www.phtnet.org
ปีที่ 13 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2557
Postharvest Newsletter
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

งานวิจัยเด่นประจำฉบับ

รังสีแกมมาต่อสารต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของลำไยพันธุ์พวงทองในระหว่างการเก็บรักษา

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1,2] สุกัญญา เอี่ยมลออ[1] และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1,2]

Gamma Irradiation on Antioxidants and Quality of Longan Fruits Cultivar of 'Poung Thong' During Storage

บทคัดย่อ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสำหรับการส่งออก เนื่องมาจากเนื้อผลอุดมไปด้วยสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น กรดแอสคอร์บิก คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและแร่ธาตุ จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้รังสีแกมมาในระดับที่เหมาะสมสามารถลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของลำไยหลังรับการฉายด้วยรังสีแกมมา จากการศึกษาพบว่าความแน่นเนื้อ ปริมาณ phenolic ทั้งหมด, ascorbic acid (ASA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันระหว่างลำไยก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาและลำไยที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 0 500 และ 1000 เกรย์ ตามลำดับ แต่พบว่าปริมาณ dehydroascorbic acid (DHA) เพิ่มขึ้นหลังการฉายรังสี ในระหว่างการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ phenolic ทั้งหมด และ DHA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาโดยเฉพาะลำไยที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 500 เกรย์ จากการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อคุณภาพโดยรวมของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าลำไยที่ไม่ได้รับและรับการฉายรังสีแกมมา 500 เกรย์ มีคะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากเก็บรักษาไว้ 16 วัน ลำไยที่รับการฉายรังสี 1000 เกรย์ มีคะแนนการยอมรับน้อยกว่าลำไยในชุดทดลองอื่นๆ ดังนั้นการฉายรังสีแกมมา 500 เกรย์ ให้กับลำไยพันธุ์พวงทอง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเลือกปฏิบัติให้แก่ผู้ผลิตลำไยสดเพื่อการส่งออกและใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการบริโภคลำไยหลังการฉายด้วยรังสี

คำสำคัญ : รังสีแกมมา, ลำไย, สารแอนตี้ออกซิแดนซ์

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสำหรับการส่งออกเนื่องจากเนื้อผลลำไยมีรสชาติหวาน และอุดมไปด้วยสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย การใช้รังสีแกมมาเป็นวิธีที่ยอมรับในหลายๆ ประเทศ และเป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาปฏิบัติในเชิงการพาณิชย์ได้ โดยเฉพาะการควบคุมแมลงปนเปื้อนในระหว่างการขนส่งและการจำหน่าย ประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ได้อนุญาตให้มีการฉายรังสีแกมมาในผลไม้ เช่น น้อยหน่า มะม่วง มะละกอ และเงาะเพื่อควบคุมและกำจัดแมลงที่ติดมา

(อ่านต่อหน้า 2)

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

ในฉบับ

งานวิจัยเด่นประจำฉบับ 1.-4.

สารจากบรรณาธิการ 2.

งานวิจัยของศูนย์ฯ 4.

นานาสาระ 5.-7.

ข่าวสารเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว 7.

ข่าวประชาสัมพันธ์ 8.

กับผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้สหรัฐอเมริกาได้อนุญาตให้นำเข้าผลไม้ฉายรังสี 6 ชนิดจากประเทศไทย นิธิภัทร (2554) พบว่าการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 Gy สามารถลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย การศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลไม้เขตร้อนยังมีจำกัด การศึกษาปริมาณสาร antioxidant และคุณภาพของผลลำไยหลังการฉายรังสีแกมมาเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางปฏิบัติให้แก่ผู้ผลิตลำไยสดเพื่อการส่งออก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาถึงผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของลำไยหลังการฉายด้วยรังสีแกมมา

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์พวงทองที่มีอายุ 129 - 139 วัน หลังดอกบาน หลังจากนั้นตัดแต่งลำไยเป็นผลเดี่ยว และคัดผลที่ปราศจากตำหนิ โรคและแมลง บรรจุผลที่ตัดแต่งแล้วลงในกล่องตามมาตรฐาน (ขนาด 29 X 39 X 19 เซนติเมตร กว้าง X ยาว X สูง) ทำการขนส่งโดยรถตู้ปรับอากาศไปยังบริษัท ไอโซตรอน จำกัด เพื่อรับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 และ 1,000 Gy ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่ลำไยที่ไม่รับการฉายรังสีแกมมา คือ ชุดควบคุม ซึ่งในชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ เมื่อปฏิบัติการฉายรังสีเรียบร้อยทำการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 28 วัน โดยวิเคราะห์ผลทุกๆ 4 วัน ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การสูญเสียน้ำหนักสด การเกิดโรค ความแน่นเนื้อ การประเมินทางประสาทสัมผัส (สีเปลือกและเนื้อ, รสชาติ, กลิ่น, ความกรอบโดยให้คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบ, 3 = ชอบเล็กน้อย, 4 = ชอบปานกลาง, 5 = ชอบมากที่สุด และความฉ่ำน้ำของเนื้อผลให้คะแนนจาก 1 คือ ฉ่ำน้ำมากที่สุด ถึง 5 คือ ไม่ฉ่ำน้ำ) ปริมาณ ASA, dehydroascorbic acid (DHA) (Roe *et al*., 1948), ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และ phenolic compounds (Singleton *et al*., 1999)

ผล

1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยพันธ์พวงทองระหว่างการเก็บรักษา

ผลลำไยมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา พบว่าลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 และ 1,000 Gy สูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลในชุดควบคุม แต่ในระหว่างการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลลำไยค่อนข้างคงที่ **(Figure 1)**

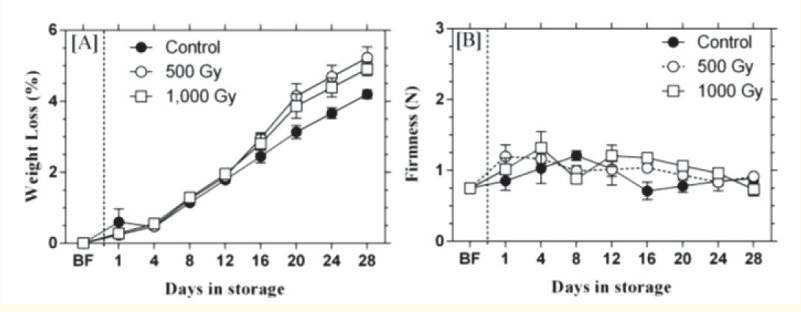


Figure 1 Changes in weight loss **(A)** and firmness **(B)** of 'Poung Thong' longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) during storage at 4°C.

สีเปลือกของผลลำไยเปลี่ยนจากสีน้ำตาลสว่างเป็นสีน้ำตาลเข้มตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยค่าถ้า L* สูง หมายถึง มีความสว่างมาก L* ต่ำ หมายถึง มีสีเข้มมาก, ถ้า b* เป็นบวก คือ สีเหลือง แต่ถ้าค่าเป็นลบ คือสีน้ำเงิน ส่วนค่า hue angle ระหว่าง 45 – 90 อยู่ในช่วงสีส้มเหลือง – เหลืองเข้ม พบว่าค่า L* ของเปลือกลำไยหลังได้รับการฉายรังสีแกมมามีค่าลดลงเล็กน้อย และระหว่างวันที่ 16 – 24 ค่า L* ของเปลือกผลในชุดควบคุม (52.08 – 53.82) มีค่าสูงกว่าผลที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 500 Gy (49.38 – 51.79) และ 1,000 Gy (48.90 – 50.84) **(Figure 2A)** ค่า Hue angle ของเปลือกผลในชุดควบคุมและผลที่รับการฉายรังสีแกมมา (500 และ 1,000 Gy) มีค่าลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 2B)** ส่วนค่า b* ของเปลือกลำไย ระหว่างการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยระหว่างวันที่ 16 – 24 เปลือกลำไยในชุดควบคุมมีค่า b* สูงกว่าผลที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 500 และ 1,000 Gy อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า b* ของเปลือกลำไยในชุดควบคุมมีค่าระหว่าง 27.07 – 25.76 ส่วนผลที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 500 และ 1000 Gy มีค่า b* ระหว่าง 24.80 – 23.87 และ 24.00 – 22.49 ตามลำดับ **(Figure 2C)** ในวันที่ 8 ผลลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 1,000 Gy มีคะแนนสีเปลือกลดลงมากกว่าผลที่รับการฉายรังสีแกมมา

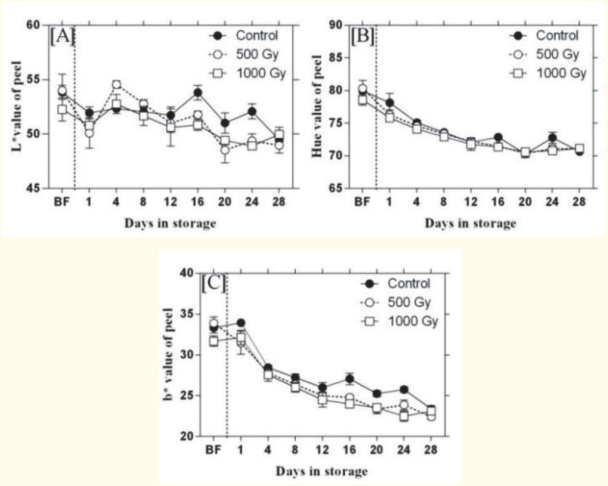


Figure 2 Changes in peel color (L* **(A)**, hue angle **(B)** and b* **(C)** values) of "Pong Thong" longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) during storage at 4°C

สาร... จากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ

ช่วงนี้เข้าสู่ฤดูหนาวเต็มตัวแล้ว ... ต้องรักษาสุขภาพกันหน่อยนะครับ ส่วนในช่วงเช้า ๆ มักจะมีหมอกลงจัดในบางพื้นที่ ต้องระมัดระวังเรื่องการใช้รถใช้ถนนกันด้วยครับ

Postharvest Newsletter ฉบับนี้ เรามีงานวิจัยเด่นมานำเสนอเรื่อง "รังสีแกมมาต่อสารต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของลำไยพันธุ์พวงทองในระหว่างการเก็บรักษา" และในส่วนของนานาสาระ นำเสนอบทความน่าสนใจเรื่อง "ความมหัศจรรย์ของสีสันในแอนโทไซยานิน" โดย นิตยา จันกา และยังมีข่าวสารอื่น ๆ ให้ติดตามกันในฉบับด้วยครับ

และเนื่องในวาระดิถีขึ้นปีใหม่ที่กำลังจะมาถึงนี้ ขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายจงดลบันดาลให้ทุกท่านมีแต่ความสุข ความเจริญ คิดหวังสิ่งใดขอให้สมดังปรารถนา และขอจงมีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง ตลอดไปด้วยเทอญ ...สวัสดีปีใหม่ 2558 ครับ

แล้วพบกันฉบับหน้าครับ ...

500 Gy และผลในชุดควบคุม และระหว่างวันที่ 16–24 ลำไยที่รับการฉายรังสี 1,000 Gy มีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อสีเปลือก สีเนื้อ รสชาติ กลิ่น และความกรอบของน้อยกว่าผลในชุดควบคุมและผลที่รับการฉายรังสีปริมาณ 500 Gy แต่ลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy มีคะแนนดังกล่าวไม่แตกต่างจากลำไยในชุดควบคุม ยกเว้นคะแนนสีเปลือกของลำไยฉายรังสีปริมาณ 500 Gy ที่มีค่าต่ำกว่าลำไยชุดควบคุมเล็กน้อย เนื่องจากเปลือกมีสีน้ำตาลเข้มกว่า **(Figure 3)**

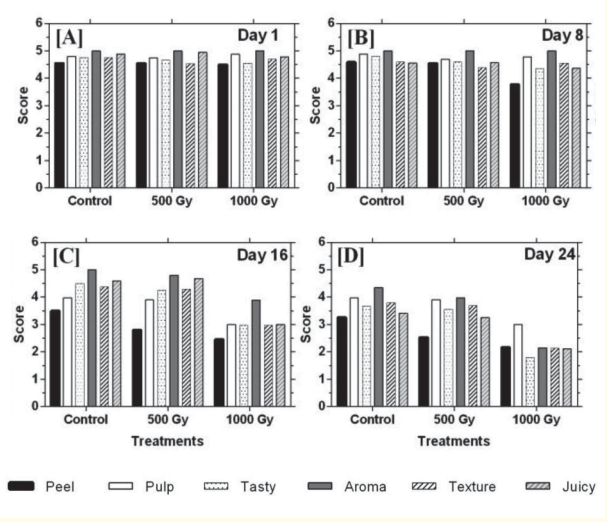


Figure 3 Acceptance score of 'Poung Thong' longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) on 1st (A), 8th (B), 16th(C) and 24th (D) day of storage at 4°C.

2. การเกิดโรค

ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 28 วัน พบว่าลำไยมีการเข้าทำลายของโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวน้อยและไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเริ่มพบการเข้าทำลายของเชื้อในลำไยทุกๆ ชุดทดลองในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา **(Table 1)**

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยในทุกชุดทดลองมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 1,000 Gy มีค่าลดลงมากที่สุด ขณะที่ผลในชุดควบคุมและลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดลดลงใกล้เคียงกัน **(Figure 4 A)**

4. ปริมาณ phenolic compounds

ปริมาณ phenolic ของเนื้อลำไยก่อนรับการฉายรังสีแกมมามีค่า 24.02 mg/100 gFW และปริมาณ phenolic มีค่าเพิ่มขึ้นและมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 16 หลังจากนั้นลำไยมีปริมาณ phenolic ลดลง โดยในระหว่างวันที่ 12 – 24 ลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy (50.89 – 32.15 mg/100 gFW) มีปริมาณ phenolic มากกว่าลำไยชุดควบคุม (47.78 – 32.14 mg/100 gFW) **(Figure 4B)**

Table 1 Disease incidence (%) in non and gamma irradiated 'Poung Thong' longan fruit treated with gamma ray at 500 and 1,000 Gy during storage at 4°C (GI: gamma ray irradiation)

Treatments	Before GI	Days in storage							
		1	4	8	12	16	20	24	28
Control	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	7.36	7.41
500 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	7.86	8.11
1,000 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	8.20	9.09
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

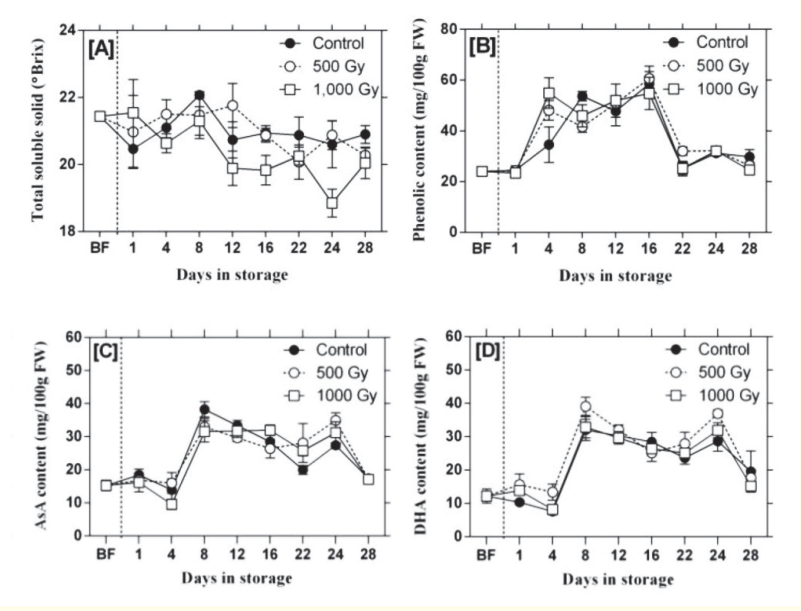


Figure 4 Changes of total soluble solid **(A)**, phenolic acid **(B)**, ascorbic acid **(C)** and dehydroascorbic acid **(D)** contents in 'Poung Thong' longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) during storage at 4°C. (BF = fresh fruits and non-irradiated fruit with gamma ray)

5. ปริมาณ Ascorbic acid (AsA) และ Dehydroascorbic acid (DHA)

วันที่ 8 ปริมาณ AsA เพิ่มขึ้นมากสุดในเนื้อลำไยชุดควบคุม (38.23 mg/100gFW) รองมาคือ ผลที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy (32.91 mg/100 gFW) และ 1,000 Gy (31.54 mg/100gFW) ตามลำดับ หลังจากนั้นเนื้อลำไยในทุกชุดทดลองมีปริมาณ AsA ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าใกล้เคียงกันในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 28) **(Figure 4C)** ส่วนปริมาณ DHA ของลำไยก่อนรับการฉายรังสีมีค่า 12.16 mg/100 gFW พบว่า DHA มีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังรับการฉายรังสีปริมาณ 500 Gy (15.63 mg/100 gFW) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าลำไยในชุดทดลองอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ **(Figure 4D)**

วิจารณ์ผล

การใช้รังสีแกมมาทำให้เปลือกลำไยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเร็วกว่าผลในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะรังสีแกมมาทำให้ผลลำไยมีการสูญเสียน้ำสูง ซึ่งมีผลเร่งกิจกรรมเอนไซม์ polyphenol oxidase ในเปลือก ทำให้เปลือกของลำไยมีสีน้ำตาลเข้มเร็วขึ้น (นิธิภัทร, 2554; Lu *et al.*, 1992) พบว่าลำไยมีปริมาณ DHA เพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังรับการฉายรังสี และในระหว่างการเก็บรักษาปริมาณ phenolic และ DHA มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา โดยเฉพาะลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy อาจเนื่องจากรังสีแกมมาชักนำให้เกิด reactive oxygen species ส่งผลกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง

กับการสังเคราะห์และการสลายของ ASA เช่น ascorbate peroxidase และ monodehydroascorbate reductase ถึงแม้ว่าการใช้รังสีแกมมาสามารถชักนำให้ลำไยมีปริมาณสาร antioxidant เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของสารดังกล่าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับลำไยในชุดควบคุม และการใช้รังสีแกมมาไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของลำไยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy ไม่แตกต่างจากผลในชุดควบคุม ดังนั้นการใช้รังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy กับผลลำไยพันธุ์พวงทองสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเลือกปฏิบัติให้แก่ผู้ผลิตลำไยสดเพื่อการส่งออก เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่นำเข้าผลไม้จากประเทศไทยได้กำหนดให้ใช้รังสีแกมมาปริมาณไม่ต่ำกว่า 400 Gy เพื่อกำจัดไข่หรือตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ แต่อย่างไรก็ตามในอนาคตควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการลดอาการเปลือกสีน้ำตาลในลำไยฉายรังสีแกมมา และวิธีการยืดอายุที่เหมาะสมเพื่อใช้ร่วมกับการใช้รังสีแกมมาต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนงบประมาณในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิธิภัทร บุญปก. 2554. ผลของการรมไอกรดอะซิติกและรังสีแกมมาต่อการควบคุมโรคผลเน่าจากเชื้อรา *Aspergillus niger* และคุณภาพของลำไยพันธุ์ดอ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 139 หน้า

Lu, R.X., X.J. Zhan, J.Z. Wu, R.F. Zhuang, W.N. Huang, L.X. Cai and Z.M. Huang. 1992. Studies on storage of longan fruits. Subtropical Plant Research Communication 21: 7 – 19.

Roe, J.H., B.M. Mary, M.J. Oesterling and M.D. Charlotle. 1948. The determination of diketo-gulonic acid, dehydro-l-ascorbic acid, and l-ascorbic acid in the same tissues extract by 2,4-dinitrophenyl hydrazine method. Journal of Biology and Chemistry 174: 201–208.

Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymology 1299: 152 – 178.

งานวิจัยของศูนย์

ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของสับปะรด

ภาวิณี พิทักษ์วงศ์[1,2] จริงแท้ ศิริพานิช[1,2] และ เกียรติสุดา เหลืองวิลัย[1,2]

บทคัดย่อ

อาการสะท้านหนาวหรือไส้สีน้ำตาล เป็นปัญหาที่สำคัญของสับปะรดส่งออกผลสดของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถและการแข่งขันทางด้านการค้า จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าปริมาณแคลเซียมในผลสับปะรดอาจมีความสัมพันธ์กับอาการไส้สีน้ำตาล และอาจใช้เป็นสิ่งบ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ การทดลองครั้งนี้จึงศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมกับอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ภูแล ภูเก็ต สวี ตราดสีทองและปัตตาเวีย ที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย ภูเก็ต ชุมพร ตราด และระยอง ตามลำดับ โดยวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดของผลสับปะรดก่อนเก็บรักษา จากบริเวณส่วนเนื้อติดแกนผล และบันทึกอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10± 2 องศาเซลเซียส (85±5%RH) นาน 14 วัน และย้ายไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25°C นาน 1 วัน ทำการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม 2556 จากการทดลองพบว่าในพันธุ์ภูแล ภูเก็ตและปัตตาเวีย มีอาการไส้สีน้ำตาลน้อยเมื่อปริมาณแคลเซียมในผลก่อนการเก็บรักษามีค่าสูง ดังนั้นปริมาณแคลเซียมจึงน่าจะใช้เป็นสิ่งบ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในพันธุ์ภูแล ภูเก็ตและปัตตาเวียได้ ส่วนพันธุ์ตราดสีทอง และสวี พบว่าปริมาณแคลเซียมในผลก่อนเก็บรักษา ไม่สอดคล้องกับอาการไส้สีน้ำตาล

คำสำคัญ: *Ananas comocus,* อาการไส้สีน้ำตาล, สิ่งบ่งชี้ในการเกิดอาการสะท้านหนาว

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการ การอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

ความเป็นไปได้ในการตรวจหาเอทานอลในน้ำคั้นผลส้มด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

ปาริชาติ เทียนจุมพล [1,2] ดนัย บุณยเกียรติ[1,2,3] พิเชษฐ์ น้อยมณี[1,2] และ ศศิเมษ ฟองสา[1,2]

บทคัดย่อ

ศึกษาความเป็นไปได้ของการตรวจหาเอทานอลในน้ำคั้นผลส้มด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (NIRS) โดยเตรียมน้ำคั้นผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งผสมเอทานอล ให้มีความเข้มข้น 100, 500, 1,000 และ 1,500 ppm บรรจุลงใน cuvette cell ขนาด 1 มิลลิเมตร และ pasting cell ก่อนนำไปวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 ช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร แปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาสมการเทียบมาตรฐานด้วยเทคนิค partial least squares regression (PLSR) ด้วยโปรแกรม The Unscrambler® version 9.8 ผลของสมการเทียบมาตรฐาน PLSR มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในกลุ่มสร้างสมการ (SEC) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในกลุ่มทดสอบสมการ (SEP) และค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างค่าที่ได้จากวิธีอ้างอิงกับค่าที่ได้จาก NIR (bias) เท่ากับ 0.99, 75.95 ppm, 75.07 ppm และ 1.50 ppm ตามลำดับ สำหรับสมการเทียบมาตรฐานของตัวอย่างที่บรรจุใน pasting cell พบว่า R มีค่าต่ำ แต่ค่า SEC, SEP และ bias มีค่าสูง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้ NIRS ตรวจหาเอทานอลในน้ำคั้นผลส้มด้วยการบรรจุตัวอย่างใน cuvette cell

คำสำคัญ : ส้มสายน้ำผึ้ง, เอทานอล, เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[3] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

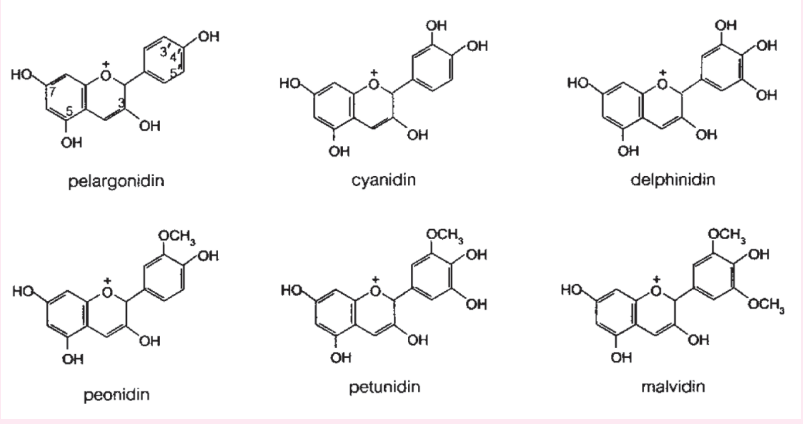
ความมหัศจรรย์ของ สีสัน ใน แอนโทไซยานิน

นิตยา จันกา
โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 73000

การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่แต่งสีจากสารที่สกัดจากธรรมชาตินั้นมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สีที่ได้จากการสังเคราะห์ จากรายงานการวิจัยพบว่าสีสังเคราะห์ 5 ชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น amaranth, patent blue, carminic acid, indigotine และ erythrosine ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (genotoxicity) ได้ในสัตว์ทดลอง (Sarikaya *et al*., 2012) และหากรับประทานสีสังเคราะห์บางชนิดในปริมาณที่มากเกินอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ (Dossi *et al*., 2007) แอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ จัดเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง น้ำเงิน และม่วงในผัก ผลไม้ และดอกไม้ชนิดต่าง ๆ รงควัตถุชนิดนี้ละลายน้ำได้ดี พบได้ในบริเวณ cell sap ซึ่งอยู่ใน vacuole ของพืช แอนโทไซยานิน สามารถนำมาใช้เป็นสีผสมในอาหารและยา หากปรับปรุงคุณสมบัติทาง physicochemical properties ของโมเลกุล จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สีที่ดีมีคุณภาพสูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้หลากหลาย (Jackman and Smith, 1996) ในด้านสุขภาพสารสกัดจากแอนโทไซยานินยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น (Timberlake and Henry, 1988) ทั้งยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Wang *et al*., 1997; Degenhardt *et al*., 2000)

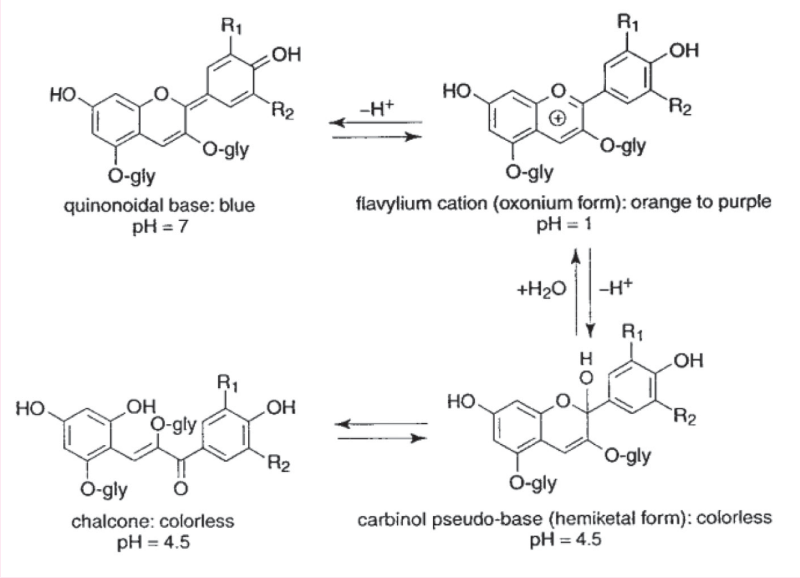
รงควัตถุชนิดแอนโทไซยานินนี้มีลักษณะของโมเลกุลเป็นไกลโคไซด์ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นน้ำตาลและส่วนที่เป็นอะไกลโคน (aglycone) ที่เรียกว่า แอนโทไซยานิดิน (anthocyanidin) ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนโซไพแรน 2 วงเชื่อมต่อกับวงแหวนฟีนิล 1 วง จึงแบ่งแอนโทไซยานิดินออกเป็น 6 ชนิดได้แก่ พีลาร์โกนิดิน (pelargonidin) ไซยานิดิน (cyanidin) เดลฟินิดิน (delphinidin) พีโอนิดิน (peonidin) พิทูนิดิน (petunidin) และมาลวิดิน (malvidin) มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 1 การเชื่อมต่อของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) หรือหมู่เมทอกซิล (-OCH_3) กับวงแหวนฟีนิล ส่งผลให้สารประกอบแอนโทไซยานิดินเหล่านี้มีสีสันที่แตกต่างกัน เช่น การเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิลส่งผลทำให้มีสีเข้มขึ้นโดยสีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินมากขึ้นด้วย ส่วนการเพิ่มหมู่เมทอกซิลแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 3' และ 5' ทำให้มีสีแดงเพิ่มขึ้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

นอกจากพื้นฐานของโครงสร้างโมเลกุลที่ส่งผลให้แอนโทไซยานินมีความหลากหลายในด้านสีสันแล้ว พีเอชของสารละลายที่แอนโทไซยานินละลายอยู่นั้นยังเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการแสดงสีและความเสถียรของโมเลกุลแอนโทไซยานิน กล่าวคือเมื่อโมเลกุลของแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้สีของแอนโทไซยานินที่มองเห็นเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน (รูปที่ 2) (Dao *et al*., 1998)



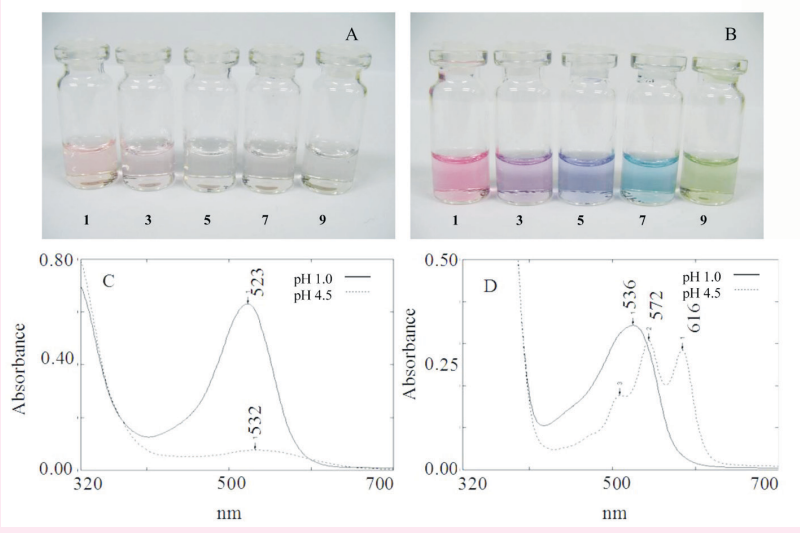
รูปที่ 1 สารประกอบแอนโทไซยานินที่อยู่ในรูปของออกโซเนียมไอออนทั้ง 6 ชนิด (Gross, 1987)

แอนโทไซยานินชนิดที่พบโดยทั่วไปในธรรมชาติ (typical anthocyanins) เช่น แอนโทไซยานินจากเปลือกองุ่นแดง มีการเปลี่ยนแปลงสีแตกต่างกันออกไปเมื่อละลายในพีเอชต่างๆ (รูปที่ 3A) และให้รูปแบบการดูดกลืนแสงหลังนำสารสกัดมาบ่มในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 1 และพีเอช 4.5 แสดงดังรูปที่ 3C (pH-differential method) คือเมื่อบ่มแอนโทไซยานินในสารละลายพีเอช 1 ส่งผลให้มีความเสถียรของโมเลกุลมาก โดยโมเลกุลจะอยู่ในรูปของ flavylium cation ที่มีสีแดง และมีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงที่มีการดูดกลืนสูงสุด ($\lambda_{vis\text{-}max}$; ช่วง 500-550 nm) ได้ดีมาก แต่เมื่อบ่มในสารละลายที่มีพีเอช 4.5 โมเลกุลของแอนโทไซยานินจะถูกทำลายและอยู่ในรูปที่ไม่มีสี (colourless hemiketal) เนื่องจากเกิดกระบวนการทางด้าน kinetic และ thermodynamic competition ระหว่าง hydration reaction ที่บริเวณตำแหน่งที่ 2 ของ flavylium cation ทำให้การดูดกลืนแสงที่ $\lambda_{vis\text{-}max}$ ลดลงอย่างมาก (รูปที่ 3C) นอกจากนี้ที่พีเอช 7 ยังมีการเกิดกระบวนการเคลื่อนย้ายโปรตอนเกิดเป็นหมู่ acidic hydroxyl อยู่ในรูปของ quinonoidal base ที่มีสีม่วง



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินเมื่อละลายอยู่ในพีเอชต่างกัน (Giusti and Wrolstad, 2005)

ดังรูปที่ 2 (Brouillard, 1988) อย่างไรก็ตามในธรรมชาติยังมีแอนโทไซยานินอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีความเสถียรมากกว่า typical anthocyanins เช่น แอนโทไซยานินที่สกัดจากดอกอัญชัน (Wongs-Aree *et al*., 2006) ดอกหัวใจสีม่วง (Jackman and Smith, 1996) และดอกกล้วยไม้แวนด้าลูกผสม (Junka *et al*., 2012) โดยความคงทนของสีและโมเลกุลแอนโทไซยานินในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอชต่างๆ ทำให้โมเลกุลแอนโทไซยานินชนิดนี้มีความน่าสนใจเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงสีของสารสกัดแอนโทไซยานินของเปลือกองุ่นแดง **(A)** และดอกอัญชัน **(B)** ภายหลังจากการบ่มในบัฟเฟอร์ค่าพีเอช 1 3 5 7 และ 9 นาน 15 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและรูปแบบการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 320 ถึง 700 นาโนเมตร ของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเปลือกองุ่นแดง **(C)** และดอกอัญชัน **(D)** ที่พีเอช 1.0 (เส้นทึบ) และพีเอช 4.5 (เส้นประ) (นิตยา จันกา, 2550)

โมเลกุลของแอนโทไซยานินที่มีการเชื่อมต่อกับน้ำตาลและกรดในหลายตำแหน่งและจำนวนมาก (polyacylated anthocyanins) จะช่วยให้โมเลกุลมีความเสถียรมากขึ้น โครงร่างของน้ำตาลและกรดที่มาเชื่อมต่อช่วยปกป้องโมเลกุลของแอนโทไซยานินถูกทำลายจากการเปลี่ยนแปลงพีเอชของสารละลาย สารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันนั้นมีสีที่คงทนกว่าขององุ่นแดงที่พีเอชเดียวกัน (รูปที่ 3 A,B) และโมเลกุลของแอนโทไซยานินไม่ถูกทำลายแม้ว่าจะบ่มในสารละลายพีเอช 4.5 แต่กลับทำให้มีการดูดแสงที่ $\lambda_{vis\text{-}max}$ มากกว่า 1 ยอด ซึ่งยอด $\lambda_{vis\text{-}max}$ มีการเคลื่อนออกจากช่วงการดูดกลืนแสงสูงที่สุดออกไปทางด้านขวา เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า 'bathochromic shift' (เส้นประ รูปที่ 3D) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า polyacylated anthocyanins มีความคงตัวที่ค่อนข้างสูงต่อพีเอชที่เพิ่มสูงขึ้นซึ่งถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหรือเวชศาสตร์เครื่องสำอางได้ เนื่องจากทนสภาพการเปลี่ยนแปลงพีเอชระหว่างการผลิตได้ดีกว่า มีความปลอดภัยค่อนข้างสูงและที่สำคัญยังประกอบไปด้วยคุณสมบัติ antiradical และ antioxidant ซึ่งล้วนแต่ส่งผลที่ดีต่อผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

นิตยา จันกา. 2550. การศึกษาชนิด คุณสมบัติและความเสถียรของแอนโทไซยานินของดอกกล้วยไม้พันธุ์แท้ 5 สายพันธุ์ในเผ่า VANDEAE Lindley. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 73 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. 504 หน้า.

Brouillard, R. 1988. Flavonoids and flower colour. p 525. In: The flavonoids advance in research 1980. Harbone, J.B. (ed.). London. Chapman and Hall.

Dao, L.T., Takeoka, G.R., Edwards, R.H. and Berrios, J.D.J. 1998. Improved method for the stabilization of anthocyanidins. Agricultural and Food Chemistry. 46: 3564-3569.

Dossi, N., Piccin, E., Bontempelli, G., Carrilho, E. and, Wang, J. 2007. Rapid analysis of azo-dyes in food by microchip electrophoresis with electrochemical detection. Electrophoresis. 28: 4240-4246.

Degenhardt, A., Knapp, H. and Winterhalter, P. 2000. Separation and purification of anthocyanins by high-speed count current chromatography and screening for antioxidant activity. Jounal of Agricultural and Food Chemistry. 48:338-343.

Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. pp. 19-31. In: Handbook of Food Analyical Chemistry (Vol 2): Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components, Wrolstad, R.E. et al. (eds.). New Jersey. John Wiley & Sons, Inc.

Gross, J. 1987. Pigment in fruit. Academid Press. London. pp. 303.

Jackman, R.L. and Smith, J.L. 1996. Anthocyanins and betalains. pp. 244-309. In: Natural Food Colorants, (2nd), Hendry, G.A.F. and Houghton, J.D. (eds.), Blackie Academic & Professional. Glasgow.

Junka, N., Kanlayanarat, S., Buanong, M. and Wongs-Aree, C. 2012. Characterisation of floral anthocyanins and their antioxidant activity in *Vanda* hybrid (*V. teres x V.* hookeriana). International Journal of Food, Agriculture & Environment. 10 (2) : 221-226.

Sarıkaya, R., Mahmut, S. and, Figen, E. 2012. Evaluation of potential genotoxicity of five food dyes using the somatic mutation and recombination test. Chemosphere. 88: 974-979.

Timberlake, C.F. and Henry, B.S. 1988. Anthocyanins as natural food colorants. Progress in Clinical and Biological Research. 280: 107-121.

Wang, H. Cao, G. and Prior, R.L. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. Journal of Agricuture Food Chemistry. 45 (2): 404-409.

Wongs-Aree, C., Giusti, M.M. and Schwartz, S.J. 2006. Anthocyanins derived only from delphinidin in the blue petal of *Clitoria ternatea*. Acta Horticulturae. 712: 437-442.

หารือญี่ปุ่นแก้ปัญหาส่งออกกล้วยสด

นายสุวิทย์ ชัยเกียรติยศ รองอธิบดีกรมวิชาการเกษตร เปิดเผยว่า กรมฯ ได้หารือกับตัวแทนผู้นำเข้าของญี่ปุ่นเพื่อวางแนวทางแก้ไขปัญหาการส่งออกกล้วยสด เพื่อเพิ่มโอกาสทางการค้าและพัฒนาขีดความสามารถการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการและผู้ส่งออกของไทย ซึ่งผลการหารือพบว่า การส่งออกกล้วยสดไทยไปยังญี่ปุ่นมีปัญหาหลัก คือ คุณภาพสินค้าไม่สม่ำเสมอ อาทิ ขนาดของผล ซึ่งมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ ขณะที่ญี่ปุ่นต้องการสินค้าที่มีน้ำหนักผล 120 กรัมขึ้นไป นอกจากนั้น ยังมีปัญหาการตรวจพบสารตกค้างในสินค้ากล้วยสดไทย ทั้งยังมีปัญหาเรื่องคุณภาพกล้วยซึ่งเกิดจากอายุเก็บเกี่ยวแก่เกินไป และการคัดบรรจุและกระจายสินค้าหลังออกจากโรงบ่มที่ประเทศปลายทาง เป็นต้น

รองอธิบดีกรมวิชาการเกษตรกล่าวว่า กรณีปัญหาสารตกค้าง จะใช้มาตรการควบคุมการบริหารจัดการสารกำจัดศัตรูพืชในกล้วยสดส่งออกประเทศญี่ปุ่น ตามข้อตกลงระหว่างกรมวิชาการเกษตรกับกระทรวงสาธารณสุข แรงงาน และสวัสดิการญี่ปุ่น โดยผู้ที่จะส่งออกกล้วยสดไปยังญี่ปุ่นต้องสมัครเข้าร่วมมาตรการฯ นี้ อีกทั้งยังจะพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับประเทศคู่ค้า พร้อมเร่งสร้างความเข้าใจให้กับกลุ่มเกษตรกร/สหกรณ์ผู้ผลิตกล้วยในเรื่อง วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ให้แก่เกินไป รวมถึงการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องและถูกวิธี และลดการใช้สารเคมีลง เพื่อตัดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต

นอกจากนั้น กรมวิชาการเกษตรยังได้ร่วมหารือกับศูนย์วิจัยการเกษตรนานาชาติประเทศญี่ปุ่น เพื่อเตรียมแผนสร้างความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาด้านการเกษตรในอีก 5 ปีข้างหน้า คือ ตั้งแต่ปี 2559-2563 โดยเน้นการวิจัยเกี่ยวกับพืชทดแทนพลังงาน เช่น ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง และพลังงานชีวมวล อีกด้วย

ที่มา หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ วันศุกร์ 24 ตุลาคม 2557
http://www.dailynews.co.th/Content/agriculture/หารือญี่ปุ่นแก้ปัญหาส่งออกกล้วยสด

ข่าวประชาสัมพันธ์

รศ.ดร.วิเชียร เฮงสวัสดิ์ ผู้อำนวยการศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว เข้าร่วมประชุม "แนวทางการพัฒนาศูนย์ความเป็นเลิศภายใต้ สกอ." โดยมี **ดร.กฤษณพงศ์ กีรติกร** รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานการประชุม เมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2557 ณ ห้องกรกมล โรงแรมเดอะสุโกศล กรุงเทพฯ

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว : หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน รุ่นที่ 58 ขึ้น ระหว่างวันที่ 23-25 กันยายน 2557 ณ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาวิธีการปฏิบัติที่ดีสำหรับสินค้าเกษตร และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรภายในประเทศของตน โดยมีคณะบุคคลที่เกี่ยวข้องด้านการเกษตรจากประเทศกัมพูชา ลาว พม่า บังกลาเทศ ภูฏาน อินเดีย และเนปาล ของ SATNET Asia เข้าร่วมประมาณ 45 คน

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว : หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จัดอบรมเรื่อง "กลยุทธ์การสร้างแบรนด์และวิธีการเพิ่มมูลค่าให้สินค้าเกษตร" ขึ้น เมื่อวันที่ 16 กันยายน 2557 ณ ห้อง 211 ชั้น 2 คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) โดยมี คณาจารย์จากมหาวิทยาลัย/โรงเรียน หน่วยงานราชการ บริษัทเอกชน นักศึกษา เข้าร่วมประมาณ 63 คน

Postharvest Newsletter
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center
ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เฮงสวัสดิ์
คณะบรรณาธิการ : รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ จิรพรเจริญ ดร.ธนะชัย พันธ์เกษมสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย นางปุณิกา จินดาสุ่น นางสาวปิยภรณ์ จันจรมานิตย์ นางละอองดาว วานิชสุขสมบัติ **ฝ่ายจัดพิมพ์ :** นางสาวจิระภา มหาวัน
สำนักงานบรรณาธิการ : PHT Newsletter ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ +66(0)5394-1448 โทรสาร +66(0)5394-1447 E-mail : phtic@phtnet.org http://www.phtnet.org