

การปรับปรุงคุณภาพของมังคุดเพื่อการส่งออกโดยการฉายรังสีเอกซ์ Improvement of Exported Mangosteen Qualities by X-ray Irradiation

จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ^{1*} ศิริลักษณ์ ชูแก้ว¹ เขมรุจิ เข้มทอง¹ สุรศักดิ์ สัจจบุตร¹ วชิราภรณ์ ผิวส่อง¹
วรารัตน์ คำหวาน¹ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์¹ ทศพล แทนนรินทร์¹ เหนือตะวัน อารังศิริภาคย์² และนงนุช แจงสว่าง²
Jaruratana Eamsiri^{1*}, Sirilak Chookaew¹, Khemruji Khemthong¹, Surasak Sajjabut¹, Wachiraporn Pewlong¹,
Vararas Khamvarn¹, Titima Kongratarpon¹, Thodsapon Tannarin¹, Nuatawan Thamrongsiripak² and Nongnuch Jangsawang²

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of 0.4 kGy X-ray from commercial electron accelerator on the quality of exported mangosteen. Sixty boxes of mangosteen (7kg/box) were irradiated and stored at 15°C, RH 85-90% .Then the physical and chemical qualities were determined in 5 replicated at various time for 36days. The results showed that the x-ray dose distribution of this arrangement was 0.490-0.845 kGy, the irradiation treatment could delay color alteration of mangosteen peel. Color change rate of irradiated group was slower than non-irradiated group. In addition, hardness and total sugar of irradiated samples was decreased after irradiation for 8 and 36 day, respectively. Percentage of weight loss and total soluble solids of irradiated groups were higher than non-irradiated group after storage for 0-22 days. Total acidity of the higher dose group was slowly decreased than the lower dose and non-irradiated groups. The pH values of irradiated and non-irradiated groups were fluctuated between 3.51-3.74. X-ray irradiation was an alternative technology to retard ripening of mangosteen fruit.

Keywords: mangosteen, X-ray, quality

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของรังสีเอกซ์ต่อคุณภาพของมังคุดสำหรับการส่งออก โดยฉายรังสีเอกซ์ปริมาณ 0.4 kGy จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนในระดับอุตสาหกรรมให้แก่ผลมังคุดเปลือกแดง จำนวน 60 กล่องๆ ละ 7 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงวัดสมบัติทางกายภาพและเคมีของมังคุด โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำที่เวลาต่างๆ เป็นระยะเวลา 36 วัน พบว่ารังสีมีแผนผังการกระจายตัวอยู่ในช่วง 0.490-0.845 kGy การฉายรังสีช่วยชะลอการเปลี่ยนสีของผลมังคุดได้ซึ่งตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีอัตราการเปลี่ยนสีของผลต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี นอกจากนี้ในช่วง 8 วันแรกตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแข็งของเปลือกผลลดลง และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 36 วัน พบว่าปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี แต่ค่าการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของกลุ่มที่ฉายรังสีมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ฉายรังสีที่อายุการเก็บ 0-22 วัน ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในกลุ่มที่ได้รับรังสีปริมาณสูงจะมีอัตราต่ำกว่าอีก 2 กลุ่มเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดต่างจะมีค่าอยู่ในช่วง 3.51-3.74 การฉายรังสีเอกซ์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถชะลอการสุกของผลมังคุดได้

คำสำคัญ: มังคุด รังสีเอกซ์ คุณภาพ

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตมังคุดเพื่อส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศได้แก่ ฮองกง ญี่ปุ่น ไต้หวัน แคนาดา สหรัฐอเมริกา และทวีปยุโรปนำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาทต่อปี แต่ในการส่งออกไปยังสหรัฐอเมริกา กำหนดให้ผลไม้ที่นำเข้าต้องผ่านการฉายรังสีเพื่อกำจัดแมลงศัตรูไม้ผล เพื่อแก้ปัญหาการปนเปื้อนของแมลงที่เข้าทำลายบริเวณผิวของผลไม้โดยจะต้องผ่านการฉายรังสีที่ปริมาณ 150 Gy เพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้และที่ปริมาณรังสี 400 Gy เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลของรังสีเอกซ์ต่อคุณภาพของผลมังคุดเพื่อการส่งออก

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จ.นครนายก

¹ Nuclear Technology Research and Development Center, Thailand Institute of Nuclear Technology, Nakhon Nayok

² ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จ.ปทุมธานี

² Irradiation center, Thailand Institute of Nuclear Technology, Patumthani

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกผลมังคุดในระยะที่ 3 (ระยะสายเลือด) และนำมาทำความสะอาดแล้วบรรจุในกล่องๆ ละ 7 กิโลกรัมนำไปฉายรังสีเอกซ์ 0.4 kGy ที่ระดับพลังงาน 2 MeV จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กทรอนิกส์ 50 kW วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ผลของรังสีต่อคุณภาพของผลมังคุด โดยเก็บตัวอย่างผลมังคุดไว้ที่อุณหภูมิ 15-18°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% วิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ทุก 7 วัน ได้แก่ วัดสีเปลือกด้วยเครื่อง colorimeter (CR-300, Minolta, Canada) ความแข็งของเปลือก (hardness) ด้วย fruit pressure tester (FT 327, Spain) การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ปริมาณกรด (acidity) ด้วยวิธี AOAC (2019) 942.15 ปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids) ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO, Japan) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ด้วยวิธี AOAC (2019) 982.14 นำข้อมูลคุณภาพด้านต่างๆ ของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่เวลาต่างๆ มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ

ผลการทดลอง

ผลการฉายรังสีเอกซ์ของผลมังคุด จำนวน 60 กล่อง พบว่าปริมาณรังสีต่ำที่สุด และสูงที่สุดเท่ากับ 0.49 และ 0.84 kGy ตามลำดับ โดยมีอัตราการกระจายตัวของรังสีที่ 1.724 สำหรับข้อมูลคุณภาพ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก และความแข็งของเปลือกมังคุด 3 กลุ่มที่ได้รับปริมาณรังสีมาก (high dose, 0.73-0.84 kGy) กลุ่มที่ได้รับปริมาณรังสีน้อย (low dose, 0.49 - 0.60 kGy) และกลุ่มควบคุมที่ไม่ฉายรังสี (control) ที่อายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1, 8, 15, 22, 29 และ 36 วัน สีเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงโดยค่า L (ความสว่าง) ลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ไม่ฉายรังสีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกสูงกว่ากลุ่มที่ฉายรังสีทั้ง 2 กลุ่ม แต่ในช่วงท้ายของระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่า a (+ คือสีแดง และ - คือสีเขียว) และค่า b (+ คือสีเหลือง และ - คือสีน้ำเงิน) ในกลุ่มที่ฉายรังสีทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ฉายรังสี ดังแสดงใน Table 1 ส่วนค่าความแข็งของเปลือกและร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักดังแสดงใน Figure 1 พบว่าความแข็งของเปลือกลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งของเปลือกน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี ส่วนร้อยละการสูญเสียน้ำหนักจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันในช่วง 22 วันแรก หลังจากนั้นกลุ่มที่ฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่า

Table 1 Color value of mangosteen peel after irradiation treatment and storage at 15-18°C, 85-90% RH for 36 days

Storage time(days)	Dose	L-value	a-value	b-value
1	control	26.22±1.74 ^b	12.61±2.57 ^a	3.99±1.03 ^a
	low dose	24.78±1.09 ^{ab}	11.98±2.66 ^a	2.99±1.07 ^a
	high dose	24.15±0.91 ^a	12.39±3.27 ^a	2.78±0.87 ^a
8	control	22.61±0.57 ^a	5.60±1.28 ^a	0.51±0.54 ^a
	low dose	23.56±0.95 ^b	11.75±1.02 ^b	2.37±0.59 ^b
	high dose	25.52±1.53 ^c	18.48±2.89 ^c	4.44±0.76 ^c
15	control	21.58±0.29 ^a	6.59±1.45 ^a	0.49±0.38 ^a
	low dose	24.02±1.94 ^b	12.23±1.96 ^b	2.68±1.33 ^b
	high dose	26.57±0.82 ^c	17.52± 2.92 ^c	5.10±0.73 ^c
22	control	21.31±0.47 ^a	3.79±1.07 ^a	-0.04±0.49 ^a
	low dose	24.72±2.47 ^b	13.29±2.25 ^b	3.17±1.97 ^b
	high dose	23.45±0.91 ^b	12.96± 1.58 ^b	2.72± 0.81 ^b
29	control	21.04± 0.64 ^a	4.45±0.91 ^a	-0.02±0.12 ^a
	low dose	21.93±0.94 ^{ab}	9.75±1.13 ^b	0.80±0.54 ^b
	high dose	22.37±0.87 ^b	12.09±1.86 ^c	1.83±0.62 ^c
36	control	21.90±0.61 ^a	6.28±1.81 ^a	0.45±0.38 ^a
	low dose	21.70±0.81 ^a	8.74±2.56 ^a	0.90±0.82 ^a
	high dose	25.12±1.66 ^b	15.83±4.09 ^b	4.04±0.87 ^b

Values followed by different letter were different by Duncan test ($\alpha= 0.05$),

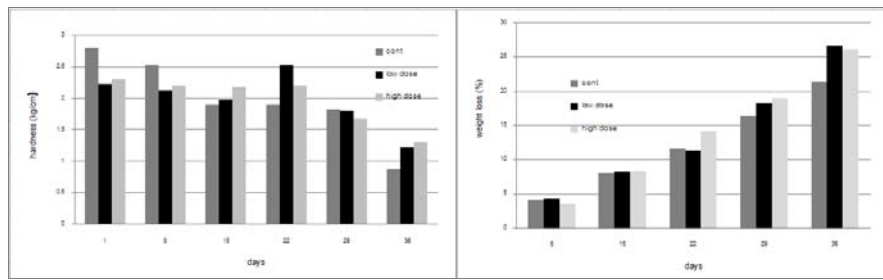


Figure 1 Hardness and percentage of weight loss of mangosteen fruits after irradiation treatment and storage at 15-18°C, 85-90% RH for 36 days

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษามลของรังสีต่อคุณภาพทางเคมีของมังคุด ดังแสดงใน Figure 2(A-D) พบว่าปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่าระหว่าง 0.51-0.62% และ 10.5-15.2 g/100g ซึ่งผลมังคุดกลุ่มที่ได้รับรังสีปริมาณสูงมีปริมาณกรดลดในลงอัตราที่ต่ำกว่าอีก 2 กลุ่ม ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดทั้งสามกลุ่มมีค่าลดลง โดยในกลุ่มที่ฉายรังสีมีค่าลดลงมากกว่าในกลุ่มที่ไม่ฉายรังสี ส่วนปริมาณน้ำตาลกับค่าความเป็นกรดต่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลของผลมังคุดในช่วง 16-36 วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับรังสีปริมาณสูงมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับรังสีปริมาณต่ำและชุดควบคุม

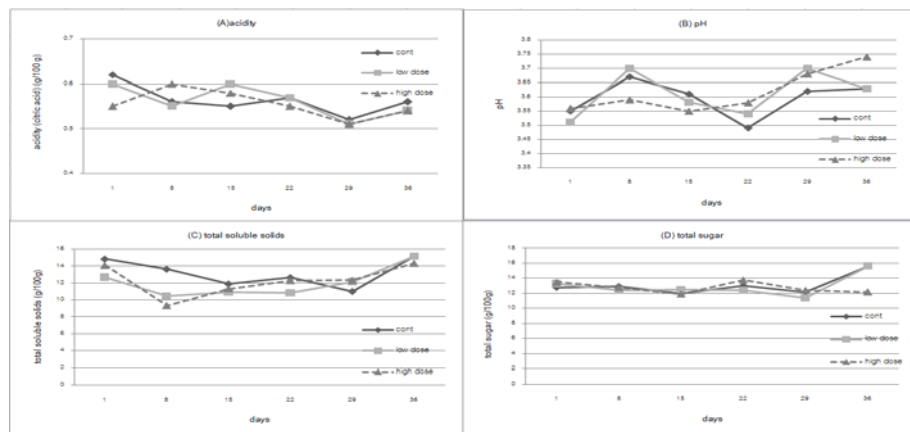


Figure 2 Qualities in term of acidity, pH, total soluble solid and total sugar of mangosteen fruits after irradiation treatment and storage at 15-18°C, 85-90% RH for 36 days

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่สีของเปลือกผลมังคุด ปริมาณน้ำตาล และค่าความเป็นกรดต่างของมังคุดกลุ่มที่ฉายรังสีมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่ากลุ่มที่ไม่ฉายรังสี อธิบายได้ว่ารังสีสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆทำให้มังคุดสุกช้าลง โดยรังสีปริมาณไม่เกิน 2.25 kGy ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพ (Kader,1986) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวนิชและอรรรจยา (2546) ที่พบว่าการฉายรังสีปริมาณ 0.25-1 kGy ผลมังคุดที่ผ่านการฉายรังสีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกช้ากว่าผลมังคุดที่ไม่ฉายรังสี อย่างไรก็ตามปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษากวิศรีและสุรพงษ์ (2522) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณกรดของผลมังคุดจะลดลงเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

การฉายรังสีเอกซ์ในระดับอุตสาหกรรมมีค่าการกระจายตัวของรังสีอยู่ในช่วง 0.49-0.84 kGy โดยหลังจากฉายรังสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 36 วัน รังสีสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของผลมังคุดได้ โดยกลุ่มที่ฉายรังสี ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นช้ากว่า และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดลดลงช้ากว่ากลุ่มที่ไม่ฉายรังสี ขณะที่ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักในมังคุดกลุ่มที่ฉายรังสีจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ฉายรังสี

เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล และ สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2522. ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมังคุด. วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์) 13(1-2): 45-62.
- วนิช ลิ้มโอภาสมณี และอรุณญา มาลากรอง. 2546. เทคโนโลยีการฉายรังสีมังคุดเพื่อการส่งออก.การประชุมวิชาการเรื่องการเพิ่มศักยภาพมังคุดไทยเพื่อการส่งออก. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช. 12 หน้า.
- Kader, A. A. 1986. Potential applications of ionizing radiation in postharvest handling of fresh fruits and vegetables. Food Technol. 40 (6): 117 – 121.