

การประยุกต์ใช้รังสีเอกซ์ในมะม่วงเขียวเสวยเพื่อการส่งออก The Application of X-ray Irradiation on 'Khieo Sawoey' Mangoes for Export

สุรศักดิ์ สัจจบุตร¹ เขมรุจิ เข้มทอง¹ จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ¹ ทศพล แทนนรินทร์¹ นงคณัฐ แจ้งสว่าง¹ วชิราภรณ์ ผิวล่อง¹ วณิช ล้อมโภาสมณี¹
วรารัตน์ คำหวาน¹ ศิริลักษณ์ ชูแก้ว¹ และฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์¹
Sajjabut, S.¹, Khemthong, K.¹, Eamsiri J.¹, Tannarin, T.¹, Jangswang, N.², Pewlong, W.¹, Limohpasmanee, W.¹, Khamvarn, V.¹,
Chookaew, S.¹ and Kongratarpon, T.¹

Abstract

Irradiation treatment is efficient method used for fruit insect infestation that is accepted by quarantine in many countries. The objective of this study was to determine the effect of X-ray generated by electron accelerator on the quality of 'Khieo Sawoey' mangoes. Fruits were packed in active bags and irradiated with X-ray at 50 kw for 30 min. After irradiation, all samples were kept at 13-15 °c and 90-95 % relative humidity and were investigated the physical and chemical qualities, sensory evaluation every week for 4 weeks. It was found that minimum and maximum absorbed dose were 447 and 601 Gy. All treatments were no significant difference in the physical qualities, chemical qualities and sensory evaluation between irradiated and non-irradiated fruits. The quality of irradiated fruits was accepted, although fruits treated with maximum dose showed slightly black stain of peel after storage for 4 weeks.

Keywords: X ray irradiation, Khieo Sawoey mango.

บทคัดย่อ

การฉายรังสีเป็นวิธีที่ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ติดไปกับผลไม้ได้รับการยอมรับทางกักกันพืชในหลายประเทศ การทดลองนี้เพื่อศึกษาผลของรังสีเอกซ์จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กทรอนิกส์ต่อคุณภาพของมะม่วงเขียวเสวย โดยนำมะม่วงที่บรรจุในถุงแอคทีฟ (MAP Bags) มาฉายรังสีเอกซ์ที่กำลัง 50 kW นาน 30 นาที เมื่อฉายรังสีแล้วพบว่ามะม่วงได้รับปริมาณรังสีต่ำสุดที่ 447 Gy และสูงสุดที่ 601 Gy จากนั้นนำมะม่วงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 °c ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัสทุกสัปดาห์ นาน 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี ผลการทดสอบพบว่า มะม่วงฉายรังสีมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับมะม่วงไม่ฉายรังสีและคะแนนประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ถึงแม้ว่าที่ระยะเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ สีเปลือกมะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณสูงมีรอยเปื้อนสีตาบางๆเกิดขึ้น

คำสำคัญ: การฉายรังสีเอกซ์, มะม่วงเขียวเสวย

คำนำ*

มะม่วงพันธุ์เขียวเสวยเป็นที่นิยมบริโภคมากขึ้นแถบตลาดอาเซียน เช่น ประเทศเวียดนาม ด้วยแนวโน้มผลผลิตมะม่วงเขียวเสวยที่มีมากขึ้นและต่อเนื่องตลอดทั้งปี จึงนับเป็นโอกาสที่ดีในการขยายตลาดส่งออกมะม่วงดิบไปยังประเทศอื่นๆ เช่น ออสเตรเลีย และอเมริกา เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคที่ชื่นชอบผลไม้ไทย การส่งผลไม้สดเข้าสู่ตลาดอเมริกา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ จำเป็นต้องผ่านการฉายรังสีเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชกักกันพืช โดยกำหนดให้ใช้ปริมาณรังสีต่ำสุดที่ 400 Gy จากการศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมา รังสีเอกซ์ และลำอิเล็กตรอนต่อคุณภาพของอาหาร และผลไม้ชนิดต่าง ๆ พบว่า การฉายรังสีมีผลต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงภายในของผลผลิต โดยผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพของผลผลิตขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต ปริมาณรังสีที่ได้รับ และชนิดของรังสี (Shellie และ Mangan, 1994) ผลการศึกษาการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลผลิตมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ปริมาณรังสี 400 และ 700 Gy พบว่า มะม่วงฉายรังสีมีสีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าชุดควบคุม ความแน่นเนื้อลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น และมีอัตราการหายใจ ปริมาณ Lipid peroxidation และเอนไซม์ LOX เพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรก หลังจากนั้นลดลงจนถึงวันที่ 14 (อภิรัต และคณะ, 2556) Broisler และคณะ (2009) รายงานว่า มะม่วงสายพันธุ์

¹ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 9/9 ม. 7 ต.ทรายมูล อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120

Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization) 9/9 Moo 7, Saimoon, Ongkharak, Nakhon Nayok 26120 Thailand

Tommy, Kent, Honey Gold, Shelly และ Princess ที่ผ่านการฉายรังสีที่ปริมาณ 400 800 และ 1,000 Gy มีผลทำให้เปลือกของมะม่วงฉายรังสีมีรอยข้ำเป็นจุดๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยพบมากขึ้นตามปริมาณรังสีที่สูงขึ้น ปัจจุบันสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติมีเทคโนโลยีด้านเครื่องเร่งอนุภาคฯ ให้รังสีเอกซ์ที่มีค่าพลังงานต่ำกว่า 5 Mev ที่กำลัง 50 kw เพื่อรองรับบริการฉายรังสีผลไม้ในอนาคต ดังนั้นการวิจัยเพื่อศึกษาคุณภาพผลไม้ภายหลังฉายรังสีเอกซ์จึงเป็นประโยชน์ในด้านการให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการที่สนใจใช้บริการและยังช่วยส่งเสริมการส่งออกผลไม้ไทยอีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ*

คัดเลือกมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยเกรดส่งออกจากสวนในจังหวัดฉะเชิงเทรา มาทำความสะอาดผิวด้วยน้ำผสมคลอรีน 200 ppm หลังจากนั้นนำไปจุ่มในสารละลายโปรคลอราซ 500 ppm เพื่อกำจัดเชื้อราบนผิวมะม่วง ผึ่งลมให้แห้งแล้วนำมาบรรจุถุง MAP (MAP Bags (M2)) ขนาด 7x10 นิ้ว (บริษัท ทานตะวันอุตสาหกรรม จำกัด) 1 ผลต่อถุงแล้ว บรรจุมะม่วงลงกล่องกระดาษลูกฟูกติดตาข่ายขนาด 35x50x10 cm นำตัวอย่างไปฉายรังสีเอกซ์ที่ศูนย์ฉายรังสี คลองห้า ทำการฉายรังสีมะม่วงเขียวเสวยด้วยรังสีเอกซ์ที่ระดับพลังงาน 2 Mev จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนที่ กำลัง 50 kw (บริษัท Mevex Corporation ประเทศแคนาดา) ภายหลังฉายรังสีนำตัวอย่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % ทำการทดสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏภายนอก, การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกและเนื้อด้วยเครื่อง Minolta colorimeter (CR-300) ในระบบ Hunter L* a* b*, ความแน่นเนื้อของมะม่วงด้วย Effegi Penetrometer, ค่า pH ด้วย pH meter, ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity), ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid), ปริมาณและชนิดของน้ำตาลวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (maltose, sucrose, glucose, fructose และ total sugar) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทำ 4 ซ้ำต่อชุดทดลอง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's multiple range test และทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสทดสอบโดยการชิม ผู้ทดสอบให้คะแนนแบบ 9-point-hedonic scale มีจำนวนผู้ทดสอบอย่างน้อย 12 คน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง*

ผลการทดลอง พบว่า มะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณต่ำ (450-500 Gy) และสูง (550-600 Gy) ไม่ปรากฏเลินติเซลสีดำ เช่นเดียวกับมะม่วงไม่ฉายรังสี ตลอดระยะเวลาเก็บ 4 สัปดาห์ ส่วนสีเปลือกมะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณต่ำและสูง ที่เก็บไว้นาน 0 1 2 และ 3 สัปดาห์ ไม่เกิดลักษณะรอยเปื้อนดำเช่นเดียวกับมะม่วงไม่ฉายรังสีแต่มีลักษณะรอยเปื้อนดำบาง ๆ เมื่อเก็บไว้นาน 4 สัปดาห์ มะม่วงฉายรังสีมีสีของเปลือกไม่แตกต่างกับมะม่วงไม่ฉายรังสี ที่อายุการเก็บ 0-3 สัปดาห์ ค่าความสว่าง (L) ของสีเปลือกมะม่วงอยู่ในช่วง 38.16 - 41.54, ค่า a อยู่ในช่วง (-10.76) - (-9.16) และค่า b อยู่ในช่วง 10.21 - 12.88 ในขณะที่มะม่วงฉายรังสีที่เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ มีค่า a สูงกว่า และค่า b ต่ำกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1 A) เช่นเดียวกับสีของเนื้อมะม่วงฉายรังสีไม่แตกต่างกับมะม่วงไม่ฉายรังสีที่เก็บรักษานาน 1-2 สัปดาห์ โดยมีค่าความสว่าง (L) ของสีเปลือกมะม่วงอยู่ในช่วง 76.51 - 84.82, ค่า a อยู่ในช่วง (-6.40) - (-4.10) และค่า b อยู่ในช่วง 15.23 - 28.64 แต่ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 และ 4 สัปดาห์ เนื้อมะม่วงไม่ฉายรังสีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากกว่ามะม่วงฉายรังสี (ค่า b มะม่วงฉายรังสีมีค่าน้อยกว่าที่ไม่ผ่านการฉายรังสี) (Figure 1 B) แสดงว่ามะม่วงฉายรังสีมีการสุกช้ากว่ามะม่วงไม่ฉายรังสี ซึ่งสอดคล้องกับผลทดลองของอภิรดี และคณะ (2556) เมื่อฉายรังสีมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ปริมาณ 400 และ 700 Gy ไม่ทำให้เกิดรอยเปื้อนสีดำที่เปลือกและเลินติเซลสีดำในเนื้อมะม่วง แต่สีเปลือกมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้น

ผลการทดลอง พบว่า ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงฉายรังสีและไม่ฉายรังสีมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ มะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณต่ำและสูง มีค่าความแน่นเนื้อ 4.96 และ 5.48 kg/cm³ ต่ำกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสีที่มีค่าความแน่นเนื้อ 6.77 kg/cm³ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ มะม่วงฉายรังสีมีค่าความแน่นเนื้อ 5.69 และ 5.23 kg/cm³ สูงกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสีที่มีค่าความแน่นเนื้อ 3.00 kg/cm³ อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงฉายรังสีและไม่ฉายรังสีไม่แตกต่างกัน (Figure 2A) แสดงว่ามะม่วงฉายรังสีมีความแน่นเนื้อลดลงเร็วกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสีในสัปดาห์ที่ 1-2 แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงช้ากว่ามะม่วงไม่ฉายรังสีในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอภิรดี และคณะ (2556) ในการทดลองฉายรังสีแกมมาที่มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ พบว่า ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บและที่ระยะเวลาการเก็บ 14 วัน มะม่วงฉายรังสีที่ปริมาณ 400 และ 700 Gy มีความแน่นเนื้อมากกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสี ในขณะที่ ผ่องเพ็ญ และอภิรดี (2554) รายงานว่า การฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มชะลอการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โดยมะม่วงที่ฉายรังสีมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อ การอ่อนนุ่ม และการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสี

จาก Figure 2B พบว่า ค่า pH ของมะม่วงฉายรังสีและไม่ฉายรังสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และไม่แตกต่างกัน ค่า pH ของมะม่วงเริ่มต้น (0 สัปดาห์) อยู่ในช่วง 3.32 - 3.40 และเพิ่มขึ้นเป็น 4.20 - 4.26 ในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมะม่วงฉายรังสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับมะม่วงไม่ฉายรังสี โดยค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมะม่วงเริ่มต้น (0 สัปดาห์) เท่ากับ 10.0 °Brix และเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 15.9 - 16 °Brix ในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา และพบว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมะม่วงยังสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (Figure 3) ในมะม่วงเขียวเสวยมีน้ำตาล 3 ชนิด คือ Fructose, Glucose และ Sucrose โดยมีปริมาณ Sucrose มากที่สุด และปริมาณน้ำตาลทั้งสามชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาและไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงฉายรังสีและไม่ฉายรังสี (Figure 3B) โดยที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 สัปดาห์ ปริมาณ Fructose และ Glucose น้อยกว่า 10 g/100 g และ Sucrose อยู่ในช่วง 1.01 - 1.32 g/100 g แต่ระยะเวลาเก็บ 4 สัปดาห์ Fructose อยู่ในช่วง 2.18 - 2.41 g/100g Glucose อยู่ในช่วง 1.55 - 1.73 g/100g และ Sucrose อยู่ในช่วง 7.28 - 7.91 g/100g

การทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบให้คะแนนตามความชอบ พบว่ามะม่วงฉายรังสีและมะม่วงไม่ฉายรังสีมีคะแนนสีเปลือกไม่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 1-3 สัปดาห์ คืออยู่ในช่วง 6.9 - 7.8 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 คะแนนสีเปลือกมะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณสูงเท่ากับ 6.1 น้อยกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสีที่เท่ากับ 7.1 อย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนเฉลี่ยยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณสูงมีสีเปลือกไม่สม่ำเสมอ คะแนนเฉลี่ยความสดของผลมะม่วงฉายรังสีไม่แตกต่างจากมะม่วงไม่ฉายรังสีตลอดระยะเวลาการเก็บ 4 สัปดาห์ คะแนนอยู่ในช่วง 6.7 - 7.8 ส่วนคะแนนเฉลี่ยลักษณะภายนอกรวมของมะม่วงฉายรังสีไม่แตกต่างกับมะม่วงไม่ฉายรังสี ที่ระยะเวลาเก็บ 0-2 สัปดาห์ คะแนนอยู่ในช่วง 7.0 - 7.8 แต่ที่ระยะเวลาเก็บ 3 และ 4 สัปดาห์ คะแนนของมะม่วงที่ได้รับรังสีระดับสูง เท่ากับ 7 และ 6.3 ซึ่งน้อยกว่ามะม่วงไม่ฉายรังสี ซึ่งเท่ากับ 7.8 และ 7.2 อย่างมีนัยสำคัญ คะแนนเฉลี่ย สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและคุณภาพโดยรวมของมะม่วงฉายไม่แตกต่างจากมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีตลอดระยะเวลาการเก็บ 4 สัปดาห์ คะแนนสีเนื้ออยู่ในช่วง 6.7 - 7.7 คะแนนกลิ่นอยู่ในช่วง 6.4 - 7.3 คะแนนรสชาติอยู่ในช่วง 5.9 - 7.7 คะแนนเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 6.1 - 7.8 และคะแนนคุณภาพโดยรวมอยู่ในช่วง 6.0 - 7.7 (Figure 3) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Broisler และคณะ (2009) พบว่าเมื่อฉายรังสีมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่ปริมาณ 500 และ 750 Gy ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส พุฒิพงษ์ และคณะ (2562) รายงานว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ไม่ฉายรังสีและฉายรังสี 200 Gy เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บรักษานานไม่เกิน 14 วัน มะม่วงฉายรังสี 300 และ 400 Gy เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เมื่อเก็บรักษาไว้ไม่เกิน 7 วัน หากเก็บนานขึ้นเนื้อมะม่วงมีลักษณะคล้ายเจล เนื้อนุ่ม และรสชาติจืด ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

สรุปผล

การใช้ภาชนะบรรจุตัดแปลงสภาวะบรรยากาศร่วมกับการฉายรังสีเอกซ์มะม่วงเขียวเสวยที่ระดับพลังงาน 2 Mev จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 50 kw นาน 30 นาที พบว่ามะม่วงได้รับรังสีต่ำสุด 447 Gy และสูงสุด 601 Gy และการเก็บที่อุณหภูมิ 13-15°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% นาน 1-4 สัปดาห์ พบว่ามะม่วงฉายรังสีมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับมะม่วงไม่ฉายรังสีและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ถึงแม้ว่าระยะเวลาการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ สีเปลือกมะม่วงที่ได้รับรังสีปริมาณสูงมีรอยเปื้อนสีตาบางๆเกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์ พงษ์ศักดิ์ จิณฤทธิ มลนิภา ศรีมาตริภิมย์ ศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์ และสุกัญญา อินทร์สวัสดิ์, 2562, ผลของการฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆต่อคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก, การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 18 ระหว่างวันที่ 5-7 พ.ย. 2562, นนทบุรี, 7 หน้า.
- ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ, 2554, ผลของรังสีแกมมาที่ปริมาณสูงต่อคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4, วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 42 (1) (พิเศษ): 251-254.
- อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และจารุวัฒน์ บุญรอด, 2556, ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลดิบมะม่วงพันธุ์โชคนันต์, เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 (สาขาพืช), หน้า 300-305.
- Broisler, P.O., Sabato, S.F. and Cruz, P.R., 2009, Study of Influence on Harvesting Point in Brazilian Tommy Atkins Mangoes Submitted to Gamma Radiation, Radiation Physics and Chemistry, 78(7):571-573.
- Shellie, K.C and Mangan R., 1994, Disinfestation: Effect of Non-chemical Treatments on Market Quality of Fruit, Proceeding of an International Conference, Chiang Mai, Thailand, 19-23 July 1994, pp. 304-310.

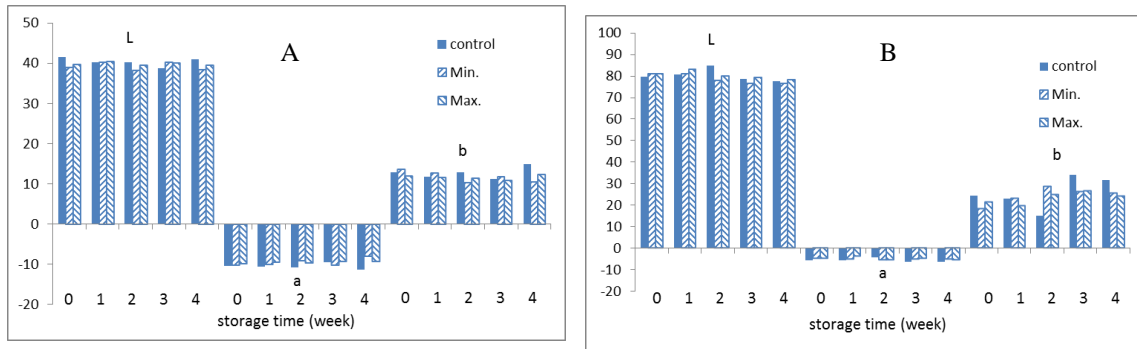


Figure 1 Peel (A) and pulp color (B) of 'Khieo Sawoei' mangoes irradiated with X-ray were stored at 13-15 °C for 4 weeks.

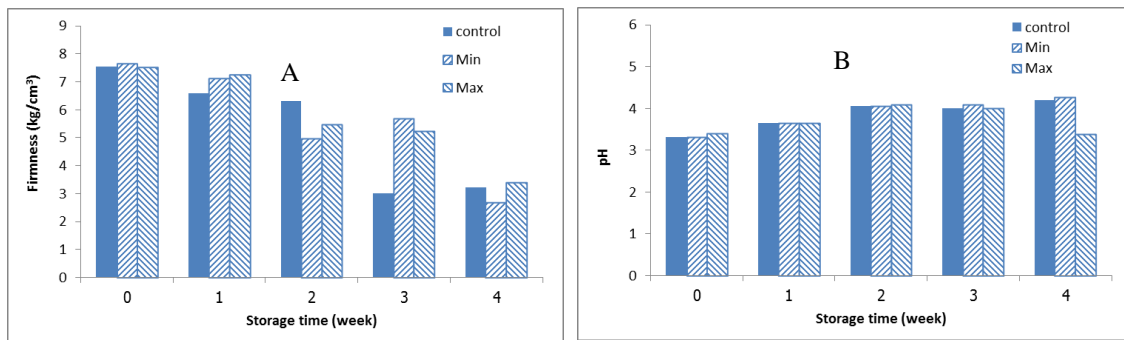


Figure 2 Firmness (A) and pH (B) of 'Khieo Sawoei' mangoes irradiated with X-ray were stored at 13-15 °C for 4 weeks.

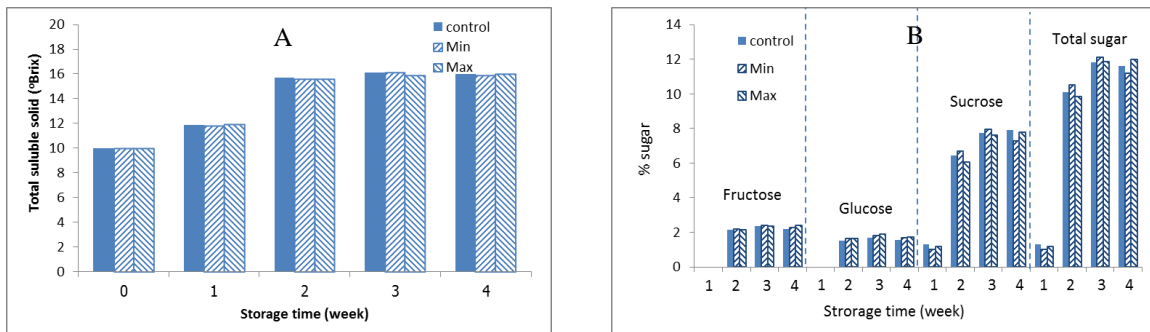


Figure 3 Total soluble solid (A) and total sugar (B) of 'Khieo Sawoei' mangoes irradiated with X-ray were stored at 13-15 °C for 4 weeks

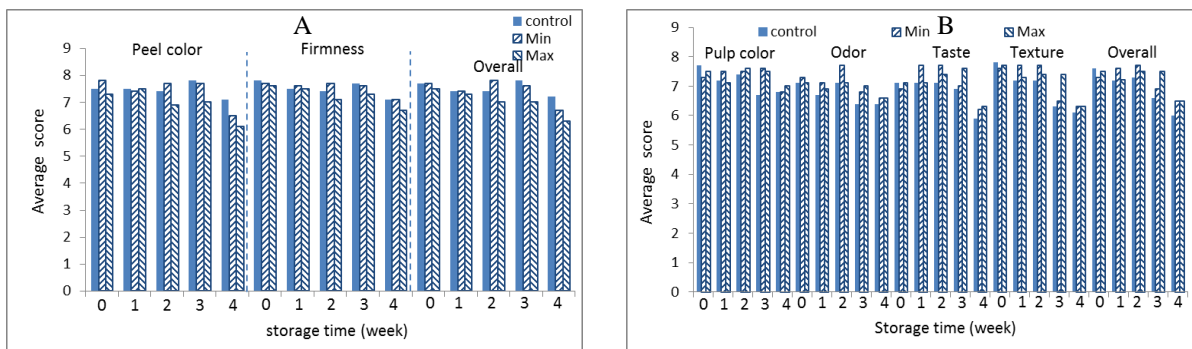


Figure 4 Sensory evaluation (A-external and B-internal) of 'Khieo Sawoei' mangoes irradiated with X-ray were stored at 13-15 °C for 4 weeks.