ผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตทต่อการอ่อนนุ่มของเนื้อมะละกอพันธุ์ฮาวาย

Effect of calcium lactate solution on pulp softening in 'Hawaii' papaya (*Carica papaya* L.)

ลำแพน ขวัญพูล[1] วิศรุต ศรีชุมพวง[1] และวัฒน์พงศ์ ทวีราชทรัพย์[1]

Lampan Khurnpoon[1], Wisarut Srichumpuang[1] and Watpong Taweerachasub[1]

Abstract

The effect of calcium lactate on pulp softening of 'Hawaii' papaya (*Carica papaya* L.) in two difference flesh color; red and yellow were studied. The statistical model was 2×3 factorial in Completely Randomized Design (CRD), composed of two factors. First factor was divided into 2 level of flesh color tone; red and yellow. The second factor was included 3 level of calcium lactate concentration; 0, 0.5 and 1%. Fresh cut sample was dipped in calcium lactate solution for 5 minute then stored at 15°C for 8 days. The result showed that, pulp firmness of red and yellow flesh decreased according to storage time both in. Fresh-cut papaya treated with 0.5 and 1% calcium lactate could delayed pulp softening but not significantly different among these two concentration. The highest pulp firmness for red (3.32 N) and yellow (3.81 N) flesh was found when treated with 1 and 0.5% calcium lactate, respectively. Total soluble solid content slightly decreased from 14.55 to 13.8 °brix and 15 to 13.2°brix, while titratable acidity content slightly increased 0.013 and 0.01% by average in red and yellow flesh, respectively. Application of calcium lactate had not effect on fresh color and was not significantly different from control. Flesh color based on score varied from 6 (red) to 7.75 (red-orange) for red flesh and from 9 (orange) to 12.25 (yellow) for yellow flesh.

Key word: papaya, calcium lactate, softening

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตทต่อการอ่อนนุ่มของเนื้อมะละกอพันธุ์ฮาวาย โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x3 factorial in Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 2 ปัจจัย โดยปัจจัยแรกมี 2 ระดับ คือ มะละกอพันธุ์ฮาวายเนื้อสีแดง และเนื้อสีเหลือง ส่วนปัจจัยที่สองมี 3 ระดับคือ ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมแลคเตท ที่ระดับ 0, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ทำการแช่ตัวอย่างมะละกอเป็นเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน พบว่า ความแน่นเนื้อของมะละกอหั่นชิ้นในแต่ละทรีตเมนต์มีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษา และมะละกอที่แช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากกว่ามะละกอที่ไม่ได้แช่สาร โดยมะละกอเนื้อสีแดงที่แช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตท ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (3.32 นิวตัน) ส่วนมะละกอเนื้อสีเหลืองพบว่ามีความแน่นเนื้อมากที่สุด (3.81 นิวตัน) เมื่อแช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้จากน้ำคั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละทรีตเมนต์ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในมะละกอเนื้อสีแดงและเนื้อสีเหลืองมีค่าลดลงเล็กน้อย จาก 14.55 เป็น 13.8 องศาบริกซ์ และ 15 เป็น 13.2 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้จากตัวอย่างมะละกอทั้งสองสีในทุกทรีตเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยเฉลี่ย 0.01 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าการใช้และไม่ใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตท ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะละกอ โดยคะแนนสีเนื้อของมะละกอเนื้อสีแดงมีค่าระหว่าง 6 (แดง) ถึง 7.75 (ส้มแดง) ส่วนคะแนนสีเนื้อของมะละกอเนื้อสีเหลือง มีค่าระหว่าง 9 (ส้มเหลือง) ถึง 12.25 (เหลือง)

คำสำคัญ มะละกอ, แคลเซียมแลคเตท, การอ่อนนุ่ม

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

คำนำ

มะละกอเป็นพืชที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วไป ทั้งภายในและต่างประเทศ สามารถปลูกได้ทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ที่จังหวัดชุมพร ราชบุรี นครปฐม สมุทรสาคร และ จังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำรายได้ให้กับเกษตรกรปีหนึ่งเป็นจำนวนมาก โดยในปี 2550 มีการปลูกมะละกอมากถึง 16,509 ไร่ และมีปริมาณผลผลิตมากถึง 15504.79 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) สำหรับการส่งออก พบว่าในปี 2550 มีปริมาณส่งออกทั้งหมด 1262.347 ตัน และมีมูลค่าการส่งออกทั้งหมด 12.071 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยมะละกอเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ซึ่งเป็นผลไม้ที่สามารถพัฒนากระบวนการสุกต่อไปได้หลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นแล้ว อีกทั้งมะละกอหลังจากเก็บเกี่ยวมักมีการผลิตเอทิลีนสูง ซึ่งทำให้มะละกอเกิดการสุกและเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ทั้งการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ และการอ่อนนุ่มของเนื้อที่เร็วขึ้น มีผลทำให้สูญเสียคุณภาพและมีอายุการวางจำหน่ายสั้นลง

โดยทั่วไปการชะลอการสุกของมะละกอมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การใช้สารดูดซับเอทิลีน (ชัยรัตน์ และ อินทิรา, 2545) การใช้สารเคลือบผิว (Bautista-Baños, 2003) การใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม (ปาริชาติ และ สุวรรณา, 2548) การใช้สภาพบรรยากาศควบคุม (Techavuthiporn และ Kyu, 2003) เป็นต้น สำหรับการใช้สารละลายแคลเซียมพบว่ามีการใช้กันมากขึ้นในการชะลอการสุกและการอ่อนนุ่มของผลไม้ทั้งในรูปผลสดและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (fresh-cut) Luna-Guzman และ Barrett (2000) รายงานว่าสารละลายแคลเซียมแลคแตท สามารถรักษาสภาพเนื้อสัมผัส และคุณภาพของแคนตาลูป และลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ขณะที่ Martin-Diana และคณะ (2006) พบว่า ผักกาดแก้วที่ล้างด้วยสารละลายแคลเซียมแลคเตท ที่อุณหภูมิ 50°C มีค่าความกรอบสูงขึ้นมากกว่าตัวอย่างที่ล้างด้วยคลอรีน สำหรับการทดลองในมะละกอนั้นยังไม่มีการศึกษามาก่อนไม่ว่าจะเป็นการทดสอบสารกับมะละกอทั้งผลหรือมะละกอที่ตัดแต่งพร้อมบริโภค ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตทต่อคุณภาพของมะละกอพันธุ์ฮาวายเนื้อสีเหลืองและเนื้อสีแดงในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C

อุปกรณ์และวิธีการ

นำมะละกอพันธุ์ฮาวายเนื้อสีแดงและสีเหลืองจากสวนในอำเภอทุ่งมหาเจริญ จังหวัดสระแก้ว หั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาด 2×2 เซนติเมตร จากนั้นแช่ชิ้นตัวอย่างมะละกอในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที นำชิ้นมะละกอมาวางไว้บนถาดโฟมขนาด 10×10 เซนติเมตร ถาดละ 4 ชิ้น ผึ่งลมให้แห้ง ติดป้ายบอกชุดการทดลองไว้ที่ถาด จากนั้นหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก นำไปเก็บรักษาที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 15°C ทำการบันทึก ความแน่นเนื้อ ปริมาณ total soluble solid (TSS) และ สีเนื้อ ทุกๆ 2 วัน และบันทึกปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ทุก 4 วัน จนกระทั่งผลมะละกอเกิดการเสื่อมสภาพ

ผล

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

มะละกอเนื้อสีแดงมีความแน่นเนื้อในวันแรกของการเก็บรักษาเท่ากับ 0.75 kg จากนั้นมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยเฉพาะในชุดควบคุม (Figure 1A) ขณะที่ตัวอย่างมะละกอที่ได้รับการแช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5% สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้ถึง 2 วันก่อนที่จะมีค่าต่ำสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา สำหรับชิ้นมะละกอที่แช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1% พบว่าสามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้ดีกว่า ทรีตเมนต์อื่นๆ สำหรับการทดลองในมะละกอเนื้อสีเหลืองพบว่าการอ่อนนุ่มของเนื้อในชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 4 จาก 2.65 kg เป็น 0.8 kg จากนั้นมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องและต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 0.3 kg ส่วนการใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตททั้งสองความเข้มข้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยสามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 1.4 kg ก่อนที่จะลดลงอย่างต่อเนื่องและมีค่าต่ำสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 0.4 kg (Figure 1B)

มะละกอทั้งสองสีมีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา โดยมะละกอเนื้อสีแดงมีคะแนนสีเนื้อโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 ซึ่งมีลักษณะเป็นสีส้มแดง และไม่พบความแตกต่างระหว่างการแช่หรือไม่แช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตท สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะละกอเนื้อสีเหลืองพบว่าในวันแรกของการเก็บรักษามีคะแนนสีเนื้อเท่ากับ 9.5 ซึ่งเป็นสีเหลืองส้ม โดยในชุดควบคุมพบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีสีเนื้อมีคะแนนเพิ่มขึ้น แต่ยังคงเป็นสีเหลืองส้ม และไม่พบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์

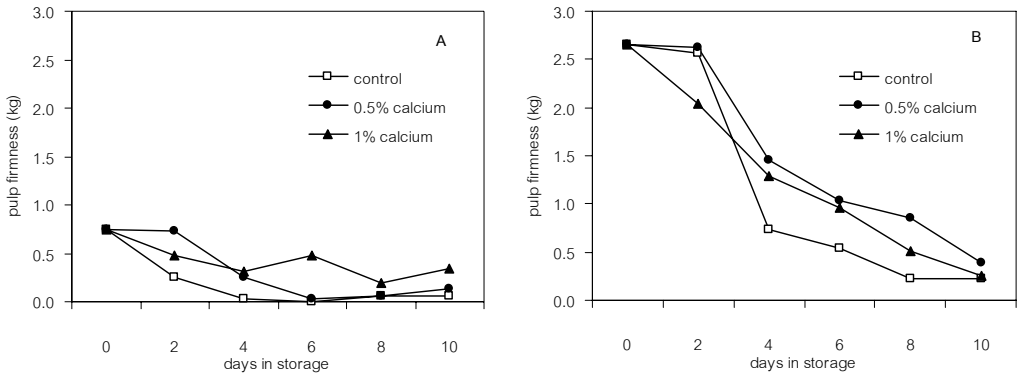

Figure 1 Pulp firmness (kg) for red (A) and yellow (B) flesh of 'Hawaii' papaya after treated with calcium lactate solution then stored at 15°C for 10 days

ค่า TSS สำหรับมะละกอเนื้อสีแดงในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 14.5 องศาบริกซ์ จากนั้นมีแนวโน้มลดลงในวันที่ 8 และมีค่าต่ำสุด คือ 13.4 องศาบริกซ์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนมะละกอที่ได้รับการแช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5 และ 1% ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่า TSS ลดลงประมาณ 1 องศาบริกซ์ สำหรับค่า TSS ในมะละกอเนื้อสีเหลืองพบว่ามีค่าเท่ากับ 15 องศาบริกซ์ ในวันแรกของการเก็บรักษาก่อนที่จะลดลงและมีค่าต่ำสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาในทุกทรีตเมนต์ โดยมีค่าเท่ากับ 12 องศาบริกซ์ และมีค่าคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา (Table 1) ส่วนค่า TA ในมะละกอเนื้อสีแดงและเนื้อสีเหลืองทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน เพิ่มขึ้นจาก 0.3 เป็น 0.4% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สำหรับการเกิดโรคของชุดควบคุมเริ่มพบในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 25% และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับ 100% ส่วนทรีตเมนต์ที่แช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตท เริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 8 ประมาณ 20% และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาประมาณ 75%

Table 1 Total soluble solids content (°brix)) for red and yellow fleshes after treated with calcium lactate solution and then stored at 15°C for 10 days

Flesh color	Treatments	TSS content (°brix)) for red and yellow fleshes during storage (days)					
		0	2	4	6	8	10
Red	control	14.6±0.5	14.6±0.3	14.4±1.2	14.9±1.0	13.7±0.8	13.4±1.4
	0.5% calcium lactate	14.6±0.5	12.4±1.6	13.8±1.3	13.3±0.8	14.5±0.3	14.4±0.4
	1.0% calcium lactate	14.6±0.5	13.2±0.3	13.8±1.5	13.4±1.4	13.6±1.5	13.8±0.7
	F-test	-	*	ns	ns	ns	ns
Yellow	control	15.0±0.3	15.3±0.9	13.0±0.37	12.5±0.7	13.9±0.3	13.6±0.4
	0.5% calcium lactate	15.0±0.3	14.9±0.4	12.0±0	12.7±0.6	12.5±0.6	12.3±0.5
	1.0% calcium lactate	15.0±0.3	13.8±1.4	12.3±0.4	12.3±0.4	13.0±0.6	13.2±0.7
	F-test	-	ns	*	ns	*	*

วิจารณ์ผล

การใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตท มีผลทำให้มะละกออ่อนนุ่มช้าลง เมื่อเทียบกับชุดทดลองควบคุม โดยเฉพาะในช่วง 2-4 วันแรกของการเก็บรักษา ซึ่งพบว่ามะละกอในชุดการทดลองควบคุม ความแน่นเนื้อของมะละกอทั้งสองสีเกิดการอ่อนนุ่มอย่างรวดเร็ว จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า มะละกอเนื้อสีแดง มีการอ่อนนุ่มของเนื้อเร็วและมากกว่ามะละกอเนื้อสีเหลือง ซึ่งอาจเกิดจากการพัฒนาของผลและอายุที่แตกต่างกัน อาจมีโครงสร้างทางทางเคมีของมะละกอทั้งสองสีแตกต่างกัน โดยเฉพาะโครงสร้างของผนังเซลล์ สำหรับการใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 1% มีผลทำให้มะละกอเนื้อสีแดงมีการอ่อนนุ่มน้อยที่สุด ส่วนในมะละกอเนื้อสีเหลือง พบว่าการใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5 และ 1% สามารถชะลอการอ่อนนุ่มได้ไม่แตกต่างกัน ส่วนการใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตทพบว่าไม่มีผลต่อปริมาณ TSS และ TA ในมะละกอทั้งสองสี โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา

สาเหตุที่การที่สารละลายแคลเซียมแลคเตทสามารถชะลอการอ่อนนุ่มของมะละกอพันธุ์ฮาวายได้ อาจเนื่องจากสารดังกล่าวจะเข้าไปควบคุมการปลดปล่อยเอนไซม์ที่จะเข้ามาย่อยสลายองค์ประกอบของผนังเซลล์จากไซโทพลาซึม ทั้งนี้เพราะเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ดังกล่าวข้างต้นนั้นถูกสร้างขึ้นภายในเซลล์ แล้วส่งออกมาโดยผ่าน vesicle ซึ่งจะมาหลอมรวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์แล้วจึงปลดปล่อยออกมาสู่ผนังเซลล์อีกทอดหนึ่ง การให้แคลเซียมกับผลไม้จากภายนอก นอกจากจะทำให้ผลไม้อ่อนตัวช้าลงแล้ว ยังพบว่า กระบวนการสุกอื่น ๆ ลดลงด้วย (จริงแท้ , 2548) เช่น พบว่า ลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสี และยืดอายุการเก็บรักษามะละกอสุกแปรรูปพร้อมบริโภค โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 27 วัน (อินทิรา และ ศิริชัย, 2549) นอกจากนั้นยังมีการใช้แคลเซียมร่วมกับการเก็บรักษาโดยวิธีอื่นๆ อีกด้วย เช่น การใช้สารละลายแคลเซียมแลคแตท ร่วมกับ วิธีการ heat-shock พบว่า สามารถรักษาสภาพเนื้อสัมผัส และคุณภาพของผักกาดแก้วตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ (Martin-Diana, 2006)

การที่มะละกอเกิดการอ่อนนุ่มอย่างรวดเร็วหลังจากการสุกนั้น พบว่ามีผลเสียทั้งในแง่ของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการทำ fruit cocktail และ fruit salad ซึ่งต้องการเนื้อมะละกอหั่นชิ้นที่ไม่เละและทนอุณหภูมิสูงในระหว่างการแปรรูป และยังมีผลเสียในแง่ของการรับประทานสด เนื่องจากคนไทยโดยทั่วไปนิยมผลไม้ที่มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแข็ง หรือกรอบมากกว่าผลไม้ที่อ่อนนุ่ม (จริงแท้, 2548) มะละกอที่อ่อนนุ่มจนเกินไปจะไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งมะละกอที่มีการอ่อนนุ่มเร็ว จะมีโอกาสเกิดโรคมากกว่ามะละกอที่มีการอ่อนนุ่มช้าอีกด้วย

สรุป

สารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อมะละกอพันธุ์ฮาวายได้ดีกว่าที่ไม่ได้แช่สาร แต่ไม่มีผลต่อค่า TSS และ TA โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ และพบว่าการใช้และไม่ใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตท ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะละกอ โดยคะแนนสีเนื้อของมะละกอเนื้อสีแดงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 (ส้มแดง) ส่วนคะแนนสีเนื้อของมะละกอเนื้อสีเหลืองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.75 (เหลืองส้ม)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. สถิติการเพาะปลูกพืชมะละกอ รายไตรมาส ปี 2550. ที่มา: http://production.doae.go.th/estimate/reportP1_display.php.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2548. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปาริชาติ เบิร์นส สุวรรณา บาลดี อรวรรณ คำดี และเสริมศิริ จันทร์เปรม. 2548. การยืดอายุผลมะละกอหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. 26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัด หน้า 191

อินทิรา ลิจันทร์พร และ ศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์. 2549. ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของมะละกอสุกแปรรูปพร้อมบริโภค. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6, 7-10 พฤศจิกายน 2549. ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว เชียงใหม่. 420 หน้า.

Bautista-Baños, S., Hernández-López, M.,Bosquez-Molina, E. and Wilson, C.L. 2003. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. Crop Protection Volume 22, Issue 9, November 2003, Pages 1087-1092.

Luna-Guzman, I. and D.M. Barrett, 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh cut cantaloupes. Postharvest Biol. Technol. 19(1): 61-72.

Martin-Diana, A.B., Rico, D., Frias, J., Henehan, G.T.M., Mulcahy, J., Barat, J.M. & Barry-Ryan ,C. 2006. Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. J. Food.Engineer. 77(4): 1069-1077..

Techavuthiporn, C., Kyu ,K.L., Kanlayanarat,S. 2003. Quality changes in shredded green papaya under controlled atmosphere storage. ISHS Acta Horticulturae 599: 377-382.