Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 506-509 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 506-509 (2555)

การศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงของเปลือกและความแน่นเนื้อของมะละกอสายพันธุ์การค้าในระหว่างการสุก

Comparison of Skin Strength and Flesh Firmness in Papaya Commercial Varieties during Fruit Ripening

ปาริชาติ เบิร์นส[1,2,3,4] ศันสนีย์ นาเจริญ[1,2,3,4] อนุพันธุ์ เทิดวงศ์วรกุล[5] ธนพล ไชยแสน[3] สิริกุล วะสี[6] และ จริงแท้ ศิริพานิช[7]

Parichart Burns[1,2,3,4], Sansanee Nacharen[1,2,3,4], Anupun Terdwongworaku[5], Thanapon Chaisan[3], Sirikul Wasee[6] and Jingtair Siriphanich[7]

Abstract

Fruit firmness is an important character effecting fruit handling and quality. During ripening process, there are changes in cell wall composition and subsequently reduction in fruit firmness. Papaya (*Carica papaya* L.) is prone to bruise and infection after ripening. To investigate firmness changes in papaya during fruit ripening, five commercial papaya cultivars including Huon Gold, Klangdong, Krung, Pluk Mai Lie and Sunset Solo was measured at 3 fruit ripening stages; mature green, color break and ripen. The measurement was done in three replications. Firmness was measured at three positions (proximal, mid and distal section) per fruit. Sunset Solo had highest skin and flesh firmness at mature green stage at 46.7 ± 1.8 N and 23.7 ±0.6 N followed by Pluk Mai Lie and Huon Gold, respectively. Statistical analysis showed that firmness in ripe papaya was significantly different from that of green and colour break stages and the decline of fruit firmness in ripe fruit was most prominent in Pluk Mai Lie while there was little difference in Klangdong and Krung.

Keywords: papaya, fruit ripening, fruit firmness

บทคัดย่อ

ความแน่นเนื้อเป็นคุณสมบัติของผลที่มีความสำคัญต่อการจัดการผลและคุณภาพของผล ระหว่างการสุกมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของผนังเซลล์ และ การลดลงของความแน่นเนื้อของผล มะละกอมีแนวโน้มที่จะช้ำและติดเชื้อหลังจากผลสุก การศึกษาในครั้งนี้วัดความแข็งแรงของเปลือก และความแน่นเนื้อของเนื้อผลมะละกอพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์พันธุ์ละ 3 ตัวอย่างได้แก่ พันธุ์ฮวนโกล กลางดง ครั่ง ปลักไม้ลาย และซันเซทโซโล ระหว่างการสุกของผล 3 ระยะได้แก่ ผลดิบ ผลแต้ม และผลสุก โดยวัด 3 ตำแหน่งต่อผลคือ หัว กลาง และท้าย พันธุ์ซันเซทโซโลจัดเป็นพันธุ์ที่มีความแข็งแรงของเปลือกและความแน่นเนื้อสูงสุดในระยะผลดิบที่ 46.7±1.8 นิวตัน และ 23.7±0.6 นิวตัน ตามด้วยพันธุ์ปลักไม้ลาย และฮวนโกลตามลำดับ ในระหว่างการสุกการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อลดลงอย่างมากในมะละกอสายพันธุ์ปลักไม้ลาย ในขณะที่พันธุ์กลางดง และครั่ง มีความเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มะละกอระยะผลสุกมีค่าความแน่นเนื้อแตกต่างกับระยะผลดิบและผลแต้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: มะละกอ กระบวนการสุก ความแน่นเนื้อ

[1] ห้องปฏิบัติการวิจัยด้านพืช ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย คลองหลวง ปทุมธานี 12120

[1] Plant Research Laboratory, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Kasatsart University KamphangSaen Campus Nakon Pathom 73140 Thailand

[2] ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2] Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University KamphangSaen Campus Nakon Pathom 73140 Thailand

[3] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัญชิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900

[3] Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand

[4] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพ 10400

[4] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok, 10400, Thailand

[5] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[5] Department of Agriculture Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University KamphangSaen Campus Nakon Pathom 73140 Thailand

[6] ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[6] Tropical vegetable research center, Research and Development Institute at KamphangSaen, Kasetsart University KamphangSaen Campus Nakon Pathom 73140 Thailand

[7] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[7] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University KamphangSaen Campus Nakon Pathom 73140 Thailand

คำนำ

ความแน่นเนื้อผล (Fruit firmness) เป็นคุณสมบัติสำคัญที่มีอิทธิพลกับการเก็บเกี่ยว การขนส่ง ผิวสัมผัสและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อมะละกอ ความเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา อาทิ การสุก และทางกายภาพ เช่น การตัดเป็นชิ้น และบาดแผล ส่งผลต่อความแน่นเนื้อผล (จริงแท้, 2550) ในผลไม้บางชนิด เช่น แอ็ปปริคอด พีช และ สตอรเบอรี่ การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Toivonen and Brummell, 2008) มะละกอ (*Carica papaya* L.) เป็นไม้ผลที่สำคัญและได้รับความนิยมสำหรับการบริโภคภายในประเทศและวัตถุดิบสำหรับการแปรรูป อาทิ ผลไม้กระป๋อง แม้ว่ามะละกอดิบจะแข็ง สามารถเก็บและขนส่งได้ดี ในระหว่างการสุกผลมะละกออ่อนตัวลงอย่างมาก นอกจากนั้นยังช้ำ และติดเชื้อที่ผิวได้ง่าย (Paull *et al*., 1997) ประเทศไทยมีการพัฒนาสายพันธุ์ และนำเข้าสายพันธุ์มะละกอ เพื่อรับประทานสุก รับประทานดิบ และนำไปแปรรูป แต่ข้อมูลด้านคุณลักษณะของผลโดยเฉพาะความแน่นเนื้อผลยังมีอยู่น้อย การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสายพันธุ์การค้าของมะละกอที่นิยม ทั้งพันธุ์ไทย และพันธุ์ต่างประเทศ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ฮวนโกล กลางดง ครั่ง ปลักไม้ลาย และซันเซทโซโล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปคัดเลือกมะละกอเพื่อใช้งานให้เหมาะสมตรงตามคุณสมบัติของสายพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

มะละกอที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 5 สายพันธุ์ได้แก่ พันธุ์ฮวนโกล กลางดง ครั่ง ปลักไม้ลาย และซันเซทโซโล ปลูกที่แปลงทดลองของสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม เก็บมะละกอตามระยะการสุกโดยแบ่งเป็น 3 ระยะคือ ระยะผลดิบ ระยะผลแต้ม และระยะผลสุก โดยแบ่งระยะตามการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ นำมาวัดความแข็งแรงของเปลือก และความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่อง A universal testing machine (Model 5569 Single Column, Instron Corp. Canton, MA) หัวเจาะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 มม. โดยให้หัวโพรบวางอยู่ที่ Zero force contact กดหัวลงไปที่ความลึก 45 มม. และที่ความเร็ว 25 มม./นาที โดยใช้หัวโพรบวางอยู่ที่ The maximum force (Newtons, N) มะละกอ 1 ผลวัด 3 ตำแหน่งคือ หัว กลาง และ ท้ายผล โดยใช้มะละกอ 3 ผลต่อ 1 ระยะการพัฒนา นำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยและ ค่า standard deviation (SD) จากนั้นนำผลมะละกอที่ผ่านการวัดความแข็งแรงของเปลือก และความแน่นเนื้อของผลแล้วมาหั่นตามขวางเพื่อสังเกตลักษณะการพัฒนาภายในผลเช่น สีเนื้อ สีเมล็ด เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความแข็งแรงของเปลือก และความแน่นเนื้อที่วัดได้ (Figure 1) หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อความแน่นเนื้อของผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผล

1.ความแข็งแรงของเปลือก (Skin strength)

ระยะผลดิบมะละกอพันธุ์ซันเซทโซโลมีค่าความแข็งแรงของเปลือกสูงสุดที่ 46.7 N รองลงมาคือพันธุ์ปลักไม้ลาย ฮวนโกล ครั่ง และกลางดงที่ 39.9, 34.6, 31.9 และ 31.3 N ตามลำดับ ในระยะผลแต้มค่าความแข็งแรงของเปลือกไม่แตกต่างจากในระยะผลดิบ อย่างไรก็ตามเมื่อผลสุกความแข็งแรงของเปลือกของมะละกอลดลงในสี่สายพันธุ์ โดยการเปลี่ยนแปลงเห็นได้อย่างชัดเจนที่สุดคือสายพันธุ์ปลักไม้ลายจาก 39.9 เป็น 32.2 N (ลดลง 19.3%) สายพันธุ์กลางดงลดลงเพียงเล็กน้อย จาก 31.3 เป็น 29.5 N (ลดลง 5.8%) และความแข็งแรงของเปลือกในสายพันธุ์ครั่งไม่เปลี่ยนแปลง (Figure 2a)

2.ความแน่นเนื้อของเนื้อผล (Flesh firmness)

ระยะผลดิบ มะละกอพันธุ์ซันเซทโซโลมีค่าความแน่นเนื้อของเนื้อผลสูงสุดที่ 23.7 N รองลงมาคือพันธุ์ปลักไม้ลาย และ ฮวนโกลเท่ากันที่ 18.0 N กลางดง และ ครั่ง ที่ 16.2 และ 15.2 N ตามลำดับ เมื่อผลสุกการเปลี่ยนแปลงเห็นได้อย่างชัดเจนที่สุดคือสายพันธุ์ปลักไม้ลายจาก 18.0 เป็น 14.7 N (ลดลง 18.3%) ในขณะที่สายพันธุ์ครั่งลดลงเพียงเล็กน้อย จาก 15.2 เป็น 14.7 N (ลดลง 3.3%) และความแน่นเนื้อของเนื้อผลในสายพันธุ์กลางดงไม่เปลี่ยนแปลง (Figure 2b)

3. ความแน่นเนื้อของผลมะละกอ (Fruit firmness)

เมื่อพิจารณาค่าความแข็งแรงของเปลือกร่วมกับค่าความแน่นเนื้อของเนื้อผลในมะละกอทั้ง 5 พันธุ์พบว่า พันธุ์ทำให้ค่าความแน่นเนื้อของผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) โดยพันธุ์ซันเซทโซโล (34±11.9 N) มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด รองลงมาคือพันธุ์ปลักไม้ลาย (28.1±10.8 N) และ พันธุ์ฮวนโกล (26.2±8.9 N) ตามลำดับ สำหรับพันธุ์กลางดง (23.1±7.3 N) และพันธุ์ครั่ง (23.6±9.7 N) ให้ค่าความแน่นเนื้อของผลที่น้อยที่สุดและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

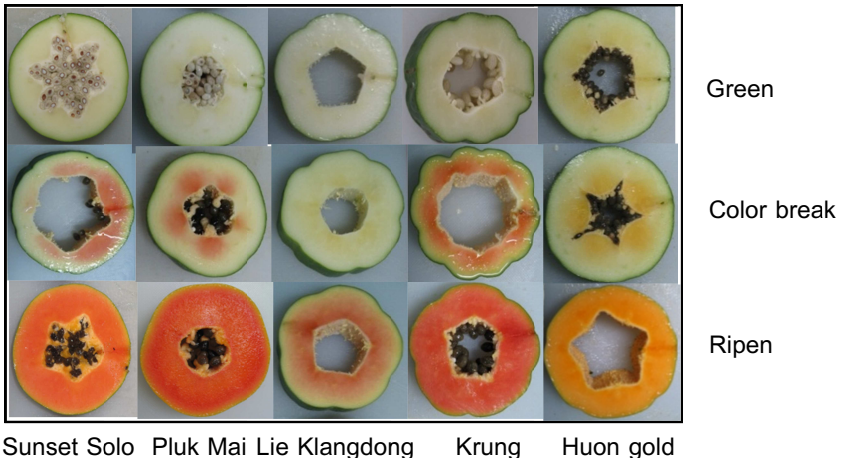

Figure 1 The cross section of five commercial cultivars of papaya during fruit ripening used in this study; Sunset Solo, Pluk Mai Lie, Klangdong, Krung and Huon gold

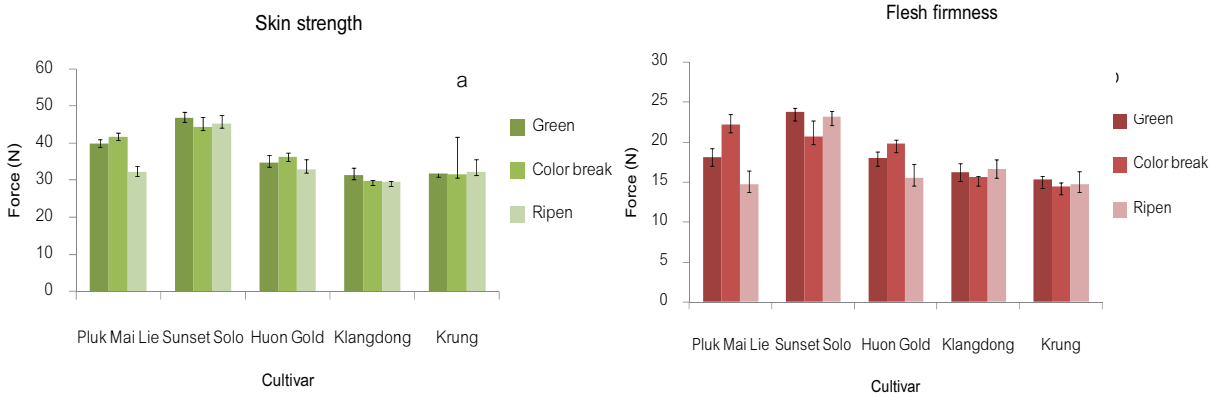

Figure 2 Skin strength and flesh firmness of five commercial cultivars; Pluk Mai Lie, Sunset Solo, Huon Gold,Klangdong and Krung

Table 1 Fruit firmness of five commercial cultivars of papaya during fruit ripening

Cultivar	Firmness (N)
Sunset solo	34 ± 11.9 ^{A}
Pluk Mai Lie	28.1 ± 10.8^{B}
Huongold	26.2 ± 8.9 ^{C}
Krung	23.6 ± 7.3 ^{D}
Klangdong	23.1 ± 9.7 ^{D}

Mean values followed by different letters were significantly different at $p < 0.05$ by DMRT

วิจารณ์ผล

มะละกอสายพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ที่นำมาศึกษามีค่าความแน่นเนื้อ (ความแข็งแรงของเปลือก และความแน่นเนื้อของเนื้อผล) แตกต่างกัน พบว่าพันธุ์ซันเซ็ตโซโลมีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด พันธุ์ปลักไม้ลาย และ พันธุ์ฮวนโกลอยู่ในระหว่างกลาง ในขณะที่พันธุ์กลางดง และ พันธุ์ครั่งมีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด (Table 1) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อระหว่างการสุกพบว่าสายพันธุ์ปลักไม้ลายมีการเปลี่ยนแปลงของเปลือกและเนื้อไปในทิศทางเดียวกัน โดยระหว่างการสุกมีการลดลงของความแข็งแรงของเปลือก และความแน่นเนื้อของเนื้อผลอย่างชัดเจน ในขณะที่ความแน่นเนื้อและความแข็งแรงของเปลือกในพันธุ์กลางดง และ ครั่ง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย การอ่อนนุ่มของผลมะละกอแต่ละสายพันธุ์อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้อาจเนื่องจากองค์ประกอบของผนังเซลล์ที่มีอยู่แตกต่างกันตั้งแต่ต้น หรือชนิดและปริมาณเอนไซม์ที่มาย่อยสลายก็แตกต่างกัน (จริงแท้, 2550) แม้ว่าทั้ง Paull *et al*. (1999) และ Sanudo-Barajas *et al*. (2009) พบว่าการลดลงของเพคตินในผลมะละกอพันธุ์ซันเซทโซโล และมาราดอล ทำให้เกิดการลดลงของความแน่นเนื้อ แต่องค์ประกอบอื่นๆ เช่น ชนิดของน้ำตาล ที่พบในผนังเซลล์มีความแตกต่างกัน ซึ่งน่าจะส่งผลต่อโครงสร้างความแข็งแรงของผนังเซลล์ และความแน่นเนื้อของผลมะละกอให้มีความแตกต่างกัน และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา อาทิ การสุก แตกต่างกัน

สรุป

ความแน่นเนื้อของผลเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของมะละกอที่เฉพาะกับสายพันธุ์ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยปัจจัยสรีรวิทยา อาทิ กระบวนการสุก สายพันธุ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลระหว่างกระบวนการสุกทั้งความแข็งแรงของเปลือกและความแน่นเนื้อของเนื้อผลมากที่สุดโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกันคือ สายพันธุ์ปลักไม้ลาย สำหรับสายพันธุ์กลางดงและพันธุ์ครั่งความแข็งแรงของเปลือกและความแน่นเนื้อของผลไม่สูงและมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการสุก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ที่สนับสนุน สถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.

Paull, R.E., W. Nishijima, M. Reyes. and C. Cavaletto. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (Carica papaya L.). Postharvest Biology and Technology 11: 165-179.

Paull, R.E., K. Gross. and Y. Qiu. 1999. Changes in papaya cell walls during fruit ripening. Postharvest Biology and Technology 16: 79-89.

Sanudo-Barajas, J.A., J. Labavitch, C. Greve, T. Osuna-Enciso, D. Muy-Rangel and J. Siller-Cepeda. 2009. Cell wall disassembly during papaya softening: Role of ethylene in changes in composition, pectin-derived oligomers (PDOs) production and wall hydrolases. Postharvest Biology and Technology 52: 158-167.

Toivonen, P.M. A and D. Brummell. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology 48: 1-14.