้เคลือบผิว แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 เปอร์เซ็นต์; 10±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±2 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง (23±3 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 50±3 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูงสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในผลส้มสูงกว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลส้ม และปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นต่ำกว่าผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำทำให้ผลส้มเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติน้อยกว่าและมีลักษณะปรากฏดีกว่าผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิที่เก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส สีเปลือก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่ไม่มีผลต่อค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี ผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Citrashine, Sealkote, Rosy Plus และ Zivdar สูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว โดยผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Rosy Plus, Zivdar และไคโทซาน 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด และมีปริมาณเอทานอลในน้ำคั้น และกิจกรรมของเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนสสูงกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว แต่การเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของวิตามินซีของผลส้ม

ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า 3 ชนิด ได้แก่ Zivdar, Fomesa และ Citrashine โดยวิธีทางการค้าที่โรงแวกซ์ส้มของบริษัทสวนส้มทรายทองจำกัด และผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (24±3 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 59±6 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน หรือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85±3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 41 วัน แล้ววิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการทดลอง พบว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Zivdar มีการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด และมีปริมาณเอทานอลในน้ำคั้นน้อยกว่าและเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติช้ากว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดอื่นๆ นอกจากนี้การเคลือบผิวผลส้มยังช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และช่วยให้ผลส้มมีลักษณะปรากฏดีกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว แต่ไม่มีผลต่อค่าสีเปลือก และส่วนประกอบทางเคมีอื่นๆ ของผลส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสูตรสารเคลือบผิวและได้ทดลองเคลือบผิวผลส้มรวม 5 ชุดทดลอง โดยเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ผลการทดลองพบว่าสารเคลือบผิวที่ประกอบด้วยพอลิเอทิลีน 17.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเชลแล็ก 0.5 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับเคลือบผิวผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมากที่สุด และสารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของคาร์นูบาและแคนเดลลิลลาแวกซ์ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด แต่มีข้อเสียคือทำให้ผลส้มเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติเร็ว ส่วนสารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของเซอีน ไคโทซาน และกัมอะราบิกไม่สามารถใช้เคลือบผิวผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งได้

ผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่พัฒนาขึ้น 4 สูตร คือ สูตร A ประกอบด้วยแคน-เดลลิลลาไมโครอิมัลชัน 8 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับพอลิเอทิลีน 12 เปอร์เซ็นต์ สูตร B ประกอบด้วยพอลิเอทิลีน 17.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเชลแล็กในเอทานอล 0.5 เปอร์เซ็นต์ สูตร C ประกอบด้วยพอลิเอทิลีน 17.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเชลแล็กไมโครอิมัลชัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และสูตร D ประกอบด้วยพอลิเอทิลีนไมโครอิมัลชัน 17.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเชลแล็กไมโครอิมัลชัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Zivdar และผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27±3 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 56±11 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 11 วัน พบว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสูตร A สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด แต่ผลส้มเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติเร็วกว่าและมากกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดอื่นๆ สำหรับสารเคลือบผิวสูตร B, C, D และ Zivdar สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ประมาณ 45-50 เปอร์เซ็นต์ เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ มีลักษณะปรากฏภายนอกไม่แตกต่างกัน เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ใกล้เคียงกันและดีกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสูตร A นอกจากนี้ยังพบว่าสารเคลือบผิวทุกชนิดมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไพรูเวตดีคาร์บอกซิเลสและแอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีอื่นๆ ของผลส้ม

เมื่อนำผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวและที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสูตร A, B, C, D และสารเคลือบผิวทางการค้าทั้ง 9 ชนิด ไปดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM) พบว่าสารที่เคลือบผิวตามธรรมชาติมีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ ไม่เรียบ รูปร่างและขนาดไม่แน่นอน และขรุขระ ในขณะที่การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวบางชนิดสามารถเคลือบผิวได้เรียบและต่อเนื่องเป็นแผ่นเดียวกัน มีลักษณะที่คล้ายกัน แต่บางชนิดเกิดรอยแตก เมื่อนำสารเคลือบผิวสูตร D และ Zivdar ไปเคลือบบนพอลิโพรพิลีนฟิล์ม (cast polypropylene film) และกระดาษคราฟ (kraft paper) แล้ววัดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและอัตราการแลกเปลี่ยนไอน้ำ ตามลำดับ พบว่าสารเคลือบผิวทั้งสองชนิดมีอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สและไอน้ำใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : สารเคลือบผิว ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พอลิเอทิลีน เชลแล็ก ปริมาณแก๊สภายในผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved