

ผลของสารเคลือบผิวร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อความเสียหายของ  
ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีหลังจากการบ่ม  
Effect of Surface Coating in Combination with Low Temperature on Damage to  
Irradiated Mango cv. Nam Dokmai No. 4 After Ripening

อภิธา บุญศิริ<sup>1,2</sup> จิตติมา จิรโพธิธรรม<sup>1</sup> เจริญ ชุมพร<sup>1,2</sup> และพิษณุ บุญศิริ<sup>3</sup>  
Apita Bunsiri<sup>1,2</sup>, Jittima Jirapothithum<sup>1</sup>, Charoen Kunprom<sup>1</sup> and Phitsanu Bunsiri<sup>3</sup>

#### Abstract

Nowadays Thailand cannot export irradiated mangoes to USA because irradiation causes browning and blackened vien symptoms on the skin and pulp, respectively. The severity of these symptoms increases with storage period and/or ripening. Thus, mangoes cv. Nam Dokmai No. 4 without (control) or with CK wax coating before irradiation at 850 grays were stored at 12°C for 3 weeks. Thereafter, the fruits were ripened with 1,000 ppm ethephon at 20°C for 3 days before storage at 10°C for 8 days. Storage life, weight loss and fruit damage were investigated. The results showed that the storage life of non-coated and coated fruits were 0 and 6 days, respectively. The non-coated mangoes had higher weight loss than the coated ones. The damage to the non-coated fruits in the form of browning on the skin and blackened viens on the pulp was found after transfer from the ripening room, while the coated fruits could be stored at 10°C for 6 days without any damage. However, browning occurred in the pulp adjacent to the seed after 8 days in storage.

**Keywords:** irradiation, surface coating, mangoes

#### บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยไม่สามารถส่งออกมะม่วงฉายรังสีไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาได้ เนื่องจากการฉายรังสีก่อให้เกิดความเสียหายจากการเกิดอาการสีน้ำตาลและเสี้ยนดำบริเวณผิวเปลือกและเนื้อของผลมะม่วงตามลำดับ โดยอาการจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น และ/หรือมีการสุกมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการทดลองเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ไม่เคลือบ (ชุดควบคุม) และเคลือบผิวด้วย CK wax ก่อนการฉายรังสีที่ความเข้มข้น 850 เกรย์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วนำมาบ่มให้สุกด้วยสารละลายเอทีฟอน 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน เพื่อตรวจสอบอายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนัก และความเสียหายของผลมะม่วงฉายรังสีที่เกิดขึ้น ผลการทดลองพบว่า ผลมะม่วงไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษา 0 และ 6 วัน ตามลำดับ ผลมะม่วงไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงเคลือบผิว และพบผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเกิดเสี้ยนดำบนเนื้อ หลังจากนำออกจากห้องบ่ม ในขณะที่ผลมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวสามารถเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 6 วัน โดยไม่พบความเสียหาย แต่พบความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลบริเวณเนื้อติดเมล็ดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน

**คำสำคัญ:** การฉายรังสี, สารเคลือบผิว, มะม่วง

#### คำนำ

นับตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2550 สหรัฐอเมริกาได้ยินยอมให้มีการนำเข้าผลไม้จากประเทศไทยรวม 7 ชนิดคือ มะม่วง มังคุด ลิ้นจี่ ลำไย สับปะรด เงาะ และแก้วมังกร และภายในปี 2557 นี้ คาดว่าจะมีผลไม้ที่ได้รับอนุญาตให้นำเข้าสหรัฐอเมริกาได้อีก 2 ชนิดคือ ฝรั่ง และส้มโอ แต่ผลไม้เหล่านี้ต้องผ่านการฉายรังสีเพื่อกำจัดแมลงที่อาจติดมากับผลิตภัณฑ์ ซึ่ง

<sup>1</sup> ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Postharvest Technology Center, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>3</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>3</sup> ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

<sup>3</sup> Central Laboratory and Greenhouse Complexes, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

สถานการณ์การส่งออกผลไม้ชายฝั่งไปยังสหรัฐอเมริกาประสบความสำเร็จเฉพาะลีนี่ มังคุดและลำไยเท่านั้น สำหรับมะม่วงหลังจากปี 2552 เป็นต้นมา ก็ไม่ได้มีการส่งออกมะม่วงชายฝั่งอีกเลย (อนุวัฒน์, 2556) ทั้งนี้เพราะการได้รับรังสีแกมมาในปริมาณที่สูงมีผลทำให้เลนติเซลล์ได้รับความเสียหายมากขึ้น ตลอดจนลักษณะปรากฏของสีเปลือกมะม่วงไม่เป็นที่ยอมรับมากขึ้น (ผ่องเพ็ญ และอภิชาติ, 2554) จากรายงานของอภิธา (2556) การเคลือบผิวมะม่วงด้วยสารเคลือบผิว CK wax ก่อนฉายรังสีสามารถลดความเสียหายของมะม่วงฉายรังสีได้นาน 3-4 สัปดาห์ แต่ยังไม่มีการตรวจสอบว่าหลังจากนำมาบ่มมาเก็บรักษาเป็นเวลานาน นำมาบ่ม และเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอความเสียหายและยืดอายุการวางจำหน่ายผลมะม่วงได้หรือไม่ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของสารเคลือบผิวร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อความเสียหายของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีหลังจากการบ่ม

### อุปกรณ์และวิธีการ

ขนส่งผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากแปลงเกษตรกรในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มายังห้องปฏิบัติการศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ตัดข้อผลให้มีความยาว 0.5 เซนติเมตร สะเด็ดยาง จุ่มน้ำร้อน 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ก่อนจุ่มในน้ำเย็น ไม่เคลือบ (ชุดควบคุม) และเคลือบผิว CK wax (ผลิตโดยภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ก่อนการฉายรังสีที่ระดับ 850 เกรย์ หลังจากนั้นจึงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ก่อนนำไปบ่มให้สุกด้วยสารละลายเอทิลฟอน 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส บันทึกผลทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 8 วัน ดังนี้คือ

1. อายุการเก็บรักษา (วัน) โดยพิจารณาจากลักษณะความเสียหายของมะม่วงที่พบ โดยการถ่ายภาพลักษณะความเสียหายในส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ด
2. การสูญเสียน้ำหนัก โดยการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการเก็บรักษา นำไปคำนวณโดยใช้สูตรการสูญเสียน้ำหนัก (%) = 
$$\frac{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$
3. ความแน่นเนื้อ โดยการใช้หัววัดความแน่นเนื้อ Effegi (Italy) ขนาด 5 กิโลกรัม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.1 เซนติเมตร แทงเข้าไปในเนื้อผลไม้ลึก 1 เซนติเมตร อ่านค่าเป็นหน่วยกิโลกรัม จากนั้นนำค่าที่ได้คูณด้วย 9.807 เพื่อแปรค่าหน่วยเป็นนิวตัน
4. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ ด้วยเครื่อง Minolta CR321 (Japan) อ่านค่า L\*, a\*, b\*, C และ °H
5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) นำเนื้อมะม่วงมาคั้นน้ำวัดด้วยเครื่อง hand refractometer (Atago, Japan) อ่านค่าเป็นเปอร์เซ็นต์
6. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) นำน้ำคั้นมะม่วง 5 มิลลิลิตร บรรจุใน Erlenmeyer flask หยด phenolphthalein ความเข้มข้น 11 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 หยด แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 นอร์แมล ไทเทรตจนน้ำคั้นมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีชมพู อ่านค่าปริมาณ NaOH ที่ใช้ไป นำไปคำนวณโดยใช้สูตร 
$$TA (\%) = \frac{\text{ปริมาณ NaOH ที่ใช้ (ml)} \times \text{ความเข้มข้น NaOH (N)} \times \text{Meq. Wt. ของกรดซิตริก} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำคั้นมะม่วงที่ใช้ (ml)}}$$
 \*Meq. Wt ของกรดซิตริกมีค่าเท่ากับ 0.064
7. อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

### ผลและวิจารณ์

จากการทดลองพบว่าผลมะม่วงที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว (ชุดควบคุม) เกิดความเสียหายตั้งแต่วันแรกหลังจากบ่มให้สุก โดยพบอาการที่เปลือก เนื้อ เส้นแวนบนเนื้อผล และเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ขณะที่ผลมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวด้วย CK wax มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 6 วัน ความเสียหายที่พบคือเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน (Figure 1) ทั้งนี้เป็นเพราะการเคลือบผิวผลมะม่วงด้วย CK wax สามารถลดความเสียหายของผลมะม่วงฉายรังสีได้ (อภิธา, 2556) นอกจากนี้เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงบ่มสุกเป็นเวลา 6 วัน พบว่าผลมะม่วงเคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่น้อยกว่า 1.25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากการเคลือบผิวผลมะม่วงไปปิดช่องทางออกของการสูญเสียน้ำ เช่น เลนติเซลล์บนผิวผลมะม่วง

(ภัทรานิชรุ้ และคณะ, 2554 ; เสาวนีย์ และคณะ, 2551) ขณะที่ความแน่นเนื้อ สีเปลือก สีเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้มีค่าคงที่ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าลดลง และอัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) เพิ่มขึ้น แสดงว่าผลมะม่วงมีความหวานเพิ่มสูงขึ้น (Table 1)

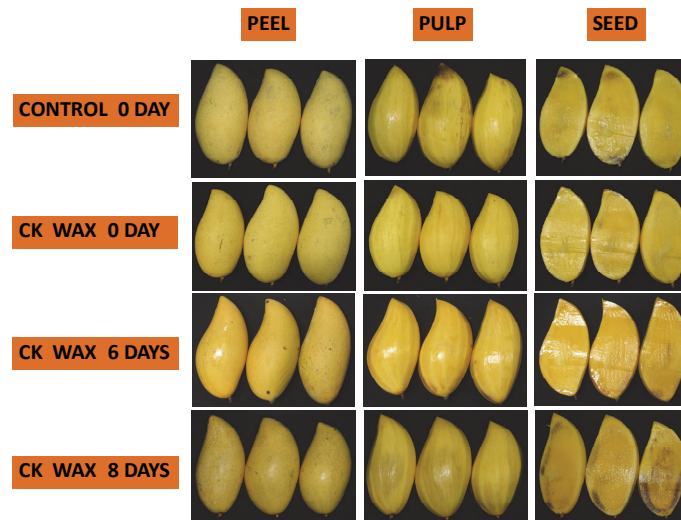


Figure1 Non-coated (control) and CK wax-coated mangoes irradiated with gamma ray at 850 grays and stored at 12oC for 3 weeks before being ripened with 1,000 ppm ethephon at 20oC for 3 days and subsequently stored at 10oC for 8 days

Table 1 Weight loss, flesh firmness, peel and pulp color changes (in terms of L\*, a\*, b\*, C and °H), TSS, TA and TSS/TA of non-coated (control) and CK wax-coated mangoes irradiated with gamma ray at 850 grays and stored at 12°C for 3 weeks before being ripened with 1,000 ppm ethephon at 20°C for 3 days and subsequently stored at 10°C for 8 days

Parameter	Non-coated fruits*** (Control)		Coated fruits		
	0	0	2	4	6
Storage time	0	0	2	4	6
Weight loss (%)	0.00±0.00	0.00±0.00	0.43±0.06	0.89±0.13	1.22±0.11
Flesh firmness (N)	3.97±0.84	2.55±0.90	2.79±0.59	2.62±0.80	2.83±0.68
Peel color change					
L*	74.77±0.88	74.12±0.90	71.16±1.80	72.86±0.53	72.49±1.81
a*	-0.15±0.62	-0.20±1.21	-0.38±0.81	0.30±1.04	0.45±0.93
b*	51.13±2.18	50.87±2.16	47.07±4.65	52.19±2.93	50.26±2.97
C	51.13±2.18	50.89±2.16	48.12±3.71	52.20±2.91	50.27±2.98
°H	90.18±0.69	90.27±1.37	90.54±0.99	89.67±1.15	89.53±1.01
Pulp color change					
L*	75.63±2.19	74.98±0.79	74.80±3.84	71.88±4.32	73.22±3.74
a*	-1.77±2.09	-1.79±0.57	-1.39±1.46	-0.08±1.24	-0.80±1.31
b*	56.23±2.24	55.27±2.01	52.85±1.13	54.74±2.65	53.24±2.88
C	56.28±2.23	55.30±2.00	52.89±1.11	54.75±2.64	53.25±2.88
°H	91.84±2.13	91.86±0.62	91.51±1.62	90.11±1.33	90.91±1.41
TSS (%)	15.3±1.6	15.3±1.6	14.3±0.4	14.0±0.8	14.8±1.00
TA (%)	0.43±0.09	0.43±0.09	0.28±0.03	0.24±0.03	0.21±0.06
TSS/TA	37.8±13.2	37.8±13.2	51±6.4	60.2±10	74.4±22.2

\*\*\* The non-coated mangoes (control) showed the damage caused by irradiation immediately after being ripened at 0 day, while the coated mangoes showed the damage after being ripened and subsequently stored for 8 days (Figure1). Therefore, the data of the non-coated fruits on day 0 and coated mango from days 0 to 6 are tabulated.

### สรุป

จากการทดลองเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) และเคลือบผิวด้วย CK wax ก่อนการฉายรังสีที่ระดับ 850 เกรย์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วนำมาบ่มให้สุกด้วยสารละลายเอทีฟอน 1,000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน สรุปได้ว่าผลมะม่วงไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษา 0 และ 6 วัน ตามลำดับ ในมะม่วงไม่เคลือบผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเกิดเส้นดำในเนื้อ หลังจากนำออกจากห้องบ่ม และพบการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ามะม่วงเคลือบผิว ทั้งนี้มะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวสามารถเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 6 วัน โดยไม่พบความเสียหายเกิดขึ้น แต่เกิดสีน้ำตาลบริเวณเนื้อติดเมล็ดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน

### คำนิยม

ขอขอบคุณคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผู้สนับสนุนงบประมาณวิจัย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และคณะกรรมาธิการผู้สนับสนุนสถานที่ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และงบประมาณเผยแพร่ผลงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2554. ผลของรังสีแกมมาที่ปริมาณสูงต่อคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (1 พิเศษ) : 251-254.
- ภัทธานิชฐ์ ตริยาอุฒิมาทย์, อภิตา บุญศิริ, สิริรุ่ง ปรีชานนท์ และไศรดา กนกพานนท์. 2554. ผลของสารเคลือบเซลแล็กสูตรพื้นฐานที่มีการดัดแปลงด้วยสารสกัดฆ่าต่ออายุการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (1 พิเศษ) : 279-282.
- เสาวนีย์ แก้วพระเวช, วิชชา สอาดสุด และปริญญา จันทศรี. 2551. ผลของอุณหภูมิต่อเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3 พิเศษ) : 307-310.
- อภิตา บุญศิริ. 2556. ผลของการฉายรังสีและแนวทางการลดความเสียหายที่มีต่อคุณภาพของผลมะม่วง 3 พันธุ์ ซึ่งมีลักษณะการบริโภคต่างกัน, น. 27-141. ใน จริ่งแท้ ศิริพานิช (หัวหน้าชุดโครงการ). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการความร่วมมือด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ร่วมกับสำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. และบริษัทศูนย์ประสานงานความร่วมมือไทย-สหรัฐอเมริกาเพื่อการส่งออกผลไม้ จำกัด.
- อนุวัฒน์ รุ่งเจริญพรพิจ. 2556. รายงานโครงการศึกษาวิจัยการตลาดเกี่ยวกับราคาและฤดูกาลจัดจำหน่ายสินค้าผลไม้สดเมืองร้อน 9 ชนิด (ลำไยมังคุด ลิ้นจี่ เงาะ มะม่วง สับปะรด แก้วมังกร ฝรั่ง และส้มโอ) ของประเทศคู่แข่งชั้น รวมทั้งที่เพาะปลูกในประเทศสหรัฐฯ. เสนอต่อสำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. (กรกฎาคม 2556-ธันวาคม 2556). 83 หน้า.