

Postharvest Newsletter

ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2564



เรื่องเต็มงานวิจัย

ศักยภาพของเครื่อง NIR แบบพกพาสำหรับตรวจสอบคุณภาพของผลมะม่วง เปรียบเทียบกับเครื่อง NIR ระดับการค้า

The Performance of Portable NIR Spectrometer for Quality Assessment of Mango Fruit
Comparing to Commercial NIR Instrument

ปาริชาติ เกียนจุมพล^{1,2} ศุภลักษณ์ ชิตวรกุล^{1,2} ณัฐรุณณีย์ รมื่นมาณี^{1,2} และณนัย บุญเกียรติ^{2,3}

บทคัดย่อ

ศึกษาศักยภาพของเครื่อง NIR แบบพกพาเปรียบเทียบกับเครื่อง NIR ในระดับการค้า โดยนำผลมะม่วง น้ำดอกไม้สีทองมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วจึงวัดสเปกตรัมของผลมะม่วงด้วยเครื่องทั้งสองชนิด ก่อนนำไปตรวจวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในน้ำคั้น แล้วสร้างสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธี partial least squares regression (PLSR) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ผลมะม่วงมีค่า TSS ระหว่าง 12.75-20.58% ซึ่งสเปกตรัมของผลมะม่วงที่วัดได้จากเครื่อง NIR ทั้งสองมีลักษณะแตกต่างกัน ส่วนสมการเทียบมาตรฐาน TSS ที่ดีที่สุดของเครื่อง NIR แบบพกพา มีค่า coefficient of determination (R^2), root mean square error of cross validation (RMSECV) และ average of difference between actual value and NIRS predicted value (Bias) เท่ากับ 0.57, 1.27% และ 0% ตามลำดับ ส่วนเครื่อง NIR ระดับการค้า มีค่าเท่ากับ 0.91, 0.56% และ -0.01% ตามลำดับ ดังนั้นเครื่อง NIR แบบพกพา สามารถใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ และหากต้องการเพิ่มความแม่นยำเช่นเดียวกับเครื่อง NIR ระดับการค้า ควรต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการทำงาน แล้วจึงพัฒนาให้นำไปใช้ตรวจสอบคุณภาพผลไม้ชนิดอื่นได้ด้วย

คำสำคัญ: NIR แบบพกพา มะม่วง คุณภาพ

¹ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

³ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

สวัสดีครับผู้อ่านทุกท่าน สำหรับ Postharvest Newsletter ฉบับนี้ ในส่วนของเรื่องเต็มงานวิจัย เราขอแนะนำผลงานเรื่อง ศักยภาพของเครื่อง NIR แบบพกพาสำหรับตรวจสอบคุณภาพของผลมะม่วงเปรียบเทียบกับเครื่อง NIR ระดับการค้า นานาสาระนำเสนอบทความเรื่อง การใช้ก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซซิลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อควบคุมคุณภาพผลและยืดอายุการวางจำหน่ายผลลำไยหลังเก็บเกี่ยว โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ แสงนิล และผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ นำเสนอเรื่อง ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิดต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โดย รศ.ดร. สมศิริ แสงโชติ

และขอเชิญเข้าร่วมการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 18 ซึ่งในครั้งนี้อเป็นครั้งแรกที่เราจัดประชุมแบบออนไลน์ โดยจะจัดขึ้นระหว่างวันที่ 8-9 มิถุนายน 2564 สามารถลงทะเบียนเข้าร่วมงานได้ที่ <https://npht.phtnet.org>

แล้วพบกันฉบับหน้าครับ ...

เรื่องเต็มงานวิจัย

(ต่อจากหน้า 1)

คำนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (near infrared spectroscopy, NIRS) มีการนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตรมากขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีแบบไม่ทำลายผลผลิต มีความรวดเร็ว และความแม่นยำในการตรวจวัด รวมถึงไม่เกิดของเสียและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามเครื่อง NIR ระดับการค้าและแบบพกพาที่นำเข้ามาจากต่างประเทศยังคงมีราคาสูงมาก ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาเครื่อง NIR แบบพกพาสำหรับใช้ตรวจสอบคุณภาพของผลไม้ไทย เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เกษตรกรและผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูง และนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้ ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดต้นทุนการผลิตทั้งด้านการจ้างแรงงานและการตรวจสอบคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาศักยภาพของเครื่อง NIR แบบพกพาสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องให้สามารถนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพทัดเทียมกับเครื่อง NIR ในระดับการค้า ด้วยการนำมาตรวจสอบคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือ ผิวเหลืองนวล เนื้อละเอียด เสี้ยนน้อย กลิ่นหอมและมีรสหวาน จึงเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ (พรณีย์, 2555) โดยในปี 2561 ประเทศไทยมีการส่งออกมะม่วงประมาณ 89,000 ตัน มีมูลค่า 4,000 พันล้านบาท ซึ่งตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลี อเมริกา และเวียดนาม (เคหการเกษตร, 2562)

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง จำนวน 120 ผล มาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วจึงวัดสเปกตรัมของผลมะม่วงที่บริเวณแก้มผลด้วยเครื่อง NIR แบบพกพา ในช่วงความยาวคลื่น 635-1124 นาโนเมตร และเครื่อง NIR ในระดับการค้าในช่วงความยาวคลื่น 700-1100 นาโนเมตร หัววัดชนิด fiber optic (Figure 1) แล้วจึงนำผลมะม่วงมาปอกเปลือกและตัดเนื้อผลเฉพาะบริเวณที่วัดสเปกตรัมขนาดกว้าง ยาว และหนา เท่ากับ 5x5x1 เซนติเมตร มาคั้นน้ำแล้ววัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ด้วยเครื่องดิจิตอลรีแฟรกซ์มิเตอร์ (digital refractometer, PAL-1, ATAGO, Japan) จากนั้นจึงสร้างสมการเทียบมาตรฐานโดยการนำข้อมูลสเปกตรัมของผลมะม่วงมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วยวิธี partial least squares regression (PLSR) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป



Figure 1 Mango fruit spectra acquisition using two NIR spectrometers: portable (A) and commercial (B)

ผล

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองบ่มสุกที่ใช้ในการทดลองนี้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ระหว่าง 12.75-20.58% ซึ่งผลมะม่วงส่วนใหญ่ (94%) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 15.1-20.0% และเมื่อพิจารณาสเปกตรัมดั้งเดิม (original spectra) ของผลมะม่วงที่วัดได้ด้วยเครื่อง NIR ทั้งสองชนิด พบว่า มีลักษณะแตกต่างกัน โดยสเปกตรัมของผลมะม่วงที่วัดด้วยเครื่อง NIR แบบพกพา มีค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) สูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร แล้วมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องถึงความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร แล้วจึงมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งพบแถบการดูดกลืนแสงชัดเจนที่ความยาวคลื่น 966 นาโนเมตร แล้วจึงมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องถึงความยาวคลื่น 1124 นาโนเมตร ส่วนสเปกตรัมของผลมะม่วงที่วัดด้วยเครื่อง NIR ในระดับการค้า มีค่าการดูดกลืนแสงต่ำที่สุดที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร แล้วจึงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบค่าสูงที่สุดและแถบการดูดกลืนแสงชัดเจนที่ความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร แล้วจึงมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดความยาวคลื่นที่ 1100 นาโนเมตร แต่สูงกว่าที่ความยาวคลื่นเริ่มต้น (Figure 2)

สมการเทียบมาตรฐานปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่ที่สุดของเครื่อง NIR แบบพกพา ซึ่งใช้สเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 635-1124 นาโนเมตร ที่แปลงข้อมูลด้วยวิธี moving average smoothing (segment size 141 จุด) ร่วมกับวิธี gab-segment second derivative (gab size 101 จุด) มีค่า coefficient of determination (R^2), root mean square error of cross validation (RMSECV) และ average of difference between actual value and NIRS predicted value (Bias) เท่ากับ 0.57, 1.27% และ 0% ตามลำดับ ส่วนเครื่อง NIR ระดับการค้า ซึ่งใช้สเปกตรัมที่แปลงข้อมูลด้วยวิธี Savitzky Golay second derivative (10 nm average for left and right sides) มีค่า R^2 , RMSECV และ Bias เท่ากับ 0.91, 0.56% และ -0.01% ตามลำดับ (Table 1 and Figure 3)

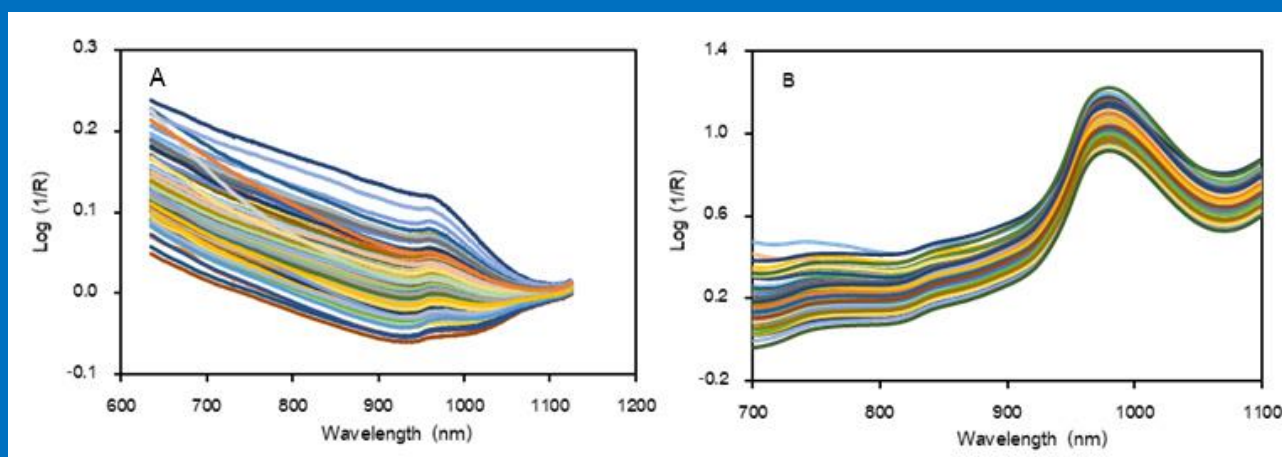


Figure 2 Original spectra of mango fruit measuring by portable (A) and commercial NIR spectrometers (B)

Table 1 PLSR calibration results of total soluble solids of mango fruit using portable and commercial NIR instruments

Instrument Type	Pre-treatment	Wavelength region (nm)	F	R^2	RMSECV (%)	Bias (%)
Portable NIR	Moving average smoothing (141 p.)	635-1124	11	0.53	1.29	-0.03
	Moving average smoothing (141 p.) + gap segment 2nd derivative (101 p.)	635-1124	12	0.57	1.27	-0.00
	Moving average smoothing (141 p.) + gap segment second derivative (101 p.)	635-1124	14	0.58	1.32	-0.02
	+moving average smoothing (81 p.)					
Commercial NIR	Original spectra	700-1100	8	0.86	0.69	-0.01
	Savitzky Golay smoothing (5,5)	700-1100	8	0.86	0.68	-0.01
	Savitzky Golay 1 st derivative (5,5)	700-1100	8	0.89	0.65	-0.01
	Savitzky Golay 2nd derivative (5,5)	700-1100	7	0.91	0.56	-0.01

F = number of factors used in the calibration model, R^2 = coefficient of determination, RMSECV = root mean square error of cross validation, Bias = average of difference between actual value and NIR value

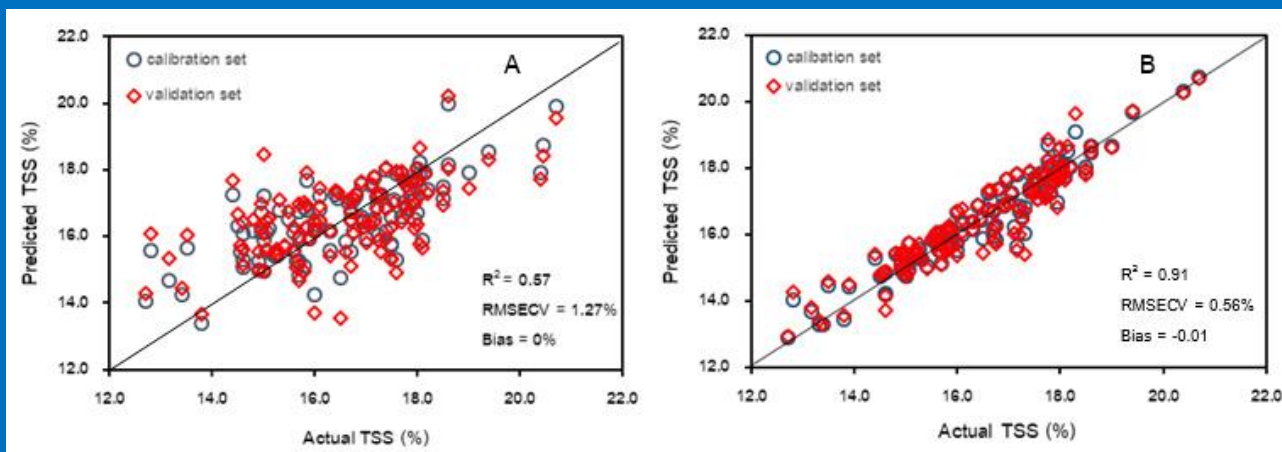


Figure 3 Scatter plots of predicted and actual TSS values of mango fruit using portable (A) and commercial NIR (B) instruments

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสเปกตรัมของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่วัดด้วยเครื่อง NIR แบบพกพา และเครื่อง NIR ระดับการค้า มีลักษณะที่ต่างกัน แต่ยังคงพบแถบการดูดกลืนแสงชัดเจนที่ความยาวคลื่น 966 และ 980 นาโนเมตร ตามลำดับ คือ แถบการดูดกลืนแสงของน้ำ (water absorption band) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของผลมะม่วง (Theanjumol *et al.*, 2013) ส่วนสมการเทียบมาตรฐานปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงของเครื่อง NIR แบบพกพา ซึ่งมีค่า R^2 , RMSECV และ bias ที่ต่ำกว่าเครื่อง NIR ระดับการค้า อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่า R^2 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.50-0.64 นั่นคือ สมการเทียบมาตรฐานนี้สามารถนำมาใช้ในการทำนายในเบื้องต้นได้ (rough screening) (Williams and Norris, 2001) ทั้งนี้คณะทำงานวิจัยจะได้นำผลการทดลองดังกล่าวมาวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของเครื่องตรวจสอบคุณภาพแบบพกพา และความแม่นยำของสมการเพื่อปรับแก้ไขทั้งในด้าน hardware และ software และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องในลำดับต่อไป

สรุปผลการทดลอง

เครื่อง NIR แบบพกพา สามารถใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ และหากต้องการเพิ่มความแม่นยำเช่นเดียวกับเครื่อง NIR ระดับการค้า ควรต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการทำงาน แล้วจึงพัฒนาให้นำไปใช้ตรวจสอบคุณภาพผลไม้ชนิดอื่นได้ด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับสถานที่และเครื่องมือต่างๆ ในการทำวิจัย และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- เคหการเกษตร. 2562. เชื้อมัยโครซัยผู้ผลิตมะม่วงไทยในงานรวมพลชาวสวนมะม่วงทั่วไทยครั้งที่ 3. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.kehakaset.com/articles_details.php?view_item=780. (19 มิถุนายน 2562).
- พรณีย์วิฑูรย์. 2555. มะม่วงน้ำดอกไม้ส่งออก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/kasikorn/year-55/nov_dec_55/part-3.pdf. (10 มิถุนายน 2562).
- Theanjumol, P., G. Self, R. Rittiron, T. Pankasemsuk and V. Sardud. 2013. Selecting variables for near infrared spectroscopy (NIRS) evaluation of mango fruit quality. *Journal of Agricultural Science* 5(7):146-159.
- Williams, P.C. and K. Norris. 2001. Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota, USA. 296 pp.

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิดต่อการควบคุม

โรคแอนแทรคโนสบนผลของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

กรรณิการ์ นามสว่าง^{1,2} วีระชัย ทองศรี^{1,2} และสมศิริ แสงโชติ^{1,2}

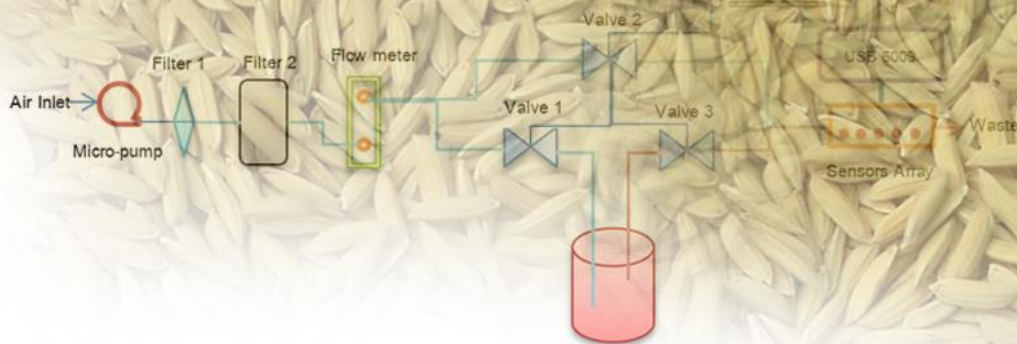
บทคัดย่อ

โรคแอนแทรคโนสเป็นปัญหาสำคัญที่พบในพื้นที่การผลิตทุเรียนเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสกับใบและผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีการใช้สารเคมีเพื่อการควบคุมโรค และจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 7 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นตามฉลาก สูงกว่า 2 เท่า และต่ำกว่า 2 เท่า ของฉลาก โดย 4 ชนิดแรกเป็นสารเคมีที่ใช้เป็นประจำในสวนทุเรียน ประกอบด้วย carbendazim (1500, 750, 375 ppm), trifloxystrobin (250, 125, 62.5 ppm), prochloraz (1000, 500, 250 ppm) และ mancozeb (4800, 2400, 1200 ppm) อีก 3 ชนิด เป็นกลุ่มสารที่มีพิษตกค้างต่ำกว่า 4 ชนิดแรก ประกอบด้วย pyraclostrobin (250, 125, 62.5 ppm) , difenoconazole (250, 125, 62.5 ppm) และ hexaconazole (140, 70, 35 ppm) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* จำนวน 53 ไอโซเลท ที่แยกได้จากแหล่งปลูกทุเรียนทั่วประเทศ ด้วยวิธี Microtiter plate method เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) บ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 48 ชม. พบว่า mancozeb (750 ppm) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้มากที่สุดคือ 90.6% รองลงมา คือ pyraclostrobin (125 ppm) และ difenoconazole (125 ppm) ยับยั้งได้ 77.4% ในขณะที่ hexaconazole ยับยั้งได้น้อยที่สุดคือ 22.6% ส่วนการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลทุเรียนด้วยสารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 125 ppm โดยการจุ่มผลทุเรียนด้วยสารเคมีดังกล่าว หลังจากการปลูกด้วยเชื้อรา *C. gloeosporioides* เป็นเวลา 24 ชม. สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ 85 %

คำสำคัญ: ทุเรียน โรคแอนแทรคโนส สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

¹ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

²ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400



จุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจำแนกกลิ่นหืนในข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ณัฐวุฒิ เนียมสอน^{1,2} วิบูลย์ ช่างเรือ^{1,2} พงษ์ประพันธ์ กันทะแก้ว^{1,2} และพจมาน พรหมงาม^{1,2}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างจุ่มอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการจำแนกกลิ่นหืนในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จุ่มอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย ชุดลำเลียงตัวอย่างกลิ่น ชุดกลุ่มเซ็นเซอร์ และชุดประมวลผล โดยกลุ่มเซ็นเซอร์ประกอบด้วยแก๊สเซ็นเซอร์จำนวน 7 ตัว จากการทดลองวัดการตอบสนองของกลิ่นหืนของตัวอย่างข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยจุ่มอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นและนำค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกลุ่มแก๊สเซ็นเซอร์ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค principle component analysis (PCA) พบว่า สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากจุ่มอิเล็กทรอนิกส์ของข้าวที่มีกลิ่นหืนและไม่มีกลิ่นหืน สามารถแยกออกจากกันอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้จุ่มอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นในการใช้จำแนกกลิ่นหืนในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้

คำสำคัญ: จุ่มอิเล็กทรอนิกส์ ข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 กลิ่นหืน

¹ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ, 10400

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

การใช้ก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อควบคุมคุณภาพผลและยืดอายุการวางจำหน่ายผลลำไยหลังเก็บเกี่ยว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ แสงนิล
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท อย่างไรก็ตามผลลำไยมักประสบปัญหาสำคัญในด้านคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว คือ การเปลี่ยนเป็นสีคล้ำหรือสีน้ำตาลของเปลือกผล และการเน่าเสียของผลเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อก่อโรคซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการวางจำหน่าย การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ทำให้คุณภาพของผลด้อยลงไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และอายุการวางจำหน่ายผลสั้นลง ปัญหานี้ทำความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้ปลูก-ผู้จำหน่าย โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการค้า และหน่วยงานส่งออก

หลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาหากรรมวิธีในการควบคุมคุณภาพผลลำไยหลากหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในการแช่ผลไม้ คือการรมผลสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide, SO_2) กรรมวิธีนี้มีศักยภาพสูงในการยับยั้งการเกิดเปลือกผลสีน้ำตาลและการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อราได้ดี และถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำๆ จะสามารถรักษาสีเปลือกได้นานถึง 20-30 วัน โดยมีผลลดการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) ที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล แต่กรรมวิธีนี้มีข้อเสียที่สำคัญคือ ต้องใช้ก๊าซ SO_2 ในระดับความเข้มข้นที่สูงมาก (15,000-20,000 มิลลิกรัม/ลิตร) (Tongdee, 1994) และพบการตกค้างของ SO_2 ในปริมาณสูงในเปลือกและเนื้อผลหลังการรม ซึ่งเป็นอันตรายร้ายแรง มีพิษต่อระบบทางเดินหายใจ ลดประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและไขมันในร่างกายของผู้บริโภคและเกษตรกรผู้รมผล รวมทั้งปัจจุบันนี้มีการกีดกันผักและผลไม้นำเข้าที่ผ่านการรมหรือมีการปนเปื้อนก๊าซ SO_2 ในหลายประเทศ (Apai, 2010) ขณะนี้มีความพยายามค้นคว้าหาสารเคมีชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยมากกว่ามาใช้ในการป้องกันการเกิดเปลือกสีน้ำตาล และการเน่าเสียของผลลำไยเพื่อแทนการรมผลด้วยก๊าซ SO_2

ในระยะเวลา 3-4 ปีที่ผ่านมาคณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าพบว่าก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ (chlorine dioxide, ClO_2) มีศักยภาพในเรื่องนี้ โดยการรมผลลำไยสดด้วยก๊าซ ClO_2 สามารถรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผล (ลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลและลดการเกิดโรคของผล) รวมทั้งสามารถยืดอายุการวางจำหน่ายให้ยาวนานขึ้นเป็น 5 วันจากเดิม 2 วันในชุดควบคุม และไม่พบสารตกค้างในเนื้อผล (Saengnil *et al.*, 2014) เมื่อศึกษากลไกสำคัญหนึ่งที่ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผล พบว่าก๊าซ ClO_2 มีผลเพิ่มประสิทธิภาพระบบต้านออกซิเดชันของเปลือกผล ส่งเสริมการผลิตสารต้านออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายของเยื่อหุ้มที่เกิดจากออกซิเดชัน และลดการเกิดกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล ซึ่งช่วยในการชะลอการเกิดเปลือกสีน้ำตาล ลดการเสื่อมสภาพ และรักษาคุณภาพของผลลำไย (Chomkitichai *et al.*, 2014) นอกจากนี้ยังพบว่าก๊าซ ClO_2 มีศักยภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์สำคัญหลายชนิดที่ก่อโรคผลเน่าของลำไย และสามารถลดการเน่าเสียของผลที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ดี โดยก๊าซ ClO_2 มีผลกระตุ้นระบบป้องกันตนเองต่อโรคด้วยการส่งเสริมการสร้างและการทำงานของเอนไซม์ glucanase และ chitinase ของเปลือกผลลำไย เพื่อย่อยทำลาย chitin และ glucan ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ของเชื้อราก่อโรค ทำให้ผนังเซลล์เสียหายและเชื้อราตายในที่สุด รวมทั้งมีผลทำลายเยื่อหุ้มของเชื้อราก่อโรคเหล่านี้ การเน่าเสียของผลจึงลดลง (Guntiya *et al.*, 2016) ทั้งนี้ก๊าซ ClO_2 ยังเป็นสารเคมีที่มีความปลอดภัยในการใช้ในการใช้เพื่ออุปโภคและบริโภค โดยได้รับการรับรองความปลอดภัยจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (US Food and Drug Administration, FDA)

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อลดการใช้ก๊าซ SO_2 ในการยืดอายุการวางจำหน่ายและรักษาคุณภาพผลลำไยหลังเก็บเกี่ยว โดยใช้ผลร่วมระหว่างก๊าซ ClO_2 กับสารเคมีอื่นๆ ซึ่งใช้ก๊าซ ClO_2 เป็นตัวหลักในระดับความเข้มข้นดีที่สุด (ระดับต่ำ) คือ 10 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับก๊าซ SO_2 ที่มีระดับความเข้มข้นต่ำมากที่สุด แต่ให้ผลดีกว่าและเหมาะสมกว่าการใช้ก๊าซ ClO_2 อย่างเดียว หรือการใช้ก๊าซ ClO_2 ร่วมกับสารละลายกรดตั้งกล่าวข้างต้น จากนั้นจึงนำเทคนิคการใช้สารเคมีชุดที่ดีที่สุดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการไปปรับทดลองใช้จริงหรือต่อยอดการใช้ในระดับโรงรมของเกษตรกร เพื่อใช้เชิงการค้าส่งออกไปในอนาคตต่อไป นอกจากนี้มีการศึกษาเชิงลึกถึงผลของก๊าซหรือสารเคมีที่ใช้รมผลลำไยในทางชีวเคมีเน้นทางกลไกระดับเซลล์ที่เกี่ยวข้องวิถีการส่งสัญญาณ (signaling pathway) ในการควบคุมคุณภาพผล ซึ่งยังไม่มีการศึกษามาก่อน

จากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการพบว่า การรมผลด้วยก๊าซ ClO_2 ร่วมกับก๊าซ SO_2 สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลและการรักษาคุณภาพอื่นๆ ของผลได้ดีกว่าการแช่ผลด้วย oxalic acid และ salicylic acid ร่วมกับการรมก๊าซ ClO_2 โดยชุดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือชุดที่รมผลด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับก๊าซ ClO_2 ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 10 นาที โดยสามารถยืดอายุการวางจำหน่ายได้นานถึง 7 วัน มีปริมาณการตกค้างของ ClO_2 และ SO_2 ในเปลือกผลและเนื้อผลต่ำมาก (ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้บังคับ) โดยสันนิษฐานว่าก๊าซ ClO_2 และ SO_2 มีผลเพิ่มประสิทธิภาพระบบต้านออกซิเดชันของเปลือกผล ส่งเสริมการผลิตสารต้านออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายของเยื่อหุ้มที่เกิดจากออกซิเดชันและลดการเกิดกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีผลชะลอการเกิดเปลือกสีน้ำตาล ลดการเสื่อมสภาพ และลดการเน่าเสีย รวมทั้งรักษาคุณภาพของผลลำไย ซึ่งจากผลสรุปดังกล่าว ผู้ทำการทดลองจึงได้เลือกความเข้มข้นของก๊าซ ClO_2 และ SO_2 ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเท่านั้นไปใช้ในศึกษาทดลองและนำไปปรับใช้ในระดับโรงรมของเกษตรกร

จากการศึกษาทดลองของก๊าซ ClO_2 และก๊าซ SO_2 ในการควบคุมคุณภาพผลลำไย พบว่าการรมด้วยก๊าซ ClO_2 ร่วมกับ SO_2 สามารถกระตุ้นให้ผลมีการสร้าง H_2O_2 อย่างรวดเร็วในช่วง 24 ชั่วโมงแรกหลังการรมก๊าซ โดยมีปริมาณ hydrogen peroxide (H_2O_2) สูงสุดในช่วง 6-12 ชั่วโมงที่ไม่มีการสร้าง H_2O_2 นี้ในชุดควบคุม การผลิต H_2O_2 ความเข้มข้นต่ำอย่างรวดเร็วของเซลล์นี้ถือเป็นการผลิตสารส่งสัญญาณ (signaling molecule) เพื่อส่งถ่ายสัญญาณต่อไปกระตุ้นให้ระบบกำจัดอนุมูลอิสระทำงานอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระที่เพิ่มมากขึ้นและทำลายเซลล์ โดยสันนิษฐานว่าก๊าซทั้งสองชนิดกระตุ้นให้ผลลำไยมีการผลิตโมเลกุลสัญญาณ H_2O_2 ซึ่งในการสร้างโมเลกุลสัญญาณต้องอาศัยเอนไซม์ nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidase (NOX) และ superoxide dismutase (SOD) เร่งปฏิกิริยา ซึ่งจากการทดลองพบว่า การรมก๊าซทั้งสองมีผลกระตุ้นการแสดงออกของยีนและเอนไซม์ NOX ภายใน 0.5-12 ชั่วโมงแรก รวมทั้งกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ SOD ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ H_2O_2 ซึ่งสร้างขึ้นเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณ โดยการกระตุ้นทั้งหมดข้างต้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายในช่วง 0.5-12 ชั่วโมงแรกภายหลังจากการรม หลังจากนั้นการกระตุ้นดังกล่าวจะลดลง ถือเป็นสิ้นสุดการผลิตโมเลกุลส่งสัญญาณ H_2O_2 หลังการรมด้วยก๊าซ 1 วันจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา เป็นระยะของการเพิ่มและสะสมปริมาณ H_2O_2 มากขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์ ดังนั้นในชุดที่ผ่านการรมก๊าซทั้งหมดจึงมีปริมาณ H_2O_2 ต่ำกว่าชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรมก๊าซ ทั้งนี้สันนิษฐานว่าการผลิต H_2O_2 ในช่วงต้นๆ ของชุดที่รมก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณนี้ มีผลกระตุ้นระบบต้านออกซิเดชันที่มีศักยภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดสีน้ำตาลในเปลือกผล และชุดที่รมก๊าซ ClO_2 ร่วมกับ SO_2 ให้ผลดีกว่าชุดที่รมก๊าซ ClO_2 หรือ SO_2 เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ที่ทั้ง ClO_2 และ SO_2 ต่างมีคุณสมบัติในการกระตุ้นให้มีการสร้างสารส่งสัญญาณ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ร่วมกันจึงให้ผลส่งเสริมกันได้ดียิ่งขึ้น

การรมด้วยก๊าซ ClO_2 ร่วมกับ SO_2 ยังสามารถกระตุ้นค่าพลังงาน (energy charge) ให้เพิ่มสูงขึ้น และปรับสถานะรีดอกซ์ (redox status) ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมวิถีการส่งสัญญาณของ H_2O_2 โดยลดสัดส่วนปริมาณ ASA/DHA ในช่วง 12 ชั่วโมงแรก ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงานและการลดลงของสัดส่วนปริมาณ ASA/DHA สันนิษฐานว่ามีผลส่งเสริมวิถีการส่งสัญญาณ ในระดับการถ่ายทอดสัญญาณ (signal transduction) โดยไปกระตุ้นการแสดงออกของยีน *MAPKs* ได้แก่ ยีน *MPK3* และ *MPK6* ให้มีการแสดงออกเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 12 ชั่วโมง ถึง 4 วัน ภายหลังการรมก๊าซ ซึ่งมีผลส่งต่อไปกระตุ้นการส่งสัญญาณในระดับการตอบสนอง (signal response) คือส่งเสริมการแสดงออกของยีนและการทำงานของเอนไซม์ในระบบต้านออกซิเดชันให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าชุดที่ผ่านการรมก๊าซมีการแสดงออกของยีนและการทำงานของเอนไซม์ catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX) และ glutathione peroxidase (GPX) สูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรมก๊าซ นอกจากนี้พบว่าศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันทั้งที่วิเคราะห์ด้วยวิธี ABTS radical scavenging และ DPPH radical scavenging ของชุดที่รมด้วยก๊าซ ClO_2 และ SO_2 มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม นั่นคือการรมด้วยก๊าซ ClO_2 ร่วมกับ SO_2 เพิ่มความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดสีน้ำตาลในเปลือกผลได้ จึงทำให้ผลลำไยในชุดที่รมด้วยก๊าซ ClO_2 ร่วมกับ SO_2 สามารถรักษาคุณภาพของผลโดยเฉพาะสีเปลือกผลได้ดีกว่าชุดควบคุม และการที่คุณภาพของผลในชุดที่รมก๊าซ ClO_2 ร่วมกับ SO_2 ให้ผลดีอาจเป็นไปได้ที่ก๊าซทั้งสองชนิดทำงานส่งเสริมกันโดยต่างมีคุณสมบัติในการกระตุ้นให้มีการสร้างโมเลกุลสัญญาณ H_2O_2 และถ่ายทอดสัญญาณในวิถีส่งสัญญาณในสภาวะที่ผลลำไยได้รับความเครียดในระหว่างการเก็บรักษา

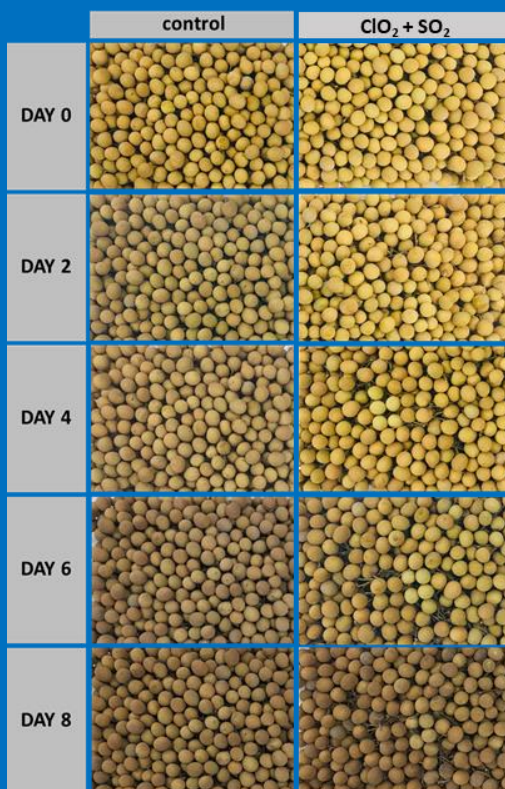
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการรวมผลลำไยด้วยก๊าซด้วยก๊าซ ClO_2 ร่วมกับก๊าซ SO_2 ในระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ มาปรับใช้ในโรงรมของเกษตรกร พบว่าภายหลังการปรับขั้นตอนบางอย่างของการรม โดยปรับการวางสารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซ ClO_2 ปรับเพิ่มปริมาณกรดเข้มข้น และเพิ่มระยะเวลาในการรมก๊าซ ส่วนการรมด้วยก๊าซ SO_2 ยังคงใช้รูปแบบเดิมที่โรงรมใช้เป็นปกติ แต่เพิ่มระยะเวลาในการรม จากนั้นจึงทดลองรมผลลำไยจำนวนมาก (100 ตะกร้า) ภายในห้องรมขนาด $4.30 \times 3.50 \times 2.50$ เมตร (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง) ปริมาตร 37.5 ลูกบาศก์เมตร ของโรงรมในจังหวัดลำพูน ด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 40 นาทีร่วมกับก๊าซ ClO_2 ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 20 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82% เป็นเวลา 8 วัน (ภาพ 1)



ภาพ 1 การเตรียมผลลำไยที่บรรจุในตะกร้าเพื่อการรวมก๊าซในห้องรวมผลลำไย (ซ้าย) และการเก็บรักษาผลลำไยที่ผ่านการรวมก๊าซที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน (ขวา)

จากการทดลองพบว่าการรวมด้วยก๊าซทั้งสองชนิด สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยในระดับโรงรวมเกษตรกรได้ โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 7 วัน (ภาพ 2) มีดัชนีการเกิดโรคต่ำกว่านอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาการตกค้างของสารทั้งสองในผลลำไยได้ดี โดยภายหลังการรวมทันทีเปลือกผลลำไยมีปริมาณ ClO_2 ตกค้างในปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือต้องมีค่าไม่เกินกว่า 3 มิลลิกรัมต่อผลลำไย 1 กิโลกรัม และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วัน โดยภายหลังจากวันที่ 3 ตรวจไม่พบการตกค้างของ ClO_2 รวมทั้งไม่พบการตกค้างของก๊าซ ClO_2 ที่เนื้อผลตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนปริมาณ SO_2 ตกค้างในผลลำไยให้ผลในทำนองเดียวกัน โดยภายหลังการรวมทันทีเปลือกผลและเนื้อผลลำไยมีปริมาณ SO_2 ตกค้างในปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือต้องมีค่าไม่เกินกว่า 50 มิลลิกรัมต่อผลลำไย 1 กิโลกรัม และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วัน หลังจากนั้นไม่พบการตกค้างของ SO_2 ดังนั้นการรวมผลลำไยด้วยก๊าซ ClO_2 ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในโรงรวมในเชิงการค้า สามารถควบคุมคุณภาพของผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยวในเชิงการค้าได้นานถึง 7 วัน และปลอดภัยจากสารตกค้างที่อันตราย รวมทั้งเป็นการลดปริมาณก๊าซ SO_2 ที่ใช้ในการรวมด้วย

ดังนั้นการนำเทคนิคที่มาใช้จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการรักษาคุณภาพของผลลำไยสดหลังการเก็บเกี่ยว และลดสารพิษตกค้างให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐาน และปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งเกษตรกร และผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต้นของการส่งออกที่แต่ละประเทศกำหนด



ภาพ 2 ผลลำไยที่ผ่านการรมด้วยก๊าซ SO_2 ร่วมกับ ClO_2 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 8 วัน

เอกสารอ้างอิง

Apai, W. 2010. Effects of fruit dipping in hydrochloric acid then rinsing in water on fruit decay and browning of longan fruit. *Crop Protection* 29: 1184-1189.

Chomkitichai, W. 2014. Effects of gaseous chlorine dioxide fumigation on oxidative damage and antioxidant defense system involved in pericarp browning during storage of longan fruit. Thesis of Doctor of Philosophy. Chiang Mai University. 2014.

Guntiya, N., Bussaban, B., Faiyue, B., Uthaibutra, J. and Saengnil, K. 2016. Application of gaseous chlorine dioxide for control of fungal fruit rot disease of harvested 'Daw' longan. *Scientia Horticulturae* 213: 164-172.

Saengnil, K., Chumyam, A., Faiyue, B. and Uthaibutra, J. 2014. Use of chlorine dioxide fumigation to alleviate enzymatic browning of harvested 'Daw' longan pericarp during storage under ambient conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 91: 49-56.

Tongdee, S.C., 1994. Sulfur dioxide fumigation in postharvest handling of fresh longan and lychee for export. In: Postharvest Handling of Tropical Fruits. International Conference on Postharvest Handling of Tropical Fruits. Chiang Mai, Thailand, July 1993. pp. 186-195 ACIAR Proceedings no. 50, ACIAR, Canberra, Australia.

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิดต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

รศ.ดร. สมศิริ แสงโชติ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรคแอนแทรคโนสเป็นปัญหาสำคัญที่พบในพื้นที่การผลิตทุเรียนเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสกับใบและผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีการใช้สารเคมีเพื่อการควบคุมโรค และจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา 7 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นตามฉลาก สูงกว่า 2 เท่า และต่ำกว่า 2 เท่า ของฉลาก โดย 4 ชนิดแรกเป็นสารเคมีที่ใช้เป็นประจำในสวนทุเรียน ประกอบด้วย carbendazim (1500, 750, 375 mg/L), trifloxystrobin (250, 125, 62.5 mg/L), prochloraz (1000, 500, 250 mg/L) และ mancozeb (4800, 2400, 1200 mg/L) อีก 3 ชนิด เป็นกลุ่มสารที่มีพิษตกค้างต่ำกว่า 4 ชนิดแรก ประกอบด้วย pyraclostrobin (250, 125, 62.5 mg/L) difenoconazole (250, 125, 62.5 mg/L) และ hexaconazole (140, 70, 35 mg/L) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* จำนวน 53 ไอโซเลท ที่แยกได้จากแหล่งปลูกทุเรียนทั่วประเทศ ด้วยวิธี Microtiter plate method เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) บ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า mancozeb (750 mg/L) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้มากที่สุดคือร้อยละ 90.6 รองลงมา คือ pyraclostrobin (125 mg/L) และ difenoconazole (125 mg/L) ยับยั้งได้ร้อยละ 77.4 ในขณะที่ hexaconazole ยับยั้งได้น้อยที่สุดคือร้อยละ 22.6 ส่วนการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลทุเรียนด้วยสารเคมี pyraclostrobin ที่ความเข้มข้น 125 mg/L โดยการจุ่มผลทุเรียนด้วยสารเคมีดังกล่าวหลังจากการปลูกด้วยเชื้อรา *C. gloeosporioides* เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ร้อยละ 85

Percent growth inhibition of 7 fungicides on *C. gloeosporioides* by microtiter plate method at 48 hrs. after incubation

Fungicides	Mycelial growth inhibition (%)		
	Half of recommended concentration	Recommended concentration	Two fold of Recommended concentration
carbendazim	28.3	69.8	100.0
trifloxystrobin	18.9	50.9	96.2
prochloraz	30.2	71.7	71.7
mancozeb	35.8	90.6	100.0
pyraclostrobin	26.4	77.4	100.0
difenoconazole	26.4	77.4	100.0
hexaconazole	0.0	22.6	22.6
control	0.0	0.0	0.0



Postharvest Newsletter

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์ ดร. ถนิต บุนนเกียรติ

คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนานนท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต
ดร.ณัฐวิวัฒน์ หมีนมาณี
นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี

ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย
นางปัทมา จันทาสุน
นางสาวปิยกรณ์ จันจรมานิตย์
นางละอองดาว วานิชสุขสมบัติ

ฝ่ายจัดพิมพ์ : นางสาวรัชกร ยาลังกาญจน์

สำนักงานบรรณาธิการ : 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>