

ผลของกรดซาลิไซลิกและสารเคลือบผิวไคโตซานต่ออายุหลังการเก็บเกี่ยวของละมุด
Effect of salicylic acid dip and chitosan coating on postharvest life of sapodilla

วารินทร์ พิมพา¹ และ สุภาวดี ปิ่นทอง¹
Warin Pimpa¹ and Suphawadee Pinthong¹

Abstract

Sapodilla (*Achras sapota* Lonn.) was treated with 0.01% salicylic acid dip and 1.5% chitosan coating stored at room temperature (30 ± 2 °C, 60 ± 5 %RH) for up to 9 days. The effectiveness of the treatment was assessed by evaluation their impact on the following parameters : fungal decay incidence, loss of weight, firmness, external color, pH, titratable acidity, soluble solids and reducing sugar content. The activity of pectinmethylesterase (PME), one of a major cell wall degrading enzymes, was also measured during sapodilla fruit storage. 1.5% Chitosan coating was effective in decreased change of titratable acidity and decrease activity of PME compared to untreated fruit. Combined 0.01% salicylic acid dip with chitosan coating markedly slowed the ripening of sapodilla as show by the retention of firmness and reducing sugar content. To a lesser extent titratable acidity, color, pH, soluble solid content and PME activity were also affected by combined salicylic acid dip and chitosan coating.

Key words : Sapodilla, salicylic acid, chitosan

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการใช้กรดซาลิไซลิกและไคโตซานต่ออายุหลังการเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 9 วัน โดยทำการตรวจวัดการเน่าเสียจากรา การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ สีเปลือก พีเอช กรดที่ไตเตรทได้ ของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ รวมทั้งกิจกรรมเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรสด้วย สารเคลือบผิวไคโตซาน 1.5% จะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของกรดที่ไตเตรทได้ และชลดกิจกรรมเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรส เมื่อใช้ไคโตซานควบคู่กับกรดซาลิไซลิก 0.01% จะชลดการสุกของละมุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสังเกตได้จากความแน่นเนื้อ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ นอกจากนั้นยังมีผลกับกรดที่ไตเตรทได้ สีผิวของเปลือก พีเอช ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และกิจกรรมเอนไซม์ด้วย

คำสำคัญ : ละมุด, กรดซาลิไซลิก, ไคโตซาน

บทนำ

ละมุดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่นิยมบริโภคชนิดหนึ่ง เมื่อสุกเนื้อของผลจะมีรสหวานและกลิ่นหอม ทำให้เป็นที่ถูกใจของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ แต่มักนิยมบริโภคภายในประเทศเท่านั้น เนื่องจากภายหลังการเก็บเกี่ยวมักประสบปัญหาอายุการเก็บรักษาสั้นและเน่าเสียอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 วัน เพราะละมุดเป็นผลไม้ประเภท Climacteric ทำให้ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตยังคงมีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา (จริงแท้, 2541) การเก็บรักษาผลไม้ในสภาพตัดแปลงบรรยากาศโดยใช้สารเคลือบผิวจึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น เพราะการเคลือบผิวจะกำจัดการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลผลิตทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีผลยับยั้งการทำงานของเอทิลีนเกี่ยวกับการสุกและการเสื่อมสภาพ (Krochta *et al.*, 1994) และในบางครั้งอาจมีการเติมสารเคมีเพื่อช่วยชลดการสุกและรักษาคุณภาพของผลไม้สดหลังเก็บเกี่ยว เช่น กรดซาลิไซลิก โดยสารเคมีดังกล่าวจะเข้าไปรบกวนการทำงานของเอทิลีนซึ่งเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นกระบวนการสุกของผลไม้ ทำให้คงความสดและคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคและเก็บรักษาได้นานขึ้น (Srivastava and Dwivedi, 2000) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานร่วมกับกรดซาลิไซลิกเพื่อยืดอายุผลละมุดในระหว่างการเก็บรักษาและลดการสูญเสียผลละมุด

¹ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

¹ Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resource and Environment, Naresuan University, Pitsanulok, 65000

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่เหมาะสมในการขยายตลาดผลไม้ประเภทนี้ให้กว้างมากกว่าในปัจจุบัน ทั้งตลาดภายในและภายนอกประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ผลละมุดที่ใช้ในการทดลองเป็นพันธุ์มะกอกจากสวนในเขตอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย คัดขนาดให้ละมุดแต่ละผลมีน้ำหนัก และรูปร่างใกล้เคียงกัน และไม่มีรอยเสียหายหรือบาดแผลจากแมลง หรือโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ ล้างทำความสะอาดและปล่อยให้แห้ง และนำมาจุ่มในสารละลายไฮโดรซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5%, 1.5% และ 2.5% และจุ่มในสารละลายไฮโดรซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้น 1.5% ร่วมกับกรดซัลฟูริกที่ระดับความเข้มข้น 0.01%, 0.05% และ 0.1% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง บรรจุลงในตะกร้าพลาสติกแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $60 \pm 5\%$) สุ่มตัวอย่างผลละมุดมาตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง คือ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (A.O.A.C, 1990) สีผิวของเปลือกละมุด ลักษณะเนื้อสัมผัส (สุชัญญา, 2530) ความเป็นกรด-ด่าง (A.O.A.C, 1990) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A.O.A.C, 1990) ปริมาณกรดโดยการไตเตรท (A.O.A.C, 1990) ปริมาณแทนนิน (Burroughs, 1960) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Miller, 1959) กิจกรรมเอนไซม์เพคตินเอสเทอร์เรส (Vicente *et al.*, 2005) และอัตราการเน่าเสียทุก 3 วัน เป็นเวลา 9 วัน เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลละมุด ที่เคลือบผิวด้วยไฮโดรซัลไฟต์ร่วมกับกรดซัลฟูริกกับสารเคลือบผิว ไฮโดรซัลไฟต์เพียงอย่างเดียวและไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 hedonic scale และวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (Kiss, 1984) โดยตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และปริมาณยีสต์และรา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้สารเคลือบผิวไฮโดรซัลไฟต์ต่ออายุหลังการเก็บเกี่ยวของละมุด

สารเคลือบผิวไฮโดรซัลไฟต์สามารถชะลออัตราการสุกของผลละมุดได้ได้เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุมที่ไม่เคลือบผิว เมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทของผลละมุด (Figure 1A) พบว่า เมื่อละมุดเกิดการสุก ปริมาณกรดจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสัมพันธ์กับค่า pH ของผลละมุดที่ลดลงตามเวลาของการเก็บรักษา เนื่องจากมีการเกิดขึ้นในกระบวนการหายใจใน Tricarboxylic acid cycle หรือเกิดจากการจับคาร์บอนไดออกไซด์ในที่มีด หรือการ deamination ของกรดอะมิโน ทำให้มีการสังเคราะห์กรดอินทรีย์มากขึ้น ดังนั้นความเป็นกรดในเนื้อเยื่อจึงสูงขึ้น (คณัย, 2540) ละมุดที่ไม่เคลือบผิว (ควบคุม) จะมีปริมาณกรดค่อยๆ สูงขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาและจะสูงมากที่สุดในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ละมุดที่เคลือบผิวด้วยไฮโดรซัลไฟต์จะมีปริมาณกรดค่อยๆ สูงขึ้นเช่นกัน แต่เมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุมแล้วพบว่าผลละมุดที่เคลือบผิวด้วยไฮโดรซัลไฟต์จะมีปริมาณกรดสะสมที่น้อยกว่า ซึ่งอยู่ในช่วง 0.018%-0.027% แต่ ทรีตเมนต์ควบคุมจะอยู่ในช่วง 0.018%-0.039% เนื่องมาจากไฮโดรซัลไฟต์มีคุณสมบัติในการควบคุมการผ่านเข้าออกของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นจึงทำให้ผลละมุดที่เคลือบผิวมีอัตราการหายใจที่ลดลง ช่วยชะลอการเกิดกรดสะสมระหว่างการสุก (ไพรัตน์ และคณะ, 2536 ; Shahidi *et al.*, 1999) โดยผลละมุดที่เคลือบด้วยไฮโดรซัลไฟต์ 1.5% สามารถชะลอการเกิดกรดในผลละมุดได้ดีที่สุด

จาก figure 1B แสดงค่ากิจกรรมเอนไซม์เพคตินเอสเทอร์เรส พบว่า ผลละมุดมีแนวโน้มการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น เนื่องจากเกิดการสลายตัวของเพคตินที่เป็นผลของการทำงานร่วมกันของเอนไซม์ที่ย่อยสลายเพคติน 2 ชนิด คือเอนไซม์ PG และเอนไซม์ PME โดยเอนไซม์ PME ทำหน้าที่สลายพันธะเอสเทอร์บนหมู่คาร์บอกซิลของเพคติน ทำให้เกิดหมู่คาร์บอกซิลอิสระ แล้วเอนไซม์ PG จึงจะย่อยสลายเพคตินที่มีหมู่คาร์บอกซิลอิสระให้มีโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลง (Kays, 1991) ในช่วง 6 วันที่เก็บรักษา กิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเอสเทอร์เรสที่เกิดขึ้นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะเพิ่มมากขึ้นในวันที่ 9 และจะพบกิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเอสเทอร์เรสมากที่สุด ละมุดที่เคลือบผิวด้วยไฮโดรซัลไฟต์จะมีกิจกรรมเอนไซม์น้อยกว่าผลละมุดที่ไม่เคลือบผิว เนื่องจากการเคลือบผิวด้วยไฮโดรซัลไฟต์มีผลต่ออัตราการหายใจอย่างทีกล่าวมา ทำให้การผลิตเอทิลีนจึงลดน้อยลงด้วย ส่งผลให้เนื้อเยื่อของพืชไม่เกิดการอ่อนตัวดังนั้นจึงลดอัตราการสลายตัวของเพคตินลงไป ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถใช้เพคตินเป็นสารตั้งต้นในการทำงานได้ กิจกรรมของเอนไซม์จึงลดลง โดยการเคลือบผิวด้วยไฮโดรซัลไฟต์ 1.5% จะมีผลในการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์เพคตินเอสเทอร์เรสได้ดีที่สุด สำหรับร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ สีผิวของเปลือกละมุด สีผิวของเนื้อที่ละลายน้ำได้ ปริมาณแทนนิน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และปริมาณจุลินทรีย์ พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

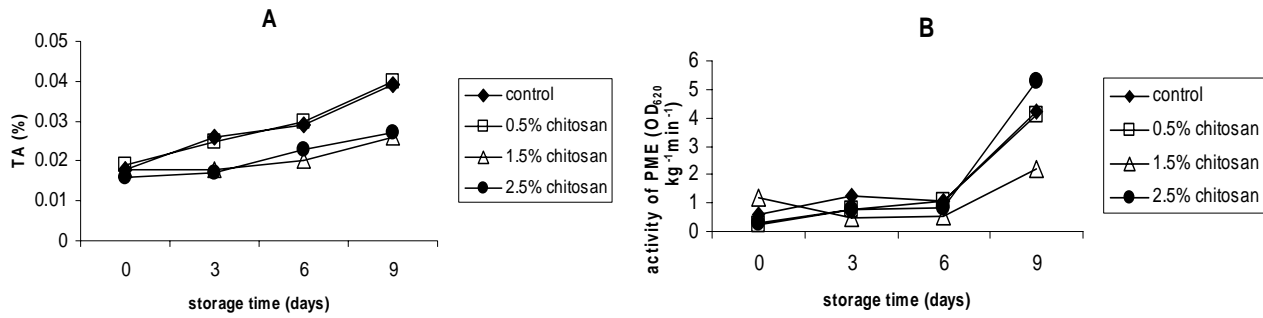


Figure 1 Percentage of titratable acidity (A) and activity of pectinmethylesterase (PME) (B) of sapodilla (*Achras sapota* Lonn.) was treated with 0.5%, 1.0% and 1.5% chitosan coating stored at room temperature (30 ± 2 °C, 60 ± 5 %RH) for up to 9 days

2. ผลของการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานร่วมกับกรดซาลิไซลิกต่ออายุหลังการเก็บเกี่ยวของละมุด

การเคลือบผิวด้วยไคโตซานร่วมกับกรดซาลิไซลิกมีผลต่อการชะลออัตราการสุกของผลละมุดได้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดมน้ำตาลที่เคลือบผิว และมีประสิทธิภาพของการสุกได้ดีกว่าเมื่อเคลือบผิวด้วยไคโตซานเพียงอย่างเดียว จาก Figure 2A พบว่าละมุดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตผลจะเกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ (Intercellular cement หรือ middle lamella) (จิรา, 2531) ผลละมุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับกรดซาลิไซลิกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อช้ากว่าผลละมุดที่ไม่เคลือบผิว เนื่องจากไคโตซานและกรดซาลิไซลิกมีผลต่อการผลิตเอทิลีนในเซลล์ฝักผลไม้ ดังนั้นจึงไปรบกวนการทำงานของเอทิลีนทำให้เกิดการผลิตเอทิลีนได้ช้าลง (Srivastava and Dwivedi, 2000) การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5% ร่วมกับกรดซาลิไซลิกที่ระดับความเข้มข้น 0.01% จะชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของละมุดได้ดีที่สุด

นอกจากนี้การเคลือบผิวด้วยไคโตซานร่วมกับกรดซาลิไซลิกยังมีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ จาก Figure 2B พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น โดยจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 6 และ วันที่ 9 ของการเก็บรักษา เนื่องจากเมื่อผลเกิดการสุกขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล และแป้งที่สะสมในผลถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโดยการย่อยสลายของเอนไซม์อะไมเลส (สายชล, 2528) ชนิดของน้ำตาลที่พบมากใน ผลไม้คือ กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส ซึ่งในการศึกษามักจะรวมน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส เข้าด้วยกันแล้วเรียกว่า น้ำตาลรีดิวซ์ซึ่ง (reducing sugar) ละมุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5% และละมุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5% ร่วมกับกรดซาลิไซลิกความเข้มข้นต่างๆ จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าละมุดที่ไม่เคลือบผิว เนื่องจากตั้งได้กล่าวมาแล้วว่าไคโตซานและกรดซาลิไซลิกมีผลต่อการชะลอการหายใจและการผลิตเอทิลีน ดังนั้นเมื่อผลมีอัตราหายใจที่ช้าลง ก็จะทำให้เมแทบอลิซึมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ช้าลงไปด้วย ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลก็ช้าลง จึงมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง โดยผลละมุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5% ร่วมกับกรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 0.01% จะชะลอการเกิดน้ำตาลรีดิวซ์ในผลได้ดีที่สุด

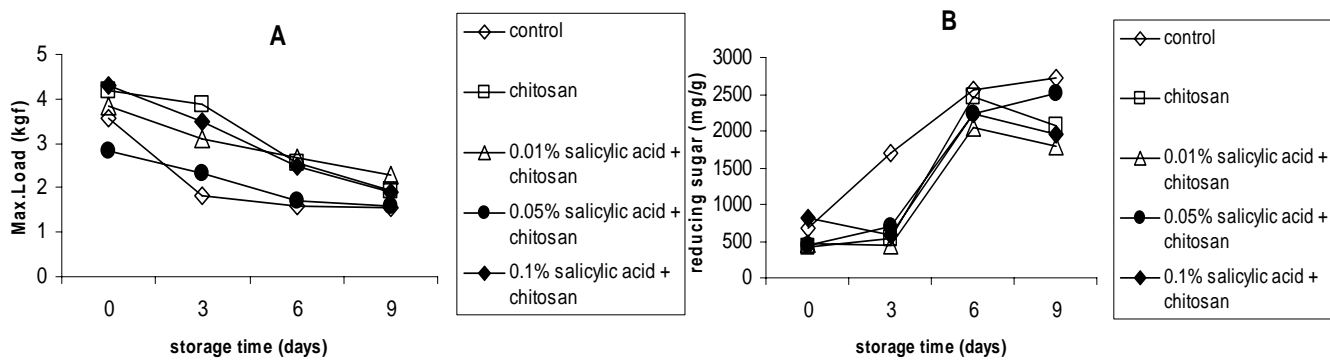


Figure 2 Texture change (A) and reducing sugar content (B) of sapodilla (*Achras sapota* Lonn.) was treated with 0.01%, 0.05% and 0.1% salicylic acid dip and 1.5% chitosan coating stored at room temperature (30 ± 2 °C, 60 ± 5 %RH) for up to 9 days

สรุปผลการทดลอง

ละมุดที่จุ่มในสารเคลือบผิวไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1.5% สามารถรักษาคุณภาพและลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของละมุดได้ดีที่สุดโดยมีผลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่โตตรงได้ และชะลอกิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเอสเทอร์เลสที่เกี่ยวข้องกับการสุกและการเน่าของเนื้อผลไม้ ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $60 \pm 5\%$ และเมื่อใช้สารเคลือบผิวไคโตซานร่วมกับกรดซาลิไซลิกจะให้ประสิทธิภาพการชะลอการสุกได้เพิ่มขึ้นโดยละมุดที่จุ่มด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน 1.5% ร่วมกับกรดซาลิไซลิก 0.01% สามารถรักษาคุณภาพและลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของละมุดได้ดีที่สุดโดยมีผลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส และชะลอปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $60 \pm 5\%$ เมื่อเปรียบเทียบกับละมุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

- จิรา ณ หนองคาย. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้ และดอกไม้. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์ แมส พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 272 น.
- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 น.
- ดนัย บุญเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 222 น.
- ไพรัตน์ ไสภโณดร, สุทธิวัฒน์ เบญจกุล และวิคเนตร พระพุทธ. 2536. การใช้สารไคโตซานเป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว. วารสารสงขลานครินทร์. 15, 259-265.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก และผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 364 น.
- สุชัยญา จันทร์ทักษิณานาส. 2530. การบ่ม การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวภายใต้อิทธิพลของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์กับการขจัดความฝาดของผลละมุด (*Achras sapota* Linn.). วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 111 น.
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Method of Analysis. Washington DC: Associatio of Official Analytical Chemists.
- Burroughs, L.F. 1960. Ann. Rept. Long Ashton Research Station. 140-143.
- Kays, S. J. 1991. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Van Norstrand Reinhold. New York. 532 p.
- Kiss, I. 1984. Testing method in food microbiology. Elsevier Science. Amsterdam. 447 p.
- Krochta, J.M., Baldwin E.A. and Nisperos-Carriedo M.O. 1994. Edible coatings and films to improve food quality. Technomic Publishing Company, Inc. America. 357 p.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31, 426-428.
- Shahidi, F., Arachchi, J.K.V. and You-Jin J. 1999. Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Science and Technology. 10, 37-51.
- Srivastava, M.K. and Dwivedi, U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Sci. 158, 87-96.
- Vicente, A.R., Costa, M.L., Martinez, G.A., Chaves, A.R. and Civallo, P.M. 2005. Effect of heat treatments on cell wall degradation and softening in strawberry fruit. Postharvest Biol. Technol. 38, 213-222.