Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 201-204 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 201-204 (2554)

ผลของการจุ่มเอทิฟอนและการฉายรังสีต่อคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

Effects of Ethephon Dipping and Irradiation on Quality of 'Nam Dokmai' Mango Fruit

เฉลิมชัย วงษ์อารี[1,2] และชวนพิศ จิระพงษ์[1]

Chalermchai Wongs-Aree[1,2] and Chuanpis Jirapong[1]

Abstract

The aim of this experiment was to monitor the ripening behaviour, colour changes and aroma volatile profiles of mature green 'Nam Dokmai' mango irradiated with gamma ray at 400 gray (Gy) during 25 °C storage at 65-75% RH. The irradiated mango had high rates of ethylene production after treatment, but afterward the production rates were not different among the treatments throughout low temperature storage. Fruit firmness sharply reduced after storage. Although there was no change in pulp colour, the peel colour of non-irradiated fruit (control) turned yellower after day 15 when indicated by L Hunter scales, hue angles and the amount of β–carotene. As a result, the irradiated mango exhibited greenish yellow peel when fully ripe even when stimulated with exogenous ethylene by dipping in 250 ppm ethephon either before or after gamma irradiation at 400 Gy. Furthermore, gamma irradiation directly affected the amounts of terpenes such as α-pinene, caryophyllene and germacrene D in the irradiated flesh. Enhancing ripening by dipping in 250 ppm ethephon both prior to or after irradiation had no significant effect on ripening induction.

Keywords: *Mangifera indica* L., radation, ethylene

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อตรวจสอบผลของการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ กับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะแก่บริบูรณ์ต่อการสุก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-75 โดยหลังการฉายรังสีผลมะม่วงมีการอัตราการผลิตเอทิลีนสูงมากแต่หลังจากนั้นมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) มีการผลิตเอทิลีนไม่แตกต่างกัน ซึ่งความแน่นเนื้อของผลลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษา และถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลมะม่วงไม่แตกต่างกันแต่เปลือกของผลในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่า L Hunter scales ค่า hue angles และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีเมื่อสุกเต็มที่เปลือกมีสีเหลืองปนเขียวแม้ได้รับการบ่มด้วยการจุ่มด้วยเอทิฟอนความเข้มข้น 250 ppm นอกจากนี้การฉายรังสีไปมีผลลดการสะสมของกลิ่นในกลุ่ม terpene เช่น α-pinene, caryophyllene และ germacrene D ในเนื้อของผลมะม่วงหลังการฉายและระหว่างการเก็บรักษา วิธีการบ่มโดยการจุ่มผลในเอทิฟอนความเข้มข้น 250 ppm ก่อนหรือหลังการฉายรังสี ไม่มีผลในการกระตุ้นการสุกของผลมะม่วง

คำสำคัญ: *Mangifera indica* L., การฉายรังสี, เอทิลีน

คำนำ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอก (*Mangifera indica* L. cv 'Nam Dokmai') มีการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศหลายแห่ง เช่น ญี่ปุ่น ยุโรปและอเมริกา และจากการเจรจาข้อตกลงทางการค้าระหว่างรัฐบาลไทยและสหรัฐอเมริกาในปี 2550 ทำให้ผู้ส่งออกผลมะม่วงของไทยต้องฉายรังสีแกมมาก่อนการส่งไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกา ionizing irradiation ถูกนำมาใช้สำหรับกักกันพืช (qurantine treatment) ในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1986โดยวัตถุประสงค์หลักของการฉายรังสีแกมมาคือเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชที่ปนเปื้อนไปกับผลผลิต

รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นสั้นและมีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง สามารถทำลายเชื้อโรคและแมลงที่ปนเปื้อน และไม่มีรังสีตกค้างหรือสะสมในอาหาร (ยุทธพงศ์, 2539; Gladon et al., 1997) จากการทดลองของ

[1] หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[1] Postharvest Technology Program, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150, Thailand

[2] Postharvest Tecdhnology Innovation Centre - KMUTT

คณะผู้วิจัยที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ., ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) ในปี 2551 เรื่องการลดความเสียหายจากโรคผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ผ่านการฉายรังสี การนำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มาฉายรังสีที่ปริมาณ 400 เกรย์ พบว่า สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ดี อย่างไรก็ตามผลของการฉายรังสีทำให้คุณภาพของมะม่วงลดลง และเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่กระตุ้นการพัฒนาหลาย ๆ กระบวนการของพืชโดยเฉพาะการสุกและการเสื่อมสภาพ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงวิธีการจุ่มในเอทิฟอนและอิทธิพลของการให้เอทิฟอนต่อการกระต้นการสุกของผลมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมา เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ระยะเขียวบริบูรณ์ในเดือนตุลาคม 2552 จากสวนมะม่วงในจังหวัดอยุธยาที่ผ่านหลักเกณฑ์การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) มาตัดขั้วให้เหลือความยาวของขั้วผลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นคว่ำผลลงบนผ้าขาวบางเพื่อปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที นำไปล้างในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 ppm นาน 3 นาที แล้วผึ่งให้แห้งในอากาศก่อนนำไปสวมตาข่ายโฟมและบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก (ที่มีตาข่ายกันแมลงที่ช่องระบายอากาศ) จำนวน 7 กิโลกรัมต่อกล่อง (12-16 ผลต่อกล่อง) ทำการปิดผนึกกล่องกระดาษให้สนิทด้วยเทปกาว และขนส่งไปฉายรังสีแกมมาดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ฉายรังสี และจุ่มในเอทิฟอน 250 ppm (ชุดควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 จุ่มในเอทิฟอน 250 ppm แล้วนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์

ทรีทเมนต์ที่ 3 ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ แล้วนำไปจุ่มในเอทิฟอน 250 ppm (3 ช.ม. หลังการฉายรังสี)

แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 70 – 75 เปอร์เซนต์ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยใช้ผลมะม่วงจำนวน 3-5 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผล

การผลิตเอทิลีนจากผลมะม่วง

มะม่วงหลังการฉายรังสีมีการผลิตเอทิลีนสูงเล็กน้อย ผลที่ได้รับเอทิฟอนและไม่ได้รับการฉายรังสีมีการเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (0.7 µl/kg.h) เมื่อผลสุกที่อุณหภูมิ 25 °ซ. เมื่อวันที่ 12 (Fig 1: left) ผลมะม่วงจุ่มเอทิฟอนก่อนฉายรังสีและผลที่ฉายรังสีก่อนจุ่มเอทิฟอนไม่มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บโดยที่ทั้งสองทรีทเมนต์มีการผลิตเอทิลีนระหว่างการเก็บไม่แตกต่างกัน การฉายรังสีอาจมีผลยับยั้งการสร้างและ/หรือการตอบสนองต่อเอทิลีนของผลมะม่วงถึงแม้ผลมะม่วงจะได้รับเอทิลีนจากภายนอก

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อผลมะม่วงที่บ่มด้วยเอทิฟอนลดลงจาก 53.28 นิวตันในวันเริ่มต้น ลงมาเป็น 1.9 นิวตัน เมื่อผลสุกในวันที่ 12 ผลเริ่มสุกและมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงที่จุ่มเอทิฟอนทั้งก่อนและหลังการฉายรังสีมีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลที่ไม่ได้ฉายในช่วงแรกของการเก็บ โดยมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างมากหลังวันที่ 6 (Fig 1: right) มีรายงานถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดเพกทินหลังการฉายรังสีในมะละกอ (Dinnocenzo and Lajolo, 2001)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

เปลือกมะม่วงมีค่า L Hunter scales เพิ่มขึ้น (Fig 2: left) แต่ค่า hue angles ลดลง (Fig 2: right) โดยผลที่ไม่ได้ฉายรังสีและบ่มด้วยเอทิฟอนมีค่า L สูงกว่าและ hue angles ต่ำกว่าผลที่บ่มร่วมกับการฉายรังสีทั้ง 2 ทรีทเมนต์ในวันที่ 9 และ 12 ของการเก็บที่อุณหภูมิ 25 °ซ. แสดงให้เห็นการสุกอย่างสมบูรณ์และมีการอ่อนนิ่มและเปลี่ยนแปลงสีเหลืองสดของผลในชุดควบคุมที่ได้รับการบ่ม ส่วนผลที่ฉายรังสีถึงแม้ได้รับการกระตุ้นให้สุกโดยการได้รับเอทิลีนจากภายนอกทั้งที่ให้ก่อนการฉายรังสีหรือหลังการฉายรังสีมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองไม่สมบูรณ์ โดยสัมพันธ์กับเปลือกผลที่บ่มด้วยเอทิฟอนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นอย่างมากแตกต่างจากในเปลือกผลที่ฉายรังสีที่ถึงแม้จะได้รับเอทิฟอนก่อนหรือหลังการฉายก็มีมีการเปลี่ยนแปลงของสารเบต้าแคโรทีน (Table 1) ดังนั้นการฉายรังสีในปริมาณนี้อาจไปมีผลต่อการพัฒนาสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองและแอนติออกซิแดนท์ที่สำคัญในพืช (Viljanen และคณะ, 2002) ในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ และนอกจากนี้อาจมีผลต่อการตอบสนองของเอทิลีนกับผลที่ได้รับการฉายรังสีด้วย เนื่องจากถึงแม้ว่าจะได้รับการบ่มโดยการให้เอทิลีนจากภายนอกก็

ไม่ได้ช่วยให้คืนสภาพการแสดงอย่างเต็มที่ นอกจากนั้นการให้เอทิฟอนก่อนหรือหลังการบ่มไม่มีความแตกต่างกันในการพัฒนาสีและการอ่อนนิ่มของเนื้อ

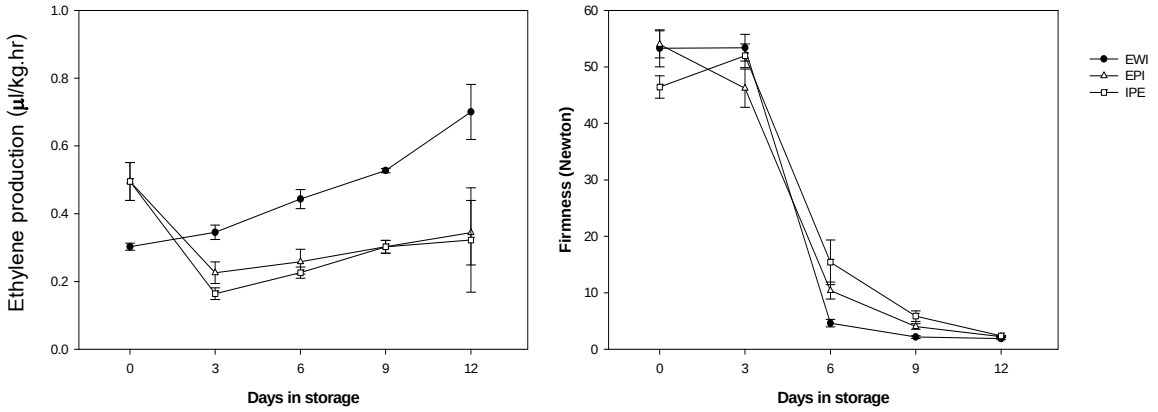

Fig 1 Ethylene production rate (left) and fruit firmness (right) of 'Nam Dokmai' mango dipped in 250 ppm before (EPI) or after (IPE) gamma irradiation at 400 Gy compared to non-irradiated mango (EWI) stored at 25°C, 65-75%RH, for 12 days

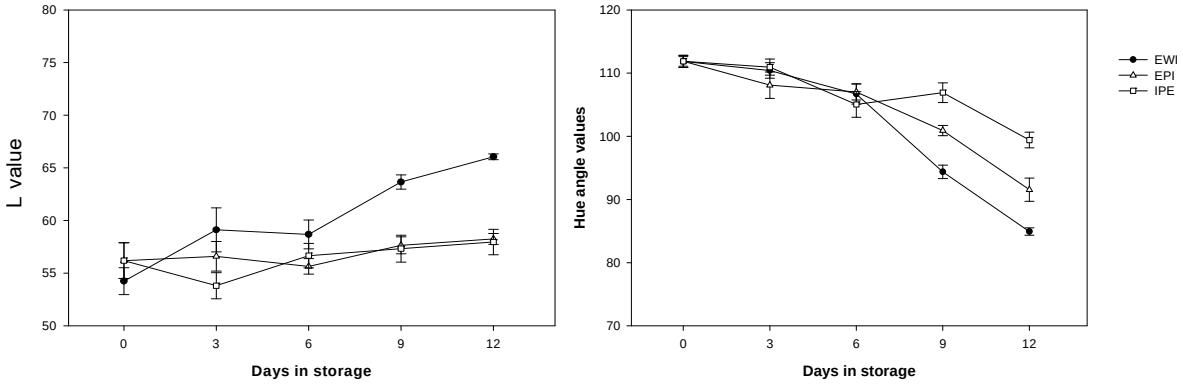

Fig 2 L Hunter scales (left) and hue angles (right) of the peel of 'Nam Dokmai' mango dipped in 250 ppm before (EPI) or after (IPE) gamma irradiation at 400 Gy compared to non-irradiated mango (EWI) stored at 25 °C, 65-75%RH, for 12 days

Table 1 Beta carotene content in of the peel of 'Nam Dokmai' mango dipped in 250 ppm before (EPI) or after (IPE) gamma irradiation at 400 Gy compared to non-irradiated mango (EWI) stored at 25 °C, 65-75%RH, for 12 days

Treatment	β-carotene (µg/g FW)[1/]					
	Days in storage				F-test	C.V. (%)
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9		
Peel						
Ethephone without irradiated (EWI)	36.01^{CA}	^{a}44.51^{B}	^{a}45.83^{B}	^{a}54.14^{A}	**	28.66
Ethephon prior to irradiated (EPI)	35.17	^{b}36.08	^{b}31.77	^{b}31.18	NS	42.25
Irradiated prior to ethephon (IPE)	35.64	^{b}36.65	^{b}36.78	^{b}37.82	NS	33.12
F-test	NS	*	*	**		
C.V. (%)	27.12	34.42	33.45	45.78		

[1]/ = Means in each row labeled with different Roman alphabets indicates significant difference in statistical analysis

NS = Non-significant difference in statistical analysis

* = Significant difference at 95% confidence

** = Significant difference at 99% confidence

Table 2 Aroma volatile component in the flesh of 'Nam Dokmai' mango dipped in 250 ppm before (EPI) or after (IPE) gamma irradiation at 400 Gy compared to non irradiated mango (EWI) stored at 25 °C, 65-75%RH, for 12 days. (using solvent extraction (panetane: dichloromethane (1:1) and GC:MS)

Chemical compound	Retention time (RT)	Peak area (%)[a] Day 0 EWI	Day 0 EPI	Day 0 IPE	Day 12 EWI	Day 12 EPI	Day 12 IPE
2-methyl-1-butanyl acetate	4.042	0.79	3.58	5.86	17.00	23.53	11.79
Nonane	4.445	0.88	4.56	19.64	23.92	37.54	6.59
1S-.alpha.-Pinene	8.476	0.37	2.71				0.63
Caryophyllene	20.933	0.49	3.12				
alpha.-Caryophyllene	21.976		1.17				
Diethyl phthalate	22.071	1.11					
Germacrene D	22.842	0.71	5.97	14.13	1.38		0.45
Diethyl phthalate	23.648						
Butylated hydroxytoluene	23.892	0.53	2.19	11.89	12.12		7.02
Diethyl phthalate	25.694		12.82				
Octadecanal	28.516	0.40					
(E)-2-Hexenal	34.599	0.28					

[a]Volatile compounds identified. No standard available but the MS is consistent with published data in the MS database (NIST, 1998).

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นจากเนื้อผล

สาร α-pinene, caryophyllene และสารให้กลิ่นบางชนิดไม่สามารถตรวจสอบในผลมะม่วงที่ฉายรังสีได้เมื่อสกัดสารด้วยตัวสกัด panetane: dichloromethane (1:1) (Table 2) อย่างไรก็ตามเมื่อให้เอทิฟอนทั้งแบบก่อนหรือหลังการฉายรังสีทำให้รูปแบบของกลิ่นในผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับการฉายรังสี การฉายรังสีน่าจะมีผลต่อการสร้างและ/หรือทำลายสารระเหยในกลุ่ม isopropanoids ดังจะเห็นได้จากกลิ่นที่อยู่ในกลุ่ม terpene เช่น α-pinene, caryophyllene และ germacrene D ไม่มีการสสะสมหรือลดปริมาณลงอย่างมากในผลที่ได้รับการฉายรังสี

วิธีการกระตุ้นการสุกด้วยการจุ่มผลมะม่วงในสารละลายเอทิฟอนความเข้มข้น 250 ppm ทั้งกับผลก่อนการฉายรังสีและหลังการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ช่วยกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการสุกที่สมบูรณ์ขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างของคุณภาพของมะม่วงทั้ง 2 ทรีทเมนต์ระหว่างการเก็บรักษา

สรุป

1. การพัฒนาสีเนื้อผลไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลที่ฉายและไม่ฉายรังสี แต่สีเปลือกของผลที่ได้รับการฉายรังสีไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองเมื่อสุก โดยสารเบต้าแคโรทีนในเปลือกผลที่ฉายรังสีมีเมื่อสุกมีปริมาณน้อยกว่าผลที่ไม่ได้ฉายรังสี
2. การฉายรังสีลดการสร้างกลิ่นในกลุ่ม terpene จำพวก α-pinene, caryophyllene และ germacrene D ในเนื้อของมะม่วง
3. วิธีการบ่มโดยการจุ่มเอทิฟอนทั้งก่อนและหลังการฉายรังสีไม่มีความแตกต่างในการกระตุ้นการสุกของผลที่ได้รับรังสี

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว-มจธ. (PHTIC-KMUTT) สำหรับทุนสนับสนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์. 2539. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียของมะขามหวานในระหว่างการเก็บรักษา. นิวเคลียร์ปริทัศน์. ฉบับที่ 1 : 17-22.

Dínnocenzo, M. and F.M. Lajolo. 2001. Effect of gamma irradiation on softening changes and enzyme activities during ripening of papaya. J. Food Biochem. 25: 425-438.

Gladon, R.J., C.A. Reitmeier, M.L. Gleason, G.R. Nonnecke, N.H. Agnew and D.G. Olsen. 1997. Irradiation of horticultural crops at Iowa State University. HortSci. 32: 582-585.

Viljanen, K.,S. Sundberg,T. Ohshima and M. Heinonen. 2002. Carotenoids as antioxidants to prevent photooxidation. European Journal of Liquid Science and Technology 104: 353-359.