วารสารเกษตร 18(1) : 24 - 32 (2545)
Journal of Agriculture 18(1) : 24 - 32 (2002)

ผลของการเคลือบผิวด้วยสารอิมัลชันและไคโตแซน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของสาลี่

Effect of Emulsion and Chitosan Coating on Postharvest Quality of Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai)

เสาวคนธ์ นุสติ[1/] และดนัย บุณยเกียรติ[1/]

Saowakon Nusati[1/] and Danai Boonyakiat[1/]

Abstract : Pear fruit cv. Yokoyama Wase was coated with palm oil, emulsion of oil in water (1 : 4, 1 : 9 and 1 : 19) using egg yolk as emulsifier, and 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% chitosan solutions. The coated fruits were stored in cardboard boxes at room temperature (30 ± 2°C) and 85% relative humidity. Coating fruits with 1.0% chitosan extended storage life to 12.7 days. Coating fruits with emulsion 1 : 4, palm oil and 1.5% chitosan prolonged the storage life to 11.5, 10.3 and 10.2 days, respectively compared to that of untreated fruit which was 10.0 days. Emulsion ratios 1 : 9, 1 : 19 and 2.0% chitosan reduced storage life to 9.0 days. Coating fruits with 1.0% chitosan minimized weight loss, firmness and changing of skin colour. There was no significant difference in total soluble solids, vitamin C, titratable acidity and acceptability of taste panels between coated and untreated pears. Coating fruits with palm oil and emulsion (1 : 4) had brown pulp and off flavour.

บทคัดย่อ : การเคลือบผิวผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase ด้วยน้ำมันปาล์ม และสารอิมัลชัน (น้ำมันในน้ำ) ของน้ำมันปาล์มและน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 4, 1 : 9 และ 1 : 19 โดยใช้ไข่แดงเป็นอิมัลซิไฟเออร์และสารละลายไคโตแซน 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในกล่องกระดาษแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานาน 12.7 วัน ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบด้วยสารอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4 น้ำมันปาล์ม และไคโตแซน 1.5 เปอร์เซ็นต์มีอายุการเก็บรักษานาน 11.5, 10.3 และ 10.2 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลสาลี่ที่ไม่เคลือบผิวซึ่งเก็บรักษาได้นาน 10.0 วัน ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยสารอิมัลชันอัตรา

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Hortculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

ส่วน 1 : 9, 1 : 19 และไคโตแซน 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาลดลงเหลือ 9.0 วัน การเคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1.0 เปอร์เซ็นต์ ลดการสูญเสีย น้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี กรดที่ไตเตรทได้ และการยอมรับของผู้ทดสอบชิมไม่แตกต่างกับสาลี่ที่ไม่เคลือบผิวผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม และสารอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4 มีเนื้อภายในผลสีน้ำตาลและมีกลิ่นหมัก

Index words : ไคโตแซน เคลือบผิวผล การจัดการหลังเก็บเกี่ยว สาลี่
Chitosan, Fruit Coating, Portharvest mangernent, pear

คำนำ

สาลี่ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) เป็นไม้ผลในตระกูล Rosaceae จำแนกออกตามแหล่งปลูกที่สำคัญได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ สาลี่ยุโรป (Common pear or European pear) และสาลี่จีน หรือสาลี่ญี่ปุ่น หรือสาลี่เอเชีย (Chinese pear or Japanese pear or Asian pear) สาลี่จีนเป็นสาลี่ที่สามารถปลูกและให้ผลผลิตดีในประเทศไทยได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้า (ปวิณและคณะ, 2537 ; Westwood, 1978) แต่พบปัญหาสำคัญคือมีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวสั้น เมื่อนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นเพื่อรอการขนส่งหรือรอการจำหน่าย จะพบอาการเนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้มฉ่ำน้ำ (Internal browning or water core) และมีอาการผิดปกติคือเนื้อในผลเป็นจุดๆ (Flesh spot decay) เป็นเหตุให้คุณภาพลดลงอย่างรวดเร็วไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค (จตุรพร, 2541) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้เหมาะสม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี และวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กับผลไม้คือการเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารเคลือบผิว ซึ่ง Ben-Yehoshua *et al.* (1985) รายงานว่าการเคลือบผิวผลไม้เป็นการควบคุมบรรยากาศภายในผลไม้จึงมีผลทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาชะลอการสุกและรักษาคุณภาพของผลไม้ได้ แต่สารเคลือบผิวที่ใช้ทางการค้าในปัจจุบันส่วนใหญ่ผลิตในต่างประเทศมีราคาแพง ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้สารเคลือบผิวที่เป็นอิมัลชันและไคโตแซนเพื่อรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลสาลี่

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ส่งมาที่งานคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง ภายในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง คัดผลที่มีคุณภาพดีโดยการสังเกตสีผิว และลักษณะความสมบูรณ์ของผล ทดสอบลอยในน้ำ เลือกผลที่จมน้ำ มีขนาดน้ำหนักระหว่าง 350 - 450 กรัม แช่ผลสาลี่ในสารละลายเบนเลทความเข้มข้น 500 ส่วนต่อล้านส่วนนาน 5 นาที ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปเคลือบผิวโดยใช้สารเคลือบผิวประเภทน้ำมันปาล์ม สารละลายอิมัลชัน (น้ำมันปาล์มผสมน้ำ) และไข่แดงเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และไคโตแซน เปรียบเทียบกับไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 9 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำแต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสาลี่ 14 ผล

วิธีการที่ 1 น้ำมันปาล์ม 100 เปอร์เซ็นต์ (1 : 0)
วิธีการที่ 2 น้ำมันปาล์ม 20 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 4)
วิธีการที่ 3 น้ำมันปาล์ม 10 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 9)
วิธีการที่ 4 น้ำมันปาล์ม 5 มิลลิลิตร/น้ำกลั่น 95 มิลลิลิตร/ไข่แดง 3 มิลลิลิตร (1 : 19)
วิธีการที่ 5 ไคโตแซน ความเข้มข้น 0.5เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 6 ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.0เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 7 ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.5เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 8 ไคโตแซน ความเข้มข้น 2.0เปอร์เซ็นต์
วิธีการที่ 9 ไม่เคลือบผิว

บันทึกผล

- อายุการเก็บรักษา
- ลักษณะปรากฏภายนอก พิจารณาจากการเน่าเสีย ลักษณะผิดปกติต่างๆ เช่น ผิวผลมี สีคล้ำเหี่ยว และเน่า
- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
- ความแน่นเนื้อ วัดโดยใช้เครื่อง Metek Hunter Spring ขนาด 10 กิโลกรัม ลักษณะหัวที่ใช้เป็น Cone shape ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- การเกิดสีเนื้อน้ำตาลในเนื้อผลสาลี่ กำหนดให้เป็นระดับคะแนน ดังนี้

5 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 1-20 เปอร์เซ็นต์
4 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 21-40 เปอร์เซ็นต์
3 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 41-60 เปอร์เซ็นต์
2 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล 61-80 เปอร์เซ็นต์
1 = เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผล >80 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่มีระดับคะแนนมากแสดงว่ามีการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลในระดับต่ำ

- ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้วัดโดยใช้เครื่อง Hand refractometer
- ปริมาณวิตามินซี โดยวิธีการของ AOAC (1990)
- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิม

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. อายุการเก็บรักษา

ผลสาลี่ที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษามีสีเหลือเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมีสีคล้ำเหี่ยว และมีร่องรอยการเข้าทำลายของโรคหรือแมลง และเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์พบว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุดคือ 12.7 วัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการรายงานของ EL-Ghaouth *et al.* (1991) ที่ใช้ไคโตแซน ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวผลสตรอเบอรี สามารถยับยั้งการเกิดโรคจากเชื้อราได้และมีอายุการเก็บรักษานานถึง 21 วัน ซึ่งสายชล (2528) รายงานว่าการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสามารถชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในของผลได้ ทำให้ผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 4 น้ำมันปาล์ม ไคโตแซน 1.5 เปอร์เซ็นต์ ชุดควบคุม อิมัลชันอัตราส่วน 1 : 9 และไคโตแซน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 11.5 - 9.2 วัน ขณะที่ผลสาลี่ที่เคลือบผิวผลด้วยอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 19 และไคโตแซน 2.0 เปอร์เซ็นต์มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด คือ 9.0 วัน (ตารางที่ 1)

Table 1 Storage life of pear fruit stored at room temperature (30 ± 2° C).

Treatments	Storage life (days)
Control	10.0 ^{c}
Palm oil	10.3 ^{bc}
Emulsion ratio 1 : 4	11.5 ^{ab}
Emulsion ratio 1 : 9	9.0 ^{c}
Emulsion ratio 1 : 19	9.0 ^{c}
Chitosan 0.5 %	9.2 ^{c}
Chitosan 1.0 %	12.7 ^{a}
Chitosan 1.5 %	10.17 ^{bc}
Chitosan 2.0 %	9.0 ^{c}
$LSD_{0.05}$	1.44
C.V. (%)	8.31

Means in column with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลสาลี่

2.1 ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของผลสาลี่ ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชันและไคโตแซน แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในระยะแรกของการเก็บรักษาไม่พบลักษณะผิดปกติในทุกกรรมวิธี ต่อมาเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นพบการเปลี่ยนแปลงของผิวเปลือก โดยผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม และอิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 4 นั้น สีผิวเปลือกค่อนข้างคล้ำและไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง บางส่วนของผลยุบตัว เช่น ที่บริเวณขั้วผล หรือปลายผล สาลี่ไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการสุกได้อย่างปกติ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสารเคลือบผิวที่ใช้ไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูงไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ Pyruvic dehydrogenase และ Alcohol dehydrogenase ทำให้เกิดกระบวนการหมักส่งผลให้เกิดการสะสมของอะซิตัลดีไฮด์ และเอทิลแอลกอฮอล์ มีผลทำให้ผลสาลี่มีสีเปลือกคล้ำลง เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ (จริงแท้, 2538 ; คนัย, 2540; Ke *et al.* 1990) เช่นเดียวกับผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase แสดงอาการผิดปกติเมื่อเคลือบผิวด้วยแวกซ์ (Sornsrivichi *et al.*,1990a) ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน คือผิวเปลือกมีสีคล้ำลง และแห้งเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเฉพาะการใช้น้ำมันปาล์ม

2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยกรรมวิธีต่างๆและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ชุดควบคุม ผลสาลี่มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดคือ 3.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ อิมัลชันอัตราส่วน 1 : 19 และไคโตแซน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ คือ 3.54 และ 3.29 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่เคลือบผิวผลสาลี่ด้วย ไคโตแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 2.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งนิภา (2540) รายงานว่าการใช้สารเคลือบ

ผิวในปริมาณที่เหมาะสมนั้นสามารถลดการสูญเสียน้ำที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักได้ และยังลดอัตราการหายใจภายหลังการเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับการรายงานของชลิต (2540) ที่ใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมัน ข้าวโพด และน้ำมันถั่วลิสง สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่ และการเคลือบผิวทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยอิมัลชันอัตราส่วน 1 :4 สามารถลดการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลได้ (ดนัยและนิธิยา, 2543)

2.3 ความแน่นเนื้อ ผลสาลี่ในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงตามระยะของการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยพบว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม มีความแน่นเนื้อสูงสุด เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานาน 9 วัน คือ 5.40 กิโลกรัม และชุดควบคุม มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด คือ 3.98 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) อาจเนื่องจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้มีปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลต่ำยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีนซึ่งเป็นก๊าซที่มีผลต่อกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพ ส่งผลให้ผลสาลี่ที่เคลือบผิวรักษาความแน่นเนื้อและความกรอบไว้ได้ (Yang, 1985) กล้วยไข่ที่เคลือบผิวมีความแน่นเนื้อสูงกว่ากล้วยไข่ที่ไม่ได้เคลือบผิว (ชลิต, 2540) การใช้ TAL-Prolong เคลือบผิวผลแอปเปิลพันธุ์ McIntosh (Chu, 1986) และการใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวแอปเปิลพันธุ์ Rall's Janet (Yu and Dong, 1998) สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าผลแอปเปิลที่ไม่ได้เคลือบผิว

2.4 การเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลสาลี่ ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 4, 1 :9 และไคโตแซน 1.5 เปอร์เซ็นต์นั้นพบว่าเนื้อภายในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และอาการรุนแรงมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ในวันที่ 9 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4 และ 1 : 9 มีผลทำให้เกิดเนื้อสีน้ำตาลภายในผลสาลี่สูง อาจเนื่องมาจากในสูตรของสารเคลือบผิวดังกล่าวมีสัดส่วนของน้ำมันเป็นส่วนผสมสูง อนุภาคของเม็ดน้ำมันไปปิดรูเปิดตามธรรมชาติของผิวผลทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง มีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลสูง (ดนัยและนิธิยา, 2543) ส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้นภายในผล เช่น อาการ CO_2 injury ลักษณะคล้ายกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่ามีการเกิดสีน้ำตาลบริเวณแกนกลางและเนื้อผล ซึ่ง Vettman and Schaik (1997) รายงานว่าอาการเนื้อสีน้ำตาล (flesh browning) และ hollow core ในผลสาลี่อาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ เก็บรักษาในสภาพมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงและอาการจะยิ่งรุนแรงถ้าหากปริมาณออกซิเจนลดต่ำด้วย รวมถึงการเก็บเกี่ยวผลที่ช้ากว่ากำหนด ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุม เนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเล็กน้อย

2.5 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 วัน ผลสาลี่ชุดควบคุม และผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงสุด คือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วย ไคโตแซน 1.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ อิมัลชัน 1 : 19 ไคโตแซนความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันปาล์ม และอิมัลชัน อัตราส่วน 1 : 4 คือ 0.41, 0.36, 0.35, 0.32, 0.26 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน 1 : 9 มีปริมาณกรดที่ ไตเตรทได้น้อยที่สุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ปริมาณกรดในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มที่ลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภานุมาศ (2530) พบว่าการลดลงของกรดในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนั้นเนื่องมาจากมีกระบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมสูงและคาดว่ามีการนำกรดไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการหายใจด้วย จากการทดลองพบว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันมีการลดลงของปริมาณกรดอย่างรวดเร็ว อาจเนื่องจากผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันนี้เกิดเนื้อสีน้ำตาลภายในผล ซึ่งเป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยา ส่งผลให้มีกระบวนการทางชีวเคมีและอัตราการหายใจสูงเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ กรดจึงถูกนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในขบวนการหายใจ มีผลทำให้มีปริมาณกรดลดลงต่ำกว่าผลสาลี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว

2.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ผลสาลี่ในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันน้อยมาก และลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ผลสาลี่ในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสาลี่ที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษานั้นเนื่องจากผลสาลี่เป็นผลไม้ประเภทบ่มสุก (climacteric fruit) มีการใช้น้ำตาลเป็นสารตั้งต้น (substrate) สำหรับการหายใจในระหว่างการเก็บรักษา (Matto *et al.*, 1975) ผลแอปเปิลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 6, 9 และ 12 วันมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Savage and Savage, 1994) เช่นเดียวกับ Krishnamurthy and Subramanyam (1970) ที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และกรดของผลสาลี่มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น

2.7 ปริมาณวิตามินซี เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณวิตามินซีในผลสาลี่ลดลง โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 วัน ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ 3.50 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ ผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม อิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4 ชุดควบคุม ไคโตแซนความเข้มข้น 1.5, 1.0, 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ อิมัลชัน 1 : 19 คือ 2.52, 2.16, 1.97, 1.66, 1.54 และ 1.54 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 9 มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด คือ 1.11 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 2) ผลสาลี่ที่เคลือบผิวมีปริมาณ วิตามินซีสูงกว่าผลสาลี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว และลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การเคลือบผิวผลสาลี่พันธุ์ Ankara ด้วย Semperfresh และ Johnfresh ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีได้ (Sumemnue and Bayindirli, 1994) เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้สูญเสียวิตามินซีได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (สายชล, 2528) นอกจากนี้ส่วนประกอบของบรรยากาศในการเก็บรักษาที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำจะลดการสูญเสียกรดแอสคอบิกได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันดังนั้นการเคลือบผิวเป็นการจำกัดการแลกเปลี่ยนของก๊าซทำให้มีออกซิเจนภายในผลสาลี่น้อยจึงอาจช่วยชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ (Thompson, 1955)

2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนและผลสาลี่ชุดควบคุมสูงกว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยอิมัลชัน โดยให้การยอมรับผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซน 1.0

เปอร์เซ็นต์ สูงสุด คือ 5.00 คะแนน ส่วนสาลี่ในกรรมวิธีที่เคลือบผิวด้วยน้ำมันปาล์ม ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด คือ 2.33 คะแนน เนื่องจากว่าผลสาลี่ในกรรมวิธีนี้มีเนื้อภายในผลเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลมากที่สุด และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นเกิดกลิ่นหมัก และมีรสชาติที่เปลี่ยนไปจึงได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำ

Table 2 Physico-chemical quality of pear fruits stored at room temperature (30 ± 2° C) for 9 days.

Treatments	Weight (%)	Firmness (kg.)	Total soluble solids (%)	Total acidity (%)	VitaminC (mg./100 g.)
Control	3.74 ^{a}	3.98 ^{b}	10.46	0.45 ^{a}	1.97 ^{bc}
Palm oil	2.83 ^{bcd}	5.40 ^{a}	9.90	0.26 ^{cd}	2.52 ^{b}
Emulsion ratio 1 : 4	2.83 ^{bcd}	5.11 ^{a}	10.00	0.26 ^{cd}	2.16 ^{bc}
Emulsion ratio 1 : 9	2.73 ^{bcd}	5.16 ^{a}	10.00	0.25 ^{d}	1.11 ^{d}
Emulsion ratio 1 : 19	3.54 ^{ab}	4.13 ^{b}	10.67	0.35 ^{abcd}	1.54 ^{cd}
Chitosan 0.5 %	3.29 ^{abc}	4.02 ^{b}	10.40	0.45 ^{a}	1.54 ^{cd}
Chitosan 1.0 %	2.16 ^{d}	5.38 ^{a}	10.51	0.36 ^{abc}	1.60 ^{cd}
Chitosan 1.5 %	3.00 ^{abcd}	5.00 ^{a}	10.53	0.41 ^{ab}	1.66 ^{cd}
Chitosan 2.0 %	2.47 ^{cd}	4.70 ^{ab}	10.07	0.32 ^{bcd}	3.50 ^{a}
$LSD_{0.05}$	0.90	0.67	ns	0.04	0.84
C.V. (%)	17.79	9.97	-	18.41	25.03

Means in column with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$

สรุปผลการทดลอง

1. การเคลือบผิวผลสาลี่ด้วยไคโตแซนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของสาลี่ได้ดีกว่าการไม่ได้เคลือบผิวเล็กน้อย โดยสีเปลือกของสาลี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเหลืองและเหี่ยวช้ากว่าผลสาลี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ส่วนไคโตแซนความเข้มข้น 0.5, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถชะลอการสุกและการเน่าเสียของผลสาลี่ได้

2. การเคลือบผิวผลสาลี่ด้วยน้ำมันปาล์มอิมัลชันอัตราส่วน 1 : 4, 1 : 9 และ 1 : 19 ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลสาลี่พันธุ์ Yokoyama Wase ได้ และทำให้เกิดลักษณะผิดปกติ ผิวมีสีคล้ำ เกิดเนื้อสีน้ำตาลและเกิดกลิ่นหมัก ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับต่ำ

เอกสารอ้างอิง

จตุพร รักษ์งาร. 2541. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับอาการเนื้อสีน้ำตาลของสาลี่เอเชีย. งานวิจัยมูลนิธิโครงการหลวง. จุลสารไม้ผล. 1(3) : 16.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 396 น.

ชลิต เขาวงศ์ทอง. 2540. ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้และอุณหภูมิต่อคุณภาพกล้วยไข่หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 118 น.

ดนัยบุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 224 น.

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2543. สารเคลือบผิวผักและผลไม้ที่บริโภคได้. เคหะการเกษตร. 24 (7) : 182 – 185.

นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. การเก็บรักษาผลิตผลพืชสวน. วารสารเกษตรก้าวหน้า. 12 (4) : 21-31.

ปวิณ ปุณศรี, โอพาร ตัณฑวิวุฒน์, ธีระ จารุจินดา, นุชนารถ จงเลขา, จิตติ ปิ่นทอง, พูนสุข ธัญญาภา, สมโภชน์ ป้านสุวรรณ์ และอัจฉรา วาสิกานนท์. 2537. คู่มือการปลูกไม้ผลเขตหนาวที่สำคัญ 5 ชนิด บ๊วย ท้อ พลัม สาลี่ พลับ. วิสคอมเซนเตอร์, กรุงเทพมหานคร. 85 น.

ภานุมาศ อัสดร. 2530. การยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (*Mangifara indica* L. cv. Keaw Sawoey) โดยใช้พลาสติกฟิล์มและสภาพความดันต่ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 86 น.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึก อบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 365 น.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington, Virginia.

Ben-Yehoshua, S., S. P. Burg and R. Young. 1985. Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapor and other gasses. Plant Physiol. 79 : 1048 - 1053.

Chu, C. L. 1986. Poststorage application of TAL Prolong on apples from controlled atmosphere storage. HortScience. 21 (2) : 267 – 268.

EL-Ghaouth, A., J. Arul, R. Ponnampalam and M. Boulet. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. J. Food Sci. 56 (6) : 1618 - 1620.

Ke, D., H.V. Gorsel and A.A. Kader. 1990. Physiological and quality response of Bartlett pears to reduced O_2 and enhanced CO_2 levels and storage temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 435 - 439.

Krishnamurthy, S. and H. Subramanyam. 1970. Pre and post-harvest physiology of fruit. Trop. Sci. 15 : 167 – 194.

Matto, A.K., T. Murata, E.B. Pantastico, K. Charchin, K.Ogata and C.T. Phan. 1975. Chemical Changes during Ripenning and Senescence. p. 103-107. *In* Pantastico, Er.B. (ed.). Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruit and Vegetables. AVI Publishing Company Inc., Wesport . Connecticut.

Savage, P.J. and G.P. Savage. 1994. "The effect of coating apples on the quality of stored apples." [Online]. Available. http//www.book.co.th/databases/cabonline. (25 September 2000).

Somsrivichai, J., K. Boontham and N. Pipattanawong. 1990a. Storage behavior of five Asian pear (*Pyrus pyriforia*) cultivars produced in Northern Thailand. Acta Hort. 279 : 533 - 539.

Sumemnue, G. and L. Bayindirli. 1994. Effects of semperfresh registered and johnfresh registered fruit coating on post storage quality of Ankara pears. J. Food Proc. and Preserv. 18(3): 189-199.

Thompson, B. D. 1955. A Progress Report on Handling and Storage of Fresh Lychees. Proc. Fla. Lychee Growers Assoc. 3 rd Ann. Meeting, Winter Haven Florida. p. 27 – 28.

Vettman, R. and A.V. Schaik. 1997. "Membrane damage in fruit perhaps the explanation of hollow core and flesh browning." [Online]. Available. http:// www.book.co.th/database/cabonline. (25 September 2000).

Westwood, M.N. 1978. Temperature - Zone Pomology. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 405 p.

Yang, S.F. 1985. Biosyntheses and action of ethylene. HortScience. 24 : 41-45.

Yu, H.W. and L.Z. Dong. 1998. Effect of coating chitosan on storage of apple. Plant Physiolo. 34 (1) : 17 – 19.