

Postharvest Newsletter

ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2562

www.phtnet.org

ในฉบับ

เรื่องเต็มงานวิจัย	1 - 4
สารจากบรรณาธิการ	2
งานวิจัยของศูนย์ฯ	4
พลัสบทความงานวิจัยศูนย์ฯ	5 - 7
พลัสบทความงานวิจัยศูนย์ฯ	ปกหลัง



เรื่องเต็มงานวิจัย

การทดสอบความแม่นยำของเทคนิคเนียร์อินฟราเรดในการตรวจสอบอาการฟ้ามของผลส้มสายน้ำผึ้ง

Validation of Near Infrared Spectroscopy for Detection of Dry Juice Sac in Mandarin Fruits cv. Sai Num Pung

ณัฏวัฒน์ หมั่นมาณี^{1,2} กัมพล วงษ์ชีวะสกุล^{2,3} วิบูลย์ ช่างเรือ^{2,3} ปาริชาติ เทียนจุมพล^{1,2} และดนัย บุญเกียรติ^{2,4}

บทคัดย่อ

การศึกษาความแม่นยำของเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ในการตรวจสอบอาการฟ้ามของผลส้มสายน้ำผึ้ง โดยนำสมการเทียบมาตรฐานสำหรับตรวจหาอาการฟ้ามในผลส้ม ซึ่งพัฒนาขึ้นด้วยการนำข้อมูลสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 700-1100 นาโนเมตร แปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยวิธี Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides) แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของผลส้ม ด้วยวิธี PLSR (partial least squares regression) ซึ่งผลของสมการเทียบมาตรฐานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, R) ค่าผิดพลาดมาตรฐานในกลุ่มสร้างสมการ (standard error of calibration, SEC) ค่าผิดพลาดมาตรฐานในกลุ่มทดสอบสมการ (standard error of prediction,

SEP) และค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างค่าที่ได้จากวิธีอ้างอิงกับค่าที่ได้จาก NIR (bias) เท่ากับ 0.86, 1.40%, 1.51% และ -0.33% ตามลำดับ นำผลส้มมาทดสอบความแม่นยำของสมการเทียบมาตรฐานโดยใช้ตัวอย่างผลส้มจำนวน 100 ผล (unknown samples) ซึ่งซื้อมาจากตลาดค้าส่งในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ นำผลส้มมาวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem6500 ในช่วงความยาวคลื่น 700-1100 นาโนเมตร ทำการตรวจสอบน้ำหนัก ขนาด และความชื้นของผลส้ม แล้วจึงทำการทำนายอาการฟ้ามด้วยสมการเทียบมาตรฐาน ผลการทดลองพบว่า ผลส้มที่นำมาทดสอบมีน้ำหนัก ความกว้าง ความสูง และเส้นรอบผล เฉลี่ยเท่ากับ 108.3±13.1 กรัม 6.2±0.2, 5.3±0.2 และ 20.0±0.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ความชื้นของผลส้มเฉลี่ยเท่ากับ 89.9%wb การทดสอบ

สมการเทียบมาตรฐาน (external validation) พบว่ามีค่า SEP และ bias เท่ากับ 2.01% และ -0.23% แสดงว่าการใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดมีความแม่นยำในการตรวจสอบอาการฟ้ามในผลส้มสายน้ำผึ้งได้

คำสำคัญ

ส้มสายน้ำผึ้ง อาการฟ้าม เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

(อ่านต่อหน้า 2)

¹ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

²ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

³ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

⁴ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

สาร... จากบรรณาธิการ



สวัสดีครับ

Postharvest Newsletter ฉบับนี้ ในส่วนของเรื่องเต็มงานวิจัย เรานำเสนอผลงานเรื่อง “การทดสอบความแม่นยำของเทคนิคเนียร์อินฟราเรดในการตรวจสอบอาการฟ้ามของผลส้มสายน้ำผึ้ง” จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และพิเศษเฉพาะฉบับนี้ เราได้ทำการยกเลิกคอลัมน์ นานาสาระ และนำเสนอ ผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ แทน ทำให้มีบทความที่น่าสนใจทุกท่านได้ติดตามทั้งหมด 6 เรื่องด้วยกัน รายละเอียดติดตามได้ในฉบับครับ

สำหรับการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 17 ที่ผ่านมานั้น หากท่านใดที่ต้องการรับชมวิดีโอในช่วงของการบรรยายพิเศษสามารถติดตามรับชมได้ผ่านทางเว็บไซต์ของศูนย์ฯ ที่ www.phtnet.org ครับ

คำนำ

ส้มเป็นไม้ผลเขตร้อนที่สามารถปลูกได้ทั้งเขตร้อนและเขตอบอุ่น นิยมมารับประทานทั้งในรูปผลสดและน้ำคั้นเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส้มเขียวหวานในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นส้มเปลือกบาง กลุ่ม Tangerine ซึ่งมีการผลิตเพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งคือปัญหาความฟ้าม (Dry juice sac) ซึ่งพบมากในช่วงต้นและปลายฤดูการผลิตโดยเกิดจากหลายสาเหตุ ความฟ้ามของส้มนี้ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก ซึ่งในปัจจุบันใช้การตัดแยกโดยผู้ชำนาญเท่านั้น จึงเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการตัดแยกผลที่เกิดความฟ้ามออกจากผลปกติ มีรายงานการศึกษาที่พบว่าผลส้มฟ้ามจะมีอาการแห้ง ผนังเซลล์หนากว่าปกติ คุณค่าทางอาหารลดลง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solids, TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) และวิตามิน ซี (Vitamin C) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลปกติ ในขณะที่แร่ธาตุหลายชนิดเพิ่มปริมาณสูงขึ้นโดยเฉพาะ Ca และ Mg (รวี, 2542) ซึ่งการตรวจวัดสมบัติทางกายภาพและเคมีเหล่านี้สามารถตรวจได้รวดเร็วด้วยเทคนิค NIRs มีงานวิจัยรองรับมากมาย เช่น การทำนายค่า TA ในพีชและเนคทารีนโดยใช้เทคนิค NIRs (Slaugther, 1995) การทำนายค่า TSS ในส้มซัดซูมาโดยใช้เทคนิค NIRs (Kawano *et al.*, 1993) การทำนายค่า TSS, TA และ Firmness ในส้มซัดซูมาโดยใช้เทคนิค NIRs (Gomez *et al.*, 2006) ดังนั้น ถ้าสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมีกับความฟ้ามของส้มก็หมายความว่าจะสามารถตรวจวัดความฟ้ามของส้มได้

ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาการตรวจสอบความฟ้ามของส้มโดยเทคนิค NIRs ร่วมกับสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อคัดแยกผลส้มฟ้ามออกจากผลส้มปกติ ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบความฟ้ามแบบไม่ทำลายผล มีความแม่นยำ ประหยัดเวลา และลดการใช้สารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจวัดสมบัติทางเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะและตำแหน่งของอาการฟ้ามในผลส้มโดยใช้ส้มฟ้ามในการทดลอง 200 ผล ทำการประเมินอาการฟ้ามของผลส้มและตำแหน่งของอาการฟ้ามที่พบ โดยนำส้มสายน้ำผึ้งมาประเมินอาการฟ้ามในแต่ละตำแหน่งได้แก่ ตำแหน่งขั้วผล ตำแหน่งแก้มผล และตำแหน่งด้านล่างผล และประเมินความรุนแรงของอาการที่พบโดยแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ ผลส้มปกติ ผลส้มที่มีอาการฟ้ามน้อยกว่า 25% ผลส้มที่มีอาการฟ้าม 26-50% ผลส้มที่มีอาการฟ้าม 51-75% และผลส้มที่มีอาการฟ้ามมากกว่า 75% และนำไปหาความชื้นของผลส้มปกติและผลส้มฟ้ามของแต่ละลักษณะอาการ แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ความชื้น (Moisture content, MC) เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ การทดลองที่ 2 การศึกษาการตอบสนองของอาการฟ้ามต่อแสงเนียร์อินฟราเรดและความสัมพันธ์ระหว่างอาการฟ้ามของผลส้มกับความชื้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้ ตัวอย่างส้มในการทดลอง 200 ผล ตรวจวิเคราะห์ความชื้น (Moisture

content, MC) แล้วนำสเปกตรัมของตัวอย่างส้มมาแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ชุดสร้างสมการเทียบมาตรฐาน (Calibration set) 200 ผล และชุดที่ 2 คือ ชุดทดสอบสมการ (Validation set) ด้วยเทคนิค Partial least squares regression (PLSR) การทดลองที่ 3 การทดสอบความแม่นยำสมการเทียบมาตรฐาน นำผลส้มจากแหล่งอื่นจำนวน 100 ผล มาทดสอบความแม่นยำของสมการเทียบมาตรฐาน (external validation) โดยวัดสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นเดียวกับสมการเทียบมาตรฐาน แล้วทำนายอาการฟ้ามของผลส้มด้วยสมการเทียบมาตรฐาน แล้วจึงนำผลส้มไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี นำข้อมูลที่ได้จากการทำนายด้วยสมการเทียบมาตรฐานมาศึกษาความแม่นยำด้วยวิธีทางสถิติ

ผล

ผลการศึกษาสำหรับการทดลองที่ 1 พบว่า อาการฟ้ามเริ่มจากขั้วผลพบ 164 ผล คิดเป็น 82% อาการฟ้ามเริ่มจากแก้มผลพบ 28 ผล คิดเป็น 14% อาการฟ้ามเริ่มจากด้านล่างผลพบ 8 ผล คิดเป็น 4% การศึกษาปริมาณความชื้น (MC) ของส้มปกติและส้มฟ้ามพบว่า ส้มปกติและส้มฟ้ามมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Moisture content in normal and dry juice sac mandarin

Level of dry juice sac	MC (%)
normal	90.73±2.06 a
1-25 %	89.03±1.47 b
26-50 %	88.35±1.64 b
51-75 %	85.96±2.28 c
76-100 %	84.45±1.42 d
CV (%)	3.30

Note: Table displays the values of mean ± standard deviation (SD) in each row, different letters represent significant differences (P 0.05) by Independent sample t-test

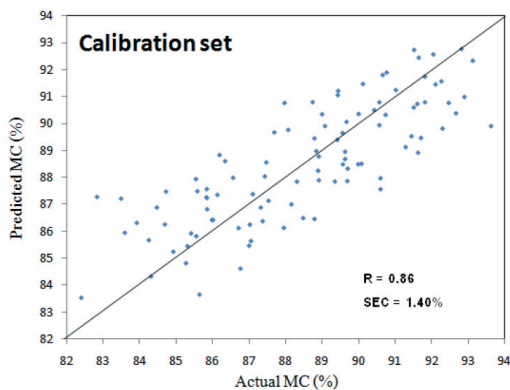
ผลการศึกษาสำหรับการทดลองที่ 2 พบว่า สมการเทียบมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ดีที่สุด วัดสเปกตรัมที่บริเวณแก้มผลสร้างจากข้อมูลสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 700-1100 นาโนเมตร ปรับแต่งด้วยวิธี Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides) มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.86, 1.40%, 1.51% และ -0.33% ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 และ Figure 1

Table 2 PLSR calibration results of MC of normal and dry juice sac mandarin fruits

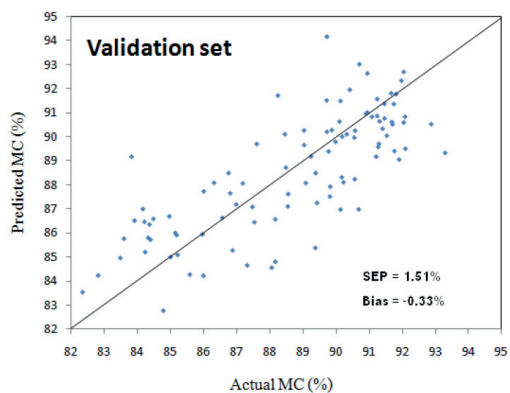
Reference value	Pre-treatment	Wavelength region (nm)	F	R	SEC (%)	SEP (%)	Bias (%)
MC (Stem end)	Original spectrum	700-1100	6	0.80	1.66	1.85	-0.12
	2 nd Derivative (5,5)	700-1100	6	0.76	1.79	1.80	-0.22
	Smoothing (5,5)	700-1100	6	0.81	1.63	1.82	-0.14
	MSC	700-1100	9	0.75	1.82	1.91	-0.17
MC (Cheek)	Original spectrum	700-1100	6	0.85	1.42	1.51	-0.36
	2 nd Derivative (5,5)	700-1100	6	0.85	1.42	1.55	-0.33
	Smoothing (5,5)	700-1100	6	0.86	1.40	1.51	-0.33
	MSC	700-1100	6	0.80	1.62	1.73	-0.21

F: number of factors used in the calibration equation, R: correlation coefficient, SEC = standard error of calibration, SEP = standard error of prediction, Bias: average of difference between actual value and NIR value

ผลการศึกษาสำหรับการทดลองที่ 3 พบว่า นำสมการที่ดีที่สุดที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นสมการที่สร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสเปกตรัมบริเวณแก้มผลและความชื้นมาทดสอบความแม่นยำ (precision) ของสมการ ด้วยผลสัมฤทธิ์ใหม่ ซึ่งมีวิธีการเตรียมตัวอย่างผลส้ม การวัดสเปกตรัม สภาวะแวดล้อมในการวัด ตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับขั้นตอนการสร้างสมการทุกประการ การทดสอบสมการใช้ตัวอย่างผลส้มจำนวน 100 ผล นำข้อมูลที่ได้ไปทดสอบด้วยสมการเทียบมาตรฐานของผลส้มที่สร้างขึ้นพบว่า มีค่า SEP และ Bias เท่ากับ 2.01% และ -0.23% ตามลำดับ



(a)



(b)

Figure 1 Predictions of PLSR by the NIR system versus laboratory measurements of MC content of mandarin
(a) Calibration set (b) Validation set

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองอาการฟ้ามของผลส้มมีความสัมพันธ์กับความชื้น (MC) ซึ่งสอดคล้องกับ (Erickson, 1968) ได้รายงานว่าผลส้มฟ้ามจะมีอาการแห้ง ผ่นเซลล์หนากว่าปกติ มักพบบริเวณขั้วผล ในผลส้มที่แสดงอาการรุนแรงจะพบอาการฟ้ามเกือบทั้งผล (>75%ของเนื้อผล) คุณค่าทางอาหารลดลง มีค่า TSS, TA และวิตามิน ซี ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลปกติ ในขณะที่แร่ธาตุหลายชนิดเพิ่มปริมาณสูงขึ้นโดยเฉพาะ Ca และ Mg ดังนั้น ค่าความชื้น (MC) จึงถูกนำไปศึกษาต่อเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินอาการฟ้ามของส้มด้วยเทคนิค NIRs

สรุป

1. สมการเทียบมาตรฐานความชื้นของผลส้มเพื่อประเมินอาการฟ้าม คือสมการที่ดีที่สุดโดยวัดสเปกตรัมที่บริเวณแก้มผล ข้อมูลสเปกตรัมในช่วง 700-1100 นาโนเมตรและปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัมด้วยวิธี Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides) มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.86, 1.40%, 1.51% และ -0.33% ตามลำดับ
2. การทดสอบความแม่นยำของสมการเทียบมาตรฐานความชื้นของผลส้มเพื่อประเมินอาการฟ้ามด้วยผลส้มชุดใหม่ (unknown sample) พบว่า การประเมินอาการฟ้ามของผลส้มสายน้ำผึ้งมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้ประมาณ 86 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ การใช้แรงงานคนในการคัดแยกและเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรมีการพัฒนาสมการเทียบมาตรฐานให้มีความแม่นยำสูงขึ้นก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปฏิบัติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการสนับสนุนทุนวิจัย



เอกสารอ้างอิง

- วี เศรษฐภักดี. 2542. สรีรวิทยาและอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของส้ม. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงวิชาการเรื่องการพัฒนาสวนส้มสู่ ค.ศ. 2000. 39 หน้า
- Erickson, L.C. 1968. The General Physiology of Citrus. The Citrus Industry Volume II., Anatomy, Physiology, Genetic and Reproduction. A Centennial Publication of the U.of California. pp. 116 – 117.
- Gomez, A.H., Y. He and A.G. Pereira. 2006. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using VIS/NIR- spectroscopy techniques. Journal of Food Engineering 77: 313-319.
- Kawano, S., T. Fujiwara and M. Iwamoto. 1993. Non-destructive determination of sugar content in Satsuma mandarin using near infrared (NIR) transmittance. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 62(2): 465-470.
- Slaughter, D.C. 1995. Non-destructive determination of internal quality in peaches and nectarines. Transactions of the ASAE 38(2): 617-623.

ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก

อัญชิษฐา เพ็ชรเพ็ง¹ วชิรญา อิ่มสบาย^{1,2} สุวัชชัย จรัสโสภณ³ และธนกร วิรุฬหมงคล³

บทคัดย่อ

กล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกถือเป็นสินค้าของประเทศไทยที่มีการส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่ง จึงมีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการรักษาและ/หรือเพิ่มคุณภาพของดอกกล้วยไม้ ซึ่งน้ำนาโนบับเบิลก็อาจเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพิ่มคุณภาพของดอกกล้วยไม้ได้ แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีนาโนบับเบิลนี้มีแนวโน้มว่าจะผลิตสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ขึ้นในระหว่างการสร้างฟองอากาศ ซึ่งมีรายงานว่าสาร H₂O₂ อาจทำให้ความเสียหายให้กับพืชได้ ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ H₂O₂ ต่อคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย 3 พันธุ์ ได้แก่ เอียสกุล ขาวสนาน และบูรณะเจต และเพื่อตรวจสอบ H₂O₂ ในน้ำนาโนบับเบิลทำการทดลองโดยการแช่ช่อดอกกล้วยไม้เป็นเวลา 5 นาที ในสารละลาย H₂O₂ ความเข้มข้น 1-5% เปรียบเทียบกับการแช่น้ำประปา พบว่า H₂O₂ ความเข้มข้น 4-5% ส่งผลให้ดอกกล้วยไม้พันธุ์เอียสกุลมีสีซีดจาง และมีอายุปักแจกันสั้นลงในพันธุ์เอียสกุลและบูรณะเจตในทุกความเข้มข้น แต่ในพันธุ์ขาวสนานมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน เมื่อแช่ช่อดอกกล้วยไม้ในสารละลาย H₂O₂ ความเข้มข้น 4% เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที พบว่าทุกช่วงเวลาส่งผลให้กล้วยไม้ทั้งสามพันธุ์มีอายุปักแจกันสั้นลงเช่นกัน บ่งชี้ให้เห็นว่าสารละลาย H₂O₂ ที่ความเข้มข้นมากกว่า 3% มีผลกระทบต่อคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ส่วนการตรวจสอบปริมาณสาร H₂O₂ ที่เกิดขึ้นจากการผลิตน้ำนาโนบับเบิลเป็นเวลา 5 10 15 และ 20 นาที ด้วยเทคนิค spectrophotometer พบว่าตรวจไม่พบสาร H₂O₂ ในน้ำนาโนบับเบิล จึงเป็นไปได้ว่าจะสามารถนำเทคโนโลยีน้ำนาโนบับเบิลมาใช้ในการรักษาคุณภาพและ/หรือเพิ่มคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวายได้

คำสำคัญ : นาโนบับเบิล การเสื่อมสภาพ อายุปักแจกัน



¹ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

² คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10400

การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของเนื้อสุกทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 1 และหมอนทอง

จิรัฐติกาถ บุนนทาน¹ วิชชุดา เคาต์² อภิศติ อุทัยรัตนกิจ^{1,4} พนิดา บุญฤทธิ์จงไชย^{1,4} ชูชาติ วัฒนวรรณ³ และเฉลิมชัย วงษ์อารี⁴

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้มีการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกทุเรียนสายพันธุ์ใหม่ภายใต้ชื่อ ‘จันทบุรี’ โดยพันธุ์จันทบุรี 1 เป็นหนึ่งในสายพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นคือ เนื้อสุกมีกลิ่นอ่อน งานวิจัยนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาของเนื้อทุเรียนสุกพร้อมเมล็ดโดยเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์จันทบุรี 1 และพันธุ์ที่นิยมส่งออกคือพันธุ์หมอนทอง โดยเก็บรักษาเนื้อทุเรียนสุกที่อุณหภูมิ 4, 10 (90-95 %RH) และ 25 องศาเซลเซียส (60-70 %RH) พบว่าเนื้อทุเรียนสุกมีอัตราการหายใจและการผลิต เอทิลีนสูงขึ้นตามอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ที่ 25 องศาเซลเซียส เนื้อหมอนทองสุกมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเฉลี่ย 169.03±58.88 mg. CO₂/kg.hr และ 23.00±5.78 µl C₂H₄/kg.hr ส่วนจันทบุรี 1 มีค่าเฉลี่ย 195.72±124.45 mg. CO₂/kg.hr และ 27.80±12.43 µl C₂H₄/kg.hr ตามลำดับ ในขณะที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 พันธุ์ มีอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนอยู่ในช่วง 20-50 mg. CO₂/kg.hr และ 10-30 µl C₂H₄/kg.hr ส่วนด้านค่าสีเนื้อ ค่าความแน่นเนื้อและของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของเนื้อทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) นอกจากนี้พบว่าในเนื้อหมอนทองสุกพบสารประกอบซัลเฟอร์ชนิด Ethanethiol ที่ให้กลิ่นที่รุนแรง แต่ในพันธุ์จันทบุรี 1 ไม่พบสารประกอบชนิดนี้

คำสำคัญ: การสุก ทุเรียน พันธุ์ พร้อมบริโภค



¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) กรุงเทพฯ 10150

² ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

³ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรุงเทพฯ 10900

⁴ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10400

ความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี เพื่อตรวจสอบความฟ้ามของส้มสายน้ำผึ้ง

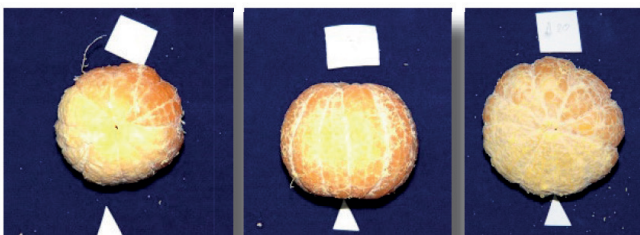


ส้มเขียวหวานในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นส้มเปลือกบาง กลุ่ม Tangerine ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งคือ ปัญหาความฟ้าม (Dry juice sac) ซึ่งพบมากในช่วงต้นและปลายฤดูการผลิตโดยความฟ้ามของส้มนี้ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก ซึ่งในปัจจุบันใช้การคัดแยกโดยผู้ชำนาญการเท่านั้น จึงเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการคัดแยกผลที่เกิดความฟ้ามออกจากผลปกติ มีรายงานการศึกษาที่พบว่าผลส้มฟ้ามจะมีอาการแห้ง ผนังเซลล์หนากว่าปกติ คุณค่าทางอาหารลดลง เฟอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solids, TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เปอร์เซ็นต์ (Titratable acidity, TA) และวิตามิน ซี (Vitamin C) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลปกติ (รวิ, 2542) ซึ่งการตรวจวัดสมบัติทางกายภาพและเคมีเหล่านี้ สามารถตรวจได้รวดเร็วด้วยเทคนิค NIRs การศึกษาการตรวจสอบความฟ้ามของส้มโดยเทคนิค NIRs ร่วมกับสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อคัดแยกผลส้มฟ้ามออกจากผลส้มปกติ ซึ่งเป็นการตรวจสอบความฟ้ามแบบไม่ทำลายผล มีความแม่นยำ ประหยัดเวลา และลดการใช้สารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจวัดสมบัติทางเคมี

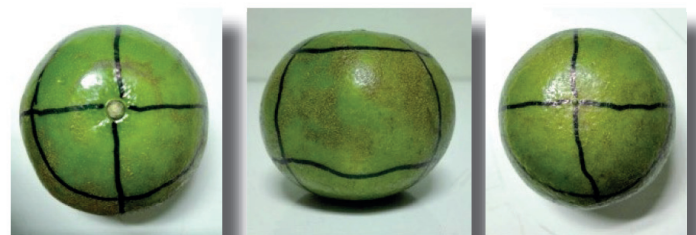
ผศ.ดร. วิบูลย์ ช่างเรือ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จากการสังเกตพบว่าอาการฟ้ามของผลส้มส่วนมากจะเกิดเริ่มจากขั้วผลแล้วค่อยๆ ลามไปส่วนแก้มผลหรือส่วนด้านล่างของผล โดยอาการฟ้ามที่เริ่มจากขั้วผล คิดเป็น 82.78% เริ่มจากแก้มผล และเริ่มจากด้านล่างผล คิดเป็น 14.44% และ 2.78% ตามลำดับ (ภาพที่ 1) และพบว่าความถ่วงจำเพาะ ความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ของส้มปกติและส้มฟ้ามมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 700 - 1100 นาโนเมตร ด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Near infrared spectrophotometer, NIRSystem 6500, Foss NIR system, Silver spring, USA) โดยใช้หัววัดชนิดใยแก้วนำแสงด้วยวิธี Interaction โดยบันทึกข้อมูลสเปกตรัมที่ตำแหน่งต่างๆ ของผลส้ม ได้แก่ ขั้วผล แก้มผล และ ด้านล่างผล (ภาพที่ 2) แล้วคำนวณสมการเทียบมาตรฐาน (calibration model) ด้วยเทคนิค Partial least squares regression (PLSR) เมื่อนำสมการเทียบมาตรฐานมาใช้ทำนาย ความชื้น (MC) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรต (TA) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ในชุดทดสอบสมการ เท่ากับ 0.87, 0.81 และ 0.92 ตามลำดับ โดยมีความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนาย (Root mean square error of cross validation; RMSECV) ของ MC, TSS และ TA เท่ากับ 1.67, 1.71 และ 0.14 และค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างค่าที่ได้จากวิธีอ้างอิงกับค่าที่ได้จาก NIR (bias) ของ MC, TSS และ TA เท่ากับ 0.004, 0.0001 และ 0.007 ตามลำดับ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอาการฟ้ามของผลส้มมีการตอบสนองต่อแสงเนียร์อินฟราเรดได้ดี ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคนิค NIRs สำหรับการตรวจสอบความฟ้ามของผลส้ม



ภาพที่ 1 แสดงอาการฟ้ามของผลส้มที่ตำแหน่งต่างๆ
(ก) อาการฟ้ามที่เริ่มจากขั้วผล
(ข) อาการฟ้ามที่เริ่มจากส่วนแก้มของผล
(ค) อาการฟ้ามที่เริ่มจากส่วนล่างของผล

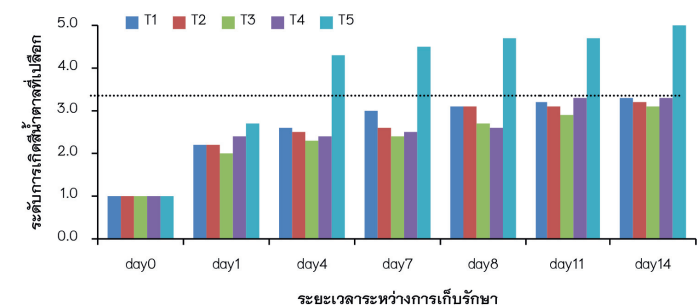


ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่วัดสเปกตรัมบนผลส้ม
(ก) ขั้วผล
(ข) แก้มผล
(ค) ด้านล่างผล

ผลของระดับความเข้มข้นของกรดเกลือและคลอรีนต่อการลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลของผลลำไย

อ.ดร.ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำไย ปัญหาเรื่องสีผิวและโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไย เป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งของการส่งออกลำไย ดังนั้นผลลำไยที่ส่งออก ซึ่งต้องผ่านการรมด้วยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide, SO₂) เพื่อป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยว และพอกสีผิวผล ในปัจจุบันเนื่องจากการแข่งขันทางการค้าของลำไยมีมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการบางรายมีการใช้ปริมาณ SO₂ ความเข้มข้นสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ ทำให้มีแนวโน้มว่าประเทศผู้นำเข้าลำไยหลายประเทศห้ามใช้สารประกอบซัลไฟท์ (sulfite agents) หรือให้ใช้ในปริมาณน้อยลง งานวิจัยนี้มุ่งที่จะทำการศึกษากการใช้กรดเกลือและคลอรีน เพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกลำไย และยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผลลำไย ทำการศึกษาในผลลำไยพันธุ์ตอ โดยแช่ในกรดเกลือและคลอรีนที่มีความเข้มข้นต่างๆ คือ 5% HCl, 1.5% ClO₂, 2% ClO₂, 0.5% NaClO₂ และ 1% NaClO₂ เก็บรักษาผลลำไยที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5°C นาน 7 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25°C อีก 7 วัน จนครบ 14 วัน จากผลประเมินการเปลี่ยนสีน้ำตาลแบบให้คะแนน (Browning index) 5 ระดับ โดย 1 คือผลปกติไม่เปลี่ยนสีผิวเป็นสีน้ำตาล 2 คือผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเล็กน้อย 3 คือผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลน้อยกว่า 25% ของพื้นที่ผิวเปลือกทั้งหมด 4 คือผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลระหว่าง 25-50% ของพื้นที่ผิวเปลือกทั้งหมด 5 คือผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากกว่า 50% ของพื้นที่ผิวเปลือกทั้งหมด (Jiang and Li, 2001) โดยจะยอมรับผลลำไยที่มีระดับคะแนนของการเกิดสีน้ำตาลอยู่ที่ระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 พบว่าการแช่ด้วย 2% ClO₂ สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกด้านนอกได้ โดยมีคะแนนการยอมรับอยู่ที่ระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 แตกต่างจากไม่แช่สาร



การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกลำไยสดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C T1=5% HCl+0.5% NaClO₂, T2=5% HCl+1.0% NaClO₂, T3=1.5% ClO₂, T4=2.0% ClO₂ และ T5=ชุดควบคุม (.....) คือ เส้นที่แสดงถึงการยอมรับ เมื่อมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3

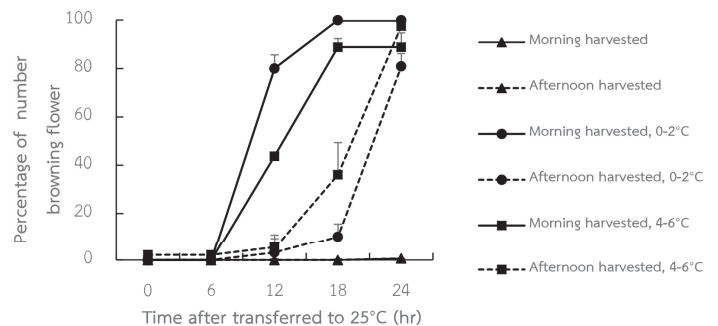
ผลของระยะเวลาการพัฒนาและอุณหภูมิเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและการบานของดอกมะลิลา

ผศ.ดร. วชิรญา อิ่มสบาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลีบ ดอกมะลิลาภายหลังการเก็บเกี่ยวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเหี่ยวภายใน 1 วันซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเสื่อมสภาพดอกมะลิลาได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและการบาน โดยเก็บเกี่ยวดอกมะลิลาตอนเช้า (ดอกปริบูรณ์น้อย) และตอนบ่าย (ดอกปริบูรณ์มาก) ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6°C หรือ 0-2°C เป็นเวลา 7 วัน แล้วย้ายมาวางที่อุณหภูมิ 25°C (RH 60-70%) บันทึกจำนวนดอกบานระยะต่างๆ การเปลี่ยนสีของกลีบดอกและคะแนนกลิ่น ทุกๆ 6 ชั่วโมงพบว่าก่อนการเก็บรักษา (วันที่ 0) ดอกมะลิลาเก็บเกี่ยวตอนเช้าและบ่ายพัฒนาการบานได้สมบูรณ์มีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้นในระหว่างการบานและกลีบดอกเกิดสีน้ำตาลภายในเวลา 36 ชั่วโมง ส่วนการเก็บรักษาดอกมะลิลาที่อุณหภูมิ 4-6°C เป็นเวลา 7 วัน พบดอกมะลิลาเก็บเกี่ยวตอนบ่ายบานระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อย้ายมาวางที่อุณหภูมิ 25°C ดอกพัฒนาการบานได้ตามปกติ ขณะที่ดอกเก็บเกี่ยวตอนเช้าพบดอกบานไม่สมบูรณ์และมีกลิ่นลดลง ซึ่งกลีบดอกมะลิลาทั้งสองระยะเกิดสีน้ำตาลภายในเวลา 18 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาดอกมะลิลาที่เก็บเกี่ยวตอนเช้าที่อุณหภูมิ 0-2°C พบอาการสะท้านหนาว คือกลีบดอกปรากฏสีน้ำตาลภายในเวลา 12 ชั่วโมง ดอกบานไม่สมบูรณ์และมีกลิ่นหอมลดลงหลังย้ายมาวางที่อุณหภูมิ 25°C ส่วนดอกมะลิลาที่เก็บเกี่ยวตอนบ่ายพัฒนาการบานได้ถึงระยะดอกแย้มเริ่มบานและยังคงมีกลิ่นหอม แต่มีกลิ่นหอมน้อยกว่าดอกมะลิลาที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา



ระยะความปริบูรณ์ของดอกมะลิลา แบ่งเป็น 5 ระยะ คือ 1. ดอกตูม (Close bud) 2. ดอกเริ่มผลิ (Open bud) 3. ดอกแย้ม (Just opening) 4. ดอกแย้มบาน (Partially opening) และ 5. ดอกบานมากกว่า 45 องศา (Fully opening)



การเกิดอาการกลีบดอกสีน้ำตาล (%) ในดอกมะลิลาเมื่อย้ายมาวางที่อุณหภูมิ 25 °C

การทำนายการเกิดอาการ สะท้อนหวาน (ไส้สีน้ำตาล) ของผล สับปะรด กลุ่มควีนสี่สายพันธุ์ที่ปลูกใน แหล่งปลูกเดียวกันหกแหล่ง

ผศ. ดร. เกียรติสุดา เหลืองวิไล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



สับ ปะรดสายพันธุ์ต่างๆ ในกลุ่ม 'Queen' ทนทานอาการไส้สีน้ำตาล (internal browning) แตกต่างกัน การศึกษาในอดีต มีการเปรียบเทียบสับปะรดต่างสายพันธุ์ที่ปลูกในแหล่งปลูกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่า ความทนทานอาการไส้สีน้ำตาลของสายพันธุ์ต่าง ๆ เหล่านั้น มีสาเหตุมาจากพันธุกรรมหรือสภาพแหล่งปลูก การทดลองนี้จึงนำห่อ สับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง สวี ภูเก็ต และภูแล จากจังหวัดตราด ชุมพร ภูเก็ต และเชียงราย ตามลำดับ มาปลูกพร้อมกันแหล่งปลูกเดียวกัน 6 แหล่ง ปลูก ได้แก่ จังหวัดตราด ภูเก็ต เชียงราย ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และกาญจนบุรี เมื่อสามารถเก็บเกี่ยวผลสับปะรดได้ นำผลสับปะรดมาทดสอบความทนทานอาการไส้สีน้ำตาล โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 ± 5 % เป็นเวลา 14 วัน และนำออกมาวางต่อที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 3 วัน พบว่าในทุกแหล่งปลูกสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง แสดงอาการไส้สีน้ำตาลมากที่สุด (ระดับ 4.5 คะแนน) และสับปะรดพันธุ์ ภูแลมีแนวโน้มว่าแสดงอาการไส้สีน้ำตาลน้อยที่สุด (ระดับ 1.5 คะแนน) ทั้งนี้สับปะรดพันธุ์สวีและพันธุ์ภูเก็ตจาก 5 แหล่งปลูก แสดงอาการไส้สีน้ำตาลแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว

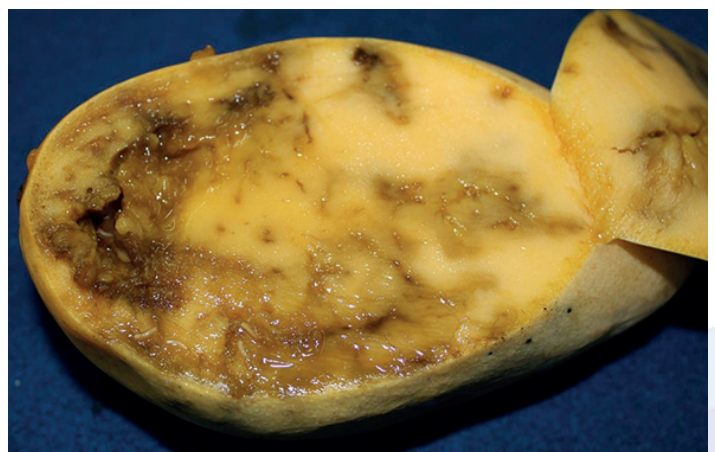


ตรวจสอบความต้านทานต่อสารเคมี Azoxystrobin ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของ มะม่วง

ผศ.ดร. รติยา พงศ์พิสุทธา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรคแอนแทรคโนสจัดเป็นโรคที่มีความสำคัญต่อการผลิตมะม่วงเป็นอย่างมาก มีการศึกษาการควบคุมโรคดังกล่าวหลากหลายวิธี มาเป็นระยะยาวนาน ซึ่งวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด คือ การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา อย่างไรก็ตาม ด้วยปริมาณการใช้ที่สูง และการใช้สารเคมี ชนิดเดิมบ่อยครั้ง รวมไปถึงสภาพแวดล้อม อาจส่งผลให้เชื้อราเกิดการต้านทานต่อสารเคมีได้ งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบความต้านทานต่อสารเคมีของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง จำนวน 5 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่มีส่วนผสมของสารกำจัดเชื้อรา azoxystrobin ความเข้มข้น 0.1, 1, 10 และ 100 $\mu\text{g/ml}$ จากผลการทดลองพบว่า เชื้อรา *C. gloeosporioides* ทุกไอโซเลท สามารถเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็น poisoned food medium ได้ทุกระดับความเข้มข้น จึงทำการสกัด และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของเชื้อราด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) เพื่อทำการยืนยันถึงการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเชื้อราด้วยเทคนิคอณูชีวโมเลกุล ข้อมูลที่ได้นำไปสู่การเลือกใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงทั้งก่อน และหลังการเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

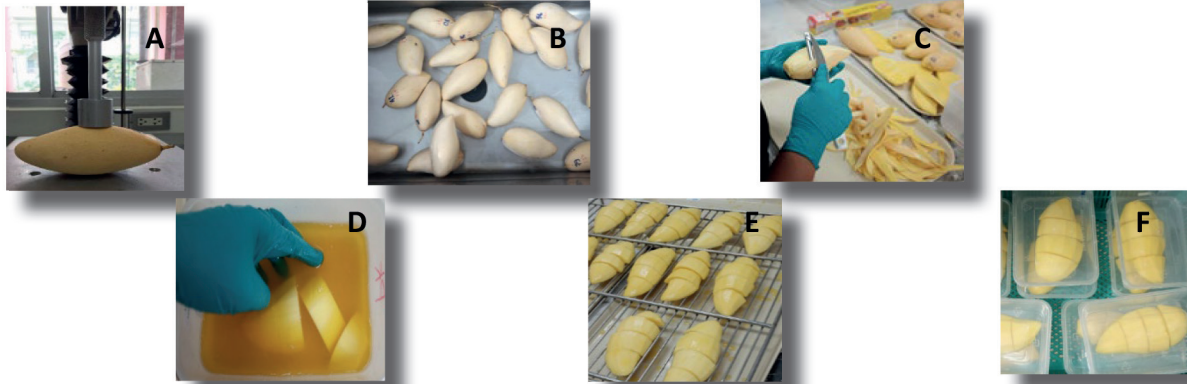


เทคโนโลยีการเคลือบผิวจากโปรตีนเซรีซินร่วมกับการควบคุมการปล่อยสารระเหยจากน้ำมันหอมระเหยเพื่อยืดอายุและลดการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผศ. ดร. พนิดา บุญฤทธิ์จงไชย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เซรีซินเป็นโปรตีนที่สกัดจากรังไหมที่เหลือจากการทำเส้นใยไหม สามารถใช้เป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เนื่องด้วยคุณสมบัติที่สามารถจับตัวเป็นพอลิเมอร์ สามารถผสมกับสารโมเลกุลใหญ่ได้ดี ซึ่งเซรีซินมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไขมัน ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร และสามารถต้านการเจริญเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ดี การวิจัยนี้จึงทดลองใช้เซรีซินเคลือบมะม่วงสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลและคงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา โดยมะม่วงสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการจุ่มสารละลายเซรีซินที่ผ่านกระบวนการ hydrolysate

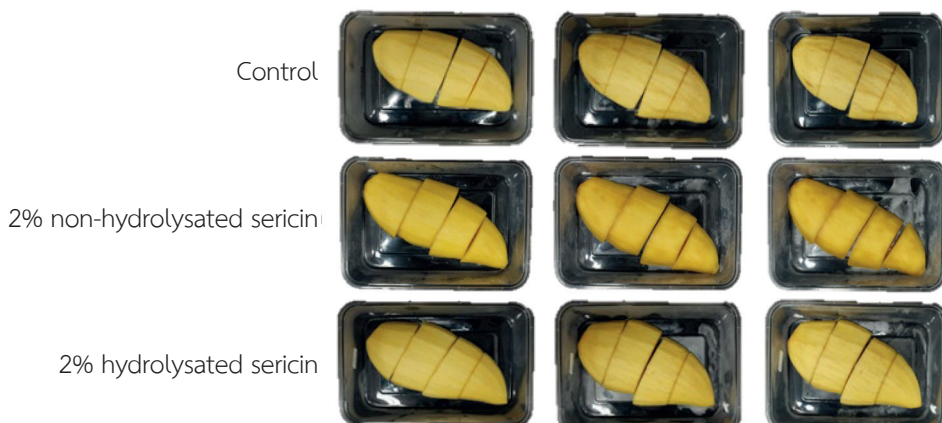
ที่ระดับ 1 และที่ไม่ผ่านกระบวนการ hydrolysate (non-hydrolysed sericin) ความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (4 วัน) มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเฉลี่ย 1.60 คะแนน (slight browning- moderate browning) ในขณะที่มะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มสารละลายเซรีซิน (ชุดควบคุม) มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเฉลี่ย 4.00 คะแนน (extreme browning)



ขั้นตอนการเตรียมผลิตผลและการจุ่มสารละลายโปรตีนเซรีซินของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองตัดแต่งพร้อมบริโภค: การวัดระดับความสุกของผลมะม่วงแบบไม่ทำลายผล (A) การล้างผลในสารละลายโซเดียมไฮโดรคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร (B) ปอกเปลือกและหั่นชิ้นมะม่วงสุก (C) จุ่มชิ้นมะม่วงในสารละลายเซรีซิน (D) ผึ่งให้แห้ง (E) และบรรจุชิ้นมะม่วงในกล่องพลาสติก (F)

Treatments

Days after storage



มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการจุ่มสารละลายโปรตีน non-hydrolysed sericin ร้อยละ 2, hydrolysed sericin ร้อยละ 2 และไม่ได้จุ่มสารละลายโปรตีนเซรีซิน (ชุดควบคุม) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน