www.phtnet.org

Postharvest Newsletter

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

PHTIC PERDO

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2559

ในฉบับ

- เรื่องเต็มงานวิจัย 1 - 3
- สารจากบรรณาธิการ 2
- งานวิจัยของศูนย์ฯ 4
- นานาสาระ 5 - 6
- ข่าวสารเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว 7
- ข่าวประชาสัมพันธ์ ปกหลัง

เรื่องเต็มงานวิจัย

ผลของออกซิเจนความเข้มข้นสูงต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการตกกระในกล้วยไข่

Effect of High Oxygen Concentration on the Expression of Associated-Senescent Spotting Genes in 'Sucrier' Banana

เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์[2] ดวงกมล ศศิวัฒนพร[1] และ วชิรญา อิ่มสบาย[1,3]

บทคัดย่อ

การตกกระในกล้วยไข่มีอาการรุนแรงและชัดเจนมากขึ้นในระหว่างการสุก โดยออกซิเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มระดับความรุนแรงของอาการ งานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงออกซิเจนความเข้มข้นสูงต่อการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ในกระบวนการเกิดสีน้ำตาล ได้แก่ phenylalanine ammonia lyase (PAL), polyphenol oxidase (PPO), ยีนควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ lipoxygenase (LOX) ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ และยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการเก็บกล้วยไข่ในสภาพอากาศปกติ (ชุดควบคุม) และเก็บในสภาพที่มีออกซิเจนความเข้มข้นสูง (90%) บันทึกผลคะแนนการตกกระ การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือก (L*, b* และ h) และการแสดงออกของยีนในกล้วยไข่ พบว่า ผลกล้วยไข่ที่ได้รับออกซิเจนความเข้มข้นสูง มีการแสดงออกของยีน *MaPAL*, *MaAPX* และ *MaGPX* ในวันที่ 1 และ 3 มากและหลังจากนั้นจึงลดลงอย่างเด่นชัดในวันที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการตกกระและการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือก (L*, b* และ h) ที่มีค่าลดลงเมื่อกล้วยตกกระมากขึ้น ในขณะที่กล้วยในชุดควบคุมมีการแสดงออกของยีนเหล่านี้ตลอดเวลา และเกิดการตกกระช้ากว่ากล้วยที่ได้รับออกซิเจนสูง ส่วนยีน *MaLOX* มีการแสดงออกมากในวันแรกและลดลงอย่างเด่นชัดในวันที่ 5 ในขณะที่ยีน *MaPPO* มีการแสดงออกไม่แตกต่างกันทั้งสองทรีทเมนต์ จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระดับออกซิเจนมีผลทำให้ยีนเหล่านั้นมีการแสดงออกมากขึ้น การตกกระของกล้วยไข่ยังมีความสัมพันธ์กับยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดสีน้ำตาล การเสื่อมสภาพของเซลล์และการต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์

คำสำคัญ : ออกซิเจน, การตกกระ, *MaPPO*

คำนำ

การตกกระ (peel spotting หรือ senescent spotting) เป็นลักษณะผิดปกติทางสรีระ (physiological disorder) ที่เกิดขึ้นระหว่างการสุกของผลกล้วย ซึ่งในกล้วยไข่เป็นตัวบ่งชี้ว่ากล้วยสุกเกินไป (over-ripe) โดยจะเริ่มปรากฏอาการเมื่อกล้วยอยู่ในระยะเปลือกสีเหลืองอมเขียว อาการตกกระจะเกิดรุนแรงและชัดเจนมากขึ้นเมื่อผลกล้วยสุก ทำให้ผู้บริโภคมองว่าผลกล้วยไข่สุกเกินไปหรือถูกโรคเข้าทำลาย (Marriot, 1980; Lizada *et al.*, 1990; Ketsa, 2000) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดสีน้ำตาล (การตกกระ) ซึ่งจะไปเพิ่มระดับความรุนแรงของอาการและการให้ออกซิเจนความเข้มข้นสูงเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้เกิดการตกกระมากขึ้น (ธารารัตน์, 2548) การตกกระของกล้วยไข่ได้มีการศึกษามาพอสมควร

(อ่านต่อหน้า 2)

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

สาร... จากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ

ผ่านไปแล้วนะครับ สำหรับงานประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 2-3 มิถุนายน 2559 ณ โรงแรมเวียงอินทร์ จังหวัดเชียงราย โดยในครั้งนี้มีคณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตและนักศึกษาจากสถาบันต่างๆ เข้าร่วมประชุมกันมากกว่า 250 คน ทางศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ผู้จัดงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าทุกท่านคงได้รับความรู้ทางวิชาการ รวมทั้งได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เพื่อนำไปต่อยอดในการงานวิจัยของท่านได้ครับ

สำหรับ Postharvest Newsletter ฉบับนี้ เรามีเรื่องเต็มงานวิจัย เรื่อง ผลของออกซิเจนความเข้มข้นสูงต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการตกกระในกล้วยไข่ ส่วนในนานาสาระ มีบทความเรื่อง "ทัศนา...การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศของสหกรณ์การเกษตรญี่ปุ่น" โดย ผศ.ดร.คลฤดี ใจสุทธิ์ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แล้วพบกันฉบับหน้าครับ ...

เรื่องเต็มงานวิจัย

(ต่อจากหน้า 1)

ที่ผ่านมาเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีระและชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ในกระบวนการตกกระ มีรายงานว่ากิจกรรมเอนไซม์ *in vitro* polyphenol oxidase (PPO, catechol oxidase) และ *in vitro* phenylalanine ammonia lyase (PAL) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดสีน้ำตาลไม่มีความสัมพันธ์กับการตกกระ แต่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกที่ลดลง (Choehom *et al.*, 2004) จากที่กล่าวมาข้างต้นกลไกในกระบวนการตกกระยังเข้าใจไม่กระจ่าง ดังนั้นการศึกษาการแสดงออกของยีนต่าง ๆ ในระดับ mRNA อาจทำให้เข้าใจกลไกในกระบวนการตกกระมากขึ้น และข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของผลกล้วยไข่ระหว่างการได้รับปริมาณออกซิเจน

ผลกล้วยไข่ที่ใช้ในการทดลองนำมาจาก อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร คัดเลือกกล้วยที่มีความแก่ 80% (Light Full ¾) ซึ่งเป็นระยะที่ผลกล้วยยังดิบ เปลือกเป็นสีเขียวและยังคงเห็นเหลี่ยมอยู่ คัดเลือกผลกล้วยไข่ที่มีขนาดรูปร่างและสีผิวที่สม่ำเสมอ นำมาตัดแบ่งเป็นคลัสเตอร์ ๆ ละ 7-8 ผล หลังจากนั้นนำไปล้างทำความสะอาดและแช่สารควบคุมเชื้อราแล้วจุ่มในสารละลายเอทิฟอนความเข้มข้น 500 ppm นาน 2 นาที เพื่อให้ผลกล้วยสุกสม่ำเสมอ แล้วนำไปบ่มพัฒนาสีเปลือกที่อุณหภูมิ 25 ˚C ความชื้นสัมพันธ์ 85-90% รอจนกระทั่งผลกล้วยไข่เปลี่ยนสีอยู่ในช่วง color index (CI) 3-4 ซึ่งผลกล้วยมีสีเหลืองอมเขียวและปลายขั้วผลยังเขียวอยู่ จึงนำผลกล้วยไข่ไปเข้าทรีทเมนต์ โดยบรรจุหวีกล้วยไข่ลงในถังฝาปิดสนิท ต่อเข้ากับชุดควบคุมการไหล (Flow board) ซึ่งให้ออกซิเจนความเข้มข้นปกติ (90±3 %) ที่ได้จากการปรับความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนด้วยการผสมก๊าซทั้งสองชนิดกันก่อนปล่อยเข้าสู่ถังบรรจุ ให้มีอัตราการไหล 500 (±10) มิลลิลิตรต่อนาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (21±3 %) วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี *t*-test โดยแต่ละทรีทเมนต์มี 4 ซ้ำ โดยกล้วย 1 กลุ่ม (cluster) คือ 1 ซ้ำ มีจำนวน 7 ผล ตรวจสอบความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ผ่านเข้าถังบรรจุกล้วยไข่ทุกวัน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph (GC) มีตัวตรวจสอบชนิด thermal conductivity detector (TCD) ทำการบันทึกคะแนนของอาการตกกระ (1-7 คะแนน) และการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก ได้แก่ L* (ความสว่าง), b*(สีเหลือง), h (ค่าเฉดสี) ทุกวัน จนกว่าผลกล้วยไข่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทั้งหมด

2. ศึกษาการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตกกระของผลกล้วยไข่

เก็บตัวอย่างเปลือกกล้วยไข่มาวิเคราะห์การแสดงออกของยีนด้วยวิธี semi-quantitative RT-PCR โดยนำตัวอย่างพืชที่บดละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลวมาสกัด RNA โดยดัดแปลงจากวิธีของ Chang *et al.* (1993) และตรวจสอบปริมาณของ RNA ก่อนนำไปกำจัด DNA ในขั้นตอนการสังเคราะห์ cDNA ใช้วิธี reverse transcription โดยใช้ RNA ที่กำจัด DNA แล้วเป็นแม่แบบ แล้วนำ cDNA ที่ได้มาเพิ่มปริมาณ DNA และตรวจสอบผลผลิตที่ได้ โดยใช้ primer 18s เป็นต้นแบบ นำ cDNA แต่ละตัวอย่าง มาเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส เพื่อให้ 18s เป็น house keeping gene ประกอบด้วยขั้นตอน denature, annealing และ extention จนครบ 12 รอบ แล้วนำผลผลิตที่ได้แต่ละตัวอย่างไปตรวจดูความเข้มของแถบ cDNA แต่ละตัวอย่างใน agarose gel โดยแถบ cDNA (18s) ที่มีความสว่างเท่ากันจะเท่ากับมีปริมาณ cDNA เท่ากัน จากนั้นนำ cDNA ต้นแบบของแต่ละตัวอย่างโดยใช้ปริมาตรเท่ากับที่ใช้

ในชุด primer 18s มาเพิ่มปริมาณ DNA โดยใช้ primer PAL, PPO, APX, GPX และ LOX **(Table 1)** เพื่อดูความแตกต่างของการแสดงออกของยีน โดยแต่ละยีนจะใช้ขั้นตอนสำหรับปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสเช่นเดียวกับ 18s แต่ต่างกันที่จำนวนรอบในการทำแต่ละยีนซึ่งมีจำนวนรอบของยีน PAL, PPO, LOX, APX และ GPX เป็น 33, 30, 30, 27 และ 27 รอบ ตามลำดับ แล้วนำผลผลิตจากการทำปฏิกิริยาแต่ละตัวอย่างไปตรวจสอบด้วย agarose gel เช่นเดียวกับข้างต้น เพื่อตรวจดูแถบ DNA ของแต่ละตัวอย่างที่แสดงออก

ผลและวิจารณ์

ผลกล้วยไข่ที่ได้รับออกซิเจนความเข้มข้นสูงมีการตกกระเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่ในสภาพออกซิเจนปกติ (21%) เกิดการตกกระน้อยกว่าและอาการตกกระพัฒนาช้ากว่าด้วย **(Figure 1A)** สอดคล้องกับค่า L*, b* และค่า h ที่ ลดลงอย่างรวดเร็ว พบค่า L* ลดลงต่ำที่สุดเท่ากับ 37.6 ในระยะที่เปลือกของกล้วยไข่เกิดสีน้ำตาลเกือบทั้งผล เช่นเดียวกันกับค่าบวกของ b* และค่า hue ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง **(Figure 1B)** เนื่องจากอาการตกกระที่มีเพิ่มขึ้นทำให้สีผิวของผลกล้วยไข่เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว ผลดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Maneenuam *et al.* (2007) ที่พบว่าในสภาพออกซิเจนความเข้มข้นสูง ทำให้ผลกล้วยไข่แสดงอาการตกกระรุนแรงกว่าการเก็บรักษาในสภาพออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ (45% และ 18% ตามลำดับ) ออกซิเจนถือว่าเป็น

ตัวการที่สำคัญในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกให้เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น (ธารารัตน์, 2548) ในสภาพออกซิเจนความเข้มข้นสูงพบการแสดงออกของยีน *MaPAL*, *MaAPX* และ *MaGPX* ในวันที่ 1 และ 3 มากและหลังจากนั้นจึงลดลงอย่างเด่นชัดในวันที่ 5 เมื่อกล้วยเกิดการเสื่อมสภาพ ขณะที่ยีน *MaPPO* มีการแสดงออก

Table 1 Oligonucleotide primers were used in 'Sucrier' banana fruit.

Name	Oligonucleotide primers	Name	Oligonucleotide primers
MaPAL	F-5'>ACT ACT CCT TTG GCA CTC CC<3'	*MaGPX*	F-5'>CGA AGC CTA AAT CGT GGG TA<3'
	R-5'>CGG TGC GAA CTC CAT TTC AA<3'		R-5'>TGC AGA AAT CCA CCA TGA AA<3'
MaPPO	F-5'>TCC ACA ACT CCT GGC TCT TC<3'	*MaLOX*	F-5'>AGG AGT TTC CTC CGG TTA GC<3'
	R-5'>TAG GGT CGG TTC CGT TGT AG<3'		R-5'>TCA GAG TGC CAT CAT CCT TG<3'
MaAPX	F-5'>AAG GAG CAG TTC CCC ATC TT<3'	*18S rRNA*	F-5'>CTC CGG CGT TGT TAC TTT GAA GAA<3'
	R-5'>TCC ACC AGA TAA TGC AAC GA<3'		R-5'>CCC GAA GGC CAA CAG AAT AGG A<3'

ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม การแสดงออกของยีนเหล่านี้น่าจะทำให้มีการสังเคราะห์เอนไซม์ PAL และ PPO ในกระบวนการเกิดสีน้ำตาล รวมทั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ascorbate peroxidase (APX) และ glutathione peroxidase (GPX) **(Figure 2)** ส่วนยีน *MaLOX* ที่ควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ lipoxygenase (LOX) ซึ่งเอนไซม์นี้มีหน้าที่เร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันในชั้น membrane ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น (จริงแท้, 2550) มีการแสดงออกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อกล้วยถูกกระตุ้นให้มีการสุกและได้รับสภาพออกซิเจนความเข้มข้นสูง โอกาสที่เอนไซม์ LOX จะถูกสังเคราะห์เพิ่มขึ้นก็เป็นไปได้มากและน่าจะกระตุ้นให้เร่งการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้ม เมื่อเยื้อหุ้มเสื่อมสภาพโอกาสที่จะส่งเสริมให้เอนไซม์ PPO ที่อยู่ภายใน plastid และ substrates ที่อยู่ใน vacuole พบกันก็มีมากขึ้น ประกอบกับการแสดงออกของยีน *MaAPX* และ *MaGPX* ลดลง **(Figure 2)** เมื่อมีตัวต้านอนุมูลอิสระลดลง (APX และ GPX) ทำให้เกิดการรั่วของสารออกสู่ cytoplasm จึงน่าจะทำให้เอนไซม์ PPO ทำปฏิกิริยากับ substrates เกิดเป็นสาร quinone และสารดังกล่าวรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่เกิด browning จึงแสดงการฅกกระให้เห็น จึงทำให้พบอาการฅกกระมากกว่ากล้วยในสภาพออกซิเจนปกติ แต่อย่างไรก็ตามกลไกการฅกกระที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ยังไม่สามารถยืนยันได้ชัดเจน จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเอนไซม์ LOX และเอนไซม์กลุ่ม peroxidase เพิ่มเติม รวมถึงตรวจวัดปริมาณสารอนุมูลอิสระ (H_2O_2) และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ascorbic acid เป็นต้น

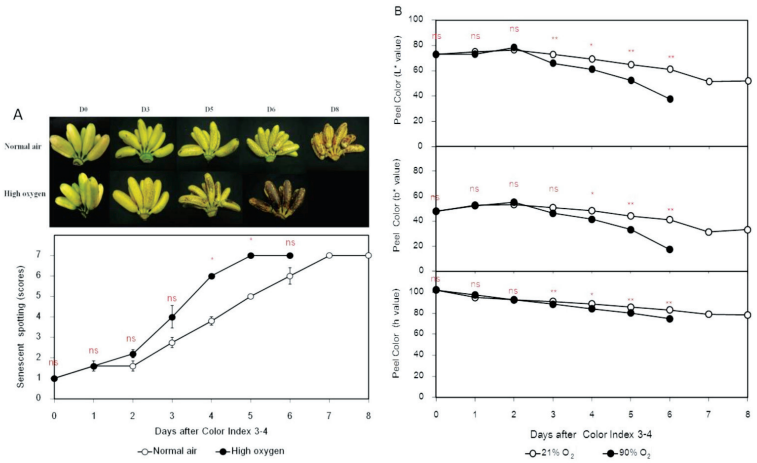

Figure 1 Development and scores of senescent spotting (A) and color changes of L*, b* and Hue values in the peel (B) of 'Sucrier' banana fruit during ripening. Mean values followed by ns were not significantly different at $P \leq 0.05$ by *t*-test. The lines represent the standard error of four replicates.

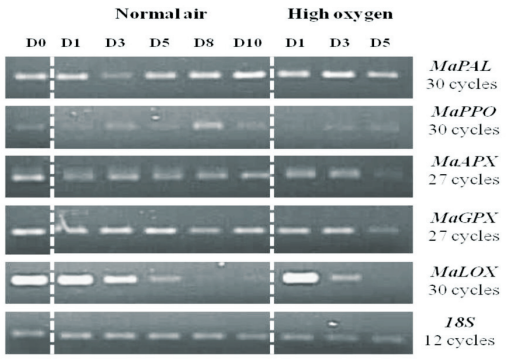

Figure 2 Semi-quantitative RT-PCR of PAL, PPO, LOX, APX and GPX expression in the peel of 'Sucrier' banana fruit during ripening.

สรุป

ผลกล้วยระยะผลสุก color index 3-4 ที่ได้รับสภาพออกซิเจนความเข้มข้นสูงเกิดการฅกกระเร็วกว่าและมากกว่ากล้วยไข่ที่ได้รับสภาพออกซิเจนปกติ สอดคล้องกับการแสดงออกของยีน *MaPAL* ขณะที่ *MaPPO* มีระดับการแสดงออกของยีนไม่แตกต่างกัน ส่วนยีน *MaAPX* และ *MaGPX* มีการแสดงออกตลอดเวลาและลดลงเมื่อกล้วยไข่มีการฅกกระมากขึ้น ส่วนยีน *MaLOX* พบการแสดงออกมากในช่วงแรกและลดลงเมื่อกล้วยสุกมากขึ้น การแสดงออกของยีนเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อกลไกการฅกกระของกล้วยไข่

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400 และศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 431 หน้า.

ธารารัตน์ มณีน่วม. 2548. อิทธิพลของออกซิเจนความเข้มข้นสูงที่มีผลต่อการฅกกระและคุณภาพของกล้วยไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Chang, S., J. Puryer and J. Cairney. 1993. A simple and efficient method for isolating RNA from pine tree. Plant Mol. Biol. Rep.11: 113-116.

Choehom, R., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2004. Senescent spotting of banana peel is inhibited by modified atmosphere packaging. Postharvest Biol.Technol. 31: 167-175.

Ketsa, S. 2000. Development and control of senescent spotting in banana. Food Preserv. Sci. 26: 173—178.

Lizada, M.C.C., E.B. Pantastico, A.R. Shukor and S.D. Sabari. 1990. Ripening of banana: changes during ripening in banana. pp. 65—72. *In*: A. Hassan and E.B. Pantastico (eds.). Banana: Fruit Development, Postharvest Physiology, Handling and Marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.

Maneenuam, T., S. Ketsa and W.G.van Doorn. 2007. High oxygen levels promote peel spotting in banana fruit. Postharvest Biol. Technol. 43: 128-132.

Marriott, J. 1980. Banana-physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 13: 41—88.

การประยุกต์ใช้เจลว่านหางจระเข้ในการลดการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงน้ำดอกไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภค

ณิชาภัทร แก้วมณี[1] เฉลิมชัย วงษ์อารี[1,2]
สุริยัณห์ สุภาวานิช[3] และพนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2]

บทคัดย่อ

มะม่วงน้ำดอกไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภคเป็นมะม่วงที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเบื้องต้นโดยการล้าง ปอกเปลือก ตัดหรือหั่น การตัดหรือหั่นทำให้เนื้อเยื่อผลไม้เกิดบาดแผล ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็ว เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สีน้ำตาลบริเวณส่วนที่ถูกตัดแต่งและมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ส่งผลให้มะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคเกิดการเสื่อมเสียอย่างรวดเร็วและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้เจลว่านหางจระเข้ต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภค โดยนำมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผ่านการหั่นชิ้นมาแบ่งชุดการทดลองดังนี้ ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น) จุ่มในเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 25% (v/v) และ 50% (v/v) ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (non-pasteurization) และจุ่มในเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 25% (v/v) และ 50% (v/v) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (pasteurization) โดยการฆ่าเชื้อเป็นแบบ pasteurization ใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที จุ่มเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้หั่นชิ้นในสารละลายตามชุดการทดลองเป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นปล่อยให้สะเด็ดน้ำและบรรจุใส่กล่องพลาสติกแบบกึ่งคงรูปมีฝาปิดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 50% (v/v) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลบริเวณส่วนที่ถูกตัดของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นโดยมีค่า L* และ C สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ค่าความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) ในชุดการทดลองที่จุ่มด้วยว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 50% (v/v) ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อและผ่านการฆ่าเชื้อมีค่าความเข้มข้นของสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดและมีอายุเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน นอกจากนี้พบว่าเจลว่านหางจระเข้ยังมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ต่ำกว่าชุดที่ไม่ได้จุ่มสารในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ : การเกิดสีน้ำตาล ค่าความเข้มของสีน้ำตาล เจลว่านหางจระเข้ เนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภค

[1] สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400
[3] สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าวไร่

ปาริชาติ เทียนจุมพล[1,2]
ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี[1,2] และวิบูลย์ ช่างเรือ[1,2,3]

บทคัดย่อ

สมบัติทางกายภาพของข้าวไร่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับใช้ในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การนวด การอบแห้ง การทำความสะอาด การเก็บรักษา การกะเทาะเปลือก และการคัดขนาด เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ลดระยะเวลา และต้นทุนในด้านแรงงาน การศึกษานี้ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวไร่ จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ก่ำวังไผ่ ข้าวเจ้าเปลือกดำ แหมะแจ และบิ้วจิ๊กู่ ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น มวลรวม 1000 เมล็ด ขนาด ได้แก่ ความยาว ความกว้าง และความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ความเป็นทรงกลม ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นเนื้อ และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ พบว่า เมล็ดข้าวไร่ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีความชื้นระหว่าง 10.79-11.80%, มวลรวม 1000 เมล็ด ระหว่าง 29.71-36.43 กรัม ความยาวระหว่าง 9.57-11.30 มิลลิเมตร ความกว้าง 2.91-3.69 มิลลิเมตร ความหนาระหว่าง 2.00-2.20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตระหว่าง 3.85-4.31 มิลลิเมตร ความเป็นทรงกลมระหว่าง 0.36-0.43 ความหนาแน่นรวมระหว่าง 0.54-0.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นเนื้อระหว่าง 1.01-1.08 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์บนวัสดุ 3 ชนิดได้แก่ ไม้ อะลูมิเนียมและสายพาน ระหว่าง 0.32-0.36, 0.30-0.32 และ 0.52-0.62 ตามลำดับ ซึ่งจะได้นำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับใช้กับข้าวไร่ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวไร่, สมบัติทางกายภาพ, เครื่องจักรกลเกษตร

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพ 10400
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

ทัศนา...การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศของสหกรณ์การเกษตรญี่ปุ่น

ผศ.ดร.ดลฤดี ใจสุทธิ์ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้เขียนมีโอกาสเดินทางไปเยี่ยมชมกิจการสหกรณ์การเกษตรของประเทศญี่ปุ่น Japan Agricultural Cooperative หรือ JA ณ เมืองทสึคุบะ เจ้าหน้าที่สหกรณ์ได้อธิบายความเป็นมาและลักษณะการดำเนินงานของสหกรณ์ว่า สหกรณ์นี้เกิดจากการรวมตัวกันของเกษตรกรในพื้นที่เป็นหลัก รายได้ของสหกรณ์มาจากกำไรจากการขายผลิตผล ซึ่งจะนำมาเป็นค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าแรง ค่าน้ำ และ ค่าไฟ เป็นต้น สหกรณ์มีหน้าที่ประสานงานกับเกษตรกรที่เป็นสมาชิกว่าต้องการผลิตผลชนิดไหนในแต่ละช่วงฤดูกาล รวมทั้งกำหนดราคารับซื้อและราคาขายผลิตผลด้วย ทั้งนี้ราคารับซื้อและราคาขายจะถูกกำหนดโดยกรรมการของสหกรณ์ซึ่งเลือกตั้งมาจากสมาชิกของสหกรณ์เอง ในการขายผลิตผลเกษตรของญี่ปุ่นจะแบ่งเป็นโซน เช่น ผลิตผลที่มาจาก JA ณ เมืองทสึคุบะ จะถูกส่งไปขายยังเมืองโตเกียว และนาโกย่า เป็นต้น ดังนั้นการค้าขายผลิตผลเกษตรของญี่ปุ่นจึงมักจะไม่ประสบปัญหาด้านราคาและผลิตผลล้นตลาด

รูปที่ 1 แสดงโรงเรือนแบบปิดและการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนแบบปิด

โดยจะขอยกตัวอย่างกระบวนการดำเนินงานของ JA ในการรับซื้อมะเขือเทศจากเกษตรกรสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งทาง JA จะตกลงกับเกษตรกรสมาชิกในกลุ่มว่าต้องการให้ปลูกมะเขือเทศพันธุ์ใด เช่น มะเขือเทศพันธุ์โมโมทาโร โดยอ้างอิงจากความต้องการของตลาดที่จะรับซื้อเป็นหลัก การปลูกมะเขือเทศที่เมืองทสึคุบะจะปลูกในโรงเรือนแบบปิด หรือที่เรียกว่า Green House ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชเมืองหนาว ประกอบด้วยโครงสร้างหลังคาและผนังปิดที่ทำด้วยวัสดุที่โปร่งแสง ซึ่งสมบัติของวัสดุดังกล่าวจะทำให้อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนแตกต่างกัน กล่าวคือเมื่อรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นสเปกตรัม (รังสีคลื่นสั้นและรังสีคลื่นยาว) ตกกระทบหลังคาและผนังโรงเรือนที่เป็นกระจกหรือวัสดุโปร่งแสง รังสีคลื่นสั้น (300-3000 nm) จะสามารถแผ่รังสีทะลุผ่านเข้าไปข้างในโรงเรือนได้ ขณะที่รังสีคลื่นยาว (3000-80,000 nm) จะถูกกั้นด้วยกระจก รังสีคลื่นสั้นที่ผ่านเข้ามานั้นจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนซึ่งมีสมบัติเป็นรังสีคลื่นยาวที่ไม่สามารถทะลุผ่านกระจกออกไปได้ ดังนั้นจึงทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสมภายในโรงเรือน ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงขึ้นมากกว่าอากาศแวดล้อม แต่ในเวลากลางวันหากอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงเกินไปจะทำให้พืชคายน้ำมาก จึงอาจมีระบบปรับลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน (Hessayon, 2008) ดังแสดงใน**รูปที่ 1** การใช้ Green House นอกจากจะสามารถควบคุมเรื่องสภาพอากาศแล้ว ยังสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชและโรคพืชได้อีกด้วย วงจรในการปลูกมะเขือเทศจะใช้ระยะเวลาประมาณ 85 - 90 วัน นับจากวันที่เริ่มปลูกจนเก็บเกี่ยวผลิตผล

จากนั้นจะส่งผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้วมายัง JA ดัง**รูปที่ 2** และจัดวางผลิตผลลงตะกร้าพลาสติก แล้วลำเลียงเข้าสู่ระบบตรวจสอบคุณภาพและคัดขนาด โดยใช้เครื่องจักรเป็นตัวยกตะกร้าที่บรรจุมะเขือเทศขึ้นสู่ระบบตรวจสอบคุณภาพและคัดขนาดด้านบน และใช้รางลำเลียงตะกร้าเปล่าจากด้านบนลงสู่ด้านล่างดังแสดงในรูป ทั้งนี้ในการตรวจสอบคุณภาพและคัดขนาดของผลมะเขือเทศจะใช้หลักการวิเคราะห์ภาพถ่าย (Image Analysis) โดยผลมะเขือเทศจะถูกลำเลียงเข้าสู่ถาดลำเลียงและผ่านเข้าเครื่องวิเคราะห์ภาพถ่ายครั้งละ 1 ผล ดังแสดงใน**รูปที่ 3** สำหรับหลักการวิเคราะห์ภาพถ่าย

รูปที่ 2 แสดงกระบวนการรับผลมะเขือเทศที่ส่งมาจากเกษตรกรเข้าสู่ระบบตรวจสอบคุณภาพและคัดขนาด

รูปที่ 3 แสดงการตรวจสอบคุณภาพและคัดขนาดผลมะเขือเทศด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่าย

มีขั้นตอนคือ ถ่ายภาพผลิตผลด้วยกล้องดิจิตอลแล้วนำไปประมวลผลด้วยวิธี Image processing กล่าวคือ ภาพที่ได้จะถูกประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ในเชิงคุณภาพ โดยการประมวลผลจะรวมเอาการหาความสัมพันธ์ของรูปร่าง ขนาด และรอยตำหนิของผลมะเขือเทศไปกำหนดเป็นตัวแปรคุณภาพ ส่วนตัวแปรทางกายภาพที่ใช้ระบุรูปร่าง ได้แก่ อัตราส่วนเส้นรอบวงกลมล้อมรอบผลมะเขือเทศ สีของผลมะเขือเทศ และตัวแปรจำแนกขนาดได้แก่ความยาวเส้นรอบรูปและพื้นที่ภาพฉายของผลมะเขือเทศ สำหรับอุปกรณ์คัดแยกมะเขือเทศหลักๆ ประกอบด้วย ชุดกล้อง ชุดควบคุมการทำงาน ชุดตรวจจับ คอมพิวเตอร์และถาดลำเลียง หลังจากการประมวลผลระบบจะสั่งให้ถาดลำเลียงยกผลมะเขือเทศขึ้นตามช่องที่กำหนดคุณภาพของมะเขือเทศผลนั้นไว้ โดยอัตราการคัดแยกผลมะเขือเทศประมาณ 2,000 ผลต่อชั่วโมง (อรฉัตร จิตศ์โสภักตร์, 2552) ดังแสดงใน**รูปที่ 4**

รูปที่ 4 แสดงการแบ่งชนิดและขนาดของผลมะเขือเทศ

รูปที่ 5 กระบวนการบรรจุและเตรียมขนส่งมะเขือเทศไปยังตลาด

หลังจากผ่านกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพและคัดขนาดแล้วผลมะเขือเทศจะถูกบรรจุลงในกล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ถูกออกแบบให้ลดการสูญเสียจากแรงกดทับ แรงอัด แรงสั่นสะเทือน อันเนื่องมาจากการขนส่งมากที่สุด โดยแยกตามขนาดที่ได้กำหนดไว้ซึ่งสามารถดูได้จากสัญลักษณ์ที่ระบุไว้ด้านข้างกล่อง จากนั้นกล่องมะเขือเทศจะถูกลำเลียงไปตามสายพานดังแสดงในรูปที่ 5 เพื่อคิดฉลากก่อนจะถูกส่งต่อไปยังพื้นที่เก็บสินค้าเพื่อเตรียมขนส่งสู่ตลาดต่อไป

นอกจากการส่งมะเขือเทศไปจำหน่ายยังตลาดในเมืองต่างๆ แล้ว เกษตรกรชาวญี่ปุ่นยังมีช่องทางจำหน่ายภายในท้องถิ่นผ่านตู้ซื้อสินค้าแบบหยอดเหรียญ ดังแสดงใน**รูปที่ 6** โดยจะมีการกำหนดราคาสินค้าไว้ที่ป้ายหน้าตู้คล้ายกับตู้ซื้อเครื่องดื่มหรือน้ำอัดลมแบบหยอดเหรียญที่ใช้อยู่ในประเทศไทย

จากกระบวนการผลิตมะเขือเทศของ JA ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้เขียนมีความเห็นว่าน่าจะนำมาประยุกต์ใช้กับการเกษตรของประเทศไทยได้ โดยอาจมีการจัดโซนการผลิตและการขายพืชผักแต่ละชนิด การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวอย่างเหมาะสมเพื่อคงคุณภาพของผลิตผลให้ยาวนาน รวมทั้งมีการวิเคราะห์และวางแผนการผลิตในแต่ละปีให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดเพื่อลดปัญหาด้านผลิตผลล้นตลาดและราคาที่ตกต่ำของผลิตผลที่เกษตรกรไทยเผชิญอยู่ได้

รูปที่ 6 การขายผลิตผลแบบหยอดตู้และแบบส่งไปขายที่ตลาด

เอกสารอ้างอิง

อรฉัตร จิตศ์โสภักตร์. 2552. Digital Image Processing ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย.

D. G. Hessayon. 2008. Green House Expert. London, Transworld Publisher, pp. 5 – 19.

ผลไม้ฉายรังสีของไทย ไปสหรัฐอเมริกา

ตอนนี้ผลิตผลสดพวกผักและผลไม้ที่จะส่งเข้าสหรัฐอเมริกาต้องผ่านการฉายรังสีเพื่อป้องกันและกำจัดการระบาดของแมลงศัตรูพืชจากต่างประเทศผ่านเข้าไปในสหรัฐอเมริกา สำหรับประเทศไทยเบื้องต้นอนุญาตให้นำเข้าผลไม้ 6 ชนิด คือ มังคุด ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ สับปะรด และมะม่วง ภายใต้เงื่อนไขต้องผ่านการฉายรังสีขั้นต่ำที่ 400 เกรย์ แต่ไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ และมีระเบียบในการจัดการสวนผลไม้ตามมาตรฐาน GAP (Good agricultural practice) สำหรับชาวสวนผู้ผลิต และการจัดการโรงคัดบรรจุในโรงงานต้องเป็นตามมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing practice) กรณีเฉพาะลิ้นจี่ จะต้องมีการรับรองว่าลิ้นจี่นั้นปลอดจากเชื้อราโรครากเน่า (*Peronophythora litchi*) นอกจากนี้ ลิ้นจี่และลำไยจากไทยไม่สามารถส่งไปขายยังรัฐฟลอริดาได้ เนื่องจากเกรงว่าจะเกิดการปนเปื้อน litchi rust mite จากไทย

รังสีแกมม่านั้นให้ใช้จากแหล่งธาตุโคบอล 60 หรือซีเซียม 137 หรือเกิดจากเครื่องกำเนิดรังสีเอ็กซ์ ด้วยอัตราการกำลังไม่เกิน 7.5 MeV หรือเครื่องฉายอิเล็คตรอนด้วยอัตรากำลังไม่เกิน 10 MeV ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานฉายรังสีที่ได้รับการรับรอง 2 แห่ง คือ โรงงานฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตร (Thai Irradiation Center: TIC) ภายใต้สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ และบริษัท Isotron (Thailand) จำกัด

เอกสารอ้างอิง

รายงานการติดตามการส่งออกผลไม้สดเข้าสู่สหรัฐอเมริการะยะที่ 2 และการศึกษาติดตามข้อมูลด้านการตลาดและการผลิตเบื้องต้นของผลไม้ไทยทั้ง 6 ชนิด ในตลาดผลไม้สหรัฐอเมริกา. 2551. เสนอต่อ สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี.

ลอจิสติกส์... QR code vs HD barcode

การบรรจุผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันนับวันจะยิ่งสะดวก ในระบบการบรรจุผลิตผลที่ทันสมัยที่รู้จักในนาม intelligent หรือ smart packaging ทำให้ผู้บริโภคได้รับความสะดวกและง่ายดายในการเข้าถึงข้อมูลรายละเอียดทางด้านคุณภาพ ความปลอดภัย ระดับการสุกของผล หรือแม้แต่คุณค่าทางอาหารของผลิตผลสดในบรรจุภัณฑ์ มีทั้งระบบ QR code ซึ่งเป็นบาร์โค้ด 2 มิติ ที่ใช้เก็บข้อมูลการตลาดของสินค้าและการเข้าถึงเว็บไซต์ และ HD barcode ซึ่งได้รับการปรับปรุงจากรหัสแท่งแบบเดิมให้เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้ผลดีในการตรวจสอบข้อมูลของสินค้า QR codes สามารถเก็บข้อมูลประมาณ 4 kB ในขณะที่ HD Barcode สามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 703 kB ทำให้ใส่ข้อมูล รายละเอียด รวมไปถึงภาพสีลงไปได้มากขึ้น ปัจจุบันการอ่าน QR code และ HD barcode สามารถอ่านได้อย่างรวดเร็วโดยการสแกนจากกล้องของโทรศัพท์มือถือโดยติดตั้งโปรแกรมอ่านเพิ่มเติม

จากเทคโนโลยีการเข้ารหัสสินค้านี้ ทำให้การพัฒนาทางด้านลอจิสติกส์เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการเคลื่อนที่ผ่านของสินค้าได้ทั้งระบบ

ประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 2-3 มิถุนายน 2559

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว จัดงาน "ประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 14" ระหว่างวันที่ 2-3 มิถุนายน 2559 ณ โรงแรมเวียงอินทร์ จังหวัดเชียงราย มีการบรรยายพิเศษจากผู้เชี่ยวชาญ การนำเสนอผลงานวิชาการทั้งภาคบรรยายและภาคนิทัศน์ โดยมีผู้เข้าร่วมการประชุมประมาณ 250 คน มาจากหน่วยงานราชการ เอกชน ประกอบด้วยคณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตและนักศึกษาจากสถาบันต่างๆ ทั่วประเทศ โดยมีผู้นำส่งผลงานภาคบรรยายจำนวน 50 เรื่อง และภาคนิทัศน์จำนวน 85 เรื่อง รวมทั้งสิ้น 135 เรื่อง

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว : หน่วยงานร่วม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ให้การต้อนรับคณะนักวิจัยจากประเทศอิราเอล นำโดย Dr.Eiton Shlomo, Research and Consulting Cut Flowers, Pot Plants, Agriculture Production Postharvest นอกจากนั้นยังได้เยี่ยมชมสวนกล้วยไม้ และสวนไม้ดอกกินได้ดอกขจร ในเขตจังหวัดนครปฐม ในระหว่างวันที่ 6-7 มิถุนายน 2559

คณะอาจารย์จาก ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว : หน่วยงานร่วม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เข้าร่วมงานฝึกอบรม Training course: Postharvest Handling Systems of Agriculture Commodities ณ Vinh Long Commodity College, Vietnam ระหว่างวันที่ 11-13 พฤษภาคม 2559 โดยได้รับทุนสนับสนุนการฝึกอบรมครั้งนี้จาก ISOO (International Strategy Output & Outcome) project of KMUTT

Postharvest Newsletter
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุณยเกียรติ
คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์ 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