

การชะลอการเปลี่ยนสีและการเสื่อมคุณภาพของผลมะนาวแป้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำด้วย
ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ
Delay of Color Change and Quality Deterioration of Lime cv. Pan Stored at Low Temperature by
Low Density Polyethylene Plastic Bags

อภิธา บุญศิริ^{1,2} จิตติมา จิรโพธิธรรม¹ ยูพิน อ่อนศิริ¹ สมนึก ทองบ่อ¹ อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์³ และพิษณุ บุญศิริ⁴
Apita Bunsiri¹, Jittima Jirapothithum¹, Yupin Onsiri¹, Somnuk Thongbor¹, Anongnat Somwangtanaroj³ and Phitsanu Bunsiri⁴

Abstract

Lime can be sold with the high price if the fruit peel is still green. In order to delay degreening and quality deterioration, lime fruit cv. Pan were packed in four different kinds of low density polyethylene (LDPE) plastic bags : LDPE (control) and CF1 developed by Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University, FF3 and FF5 developed by Thantawan Industry Public Company Limited before stored at 10±1°C, 90±5%RH for 8 weeks. The results showed that all plastic bags could be used to delay color change of lime from green to yellow for 5 weeks of storage. There were no fruit rot and significant differences with weight loss, color change, firmness and sensory evaluation scores of lime packed in LDPE, CF1, FF3 and FF5 throughout the storage period of 8 weeks. It was found that the sensory testers gave the acceptable preference scores in all treatments at 3 scores from 5 full scores at the 8th week of storage.

Keywords: degreening, LDPE, lime

บทคัดย่อ

ผลมะนาวเป็นผักชนิดหนึ่งที่มีราคาสูงในขณะที่ผลยังมีสีเขียวอยู่ ดังนั้นเพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเขียวและการเสื่อมคุณภาพ ผลมะนาวพันธุ์แป้นจึงถูกนำมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ LDPE และ CF1 ผลิตโดยภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, FF3 และ FF5 ผลิตโดยบริษัททานตะวันอุตสาหกรรมจำกัด (มหาชน) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±1°C และความชื้นสัมพัทธ์ 90±5% เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ถุงพลาสติกทุกชนิดชะลอการเปลี่ยนสีเขียวไปเป็นสีเหลืองได้นาน 5 สัปดาห์ การทดลองไม่พบการเน่าเสียและความแตกต่างของการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ และคะแนนจากการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลมะนาวในทุกทรีตเมนต์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ในสัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บรักษาผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในระดับที่ยอมรับได้ในทุกทรีตเมนต์เท่ากับ 3 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

คำสำคัญ: การลดลงของสีเขียว, LDPE, มะนาว

คำนำ

มะนาวเป็นไม้ผลเขตร้อนที่ปลูกทั่วไปทุกภาคของประเทศไทย และมีความสำคัญต่อชีวิตของคนไทย โดยเฉพาะการนำไปปรุงอาหารเพื่อใช้ในการบริโภค มะนาวให้ผลผลิตดีในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน จึงทำให้มะนาวล้นตลาด และในช่วงเดือนอื่นๆ มะนาวจะขาดตลาดทำให้ประสบปัญหามะนาวมีราคาแพง ช่วงเดือนที่มะนาวมีราคาสูงสุดคือเดือนเมษายนซึ่งมีราคาซื้อขายจากสวนเกษตรกรเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3-10 บาท/ผล หลังจากนั้นราคาจะลดต่ำลงเรื่อยๆ จนต่ำสุดในเดือนกรกฎาคมซึ่งเฉลี่ยราคาซื้อขายจากสวนไม่ถึง 1 บาท/ผล หลังจากนั้นราคาจะเพิ่มสูงขึ้นอีก (วรรณภา, 2550) ชนกนันท์ และคณะ (2551) รายงานว่าการเก็บรักษาผลมะนาวในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าผลที่ไม่บรรจุถุงพลาสติก สอดคล้องกับรายงานของเนตรนภาและคณะ (2552) พิล์มคอมพอสิต ที่มีซีโอไลต์เป็นสารตัวเติม สามารถปรับปรุง

¹ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จ.นครปฐม 73140

² Postharvest Technology Center, Research and Development Institute at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

³ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เคมี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปทุมวัน, กรุงเทพฯ 10330

⁴ Department of Chemistry Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

⁵ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จ.นครปฐม 73140

⁶ Central Laboratory and Greenhouse Complexes, Research and Development Institute at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

คุณสมบัติทั้งทางกลและการซึมผ่านให้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ นอกจากนี้ถุงบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากฟิล์มคอมพอสิตสามารถเก็บรักษามะนาวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ให้คงคุณภาพไว้ได้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ นานกว่าถุงบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ 1 สัปดาห์อีกด้วย แนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาได้คือ การบรรจุผลผลิตในถุงพลาสติก ซึ่งเป็นการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศ จะช่วยลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ชะลอการเสื่อมเสีย ทำให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (Kader, 2002) จากการทดสอบฟิล์มบรรจุภัณฑ์คอมพอสิตที่พัฒนาขึ้นโดยผ.ดร.อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะนาวได้นาน 6 สัปดาห์ แต่ยังไม่มีการทดสอบในระดับการค้าที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ส่งออกและผู้ประกอบการผักและผลไม้สด ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุผลผลิตสดในฟิล์มบรรจุภัณฑ์ในปริมาณที่มากขึ้น ย่อมทำให้คุณสมบัติต่างๆ ทั้งทางกายภาพ ทางกล และทางความร้อน รวมทั้งการยอมให้ก๊าซออกซิเจน (O_2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำผ่านเข้าออกได้แตกต่างกันไปด้วย เช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำฟิล์มบรรจุภัณฑ์คอมพอสิตของผ.ดร.อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์ มาขยายขนาดเพื่อบรรจุสำหรับรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับฟิล์มบรรจุภัณฑ์โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene : LDPE) และถุงพลาสติกที่ผลิตโดยบริษัททานตะวันอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน)

อุปกรณ์และวิธีการ

มะนาวพันธุ์แป้นจากสวนเกษตรกรรณในเขตจังหวัดเพชรบุรี ขนส่งด้วยรถห้องเย็นมายังศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มาคัดเลือกผลที่มีสีเขียวสม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิ โรคแคงเกอร์ และแมลง ล้างทำความสะอาดในน้ำผสมคลอรีน 200 พีพีเอ็ม ก่อนจุ่มในน้ำยาฆ่าเชื้อราโปรคลอราซ 250 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 3 นาที ปล่อยให้หมาดเก็บเข้าห้องเย็นอุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $90 \pm 5\%$ เพื่อรักษาความสดของผลมะนาว ก่อนนำมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิดต่าง ๆ 4 ชนิด ได้แก่ LDPE CF1 เป็นถุงพลาสติก LDPE ที่ผลิตโดยผ.ดร.อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย FF3 และ FF5 เป็นถุงพลาสติก LDPE ที่ผลิตโดยบริษัททานตะวันอุตสาหกรรมจำกัด (มหาชน) โดยให้ถุงพลาสติก LDPE เป็นชุดเปรียบเทียบ (control) ทำทั้งหมด 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ถุงๆ ละ 5 กิโลกรัม (20-22 ผล/1 กิโลกรัม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design : CRD) บันทึกผลทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกซิเจน (O_2) และเอทิลีน ($ethylene : C_2H_4$) ภายในถุงพลาสติกด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ การนำเสียของผลมะนาว การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่อง Effigi ประเทศอิตาลี การเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่อง Minolta CR400 ประเทศญี่ปุ่น อ่านค่าสีเป็น L^* , a^* , b^* , C และ $^{\circ}H$ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids : TSS) ด้วยเครื่อง hand refractometer (Atago, Japan) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity : TA) อัตราส่วน TSS/TA คะแนนความชอบ และอายุการเก็บรักษา

ผลและวิจารณ์

1. การนำเสีย การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อของผลมะนาว

การทดลองไม่พบการนำเสียของผลมะนาวในทุกทรีตเมนต์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ข้อมูลไม่แสดง) เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นผลมะนาวมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และในสัปดาห์ที่ 8 พบว่ามะนาวในทุกทรีตเมนต์มีการสูญเสียน้ำหนัก 0.55-0.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากถุงพลาสติกมีคุณสมบัติยอมให้น้ำผ่านออกได้จำกัด ทำให้สภาพความชื้นภายในสูง ความแตกต่างระหว่างความดันไอน้ำภายในผลมะนาวและสภาพแวดล้อมมะนาวน้อยทำให้ผลมะนาว มีการสูญเสียน้ำน้อย ทำนองเดียวกับการบรรจุมะเขือเปราะและมะม่วงในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการสูญเสียน้ำได้ดีกว่าผลที่ไม่บรรจุในถุงพลาสติก (Fallik *et al.*, 1995; Tefera *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของการสูญเสียน้ำในทุกทรีตเมนต์ (Figure 1A)

ความแน่นเนื้อของมะนาว เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเก็บรักษาที่ระยะเวลานานขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างกันในถุงพลาสติกแต่ละชนิด (Figure 1B) การที่ผลมะนาวมีความแน่นเนื้อลดลงเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลต่าง ๆ ภายในผนังเซลล์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของของเพกติน ซึ่งจากเดิมอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำเปลี่ยนมาเป็นรูปที่ละลายน้ำ จึงทำให้ค่าความแน่นเนื้อของมะนาวมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น (จริงแท้, 2546)

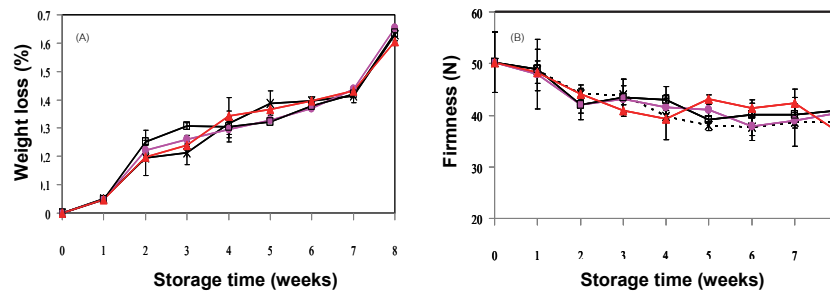


Figure 1 Weight loss (A) and firmness (B) of lime fruits packed with LDPE (control : *), CF1 (●), FF3 (□) and FF5 (▲) plastic bags stored at 10±1°C, 90±5%RH for 8 weeks

2. การเปลี่ยนแปลงสี

การเปลี่ยนแปลงสีของผลมะนาวมีการพัฒนาจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อันเนื่องมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่มีอยู่ในเซลล์ โดยสารสีนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาหลังการเก็บเกี่ยว การสลายตัวของสีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงทำให้มีสีเหลืองแสดงขึ้นอย่างชัดเจน (จริงแท้, 2546) โดยผลมะนาวบรรจุถุงพลาสติกสามารถชะลอการเปลี่ยนสีได้นาน 5 สัปดาห์ โดยที่ค่าความสว่าง (L*) (Figure 2A) ความเป็นสีเขียว (- a*) (Figure 2B) ความเป็นสีเหลือง (+ b*) (Figure 2C) และความเข้มสี (chroma : C*) (Figure 2D) มีค่าเพิ่มขึ้น และค่ามุมของสี (angle hue : h) (Figure 2E) มีค่าลดลง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของมะนาวที่บรรจุถุงพลาสติกแต่ละชนิด

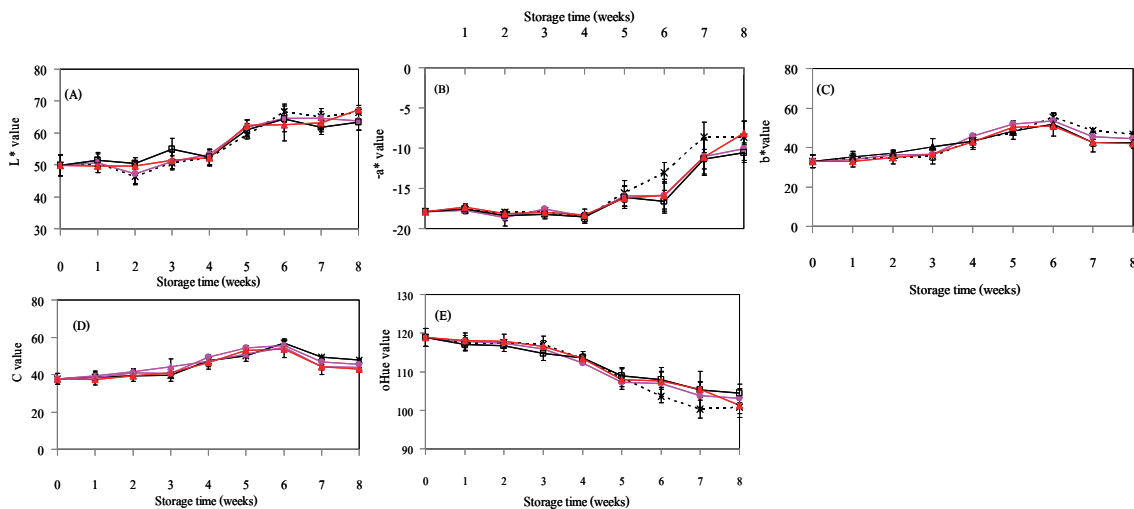


Figure 2 L*(A), -a*(B), +b*(C), C*(D) and °hue (E) values of lime fruits packed with LDPE (control : *), CF1 (●), FF3 (□) and FF5 (▲) plastic bags stored at 10±1°C, 90±5%RH for 8 weeks

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และ TSS/TA

TSS, TA และ TSS/TA ของมะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 4 ชนิดมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติของ TSS, TA และ TSS/TA ของผลมะนาวที่บรรจุในถุงพลาสติกแต่ละชนิด (ข้อมูลไม่แสดง)

4. อายุการเก็บรักษา

ผลมะนาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE, CF1, FF3 และ FF5 สามารถรักษาความเขียวของสีเปลือกผลได้นาน 5 สัปดาห์ หลังจากนั้นผลจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่เก็บรักษาผลมะนาวไม่พบการเน่าเสียของผลมะนาวเลย ผลมะนาวมีคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และผู้ประเมินประสาทสัมผัสยังคงให้คะแนนความชอบในระดับคะแนน 3 คะแนนจากคะแนน 5 คะแนน (Figure 3) ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ นี่แสดงให้เห็นว่าผลมะนาวในทุกทรีตเมนต์มีอายุการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์

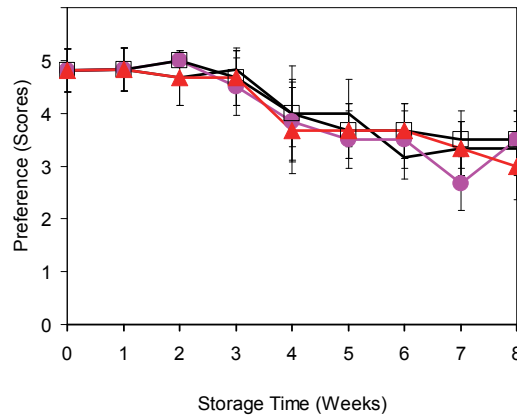


Figure 3 Preference scores of lime fruits packed with LDPE (control : *), CF1 (●), FF3 (□) and FF5 (▲) plastic bags stored at $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\pm 5\%\text{RH}$ for 8 weeks

สรุป

ผลมะนาวบรรจุถุงพลาสติก LDPE, CF1, FF3 และ FF5 มีอายุการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ โดยไม่พบการเน่าเสีย และความแตกต่างของคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลมะนาวที่บรรจุถุงพลาสติกในทุกที่รตเมนต์ ทั้งนี้ถุงพลาสติกทั้ง 4 ชนิดสามารถรักษาเปลือกผลให้คงสีเขียวได้นาน 5 สัปดาห์ หลังจากนั้นผลจึงเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ใน สัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บรักษา ผู้ประเมินประสาทสัมผัสยังคงให้คะแนนความชอบในระดับคะแนนที่ยอมรับได้ 3 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบริษัททานตะวันอุตสาหกรรมจำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2546. ศรีวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- ชนกันท์ ชิตติยเวช, จักรพงษ์ ส่วนลา, ชนนทยาพร วงศ์ศิริ, พรรณวิภา ก้อนนาค, ศิริพันธ์ สว่างสุข, สุพจน์ ถนอมลิขิต, โกวิทย์ บุญยะการจนะ และ อภิตา บุญศิริ. 2551. การเคลือบไขอิมัลชันและการบรรจุถุงพลาสติกเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาวพันธุ์แป้น. การประชุมวิชาการครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ระหว่างวันที่ 8-9 ธันวาคม 2551.
- เนตรนภา ลามอ, อนุศักดิ์ สมหวังธนโรจน์ และอภิตา บุญศิริ. 2552. พืชมบรรจุภัณฑ์พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ-ซีโอดีเพื่อยืดอายุ การเก็บรักษามะนาว. การประชุมวิชาการครั้งที่ 47 ระหว่างวันที่ 17-20 มีนาคม 2552.
- วรรณภา เสนาดิ. 2550. ทำยาง ตลาดกลางค้าส่งมะนาวแหล่งใหญ่ที่สุดในประเทศ. เคหการเกษตร 8 : 122-126.
- Fallik, E., N. Temkin-Gorodeiski, S. Grinberg and H. Davidson. 1995. Prolonged low-temperature storage of eggplants in polyethylene bags. Postharvest Biology and Technology 5 : 83-89.
- Kader, A.A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops, Third Edition. The Regents of University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311. 535p.
- Tefera, A., T. Seyoum and K. Woldetsadik. 2007. Effect of disinfection, packaging, and storage environment on the shelf life of mango. Biosystems Engineering 96 (2) : 201-212.