Postharvest Newsletter

ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2567

เรื่องเต็มงานวิจัย

ปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

ชัยณรงค์ หล่มช่างคำ[1] ชัยยันต์ จันทร์ศิริ[2,3,4] และ กิตติพงษ์ ลาลุน[2,3,4]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยของใบมีดฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าใบมีดตัดที่ใช้ทดสอบมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกภายในกลวงปลายส่วนคมเป็นแบบซี่ฟันเลื่อยโดยรอบ หมุนด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/นาที (ความเร็วเชิงเส้น 62.83 เมตร/วินาที) โดยกำหนดปัจจัยในการทดสอบ ระยะห่างของร่องใบมีดตัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบพบว่าระยะห่างของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการตัดได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มระยะของใบมีดตัดเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการตัดจะลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากระยะห่างของร่องใบมีดตัดที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ขณะที่ใบมีดตัดหมุนตัดเฉือนฟันเลื่อยซึ่งทำหน้าที่จิกเข้าไปในเนื้อแป้งของหัวมันสำปะหลังคายเนื้อแป้งออกจากฟันเลื่อยมากขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพในการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 90.63±1.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการสูญเสียหลังการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.37±1.52 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตัด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.79±0.53 วินาที/ เหง้า และหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาด 100.00 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000
[2]สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
[3]ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[4]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400

เรื่องเต็มงานวิจัย หน้า 1-5 | งานวิจัยของศูนย์ฯ หน้า 6-7 | นานาสาระ หน้า 8-13 | ผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ หน้า 14-15

สารจากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ...สำหรับ Postharvest Newsletter ฉบับนี้ ในส่วนของเรื่องเต็มงานวิจัย เรานำเสนอผลงานเรื่อง **ปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า** ในส่วนของนานาสาระ นำเสนอบทความเรื่อง **ศักยภาพและฤทธิ์ในการทำงานของสารกระตุ้นความต้านทานในมะม่วง** โดย รศ.ดร.ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ นำเสนอเรื่อง **การทำนายอายุการวางจำหน่ายและพารามิเตอร์หลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญบางประการของข้าวโพดหวาน รับประทานสด โดยใช้เครื่องเนียร์อินฟาเรดสเปกโตรมิเตอร์ต้นแบบ**

ขอเรียนเชิญทุกท่านเข้าร่วม **การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 21** ซึ่งจะจัดขึ้นในวันที่ 4-5 กรกฎาคม 2567 ณ อาคาร Knowledge Exchange for Innovation (KX) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยท่านสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมและลงทะเบียนเข้าร่วมงาน พร้อมทั้งส่งผลงานได้ที่ https://npht.phtnet.org

เรื่องเต็มงานวิจัย (ต่อจากหน้า 1)

คำนำ

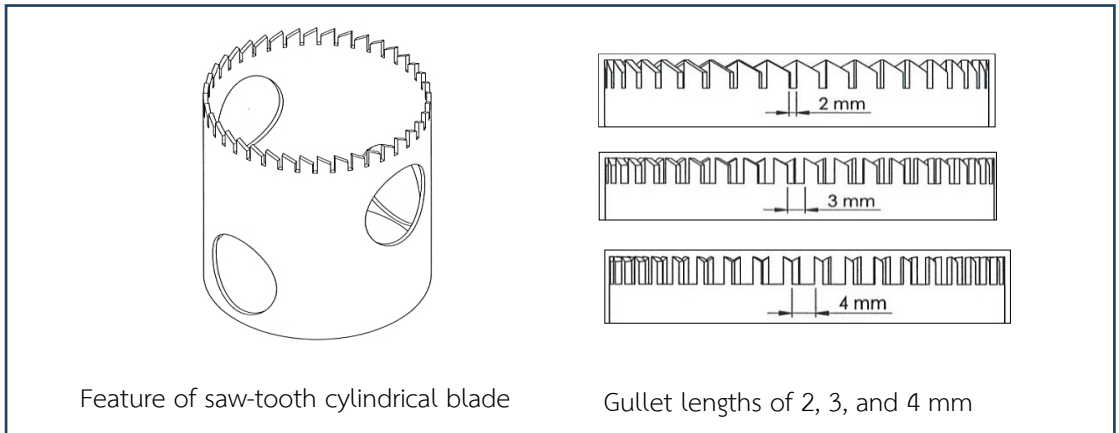
มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับที่ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 8.6 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 30 ล้านตัน/ปี (หัวมันสด) ปลูกกระจายเกือบทุกพื้นที่ของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ ภาคที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคกลางและภาคเหนือ พันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปีโดยเฉพาะตั้งแต่ ช่วงเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกรกฎาคม ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดทั้งหมดที่ได้ในประเทศจะถูกนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรม เช่น แปรรูปเป็นแป้งมันสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ เป็นมันอัดเม็ดสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และเป็นมันเส้นสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล และภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลังของทุกปีประมาณ 25-28 เปอร์เซ็นต์ จะถูกใช้ภายในประเทศ ที่เหลือ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นการส่งออกและตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยส่วนใหญ่อยู่ในเอเชียโดยเฉพาะประเทศจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยทั่วไปในปัจจุบัน โดยเริ่มจากการตัดต้นมันออกให้เหลือลำต้นจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วใช้คนดึงหรือเครื่องขุดมันสำปะหลัง การรวบรวมเป็นกอง หลังจากนั้นใช้มีดตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยแรงงานคนหรือด้วยเครื่องตัด สำหรับวิธีการรวบรวมหัวมันภายหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นรถบรรทุกมีเพียงรูปแบบเดียว คือ ใช้แรงงานคนรวบรวมหัวมันใส่เข่งและลำเลียงขึ้นรถบรรทุก ซึ่งต้องการแรงงานคนประมาณ 7-10 คนในการดำเนินการแต่ละครั้ง เพราะต้องเร่งนำหัวมันสดส่งโรงงานแปรรูปในสภาพวันต่อวัน (เกียรติสุดา และเสรี, 2558) ซึ่งที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยหลายกลุ่มเสนอแนวทางการพัฒนาและวิจัยเครื่องตัดและเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เช่น การตัดแบบใบเลื่อย ตัดแบบใช้

แรงกด หรือเครื่องเก็บเกี่ยวแบบรวมกอง ซึ่งต้นแบบในกลุ่มนี้ ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นพัฒนาและมีหลักการทำงานที่แตกต่างกัน (Lomchangkum *et al*., 2021)

ดังนั้น จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นการวิจัยและออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อใช้สำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลัง จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน โดยเฉพาะขั้นตอนการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ซึ่งยังใช้แรงงานคนอยู่ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยใช้ใบมีดหมุนตัดแบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า สามารถนำไปใช้งานได้จริงเพื่อลดกระบวนการทำงาน ลดเวลาในการเก็บเกี่ยวและปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาออกแบบระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ในลักษณะแบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก กลวง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร และความยาว 9 เซนติเมตร มีฟันเลื่อยโดยรอบออกทำมุม 30 องศา กับแนวระดับบริเวณปลายมุมคม (Figure 1) โดยใช้ความเร็วรอบของใบมีดตัดที่ 10,000 รอบ/นาที โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบ คือ ระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ จำนวนตัวอย่างละ 100 เหง้า (หัวมันเฉลี่ยเท่ากับ 10 หัว/เหง้า และขนาดของหัวมันเฉลี่ยเท่ากับ 4.2-8.5 เซนติเมตร) จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แล้วนำข้อมูลการทดสอบไปประมวลผล ตามลำดับ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ปริมาณการสูญเสียหลังการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เวลาในการตัด และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาด ซึ่งการทดสอบในครั้งนี้ใช้หัวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 12 เดือน ปลูกในเขตพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น



Feature of saw-tooth cylindrical blade

Gullet lengths of 2, 3, and 4 mm

Figure 1 Feature of saw-tooth cylindrical blade and levels of gullet length of cutting blade

ผลและวิจารณ์ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เพื่อเลือกระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า แบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร จากการทดสอบพบว่า ระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์ ในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มระยะของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัดเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์การตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าจะลดลงทั้งนี้ เนื่องจากระยะห่างของร่องใบมีดตัดมีระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ขณะที่ใบมีดตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าแบบหมุนตัดเฉือน ฟันเลื่อยซึ่งทำหน้าที่จิกเข้าไปในเนื้อแป้งของหัวมันสำปะหลังและดันเศษคายเนื้อแป้งออกจากฟันเลื่อยมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณการสูญเสียและเวลาในการตัดเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะถ้าเหง้ามันสำปะหลังที่มีจำนวนหัวตั้งแต่ 14 หัว/เหง้า หรือน้ำหนักตั้งแต่ 4 กิโลกรัม ขึ้นไป พอใบมีดตัดแยกหัวมันสำปะหลังไประยะหนึ่งเศษของเนื้อแป้งจะเกิดการพอกเศษและกระจุกก่อตัวขึ้นที่ฟันเลื่อย (Figure 2) ส่งผลทำให้ใบมีดตัดติดและหยุดการทำงานถึงแม้ว่าจะเพิ่มความเร็วรอบของใบมีดตัดให้เร็วขึ้นก็ตาม

ดังนั้น ระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร จึงเหมาะสมสำหรับนำมาใช้กับใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอกเพื่อใช้ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ซึ่งมีประสิทธิภาพในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 94.63±1.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการสูญเสียหลังการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.37±1.52 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.79±0.53 วินาที /เหง้า และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 100.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

Table 1 Average results for optimal gullet length of saw-tooth cylindrical blade for cutting cassava tubers.

Gullet length of the cutting blade (mm)	Cutting efficiency (%)	Post-cutting loss (%)				Cutting time (sec/rhizome)	Cutting effectiveness (%)
		Tubers left on rhizome and fallen chips	Remaining starch from fresh tubers	Incomplete-cutting tubers	Total of post-cutting loss		
2	94.63^{a}±1.33	4.72^{a}±0.82	0.65^{a}±0.70	0.00^{a}±0.00	5.37^{a}±1.52	3.79^{a}±0.53	100.00^{a}±0.00
3	91.99^{b}±2.98	4.75^{a}±1.09	2.26^{b}±1.54	1.00^{b}±1.05	8.01^{b}±3.68	7.76^{b}±3.51	98.40^{b}±3.49
4	90.93^{c}±2.54	4.96^{a}±1.00	3.10^{c}±1.22	1.01^{b}±1.03	9.07^{c}±3.25	14.98^{c}±2.69	96.15^{c}±2.40

Means in the same column followed by the same superscript were not statistically different at P< 0.05.
The numbers represented mean values and ± indicated the standard deviation.

a. Remaining starch stuck on the saw-tooth blade after cutting

b. Incomplete-cut tubers

Figure 2 Effect of the gullet length of the cutting blade and losses.

สรุป

ผลการศึกษาปัจจัยของใบมีดฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า จากผลการทดสอบพบว่าระยะห่างของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการตัดได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มระยะของใบมีดตัดเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการตัดจะลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากระยะห่างของร่องใบมีดตัดที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ขณะที่ใบมีดตัดหมุนตัดเฉือนฟันเลื่อยซึ่งทำหน้าที่จิกเข้าไปในเนื้อแป้งของหัวมันสำปะหลังคายเนื้อแป้งออกจากฟันเลื่อยมากขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพในการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 90.63±1.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการสูญเสียหลังการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.37±1.52 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตัด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.79±0.53 วินาที/เหง้า และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาด 100.00 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เกียรติสุดา สุวรรณปา, และ เสรี วงส์พิเชษฐ. 2558. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม สำหรับสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8 ณ ศูนย์นิทรรศการและประชุมไปเทค บางนา, กรุงเทพฯ. 335-342 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการเกษตรของประเทศไทย .กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th (10 กุมภาพันธ์ 2563).

Lomchangkum, C., C. Junsiri, S. Sudajan, K. Laloon . 2021. A study of cassava physical behavior for a design of cassava combine harvester. Asia-Pacific J. 26(1): 1-9.

งานวิจัยของศูนย์ฯ

ผลของอายุและเวลาการเก็บเกี่ยวต่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ รสซ่า และความดันในผลมะพร้าวน้ำหอม

กรกนก พรมมะณี[1] เกียรติสุดา เหลืองวิลัย[1,2] และจริงแท้ ศิริพานิช[1,2]

บทคัดย่อ

มะพร้าวน้ำหอมเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่นิยมรับประทานผลสด บริโภคได้ทั้งน้ำและเนื้อมีรสชาติหอมหวาน แต่บางครั้งพบว่าน้ำมะพร้าวมีรสซ่าคล้ายน้ำโซดา ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นอกจากนั้นระหว่างการเจาะหรือเปิดกะลาเพื่อการบริโภค บางครั้งพบว่ามีน้ำและแก๊สพุ่งออกมาทำให้เปรอะเปื้อน ซึ่งอาจเกิดจากการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจและการผลิตกรดไขมันของเนื้อมะพร้าว จากปัญหาดังกล่าวจึงศึกษาเพื่อให้ทราบว่าควรเก็บเกี่ยวมะพร้าวเวลาและอายุเท่าใด น้ำมะพร้าวจึงไม่ซ่าและเวลาเปิดกะลาไม่มีแก๊สพุ่งออกมา โดยตรวจวัดความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์และความดันภายในผลมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวในเวลาต่างกันของวัน และที่เก็บเกี่ยวต่างอายุกัน แล้วทำการชิมน้ำมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวมา ผลการทดลองพบว่ามะพร้าวที่เก็บเกี่ยวต่างเวลากันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำในช่วงเช้าและสูงขึ้นในช่วงเย็น ส่วนความดันภายในผลสูงในช่วงเช้าและต่ำลงในช่วงบ่ายและเย็น แต่ความซ่าไม่แตกต่างกัน และมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวต่างอายุกันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำในช่วงอายุ 15-24 สัปดาห์หลังดอกบาน และสูงในช่วงอายุ 27-36 สัปดาห์ ในทางตรงกันข้ามมะพร้าวมีความดันสูงในช่วงอายุ 15-24 สัปดาห์ และลดลงใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศเมื่ออายุ 27-36 สัปดาห์ น้ำมะพร้าวมีรสซ่าเมื่ออายุ 27 สัปดาห์เป็นต้นไป จึงสรุปได้ว่าควรเก็บมะพร้าวอายุ 27-33 สัปดาห์ สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งวัน และหลีกเลี่ยงรสซ่าและการเปิดกะลาแล้วมีแก๊สพุ่งออกมาได้ โดยชะลอการเปิดไว้ก่อนประมาณ 1 วันหลังเก็บเกี่ยว

คำสำคัญ: คาร์บอนไดออกไซด์ มะพร้าว รส

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กทม. 10400

งานวิจัยของศูนย์ฯ

จลนพลศาสตร์การกำจัดเอทิลีนของวัตถุดูดซับเอทิลีนประเภทแกลบข้าวที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิเก็บรักษา

สุดาทิพย์ นิระภาพ[1] สุทธิดา พันแสน[1] เรวัติ ชัยราช[1,2] วัชรพงษ์ วัฒนกูล[3]
อดุลย์ อภินันทร์[4] และวีรเวทย์ อุทโธ[1,2,5]

บทคัดย่อ

การเสื่อมคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็วของผักและผลไม้สดจากการกระตุ้นโดยเอทิลีนเป็นปัญหาสำคัญในการขนส่ง การจำหน่ายและการเก็บรักษา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์การกำจัด เอทิลีนของวัตถุดูดซับเอทิลีนที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิการเก็บรักษา วัตถุดูดซับเอทิลีนพัฒนาจากแกลบข้าวขาวดอกมะลิบดผสมกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)ความเข้มข้น 15% (w/v) และขึ้นรูปเป็นก้อนลูกบาศก์ขนาด 3x3x3 cm (หรือเรียกว่าก้อน FQ) การทดสอบกำจัดเอทิลีนดำเนินการในระบบปิด ที่อุณหภูมิ 10, 25 และ 35°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ระบบปิดในแต่ละอุณหภูมิ คือ ภาชนะบรรจุอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตกับฟิล์มพอลิเอทิลีนปิดสนิทบรรจุบีกเกอร์ขนาด 250 ml และก้อน FQ จำนวน 1 ก้อน ผลการศึกษาพบว่า ก้อน FQ มีความสามารถสูงในการกำจัดเอทิลีน ความเข้มข้นของเอทิลีนที่ฉีดเข้าสู่ภาชนะบรรจุลดลงมากกว่าร้อยละ 70 จากความเข้มข้นเริ่มต้น (~152 μL L^{-1}) ภายใน 1 ชั่วโมง จากนั้นความเข้มข้นมีค่าที่ใกล้เคียงกับระดับค่าที่ลดลงตลอดการเก็บรักษา จลนพลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเอทิลีนซึ่งเป็นผลจากการกำจัดเอทิลีนด้วยก้อน FQ สามารถทำนายได้ดีด้วยสมการ first-order fractional conversion model (ค่า R^2 0.97-0.99) อัตราเร็วของการกำจัดเอทิลีนมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิพิ่มขึ้น ลักษณะการกำจัดเอทิลีนดังกล่าวแสดงให้ทราบว่าการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเอทิลีนและสารละลาย $KMnO_4$ เป็นปฏิกิริยาการคายความร้อน ความรู้ด้านจลนพลศาสตร์ได้ชี้ให้ทราบถึงระดับอุณหภูมิที่ก้อน FQ ควรถูกใช้ในโซ่อุปทาน

คำสำคัญ: เอทิลีน วัตถุดูดซับเอทิลีน ผักและผลไม้สด การบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ

[1]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[3]คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000
[4]สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[5]ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารพื้นบ้าน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

นานาสาระ

ศักยภาพและฤทธิ์ในการทำงานของสารกระตุ้นความต้านทานในมะม่วง

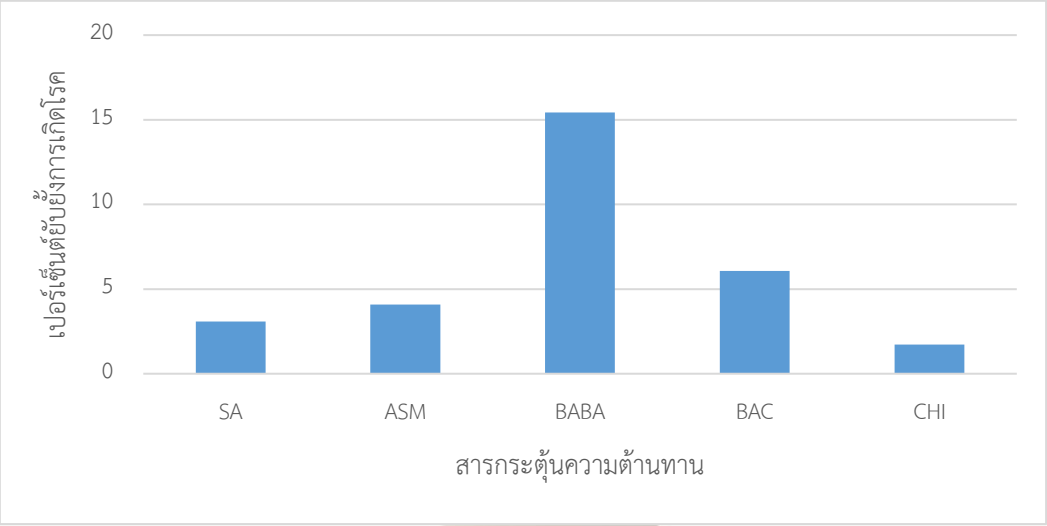
รศ.ดร.ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พืชอาศัยมีการแสดงลักษณะต้านทานจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชหลังจากที่มีการฉีดพ่นหรือผ่านสภาพการจัดการบางอย่าง ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นให้เกิดความต้านทาน การตอบสนองดังกล่าวอาจแสดงออกเป็นความต้านทานในรูปแบบความต้านทานเฉพาะแห่ง (localized resistance reaction) หรือความต้านทานที่ส่งผลไปทั่วทั้งต้นพืช (systemic resistance reaction) โดยตัวอย่างความต้านทานเฉพาะแห่ง เช่น พบว่าการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชถูกยับยั้ง ให้เห็นเป็นแผลสะเก็ด หรือแผลที่ไม่สามารถลุกลามต่อไปได้ เรียกการตอบสนองนี้ว่า hypersensitive reaction การตอบสนองของพืชดังกล่าวมักเกิดจากส่วนของยีนต้านทาน (resistance gene) และส่วนของเชื้อโรคพืชที่มียีนที่สามารถเข้าทำลายพืชได้ ทั้งสองส่วนสามารถไปกระตุ้นการตอบสนองในการควบคุมโรคพืชได้ (Heitefuss and Williams, 1976; Prell and Day, 2001) ส่วนความต้านทานที่ส่งผลไปทั่วทั้งต้นพืช เป็นการปลุกความต้านทานให้ตอบสนองทั่วทั้งต้นของพืชอาศัย ไม่จำกัดเฉพาะจุดใดจุดหนึ่ง ในสภาพการปฏิบัติของเกษตรกรพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์หรือจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ชนิด plant growth promoting bacteria (PGPB) รวมถึงการได้รับผลทางกายภาพเช่นการได้รับแสง UV ในอัตราที่เหมาะสม สามารถให้เกิดเป็นการกระตุ้นความต้านทานได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้สารเพื่อกระตุ้นความต้านทานในพืชดังแสดงในตารางที่ 1

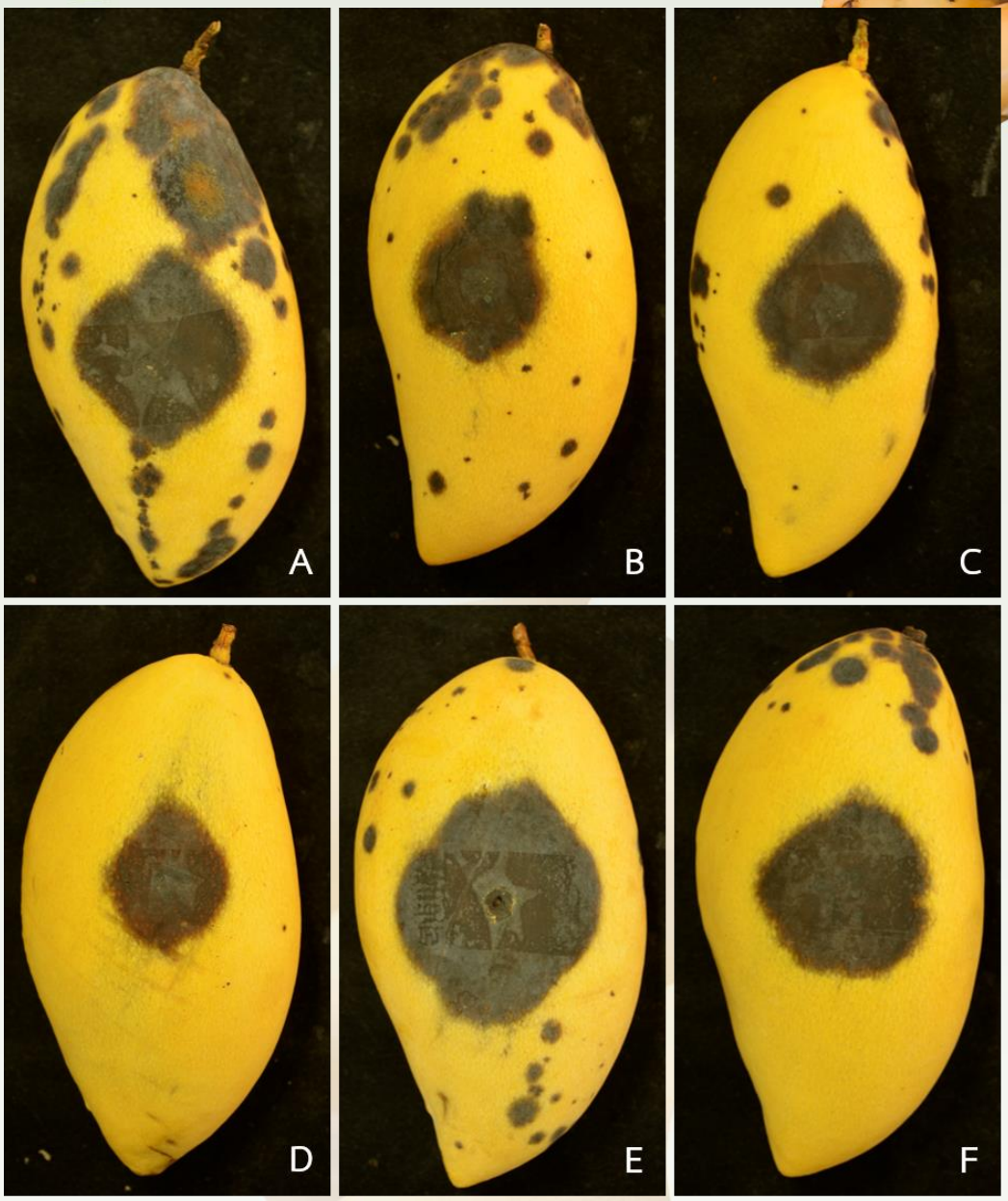
ตารางที่ 1 ข้อมูลของสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการกระตุ้นความต้านทาน

สารที่ทดสอบ	ผู้ผลิต	อัตราการใช้ชุบผลและฉีดผลมะม่วง
salicylic acid	Sigma-aldrich, ฝรั่งเศส	150 มิลลิกรัม/ลิตร
acibenzolar-S-Methyl (Bion®)	Ciba geigy, สวิสเซอร์แลนด์	200 มิลลิกรัม/ลิตร
β-aminobutyric acid	Sigma-aldrich, เยอรมนี	40 มิลลิกรัม/10มิลลิลิตร (ใช้สเปรย์)
Bacillus subtilis (Serenade®)	Bayer, เม็กซิโก	300 ไมโครลิตร/ลิตร
chitosan	KTF, ไทย	1000 ไมโครลิตร/ลิตร

การกระตุ้นความต้านทานที่ส่งผลไปทั่วทั้งต้น เป็นการกระตุ้นความต้านทานผ่านทางการกระตุ้นกิจกรรมของพืชอาศัยให้เพิ่มมากขึ้น (systemic acquired resistance, SAR) การตอบสนองดังกล่าวสามารถเกิดได้จากการใช้สารประกอบธรรมชาติหรือสารเคมีบางชนิด จากการทดสอบสารกระตุ้นความต้านทานชนิดต่างๆ โดยใช้มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่สุกแก่เต็มที่ ชุบสารกระตุ้นความต้านทาน 30 นาที และพักไว้ให้แห้ง 30 นาที แล้วจึงเริ่มปลูกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส (*Colletotrichum gloeosporioides*) เก็บรักษาผลมะม่วงไว้ที่ตู้บ่ม 20 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน ติดตามประสิทธิภาพของสารกระตุ้นความต้านทานที่ชุบผล โดยการตรวจสอบขนาดแผลบนผลมะม่วง และคำนวนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรค ผลดังในภาพที่ 1 และภาพที่ 2 พบว่า การชุบสารกระตุ้นความต้านทาน salicylic acid, acibenzolar-S-methyl, β-aminobutyric acid, *Bacillus subtilis* และ chitosan กับผลมะม่วงมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเกิดโรคแอนแทคโนสได้ในระดับที่แตกต่างกันในช่วง 2.0 – 15.2 % โดยพบว่า การใช้ β -aminobutyric acid มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรคมากที่สุด คือ 15.2 % รองลงมาได้แก่ *Bacillus subtilis*, acibenzolar-S-methyl, salicylic acid และ chitosan ตามลำดับ ทั้งนี้ศักยภาพในการลดการเกิดโรคของสารกระตุ้นความต้านทานมีความแปรผันสูงในแต่ละครั้งที่ทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากผลในการตอบสนองของมะม่วงที่มีการจัดการแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตาม การจัดการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในแปลงมะม่วงที่มีประสิทธิภาพร่วมกับการใช้สารกระตุ้นความต้านทาน จะช่วยลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว และทำให้ผลิตผลมีคุณภาพสูงขึ้น



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเกิดโรคบนผลมะม่วงจากพื้นที่จังหวัดราชบุรีและประจวบคีรีขันธ์ ที่ได้รับสารกระตุ้นความต้านทานก่อนห่อผลและมะม่วงที่ได้รับสารกระตุ้นความต้านทานก่อนห่อผลและชุบผลหลังเก็บเกี่ยว การปลูกเชื้อด้วย *C. gloeosporioides* เป็นระยะเวลา 12-15 วัน (SA = salicylic acid, ASM = acibenzolar-S-methyl, BABA = β-aminobutyric acid, BAC = *Bacillus subtilis*, CHI = chitosan)



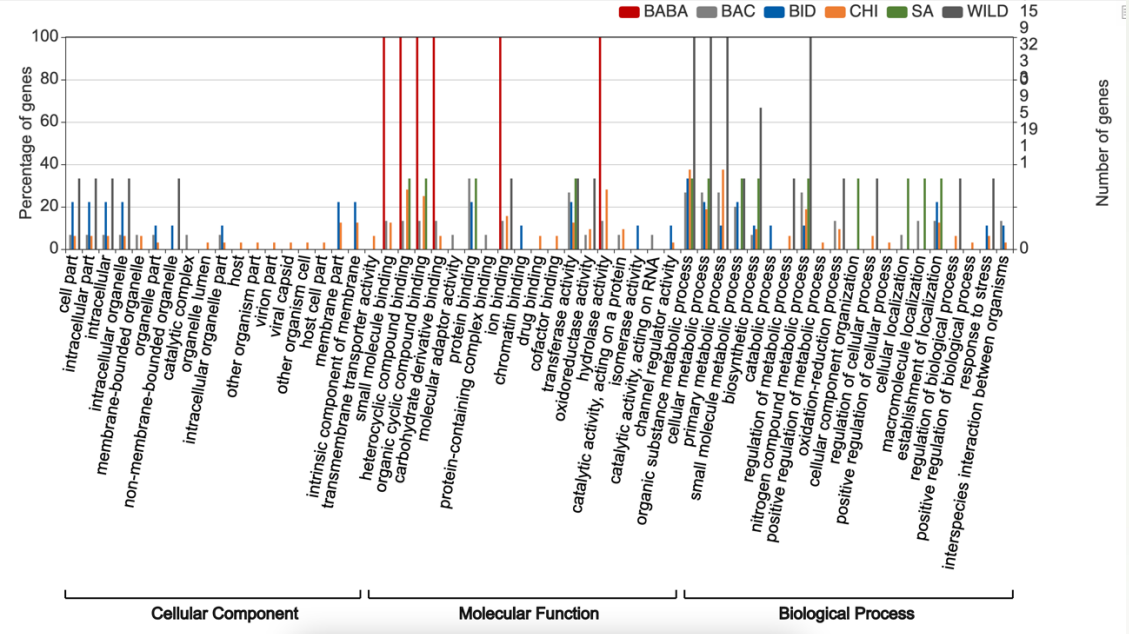
ภาพที่ 2 ขนาดแผลของโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงจากอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ที่ได้รับสารกระตุ้นความต้านทานก่อนห่อผล หลังการปลูกเชื้อด้วย *C. gloeosporioides* เป็นระยะเวลา 15 วัน (A = ชุดควบคุม, B = salicylic acid, C = acibenzolar-S-methyl, D = β-aminobutyric acid, E = *Bacillus subtilis*, F = chitosan)

เมื่อทำการฉีดพ่นสารกระตุ้นความต้านทานบนผลมะม่วง จะมีผลต่อการกระตุ้นการแสดงออกของยีนทำให้เกิดเอนไซม์หรือโปรตีนที่ตอบสนองต่อกิจกรรมต้านทานที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ จากภาพที่ 3 ได้รวบรวมข้อมูลกิจกรรมการตอบสนองของยีนจากมะม่วงที่ได้รับสารกระตุ้นด้วย salicylic acid, acibenzolar-S-methyl, β-aminobutyric acid, *Bacillus subtilis* และ chitosan ซึ่งมีการแสดงออกของยีนที่แสดงออกแตกต่างกัน ดังนี้

1. การแสดงออกของกลุ่มยีนที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมภายในเซลล์ (cellular component) ซึ่งจากการชุบด้วย β-aminobutyric acid มีการตอบสนองไม่มากและพบได้เฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมภายในเซลล์รวมถึงการเกาะจับบริเวณผนังเมมเบรน

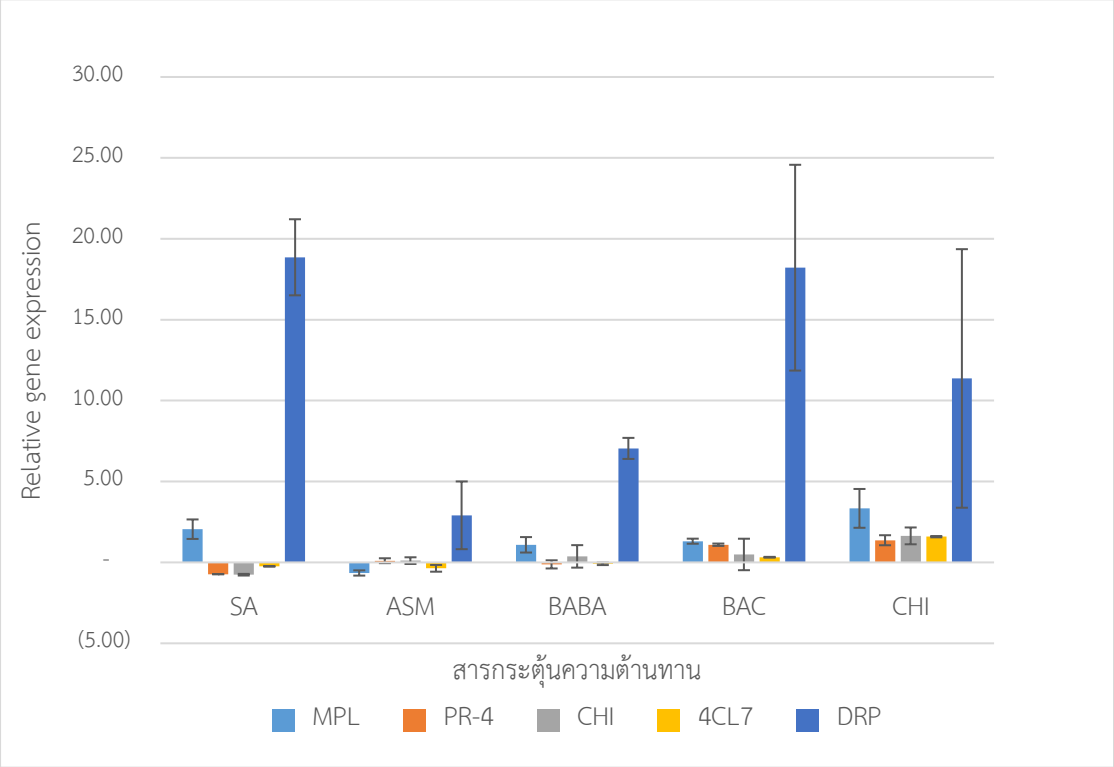
2. การแสดงออกของกลุ่มยีนที่เกี่ยวกับกิจกรรมการทำหน้าที่ทางชีวโมเลกุล ซึ่งการกระตุ้นด้วยสาร BABA ที่พบว่าไปกระตุ้นสารประกอบอินทรีย์ที่มีวงแหวน (heterocyclic) เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบฟีนอล และสารประกอบเทอร์ปีนที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราได้

3. การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวกับกิจกรรมทางชีววิทยาของเซลล์ ซึ่งกระตุ้นความต้านทานในระดับสูง



ภาพที่ 3 การแสดงออกของยีนด้วยการตรวจข้อมูล RNA transciptome ที่พบในชุดมะม่วงที่ได้รับสารกระตุ้นความต้านทาน

ในการพัฒนาเทคนิคสำหรับตรวจติดตามผลมะม่วงที่ได้รับสารกระตุ้นความต้านทาน พบว่า การใช้ยีน desiccation-related protein (DRP) เพื่อตรวจสอบ RNA จากผิวมะม่วงที่ได้รับสารกระตุ้นความต้านทานด้วยเทคนิค qPCR จะเห็นการตอบสนองของสัญญาณได้ชัดเจนที่สุด เมื่อเทียบกับยีนลักษณะอื่นๆ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของสารกระตุ้นความต้านทานชนิด salicylic acid, acibenzolar-S-methyl, β-aminobutyric acid, *Bacillus subtilis* และ chitosan ต่อการตอบสนองของยีนต่างๆ พบว่ามะม่วงที่ผ่านการพ่นด้วยสาร chitosan, *Bacillus subtilis* และ β-aminobutyric acid มีผลการตอบสนองต่อยีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานได้แก่ ยีน MLP (major latex protein) ยีน PR4 (pathogenesis-related protein) ยีน CHI (chitinase) และยีน 4CL7 (4-coumarate - CoA) ได้ดี ซึ่งแสดงถึงส่วนที่ไปสนับสนุนให้เกิดการกระตุ้นความต้านทานในผลมะม่วง (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การแสดงออกของยีน MLP, PR4, CHI, 4CL7 และ DRP โดยการตรวจ qPCR จากตัวอย่าง total RNA ผิวมะม่วงที่ผ่านการชุบผลด้วยสารกระตุ้นความต้านทานและบ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง (SA= salicylic acid, ASM= acibenzolar-S-methyl, BABA= β-aminobutyric acid, BAC= *Bacillus subtilis*, CHI= chitosan)

ดังนั้นการใช้สารกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง พบว่ามีศักยภาพของสารกระตุ้นความต้านทานโรคได้ในระดับหนึ่ง ส่งผลให้ลดอาการของโรคแอนแทรคโนสได้เพียงเล็กน้อย และจากการติดตามการแสดงออกของยีนด้วยเทคนิค transcriptome ทำให้ทราบความหลากหลายของยีนที่แสดงออก โดยลักษณะความต้านทานบนผลมะม่วงนั้น สามารถตรวจสอบได้จากการแสดงออกของยีน DRP โดยทั้งนี้ผลมะม่วงที่ฉีดพ่นสาร chitosan, *Bacillus subtilis* และ β-aminobutyric acid ให้ผลการตอบสนองต่อยีน MLP (major latex protein) ยีน PR4 (pathogenesis-related protein) ยีน CHI (chitinase) และ ยีน 4CL7 (4-coumarate - CoA) ได้

เอกสารอ้างอิง

Heitefuss, R. and P.H. Williams. 1976. Physiological plant pathology. Springer-Verlag, Berlin, New York. 892 p.

Prell, H.H. and P. Day. 2001. Plant-fungal pathogen interaction. Springer. 214 p.

ขอเชิญเข้าร่วมงาน

รายละเอียดเพิ่มเติม https://npht.phtnet.org

ผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ

การทำนายอายุการวางจำหน่ายและพารามิเตอร์หลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญบางประการของข้าวโพดหวาน รับประทานสด โดยใช้เครื่องเนียร์อินฟาเรดสเปกโตรมิเตอร์ต้นแบบ

หัวหน้าโครงการวิจัย ดร.ปาริชาติ เทียนจุมพล
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการทำนายอายุการวางจำหน่ายและพารามิเตอร์หลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของข้าวโพดหวานรับประทานสดด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้น โดยนำข้าวโพดหวานรับประทานสด 2 พันธุ์ คือ White sweet และ Sweet lava มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 7, 15, 22 และ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1, 4, 8, 12 และ 15 วัน ออกแบบการทดลองด้วยวิธี Design of experiment (DOE) แล้วจึงวัดสเปกตรัมของฝักและเมล็ดข้าวโพดหวานรับประทานสดด้วยเครื่อง FT-NIR ในช่วงความยาวคลื่น 800-2500 นาโนเมตร และ NIR portable ในช่วงความยาวคลื่น 900-1700 นาโนเมตร จากนั้นนำไปตรวจวัดสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี แล้วจึงหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสเปกตรัมและสมบัติทางกายภาพและทางเคมี โดยการสร้างสมการเทียบมาตรฐาน PLS (Partial least squares regression)

ผลการทดลองพบว่า สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวโพดหวานรับประทานสดทั้ง 2 พันธุ์มีการเปลี่ยนแปลง ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ นอกจากนี้สเปกตรัมของฝักและเมล็ดข้าวโพดหวานรับประทานสดทั้ง 2 พันธุ์ ที่วัดด้วยเครื่อง FT-NIR และ NIR portable ในช่วงความยาวคลื่นเดียวกัน คือ 900-1700 นาโนเมตร มีลักษณะคล้ายคลึงกันและเมื่อนำไปสร้างสมการเทียบมาตรฐาน PLS พบว่า สมการเทียบมาตรฐาน PLS ส่วนใหญ่ที่ใช้สเปกตรัมจากเครื่อง FT-NIR ให้ผลดีกว่าการใช้สเปกตรัมจากเครื่อง NIR portable และการใช้สเปกตรัมของฝักส่วน ใหญ่จะให้ผลดีกว่าเมล็ด ยกเว้นสมการเทียบมาตรฐาน PLS ของความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด น้ำตาลฟรักโทส และน้ำตาลซูโครส รวมถึงอัตราการหายใจ นั่นคืออุณหภูมิและระยะการเก็บรักษามีผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของข้าวโพดหวานรับประทานสด ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด รวมถึงปริมาณน้ำตาล ฟรักโทส กลูโคส และซูโครส ซึ่งเป็นพารามิเตอร์หลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของข้าวโพดหวานรับประทานสด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้เครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตร-มิเตอร์ต้นแบบในการทำนายอายุการวางจำหน่ายและพารามิเตอร์หลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของข้าวโพดหวานรับประทานสด

การวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่างๆ ของข้าวโพดหวาน

Postharvest Newsletter

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ถนัย บุณยเกียรติ

คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง
รองศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต
ดร.ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี
ดร.ปาริชาติ เทียนจุมพล
นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี

ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย
นางปุณิกา จินดาสุ่น
นางสาวปิยภรณ์ 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

https://www.phtnet.org