Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 367--370 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 367-370 (2560)

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาสับปะรดห้วยมุ่นตัดแต่ง

Effect of Calcium Chloride on Storage Quality of Fresh-cut 'Huaimun' Pineapple

พนิดา เมฆทัพ[1] **และ มยุรี กระจายกลาง**[1, 2 *]

Panida Maketub[1] and Mayuree Krajayklang[1, 2*]

Abstract

Texture development after cutting pineapple fruit becomes a major problem for fresh-cut quality and life is short. The aim of this study was to reduce deterioration of texture in fresh-cut pineapple (*Ananas comosus* L. Mess. cv. 'Huaimun') fruit slices by using a calcium chloride dip. Fruit with a shell color corresponding to stage 2 and 3 (between 25-50% shell color change) were washed, air dried prior to slicing, and dipped in a 0 (distilled water, a control), 1% or 2% (w/v) calcium chloride ($CaCl_2$) solution for two minutes. Slices were then packed in clamshell trays and stored at 4.75 °C for 10 days. It was found that $CaCl_2$ at 1% appeared to reduce deterioration in browning incidence during the last 4-10 days of the storage, to increase crispness only at day 6 of the storage, and to maintain texture of fresh-cut pineapple fruit slices for up to 8 days of the storage. However, the acceptance of quality did not differ among treatments ($p>0.05$). Thus, the use of calcium chloride had no effect on extending in storage life of fresh-cut pineapple. The positive storage life were 6.5 6 and 5.5 days in the 1%, 2% calcium chloride treatments and in a control, respectively, with no significant differences among treatments ($p>0.05$).

Keywords: Fresh-cut pineapple, calcium chloride, postharvest quality

บทคัดย่อ

สับปะรดตัดแต่งมักเกิดปัญหาการเสื่อมสภาพเมื่อมีอายุการเก็บที่นานขึ้น ปัญหาหลัก ๆ นอกจากการเกิดสีคล้ำที่ผิว คือ เนื้อเยื่อนิ่ม ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญทางคุณภาพและส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้น งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์ห้วยมุ่นโดยการใช้แคลเซียมคลอไรด์ โดยใช้สับปะรดที่มีความบริบูรณ์ระดับ 2-3 (มีสีเหลืองไม่เกิน ½ ของผล) ถูกล้าง ปอกเปลือกหั่นชิ้น และแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0% (น้ำกลั่น, ชุดควบคุม) 1% หรือ 2% (โดยปริมาตร) นาน 2 นาที ตามลำดับ ผึ่งให้แห้ง บรรจุในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่า สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% มีแนวโน้มช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่ง โดยสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลกับชิ้นสับปะรดเฉพาะ 4-10 วันสุดท้าย และเพิ่มความกรอบของเนื้อสับปะรดเฉพาะวันที่ 6 รักษาความแน่นเนื้อได้สูงสุดถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา แต่คะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างในทุกชุดการทดลอง ($p>0.05$) ดังนั้น การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นไม่ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาของสับปะรดตัดแต่งนานขึ้น ($p>0.05$) อายุการเก็บรักษาเท่ากับ 6.5 6 และ 5.5 วัน ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1%, 2% และ ชุดควบคุม ตามลำดับ

คำสำคัญ: สับปะรดตัดแต่ง แคลเซียมคลอไรด์ คุณภาพหลังเก็บเกี่ยว

บทนำ

สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค มีปริมาณการส่งออกที่เพิ่มมากขึ้น (นิรมลและเนตรา, 2551) ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (minimally processed fruits and vegetables) คือ ผักและผลไม้ที่ผ่านขบวน การล้าง หั่น ตัด บรรจุใส่ภาชนะ พร้อมสำหรับการนำไปบริโภค โดยผักและผลไม้ตัดแต่งยังคงมีสภาพสด มีคุณค่าทางโภชนาการ และสะดวกสบายต่อการบริโภค (James and Ngarmsak, 2010) สับปะรดสดที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งมักได้รับผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของเนื้อเยื่อผลิตภัณฑ์ผลไม้ตัดแต่ง (Pan and Zu, 2012) เช่น

[1]คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[2] สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Excellent Research Center on Postharvest Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

*Corresponding author : mayureek@nu.ac.th

ปัญหาการเน่าเสีย การเสื่อมสภาพ และอายุการเก็บที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ธนิตชยา และคณะ, 2553) และเนื่องจากเนื้อเยื่อถูกทำลาย คุณลักษณะของสับปะรดจึงมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และ อายุการเก็บรักษาที่สั้นลง (จรวยพร, 2552) ทำให้มูลค่าทางเศรษฐกิจลดลง การใช้แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เพื่อยับยั้งการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและรักษาคุณค่าทางโภชนาการของผลไม้สดตัดแต่งจึงเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กัน เนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์มีคุณสมบัติสามารถลดการหายใจและลดการผลิตเอทิลีน เพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อลดการเสื่อมสลายทางสรีรวิทยาและการเน่าเสียได้ (Lamikanra and Watson, 2004) ดังเช่น งานวิจัยของ Martín-Diana *et al*. (2007) พบว่า $CaCl_2$ สามารถคงความแข็งแรงของเนื้อเยื่อผลไม้ตัดแต่งได้ อย่างเช่น แคนตาลูป สตอเบอรี่ องุ่น ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการใช้แคลเซียมคลอไรด์ ในระดับความเข้มข้น 1-2% ในการรักษาคุณภาพสับปะรดห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยมุ่งเน้นการชะลอการเสื่อมสภาพและส่งผลโดยรวมต่อการยืดอายุการเก็บรักษา

วิธีการศึกษา

สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นถูกเก็บเกี่ยวในระยะบริบูรณ์ระดับ 2-3 (มีสีเหลืองประมาณ ¼ -½ ของผล ซึ่งเป็นระดับการสุกแก่ที่นิยมใช้เพื่อบริโภคผลสดในตลาดค้าส่ง) ล้างทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปรคลอไรด์เข้มข้น 200 ppm ก่อนปอกเปลือก ตัดแต่ง หั่นเป็นชิ้นขนาด 4 x 10 ซม. ก่อนแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) 0% (น้ำกลั่น, ชุดควบคุม) 1% หรือ 2% (น้ำหนักโดยปริมาตร) นาน 2 นาที ตามลำดับ ผึ่งให้แห้ง บรรจุในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70.10±0.22% เป็นเวลา 10 วัน โดยทุก ๆ 2 วัน บันทึกข้อมูลคุณภาพ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดสี (MiniScan XE PLUS, Hunter Associates laboratory, USA) แสดงผลด้วยค่า L* การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติและการยอมรับโดยรวม โดยให้คะแนนจากการชิม 1-9 (sensory test) (ภาสุรี, 2548) โดยผลที่เกิดการเน่าเสียจะไม่ได้รับการประเมิน และ อายุการเก็บรักษา (Storage life) ประเมิน ณ วันที่มีคะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 5 เป็นเกณฑ์หมดสภาพ (พนิดาและมยุรี, 2558) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ชิ้น วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย F-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การใช้ $CaCl_2$ ส่งผลต่อลักษณะที่ปรากฏภายนอก เช่น สีของเนื้อสัมผัส ได้แก่ การลดการเกิดสีคล้ำเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ถึงแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดทดลอง จากการสังเกตการปรากฏสีน้ำตาล (Browning index) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสับปะรดชุดการทดลองที่ใช้ $CaCl_2$ ในช่วง 8 วันแรกของการเก็บรักษา และพบว่าการปรากฏสีน้ำตาลจะสูงขึ้นทุกกรรมวิธีเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Table 1) สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างของเนื้อผล (L*) โดยสับปะรดที่แช่ใน $CaCl_2$ทุกความเข้มข้นมีค่า L* มากกว่าชุดควบคุมได้นานถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา (Figure 1A) แต่ไม่พบความแตกต่างในทุกชุดการทดลอง ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกับการแช่แอปเปิ้ลตัดแต่งใน $CaCl_2$ (1%) นาน 2 นาที สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวได้ดีกว่าการแช่นาน 1 นาที (Varela *et al*., 2007) จากระยะเวลาที่น้อยเกินไป $CaCl_2$ อาจยังทำงานได้ไม่เต็มที่ แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของ $CaCl_2$ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล ความเข้มข้นที่ใช้ รวมทั้ง ระยะเวลาในการแช่ ซึ่งส่งผลให้เกิดความแตกต่าง การใช้ $CaCl_2$ 1% ช่วยชะลอการอ่อนตัวของเนื้อสัมผัส สามารถคงค่าความแน่นเนื้อไว้ต่อเนื่อง ค่าอยู่ระหว่าง 144.75- 215.25 กรัม ในช่วง 8 วันแรกของการเก็บรักษา (Figure 1B) นอกจากนี้ $CaCl_2$ 2% ช่วยชะลอการอ่อนตัวของเนื้อสัมผัสได้สูงสุดถึงวันสุดท้ายของการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 147.75- 219.00 กรัม (Figure 1B) สอดคล้องกับ Irfan *et al*. (2013) พบว่า การแช่ผลมะเดื่อในสารละลายเดี่ยวของ $CaCl_2$ 2% และการแช่แครอทตัดแต่งใน $CaCl_2$ 1% สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความแน่นเนื้อของผลิตผลไว้ได้ดี ทั้งนี้ เนื่องจากธาตุแคลเซียมทำหน้าที่เป็นตัวประสานและเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างผนังเซลล์ (cell wall) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ของผลไม้ตัดแต่งจึงสามารถชะลอการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อไว้ได้ $CaCl_2$ ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดตัดแต่งได้เล็กน้อยของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และพบการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ข้อมูลไม่ได้แสดง) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกชุดการทดลอง ส่วนหนึ่งอาจเกิดมาจากความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 70.10±0.22% ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิของการศึกษานี้ ด้านรสชาติทุกกรรมวิธีมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นตลอดระยะการเก็บรักษา

เพียงเล็กน้อย และในวันสุดท้ายของการทดลอง พบว่า การใช้ $CaCl_2$ ทุกกรรมวิธีมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น (Table 1) และการใช้ $CaCl_2$ ที่ 2% พบรสชาติแปลกปลอมมากที่สุดเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (Table 1) สอดคล้องการ Martin-Diana *et al*. (2007) กล่าวว่า เป็นเรื่องที่พบได้ทั่วไปในผลไม้ตัดแต่งที่แช่ $CaCl_2$ มักทำให้เกิดรสขม และรสขมจะมากขึ้นแปรผันตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น การใช้ $CaCl_2$ ในสับปะรดตัดแต่งที่ระดับความเข้มข้น 1-2% จึงมีส่วนช่วยให้เนื้อสัมผัสยังคงมีความกรอบ (crispy) เพิ่มมากขึ้นเด่นชัดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Table 1) เนื่องจาก $CaCl_2$ มีผลช่วยทำให้ผลไม้ตัดแต่งยังคงรักษาความแน่นเนื้อได้มาก (Luna-Guzmán *et al*., 1990) การยอมรับโดยรวม (acceptability) ของสับปะรดตัดแต่งภายหลังจากใช้ $CaCl_2$ ในทุกความเข้มข้นไม่พบความแตกต่างตลอดอายุการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีให้การยอมรับโดยรวมสูงสุด ณ วันที่ 6 ของการเก็บรักษา (Table 1) สอดคล้องกับ Zheng *et al*. (2014) พบว่า กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ในแอปเปิ้ลตัดแต่ง ให้ค่าการยอมรับโดยรวมลดลง จนสิ้นสุดการทดลอง การใช้ $CaCl_2$ ทุกระดับความเข้มข้น ไม่มีผลช่วยให้อายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งนานขึ้นในการศึกษานี้ (Figure 1C) อย่างไรก็ตาม การแช่แอปเปิ้ลตัดแต่งใน $CaCl_2$ กลับมีผลช่วยให้เกิดการคงสภาพได้มากกว่า 5 วัน (Zheng *et al*., 2014) เนื่องจาก แคลเซียมจะไปทำปฏิกิริยากับสารเพกตินที่ผนังเซลล์ เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมเพกเทตที่ไม่ละลายน้ำ จึงทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง เซลล์จึงรักษาความแข็งแรงไว้ได้ ทั้งนี้ชนิดของผลิตผลตัดแต่ง อาจตอบสนองต่อ $CaCl_2$ แตกต่างกัน ดังนั้น การใช้สารผสมของ $CaCl_2$ ร่วมกับกรดบางชนิด เช่น แอสคอร์บิก (Ascorbic acid) อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ตัดแต่งได้ (Giacalone and Chiabrando, 2013) จึงอาจนำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์กับผลสับปะรดตัดแต่ง ทั้งนี้ การตอบสนองอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมและสภาพแวดล้อมของการจัดการ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

Table 1. Overall quality and sensory of processed pineapple slices with calcium chloride ($CaCl_2$) 0% (a control) 1% and 2% (w/v) after storage at 4.75°C for 10 days.

		Days of storage					
Parameters	Treatment	0	2	4	6	8	10
Browning index[2/]	Control	2.50a[1/]	2.00a	2.75a	3.88a	3.00a	6.13a
	Calcium Chloride 1%	2.58a	1.50a	2.75a	2.00a	2.88a	5.88a
	Calcium Chloride 2%	2.96a	1.50a	2.25a	2.25a	2.50a	5.25a
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sour[3/]	Control	2.25a[1/]	3.00a	2.63a	2.50a	5.38a	6.50a
	Calcium Chloride 1%	2.08a	3.25a	1.75a	3.25a	3.25a	6.50a
	Calcium Chloride 2%	3.50a	4.13a	2.63a	3.25a	2.63a	7.75a
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Off-flavor[4/]	Control	1.04[1/]a	1.00a	1.13a	1.50a	3.25a	5.75a
	Calcium Chloride 1%	1.33 b	1.00a	1.38a	1.63a	2.63a	5.25a
	Calcium Chloride 2%	1.08 a	1.00a	1.75a	2.88a	2.50a	6.00a
	F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
Crispy[5/]	Control	5.08a[1/]	7.25a	6.13a	5.75 b	5.88a	3.75a
	Calcium Chloride 1%	5.17a	8.00a	5.25a	7.00 a	5.75a	4.25a
	Calcium Chloride 2%	5.21a	8.00a	6.13a	7.00 a	5.88a	5.75a
	F-test	ns	ns	ns	***	ns	ns
Acceptability[6/]	Control	5.20a[1/]	6.50a	5.38a	4.75a	3.25a	1.00a
	Calcium Chloride 1%	4.50a	6.88a	5.38a	5.38a	4.25a	1.75a
	Calcium Chloride 2%	4.00a	4.38a	4.88a	3.25a	4.25a	1.75a
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1/] Means within column followed by different letter are significantly different by using Duncan's new multiple range test at 95%: (ns) = not significant; (*); (***)= significantly different at 95, 99.9%, respectively.

[2/] Browning index was evaluated on a scale of 1-9; where 1 = none, 3 = slight, 5 = moderate, 7 = severe, 9 = extreme browning.

[3/] Sour was evaluated on a scale of 1-9; where 1 = none, 3 = slight, 5 = moderate, 7 = severe, 9 = extreme sour.

[4/] Off-flavor was evaluated on a scale of 1-9; where 1 = none, 3 = slight, 5 = moderate, 7 = severe, 9 = extreme off-flavor.

[5/] Crispy was evaluated on a scale of 1-9; where 1 = none, 3 = slight, 5 = moderate, 7 = severe, 9 = extreme crispy.

[6/] Acceptability was evaluated on a scale of 1-9; ; where 9 = excellent; no defects, 7 = very good; minor defects, 5 = fair; moderate defects or limit of acceptability, 3 = poor; major defects, 1 = unsalable.

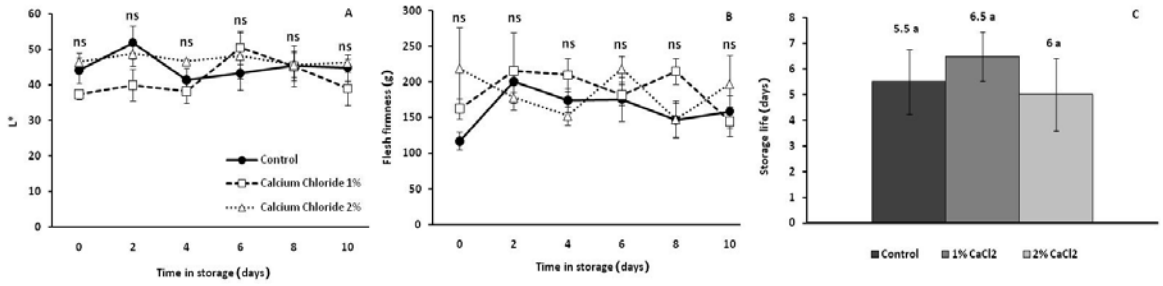

Figure 1. The change of L* (A), Flesh firmness (B), Storage life (C) of processed pineapple slices with calcium chloride ($CaCl_2$) 0% (a control), 1% and 2% (w/v) after storage at 4.75°C for 10 days. Vertical bars represent S.E. with 4 replications.

สรุป

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% มีแนวโน้มช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งได้เล็กน้อย สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลกับชิ้นสับปะรดตัดแต่งเฉพาะ 4-10 วันสุดท้าย เพิ่มความกรอบของเนื้อสับปะรดตัดแต่งเฉพาะวันที่ 6 ซึ่งประเมินจากลักษณะที่ปรากฏ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก รักษาค่าความแน่นเนื้อได้สูงสุดถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา แต่คะแนนการยอมรับโดยรวมและอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างในทุกชุดการทดลอง ($p>0.05$) ในชุดสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอายุการเก็บรักษา 6.5 วัน ที่อุณหภูมิ 4.75 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% ซึ่งให้อายุการเก็บรักษา 5.5 และ 6 วัน ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2559

เอกสารอ้างอิง

จรวยพร สมแก้ว. 2552. รูปแบบการหั่นชิ้นต่อคุณภาพของมะม่วงและสับปะรดระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 224 หน้า.

ธนิตชยา พุทธมี, เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์ และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2553. รูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคพันธุ์ตราดสีทองต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(3 พิเศษ): 125-128.

นิรมล สันติภาพวิวัฒนา และ เนตรา สมบูรณ์แก้ว. 2551. ผลของอุณหภูมิและภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่ออายุการวางจำหน่ายสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3 พิเศษ): 311-314.

พนิดา เมฆทัพ และ มยุรี กระจายกลาง. 2558. ผลของกรดแอสคอบิกต่อคุณภาพการเก็บรักษาสับปะรดห้วยมุ่นตัดแต่ง. แก่นเกษตร 43(1 พิเศษ): 836-842.

ภาสุรี ฤทธิเลิศ. 2548. ผลของไคโตซานต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลละมุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 205 หน้า.

Giacalone, G. and V. Chiabrando. 2013. Effect of different treatments with calcium salts on sensory quality of fresh-cut apple. J. Food Nutr. Res. 52(2): 79-86.

Irfan, P. K., V. Vanjakshi, M. K. Prakash, R. Ravi and V. B. Kudachikar. 2013. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica L.*) during storage and shelf-life. Postharvest Biol. & Technol. 82: 70-75.

James, J.B. and T. Ngarmsak. 2010. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide, RAP Publication 2010/16. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.

Lamikanra, O. and M. A. Watson. 2004. Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. J. Food Sci. 69(6): 468-472.

Luna-Guzmán, I., M. Cantwell and D. M. Barrett. 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of $CaCl_2$ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. Postharvest Biol. & Technol. 17(3): 201-213.

Martin-Diana, A. B., D. Rico, J. M. Frias, J.M. Barat, G. T. M. Henehan and C. Barry-Ryan. 2007. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. Trends in Food Sci & Technol. 18(4): 210-218.

Pan, Y. G. and H. Zu. 2012. Effect of UV-C radiation on the quality of fresh-cut pineapples. Procedia Engineering 37: 113-119.

Varela, P., A. Salvador and S. M.Fiszman. 2007. The use of calcium chloride in minimally processed apples: a sensory approach. Eur. Food Res. & Technol. 224(4): 461-467.

Zheng, W.W., I.J. Chun, S.B. Hong and Y. X. Zang. 2014. Quality characteristics of fresh-cut 'Fuji' apple slices from 1-methylcyclopropene-, calcium chloride-, and rare earth-treated intact fruits. Sci. Hort. 173: 100-105.