

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงสุกตัดแต่ง ในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น

Quality change of fresh-cut ripe mango during cold storage

อาภัสสร ศิริจริยวัตร^{1*}, กอบชัย คำศรีพล¹ และ สุกฤษ กำเนิดพันธุ์¹

Arpassorn Sirijariyawat^{1*}, Krobchai Kumsripool¹ and Sukrit Kamnerdphanth¹

บทคัดย่อ: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงสุกตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C โดยการศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของมะม่วงตัดแต่งหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 3, 6 และ 9 วัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงสุกตัดแต่งได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน ที่อุณหภูมิ 4°C อย่างไรก็ตามพบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อสัมผัส และสี โดยมะม่วงสุกตัดแต่งมีความแน่นเนื้อ ความสว่างและความเป็นสีเหลืองลดลง ในขณะที่มีความแตกต่างของสีรวมและการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: มะม่วง, ผลไม้ตัดแต่ง, เนื้อสัมผัส, สี, การสูญเสียน้ำหนัก

ABSTRACT: The study on quality change of fresh-cut ripe mango during storage at 4°C. The chemical and physical property of fresh-cut mango were analyzed after storage for 0, 3, 6, and 9 days. The result showed that chemical property (pH, titratable acidity, and total soluble solid) of fresh-cut ripe mango did not change during storage for 9 days at 4°C. However, the physical property changed (texture and color) was detected. The firmness, lightness, and yellowness of fresh-cut mango decreased, while the total color difference and weight loss were increased during storage.

Keywords: mango, fresh-cut fruit, texture, color, water loss

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร

Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus

* Corresponding author: csnap@ku.ac.th

บทนำ

มะม่วงเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณวิตามินซีและสารแคโรทีนอยด์ที่มีความสำคัญต่อร่างกาย โดยเฉพาะสารเบต้า-แคโรทีนที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ในร่างกาย มีการปลูกมากทั่วทั้งประเทศ โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อบริโภคผลสุก ได้แก่ น้ำดอกไม้โชกอนันต์ และมหาชนก ผลผลิตมะม่วงของไทยมีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของตลาดภายในและนอกอาเซียน นับจากเดือนมกราคม ถึงตุลาคม 2557 ประเทศไทยส่งออกมะม่วง 73,155 ตัน มูลค่าการส่งออกรวม 2,878 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ผลไม้ไทยยังมีความโดดเด่นทางด้านคุณภาพ และเกษตรกรไทยมีความได้เปรียบทางด้านกรรวมกลุ่มที่เข้มแข็ง มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ไม่พันธุ์ส่งเสริมพันธุ์แรกให้ปลูกเพื่อการส่งออกเนื่องจากมีกลิ่นรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ส่งผลให้มีมูลค่าการจำหน่ายที่สูงตามไปด้วย มะม่วงสามารถนำไปบริโภคได้หลายหลายรูปแบบทั้งการทานผลสด และการนำไปแปรรูป ปัจจุบันกระบวนการแปรรูปขั้นต่ำ (Minimally processed) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ผลไม้ตัดแต่ง (Fresh-cut fruit) ก็จัดอยู่ในกลุ่มของผลไม้ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต่ำ โดยผลไม้ตัดแต่ง หมายถึงผลไม้สดที่ผ่านการคัดเลือกคุณภาพโดยมีความแก่อ่อนที่เหมาะสมสำหรับบริโภคนำมาล้างทำความสะอาดปอกเปลือกเจาะแกนตัดแต่งตำหนิหั่นเป็นชิ้นพร้อมรับประทานและบรรจุลงภาชนะบรรจุ ยังคงมีสารอาหารกลิ่นรสชาติและความแน่นเนื้อใกล้เคียงผลไม้สด ดังนั้นผลไม้ตัดแต่งจึงอาจเรียกได้ว่าเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภค ผลไม้ตัดแต่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทั้งด้านคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติ และความสะดวกจึงนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในครัวเรือนและธุรกิจบริการ

อย่างไรก็ตาม ผลไม้ตัดแต่งมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิตทำให้ยังคงมีกิจกรรมและปฏิกิริยาต่างๆ เช่น

การหายใจและการผลิตเอทิลีนเกิดขึ้นภายในเซลล์เหมือนกับผลไม้สดทั่วไป ส่งผลให้ยังคงมีกระบวนการสุกตามธรรมชาติเกิดขึ้นตลอดเวลา (Greve and Labavitch, 1991) เนื้อเยื่อของผลไม้ตัดแต่งที่เกิดความเสียหายหรือฉีกขาดภายหลังกระบวนการตัดแต่งมักเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้ง่ายกว่าเนื้อเยื่อของผลไม้สดทั่วไป เนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสกับอากาศเพิ่มขึ้นแก๊สออกซิเจนจึงสามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์เพิ่มมากขึ้น (Brecht, 1995) ส่งผลให้ผลไม้ตัดแต่งเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณภาพได้ง่าย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษามะม่วงสุกตัดแต่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนานวัตกรรมปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงตัดแต่งต่อไป

วิธีการศึกษา

คัดเลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสุก โดยคัดจากขนาด สีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำมะม่วงน้ำดอกไม้และอุปกรณ์ต่างๆ แขนในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 100ppm เป็นเวลา 2 นาทีเพื่อทำความสะอาด ปอกเปลือกมะม่วงตัวอย่างมะม่วงที่ใช้ในการศึกษาจะไม่ใช้เนื้อมะม่วงส่วนที่ติดกับขั้วและส่วนปลายผลเพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้น หั่นเนื้อมะม่วงให้ได้ขนาด 1.5x1.5 x1.5 cm. บรรจุมะม่วงใส่ถุงพลาสติกขนาด 7x22 cm. จำนวน 8 ชิ้นต่อถุง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C โดยนำตัวอย่างมะม่วงมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ในวันที่ 0, 3, 6 และ 9 ดังนี้

ค่าความเป็นกรดต่างโดยใช้เครื่อง pH Meter (Ultra Basic Benchtop Meters, Model UB-10, Denver Instrument, USA.)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยการไทเทรตกับ NaOH รายงานเป็นค่าร้อยละของกรดมาลิก

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand Refractometer (Model RHB-32/ATC, Shilac, Japan)

ความแน่นเนื้อ โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer (TA.XT Plus ,Stable Micro Systems,UK) ใช้หัว P36 cylinder stainless ค่า Test speed 1 mm/s ค่าระยะทางในการกด 7.5 mm รายงานค่าแรงกดสูงสุดในหน่วยนิวตัน (N) (Sirijariyawat and Charoenrein, 2014)

ค่าสี โดยเครื่องวัดค่าสี HunterLab colorimeter (Mini scan XE plus, Hunter Associates Laboratory Inc., USA) รายงานค่า L^* a^* b^* และคำนวณค่าความแตกต่างของสีรวม (DE^*) โดย

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2}$$

เมื่อ L^*_1 และ L^*_2 คือ ค่าความสว่างของมะม่วงในวันที่ 0 และมะม่วงหลังจากเก็บรักษาตามลำดับ

a^*_1 และ a^*_2 คือ ค่าความเป็นสีแดงของมะม่วงในวันที่ 0 และมะม่วงหลังจากเก็บรักษาตามลำดับ

b^*_1 และ b^*_2 คือ ค่าความเป็นสีเหลืองของมะม่วงในวันที่ 0 และมะม่วงหลังจากเก็บรักษาตามลำดับ

การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (Weight loss) โดยชั่งน้ำหนักมะม่วงเริ่มต้น (วันที่ 0) และน้ำหนักมะม่วงหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3, 6 และ 9 วัน คำนวณการสูญเสียน้ำหนักโดย

$$\text{Weight loss (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักมะม่วงเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักมะม่วงหลังจากเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักมะม่วงเริ่มต้น}} \times 100$$

การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะม่วงในแต่ละวันของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ทำการศึกษา 2 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยมะม่วงตัดแต่งจำนวน 160 ชิ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวัดองค์ประกอบของมะม่วงตัดแต่งได้แก่ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 9 วัน ผล (Figure 1)

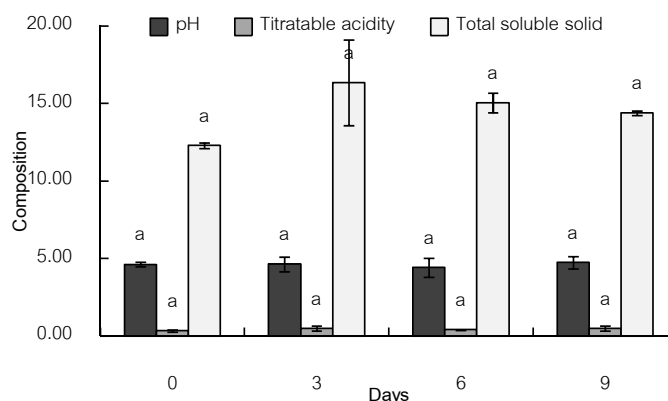


Figure 1 The change of pH, titratable acidity (%) and total soluble solid (°Brix) of ripe mango cubes after storage from 0 – 9 days at 4°C.

* Data are the mean $\pm$ standard deviation from two replications. The same letters on the bars are not significantly different ($P > 0.05$).

จาก Figure 1 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของมะม่วงสุกตัดแต่งมีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น มีงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งได้รายงานเกี่ยวกับความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายของมะม่วงตัดแต่ง Siddiq et al. (2013) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงตัดแต่งพันธุ์ Tommy atkins ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 วัน พบว่าค่าความเป็นกรดต่างของมะม่วงมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าลดลง แต่ปริมาณกรดมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ Dea et al. (2010) พบว่าค่าความเป็นกรดต่างของมะม่วงตัดแต่งพันธุ์ Kent มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 10 วัน อย่างไรก็ตาม ความเป็นกรดต่างที่เปลี่ยนแปลงนี้ไม่สามารถรับรู้ได้โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงสุกตัดแต่งมีค่า 3.98 N และเมื่อเก็บรักษาพบว่าความแน่นเนื้อของมะม่วงมีค่าลดลง ($P < 0.05$) (Figure 2) โดยลดลงมากในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลไม้ตัดแต่งเกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียทำให้แรงดันเต่ง (Turgor pressure) ในเซลล์ของมะม่วงลดลงส่งผลให้ความแน่นเนื้อลดลง และยังสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยเพคติน เช่น โพลีกาลแลคตูโลเนส และเพคตินเมทิลเอสเทอร์เลส จากการทดลองพบว่าความแน่นเนื้อที่ลดลงมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำหนัที่สูญเสียที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ดังภาพที่ 5 ผลการศึกษาค้นคว้าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Djioa et al. (2009) ซึ่งเก็บมะม่วงตัดแต่งพันธุ์ Keitt ไว้ที่อุณหภูมิ 6°C เป็นเวลา 9 วัน พบว่าความแน่นเนื้อของมะม่วงมีค่าลดลง และลดลงมากในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Dea et al. (2010) และ Siddiq et al. (2013) รายงานความแน่นเนื้อของมะม่วงตัดแต่งที่ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา

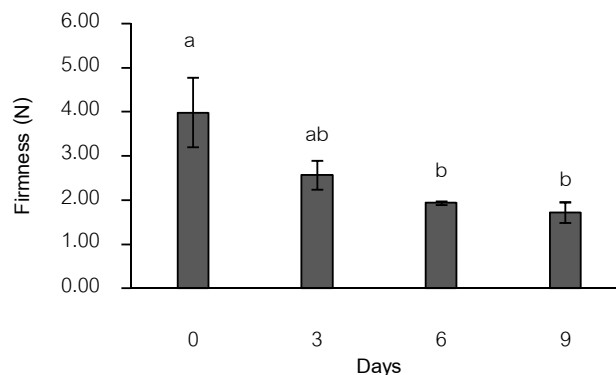


Figure 2 The change of Firmness (N) of ripe mango cubes after storage from 0 – 9 days at 4°C .

* Data are the mean $\pm$ standard deviation from two replications. Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

จากการวัดค่าสีของมะม่วงสุกตัดแต่ง พบว่าหลังจากเก็บรักษามะม่วงมีค่าสีเปลี่ยนแปลงไปโดยมีค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ลดลง ($P < 0.05$) แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) ไม่เปลี่ยนแปลง ($P > 0.05$) โดยมีค่าความแตกต่างของสีรวม (DE^*) เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มจาก 3 วันเป็น 6 วัน (Figure 3, 4) การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษาเกิดขึ้นเนื่องจาก Enzymatic browning reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อเซลล์เกิดการฉีกขาดทำให้เอนไซม์ และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกับสารโมโนฟีนอล

และถูกออกซิไดซ์เป็นไควโนน ซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็นโอควิโนน (o-quinone) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดแอมิโนหรือโปรตีนทำให้เกิดเป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีสีน้ำตาลเกิดขึ้นในเนื้อมะม่วง การเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงตัดแต่งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่พบว่ามะม่วงตัดแต่งจะมีค่าความสว่างลดลง ความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น และความเป็นสีเหลืองลดลงหลังจากการเก็บรักษา (Djioua et al.,2009; Dea et al.,2010; Siddiq et al., 2013)

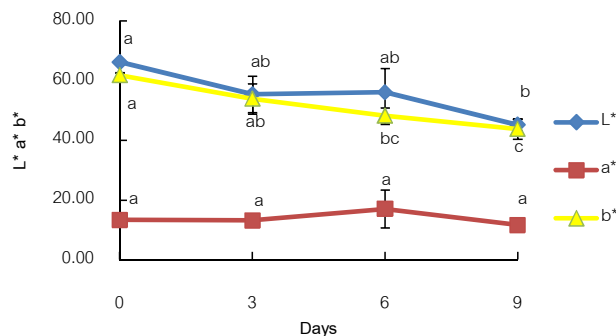


Figure 3 The change of L^* , a^* , and b^* of ripe mango cubes after storage from 0 – 9 days at 4°C.

* Data are the mean $\pm$ standard deviation from two replications. Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

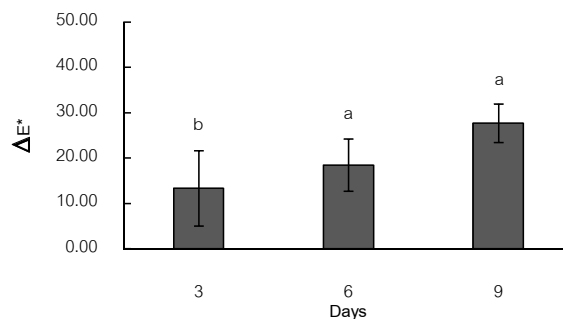


Figure 4 The change of total color difference of ripe mango cubes after storage from 0 – 9 days at 4°C.

* Data are the mean $\pm$ standard deviation from two replications. Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

นอกจากการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและสีของมะม่วงสุกตัดแต่งแล้ว ยังเกิดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา โดยการสูญเสียน้ำหนักมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มจาก 3 วัน เป็น 6 วันและ 9 วันตามลำดับ ($P < 0.05$) (Figure 5) ซึ่ง

การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำและการหายใจของผลไม้ การสูญเสียน้ำหนักนี้ยังส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและสีของมะม่วงตัดแต่งด้วย

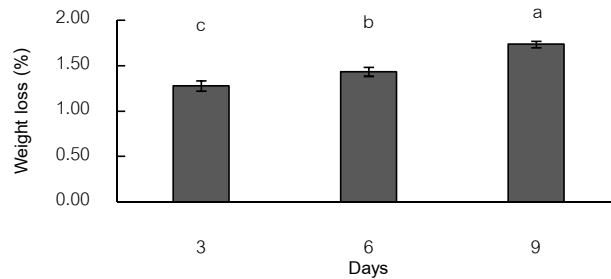


Figure 5 Weight loss (%) of ripe mango cubes after storage from 0 – 9 days at 4°C.

* Data are the mean $\pm$ standard deviation from two replications. Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

สรุป

องค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงสุกตัดแต่งได้แก่ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วันที่อุณหภูมิ 4°C แต่มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ ได้แก่เนื้อสัมผัส และสีโดยมะม่วงสุกตัดแต่งมีความแน่นเนื้อลดลง มีความสว่างและความเป็นสีเหลืองลดลง ในขณะที่มีความแตกต่างของสีรวมและการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2557. สถิติการส่งออกมะม่วง.
http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2557.

- Brecht, K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hort. Science. 30: 18-22.
- Dea, S., J.K. Brecht, M.C.N. Nunes, and E.A. Baldwin. 2010. Quality of fresh-cut 'Kent' mango slices prepared from hot water or non-hot water-treated fruit. Postharvest Biol. Tec. 56: 171-180.
- Djioua, T., F. Charles, F. Lopez-Lauri, H. Filgueiras, A. Coudret, M. Freire Jr, M-N. Ducamp-Collin and H. Sallanon. 2009. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. Postharvest Biol. Tec. 52: 221-226.
- Greve, L.C. and J.M. Labavitch. 1991. Cell wall metabolism in ripening fruit: V. analysis of cell wall synthesis in ripening tomato pericarp tissue using a D-[U-13C]-glucose tracer and gas chromatography-mass spectrometry. Plant Physiol. 97: 1456-1461.
- Siddiq, M., D.S. Sogi, and K.D. Dolan. 2013. Antioxidant properties, total phenolics, and quality of fresh-cut 'Tommy Atkins' mangoes as affected by different pre-treatments. LWT_Food Sci. and Technol. 53: 156-162.
- Sirijariyawat, A. and S. Charoenrein. 2014. Texture and pectin content of four frozen fruits treated with calcium. J. Food Process. Pres. 38: 1346-1355.