Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 564-567 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 564-567 (2555)

ผลของอุณหภูมิต่อความแน่นเนื้อของทุเรียนตัดแต่งพันธุ์หมอนทองและชะนี

Firmness Changes of Fresh-Cut Durian cv. Monthong and Chanee Dependent on Storage Temperatures

มยุรี เมืองมูล[1] ศิริกาญจน์ จันทร์ถาวรพานิช[1] พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี[1] อนุวัตร แจ้งชัด[1] และ สุมิตรา บุญบำรุง[2]
Mayuree Muangmoon[1], Sirikarn Chanthavornpaith[1], Pisit Dhamvithee[1], Anuvat Jangchad[1] and Sumitra Boonbumrung[2]

Abstract

Durian (*Durio zibethinus* Murray) revered as the "king of fruits", is classified in a group climacteric fruits. It produces high ethylene during ripening that causes the short shelf life. Changing in the pulp texture is one of the most important factors leading to consumer rejection. The research purpose is to study the effect of temperatures on the firmness of fresh cut durian cv. Monthong and Chanee. They were harvested about 120 and 110 days after flowering, respectively, then packed in polyethylene (PE) tray, covered with linear low density polyethylene (LLDPE) film and kept at 4, 14 and 24°C. The result showed that durian pulps kept at higher temperatures more rapid decrease in firmness than that kept at low temperatures in both Monthong and Chanee. When storage temperature was changed from 4 to 14°C, Q_{10} were1.662 and 1.868 and 14 to 24°C Q_{10} were 2.038 and 2.131 in Monthong and Chanee, respectively. Firmness change in Chanee was more sensitive to temperature than Monthong and caused more rapidly rate of change when kept at higher temperature.

Keywords: fresh cut durian cv. Monthong and Chanee, firmness, temperature

บทคัดย่อ

ทุเรียนได้ชื่อว่าเป็นราชาแห่งผลไม้ จัดอยู่ในกลุ่ม Climacteric fruit เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุกจะมีการผลิตก๊าซเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เกิดกระบวนการสุกขึ้นอย่างรวดเร็วจึงมีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและนำไปสู่การไม่ยอมรับของผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อความแน่นเนื้อของทุเรียนพันธุ์หมอนทองและชะนีตัดแต่งที่มีอายุการเก็บเกี่ยวหลังดอกบานประมาณ 120 และ 110 วัน ตามลำดับ บรรจุในถาดพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (PE) และปิดด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด Linear low density polyethylene (LLDPE) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 14 และ 24°C โดยใช้สมการจลนพลศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ความแน่นเนื้อมีค่าค่าลดลงอย่างรวดเร็วกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำทั้งในทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี โดยเมื่ออุณหภูมิในการเก็บเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 14°C Q_{10} มีค่า 1.662 และ 1.868 และเมื่ออุณหภูมิในการเก็บเพิ่มขึ้นจาก 14 เป็น 24°C Q_{10} มีค่า 2.038 และ 2.131 ในทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนีตามลำดับ จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อของทุเรียนพันธุ์ชะนีมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าพันธุ์หมอนทอง โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อที่เร็วกว่าเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์มีการทำงานเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น

คำสำคัญ: ทุเรียนตัดแต่ง หมอนทอง ชะนี ความแน่นเนื้อ อุณหภูมิ

คำนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้พื้นเมืองของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ด้วยรสชาติหวานมันอันเป็นเอกลักษณ์ทำให้ทุเรียนได้ชื่อว่าเป็นราชาแห่งผลไม้ ในปัจจุบันทุเรียนกลายเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมของคนทั่วโลก สังเกตได้จากปริมาณการส่งออกไปสู่ตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี นำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก (สำนักงานเศรษฐกิจแห่งชาติ, 2555) ทุเรียนจัดเป็นผลไม้ในกลุ่ม climacteric คือเมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก จะมีการผลิตก๊าซเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่างๆ เช่น กลิ่น สี เนื้อสัมผัส เกิดการสุกขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น (จริงแท้, 2546) โดยการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและนำไปสู่การไม่ยอมรับของผู้บริโภค การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจาก

[1] ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, 50 Pahol Yothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900
[2] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2] Institute of Food Research and Product Development (IFRPD), Kasetsart University

โครงสร้างภายในผนังเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างกระบวนการสุกซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์บางชนิด มีรายวิจัยระบุว่าการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของทุเรียนในระหว่างกระบวนการสุกมีความสัมพันธ์กับเอนไซม์ โดยพบว่ากิจกรรมของ polygalacturonase เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และกิจกรรมของ pectinesterase เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะที่เนื้อทุเรียนอ่อนตัวลง (Imsabai *et al*., 2002) จากการค้นคว้าพบว่าการศึกษาด้านจลนพลศาสตร์เคมีของทุเรียนยังมีข้อมูลอยู่น้อย หากมีความเข้าใจถึงกระบวนการดังกล่าว น่าจะนำไปสู่การแก้ไขปัญญาการเสื่อมเสียของผลิตผลอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนของเนื้อสัมผัสได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สมการจลนพลศาสตร์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อของทุเรียนตัดแต่งพันธุ์หมอนทองและชะนี ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 14 และ 24 °C

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองและชะนีจากสวนในจังหวัดระยอง ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวหลังดอกบานประมาณ 120 และ 110 วัน ตามลำดับ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำผลทุเรียนที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว ล้างให้สะอาดด้วยโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ (NaOCl) ความเข้มข้น 100 ppm นาน 3 นาที ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (25°C) (ดัดแปลงจาก Voon, 2007) จากนั้นใช้มีดปลายแหลมแกะเปลือกทุเรียนเอาเฉพาะส่วนเนื้อโดยระวังอย่ากรีดให้เนื้อทุเรียนเกิดบาดแผล บรรจุใส่ถาดพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (PE) และปิดด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด Linear low density polyethylene (LLDPE) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 14 และ 24°C โดยสุ่มตัวอย่างทุก 5 4 และ 2 วัน ตามลำดับ เพื่อทำการวัดค่า

2. การวัดความแน่นเนื้อ

วัดความแน่นเนื้อบริเวณตำแหน่งกลางพูของทุเรียน โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer (Lloyd TA 500) โดยทดสอบแบบกด ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กดลงบนเนื้อทุเรียนลึก 5 มิลลิเมตร ที่ความเร็ว 20 มิลลิเมตรต่อนาที (ดัดแปลงจาก Voon, 2007)

3. การศึกษาสมการจลนพลศาสตร์ (ดัดแปลงจาก รุ่งนภา, 2552)

สมการจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยา (Kinetic reaction) เป็นสมการพื้นฐานที่นำมาใช้ในการระบุการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของทุเรียนในระหว่างการเก็บรักษา แสดงด้วยสมการดังต่อไปนี้ $dC/dt = f(C,T)$

เมื่อ dC/dt คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของทุเรียน

C คือ ความแน่นเนื้อของทุเรียน ณ เวลาหนึ่งๆ

T คือ อุณหภูมิ

เมื่ออุณหภูมิคงที่ อัตราของปฏิกิริยาเป็นไปตามกฎของ Power law สมการที่ได้จะเป็นดังนี้ $-dC_A/dt = k.C_A^n$

เมื่อ k คือ ค่าคงที่ของอัตราปฏิกิริยา (reaction rate constant)

n คือ อันดับของปฏิกิริยา (order of the reaction)

อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีผลต่ออัตราการเสื่อมเสียคุณภาพ โดยเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันแม้นักชีววิทยาจะใช้ค่าพลังงานกระตุ้นเพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์ของอัตราปฏิกิริยา ค่า Q_{10} ที่เป็นอัตราส่วนของอัตราปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิห่างกัน 10°C (โดยที่อัตราที่อุณหภูมิสูงกว่ามักเป็นตัวตั้ง ทำให้ค่า Q_{10} มากว่า 1 เสมอ) ก็ยังเป็นค่าที่นิยมนำมาใช้ในการอธิบายผลของอุณหภูมิ

ผลและวิจารณ์

1. ความแน่นเนื้อของทุเรียนตัดแต่งพันธุ์หมอนทองและชะนี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 14 และ 24°C

จากการศึกษาความแน่นเนื้อของทุเรียนหมอนทองและชะนีตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 14 และ 24°C พบว่า การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาในทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 14 และ 24°C ตามลำดับ (Figure 1) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์มีการทำงานลดลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Imsabai *et al*. (2002) ซึ่งทำการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการอ่อนนุ่มและกิจกรรมของเอนไซม์ polygalactu-

ronase และ pectinesterase ในทุเรียนพันธุ์ชะนี พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C การอ่อนนุ่มช้าลงกว่าการเก็บรักษาที่ 27 และ 34°C สัมพันธ์กับค่ากิจกรรมของ polygalacturonase และ pectinesterase ที่ลดลงด้วย

นอกจากนั้นยังพบว่าทุเรียนพันธุ์ชะนีมีอัตราการลดลงของความแน่นเนื้อสูงกว่าพันธุ์หมอนทอง สอดคล้องกับงานวิจัยของธิรา (2538) ซึ่งพบว่า ทุเรียนพันธุ์ชะนีมีการอ่อนตัวของเนื้อค่อนข้างเร็วกว่าพันธุ์หมอนทองสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ polygalacturonase ซึ่งมีค่าสูงกว่าพันธุ์หมอนทอง

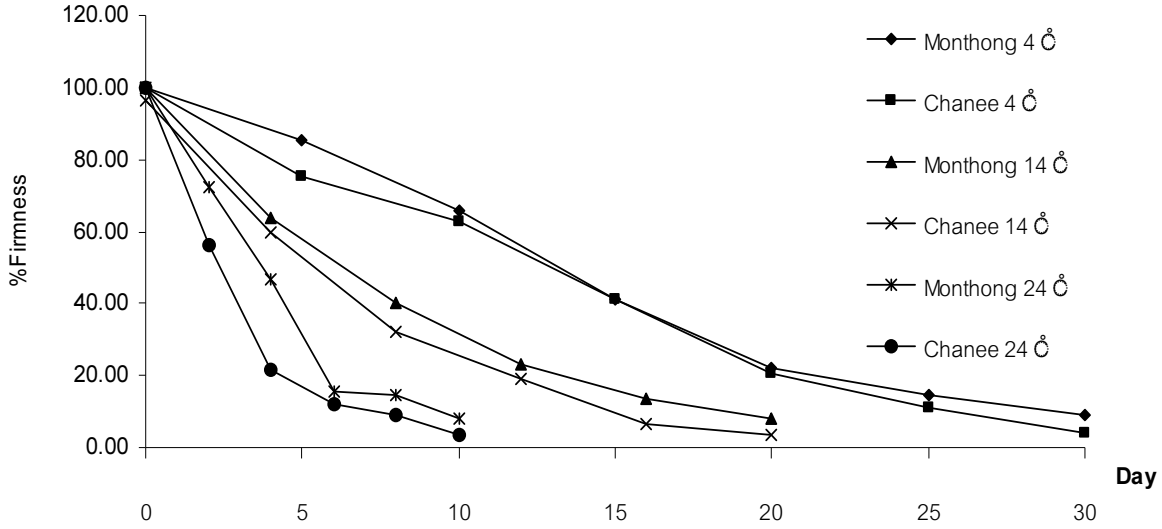

Figure 1 Rate of firmness changes of fresh-cut durian (cv. Monthong and Chanee) during storage at 4, 14 and 24°C.

2. ผลของอุณหภูมิต่อความแน่นเนื้อของทุเรียน

จาก Table 1 แสดงค่าคงที่ของอัตราปฏิกิริยา (k) ที่อุณหภูมิ 4, 14 และ 24°C มีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้นในทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ โดยในทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.075 เป็น 0.124 และ 0.252 ตามลำดับ ส่วนในทุเรียนชะนีมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.090 เป็น 0.167 และ 0.357 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่า Q_{10} ซึ่งบ่งบอกถึงอัตราในการเกิดปฏิกิริยาเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป 10°C ในทุเรียนพันธุ์หมอนทองค่า Q_{10} มีค่าเท่ากับ 1.662 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 4 เป็น 14°C และมีค่า 2.038 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 14 เป็น 24°C ส่วนในทุเรียนพันธุ์ชะนี ค่า Q_{10} มีค่าเท่ากับ 1.868 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 4 เป็น 14°C และมีค่า 2.131 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 14 เป็น 24°C แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ความแน่นเนื้อของทุเรียนลดลง โดยในทุเรียนพันธุ์ชะนีอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาจะเร็วกว่าพันธุ์หมอนทอง และเมื่อเปรียบเทียบตามประเภทของผลไม้ที่อยู่ในกลุ่ม climacteric พบว่า ทุเรียนมีค่า Q_{10} ใกล้เคียงกับการหายใจของกล้วย (banana) ซึ่งมีค่า Q_{10} เท่ากับ 1.6 (เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 0 เป็น 10°C)

Table 1 Q_{10} for firmness of fresh-cut durian (cv. Monthong and chanee) during storage at various temperatures.

Fruit	Temperature (°C)	k	R^2	Q_{10}
Durian cv. Monthong	4	0.075	0.9517	-
	14	0.124	0.9975	1.662 (4->14 °C)
	24	0.252	0.9568	2.038 (14->24 °C)
Durian cv. Chanee	4	0.09	0.9059	-
	14	0.167	0.9868	1.868 (4->14 °C)
	24	0.357	0.9776	2.131 (14->24 °C)
Kiwifruit[1]	-	-	-	2.7 (0->10 °C)
	-	-	-	2.6 (10->20 °C)
Banana[1]	-	-	-	1.6 (0->10 °C)
Pears[2]	-	-	-	1.8 (21->31 °C)
Peaches[2]	-	-	-	4.7 (21->31 °C)

Source: [1]Watada *et al*. (1996) and [2]Labuza (1982)

สรุปผล

อุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนตัดแต่งมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ชะนี การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ ทุเรียนพันธุ์ชะนีมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าพันธุ์หมอนทองโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อที่เร็วกว่าเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์มีการทำงานเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ธิรา แดงกนิษฐ์. 2538. ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ Polygalacturonase, Pectin methylesterase, Cellulase และ β-Galactosidase และการอ่อนตัวของเนื้อทุเรียนสุก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2552. อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์. หน้า 106 – 128. ใน คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2555. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/download/journal/trends2555.pdf (20 กรกฎาคม 2555).

Imsabai, W., S. Ketsa and W. G. van Doorn. 2002. Effect of temperature on softening and the activities of polygalacturonase and pectinesterase in durian fruit. Postharvest Biology and Technology 26: 347–351.

Labuza, T. P. 1982. Shelf-Life Dating of Food. Food and Nutrition Press, Inc., Washington D.C.

Voon, Y. Y. 2007. Volatile flavor compounds and sensory properties of minimally processed durian (*Durio zibethinus* cv.D24) fruit during storage at 4 °C. Postharvest Biology and Technology 46: 76-85.

Watada, A. E., P. K. Nathanee and A. M. Donna. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. Postharves Biology and Technology. 115-125.