Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 664-666 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 664-666 (2554)

ผลของความสุกและการแช่เยือกแข็งต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบเพกทินในมะละกอ

Effect of Ripening and Freezing on Texture and Pectin Composition in Papaya

สุพัตรา โพธิเศษ[1] และสงวนศรี เจริญเหรียญ[1]

Suphattra Phothiset[1] and Sanguansri Charoenrein[1]

Abstract

The objective of this research was to study the effect of ripening and freezing on firmness and pectin composition in papaya. The results showed that firmness, alcohol insoluble solids (AIS) and total pectin content were decreased whereas water soluble pectin fraction (WSF) and chelating soluble pectin fraction (CSF) content were increased during ripening stage increased. Papaya pieces at different ripening were frozen with a cryogenic freezer at -40°C and stored at -18°C for 1-3 months. The results showed that firmness, AIS and total pectin content were decreased while WSF and CSF content were increased. Firmness and pectin composition contents of overripe papaya changed more rapidly than those of unripe and ripe papaya. Firmness and pectin composition of frozen papaya stored for 1 and 3 months were not significantly different ($p < 0.05$). These results suggest that ripening plays an important role in quality of frozen fruits.

Keywords: papaya, ripening, firmness, pectin composition

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความสุกและการแช่เยือกแข็ง ต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบเพกทินในมะละกอ จากผลการทดลองพบว่าความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (AIS) และเพกทินทั้งหมดมีปริมาณลดลง ในขณะที่เพกตินที่ละลายน้ำได้ (water soluble pectin fraction, WSF) และเพกทินที่ละลายใน chelating agent (chelating soluble pectin fraction, CSF) มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น เมื่อนำชิ้นมะละกอที่ความสุกต่างกันแช่เยือกแข็งด้วยระบบไครโอจินิกที่อุณหภูมิ -40°ซ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°ซ เป็นเวลา 1 และ 3 เดือน จากผลการทดลองพบว่า ความแน่นเนื้อ AIS และเพกทิจทั้งหมด มีปริมาณลดลง ในขณะที่ WSF และ CSF มีปริมาณเพิ่มขึ้น มะละกอที่มีความสุกมากมีความแน่นเนื้อและองค์ประกอบเพกทินเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็วกว่ามะละกอที่ความสุกต่ำกว่า ความแน่นเนื้อและองค์ประกอบเพกทินของมะละกอแช่เยือกแข็งเก็บรักษาเป็นเวลา 1 และ 3 เดือนไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความสุกมีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพของผลไม้แช่เยือกแข็ง

คำสำคัญ: มะละกอ, การสุก, ความแน่นเนื้อ, องค์ประกอบเพกทิน

คำนำ

คุณภาพของผลไม้สดและผลไม้ที่ผ่านการแปรรูปขึ้นกับสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสถือเป็นคุณภาพที่มีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค เมื่อผลไม้เริ่มสุกเนื้อของผลไม้จะมีความอ่อนตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากกระบวนการเมแทบอลิซึมขององค์ประกอบเพกทิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสของผนังเซลล์ (Ahmed and Labavitch, 1977) การอ่อนตัวของเนื้อของผลไม้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เพื่อใช้บริโภคนอกฤดูกาลปัจจุบันนิยมนำมาแปรรูปเพิ่มขึ้น

การแปรรูปผลไม้ด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งถือเป็นการแปรรูปที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันมาก แต่ปัญหาที่สำคัญของผลไม้แช่เยือกแข็งแม้จะทำการแช่เยือกแข็งแบบรวดเร็ว เมื่อนำไปละลายน้ำแข็งพบว่าจะมีความแน่นเนื้อลดลง เนื่องจากการที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งปริมาตรจะเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความเสียหายกับองค์ประกอบซึ่งเป็นโครงสร้างภายในเนื้อเยื่อพืช และเมื่อละลายน้ำแข็งทำให้เกิดการสูญเสียของเหลวออกจากเซลล์ทำให้มีความแน่นเนื้อลดลง นอกจากนี้พบว่าเมื่อเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งเป็นเวลาเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์

แม้ปัจจุบันมีงานวิจัยศึกษาผลการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบผนังเซลล์ค่อนข้างมาก แต่งานวิจัยที่ศึกษาผลของความสุกพบว่ามีข้อมูลสนับสนุนน้อย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

ผลของความสุกและระยะการเก็บรักษาต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบของเพกทินในมะละกอ เพื่อเป็นข้อมูลความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง

มะละกอพันธุ์แขกดำ (*Carica papaya* Linn.) ศึกษาความสุก 3 ระดับ แบ่งความสุกโดยใช้แถบสีมาตรฐานที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานเครือข่ายและพัฒนาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้แก่ underripe (stage 9), ripe (stage 8) และ overripe (stage 7)

underripe (stage 9) ripe (stage 8) overripe (stage 7)

Figure 1 Papaya fruit and pulp color at three stages of ripening

2. ผลของความสุกต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบของเพกทินในมะละกอ

มะละกอที่ความสุกแตกต่างกัน 3 ระดับ ล้างน้ำ ปอกเปลือก เอาเมล็ดออก ตัดให้มีขนาด 1.5x1.5x1.5 ซม นำชิ้นมะละกอซ้ำละ 12 ชิ้น วัดความแน่นเนื้อ (maximum force) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) โดยใช้หัววัด P/36R วัดด้วยแรงกด (15% compression) ความเร็วในการวัด 0.1 mm/sec

วิเคราะห์องค์ประกอบของเพกทิน โดยทำการสกัดของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol insoluble solids, AIS) ดัดแปลงจาก Ahmed and Labavitch (1977) จากนั้นนำ AIS ไปสกัดเพกทินส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เพกทินส่วนที่ละลายในน้ำ (water soluble pectin fraction, WSF) และ เพกทินส่วนที่ละลายใน EDTA (chelating soluble pectin fraction, CSF) ดัดแปลงจาก Alonso *et al*. (1997)) และเพกทินทั้งหมด ดัดแปลงจาก Alonso *et al.* (1997)

3. ผลของการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบของเพกทินในมะละกอ

นำชิ้นมะละกอขนาด 1.5x1.5x1.5 ซม บรรจุใส่ในถุงพลาสติกไนลอน (NY/LLDPE) ปิดผนึก แช่เยือกแข็งด้วยเครื่องแช่เยือกแข็งระบบไครโอจินิกแบบพ่นไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -40°C จนกระทั่งอุณหภูมิภายในตัวอย่างถึง -20°C เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 1 และ 3 เดือน นำตัวอย่างมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 1 ½ h นำตัวอย่างวัดเนื้อสัมผัสและวิเคราะห์องค์ประกอบของเพกทิน

การวางแผนการทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการทดลอง ณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลของความสุกต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบของเพกทินในมะละกอ

จากการวัดเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อของมะละกอ พบว่าความแน่นเนื้อมีค่าลดลง เมื่อความสุกเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) โดยมีความสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ และเพกทินทั้งหมดลดลง ส่วนปริมาณเพกทินที่ละลายได้ (WSF และ CSF) เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงให้เห็นเกิดการเปลี่ยนแปลงในโมเลกุลของเพกทิน ในรูปที่ไม่ละลายเปลี่ยนเป็นเพกทินในรูปที่ละลายได้ โดยเกิด depolymerization ของเพกทิน ซึ่งถูกย่อยโดยเอนไซม์ (Cell wall degrading enzymes) ทำให้โมเลกุลขององค์ประกอบเพกทินมีขนาดสั้นลง ทำให้มีการละลายเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เมื่อความสุกเพิ่มขึ้น ความแน่นเนื้อจึงลดลง

Table 1 Firmness (Newton) of underripe, ripe and overripe papaya dices before freezing and after frozen storage

Condition	Ripening		
	Underripe	Ripe	Overripe
Unfrozen	90.83^{aA}±0.37	14.90^{bA}±0.95	8.36^{cA}±0.40
Frozen 1 month	16.88^{aB}±2.98	4.62^{bB}±0.43	1.80^{cB}±0.08
Frozen 3 month	15.23^{aB}±2.17	3.27^{bB}±0.86	1.31^{cB}±0.68

$^{a, b, ...}$ means with the same letter indicate there is no significant difference between ripening

$^{A,B,C...}$ means with the same letter indicate there is no significant difference between storage times

2. ผลของการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบของเพกทินในมะละกอ

เมื่อนำชิ้นมะละกอที่มีความสุกแตกต่างไปแช่เยือกแข็งและเก็บรักษาเป็นเวลา 1 และ 3 เดือน พบว่ามะละกอเมื่อผ่านการแช่เยือกแข็งและเก็บรักษาจะมีความแน่นเนื้อลดลง (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับมีปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์และเพกทินทั้งหมดลดลง ส่วนเพกทินที่ละลาย (WSF และ CSF) มีปริมาณเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการแช่เยือกแข็งทำให้น้ำภายในเซลล์เปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นน้ำแข็ง ซึ่งเมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งปริมาตรน้ำจะเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความเสียหายกับผนังเซลล์ของผลไม้ ส่งผลทำให้ผนังเซลล์ซึ่งเป็นโครงสร้างให้กับเนื้อเยื่อของผลไม้นิ่มลง เมื่อทำการเก็บรักษาชิ้นมะละกอแช่เยือกแข็งเป็น 3 เดือน พบว่าความแน่นเนื้อและองค์ประกอบของเพกทินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบของเพกทินในมะละกอ

Table 2 Alcohol insoluble solids (AIS), total pectin and pectin fraction of underripe, ripe and overripe papaya dices before and after frozen storage times

		Underripe	Ripe	Overripe
Unfrozen	AIS (mg g^{-1} dry fresh sample)	158.88^{aA}±3.29	130.62^{bA}±1.40	119.36^{cA}±3.91
	WSF (mg g^{-1} dry AIS)	222.04^{cB}±0.69	248.92^{b}±0.63	256.87^{aB}±2.71
	CSF (mg g^{-1} dry AIS)	42.65^{cB}±0.27	54.26^{bB}±0.64	58.99^{aB}±2.33
	Total pectin (mg g^{-1} dry AIS)	512.29^{aA}±2.33	509.71^{aA}±3.71	494.43^{bA}±7.50
Frozen for 1 month	AIS (mg g^{-1} dry fresh sample)	152.93^{aAB}±3.60	125.25^{bB}±2.67	106.99^{cB}±2.27
	WSF (mg g^{-1} dry AIS)	228.10^{aA}±1.72	251.53^{b}±2.52	288.37^{aA}±4.49
	CSF (mg g^{-1} dry AIS)	51.84^{cA}±0.72	58.87^{bA}±1.13	67.83^{aA}±1.14
	Total pectin (mg g^{-1} dry AIS)	499.70^{aB}±4.51	476.58^{bB}±6.05	440.79^{cB}±5.54
Frozen for 3 months	AIS (mg g^{-1} dry fresh sample)	151.33^{aB}±0.59	123.98^{bB}±1.99	100.32^{cB}±0.55
	WSF (mg g^{-1} dry AIS)	228.88^{cA}±1.33	250.80^{b}±1.38	290.62^{aA}±2.70
	CSF (mg g^{-1} dry AIS)	51.58^{cA}±0.99	60.20^{bA}±1.55	67.41^{aA}±1.34
	Total pectin (mg g^{-1} dry AIS)	492.82^{aB}±7.52	472.36^{bB}±4.44	438.49^{cB}±5.63

$^{a, b, ...}$ Means with the same letter indicate there is no significant difference ($P<0.05$) between ripening

$^{A,B,C...}$ Means with the same letter indicate there is no significant difference ($P<0.05$) between storage time

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในโครงการ SRU-FPF และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเครือข่ายและพัฒนาพืชสวน. 2552. แถบสีมาตรฐานของมะละกอ. สำนักงานเครือข่ายและพัฒนาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Ahmed, E.R.A. and J.M. Labavitch. 1977. A simplified method for accurate determination of cell wall uronide content. *Journal of Food Chemistry* 1: 361-365.

Alonso, J., W. Canet and T. Rodriguez. 1997. Thermal and calcium pretreatment affect texture, pectinesterase and pectic substances of frozen sweet cherries. *Journal of Food Science* 62: 511-515.