ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

Postharvest Newsletter

ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2562

www.phtnet.org

ในฉบับ

เรื่องเต็มงานวิจัย	1 - 4
สารจากบรรณาธิการ	2
งานวิจัยของศูนย์ฯ	4
นานาสาระ	5 - 7
ผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ	ปกหลัง

เรื่องเต็มงานวิจัย

การใช้ไอระเหยเอทานอลในการควบคุมโรคขั้วผลเน่าในระยะผลสุก และโรคแอนแทรคโนสในมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่

Application of Ethanol Vapor Controlling the Stem End Rot and Anthracnose Diseases of Ripe 'Nam Dok Mai No.4' Mango

เจนจิรา พกาวัลย์[1] ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา[2] พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2] วีรเวทย์ อุทโธ[3] สมโภชน์ น้อยจินดา[4] และเฉลิมชัย วงษ์อารี,[2]

บทคัดย่อ

มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่มีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญ คือ การเน่าเสียเนื่องจากเชื้อราที่สำคัญ 2 ชนิด คือ *Lasiodiplodia theobromae* ทำให้เกิดโรคขั้วผลเน่า และ *Colletotrichum gloeosporioides* ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสเมื่อผลสุก ในการศึกษานี้ทำการทดลองถึงการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ทดลองควบคุมเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้สำลีจุ่มสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 ถึง 40 วางข้างจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่วางในกล่องปริมาตร 890 ml ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของสารละลาย เอทานอลที่สามารถควบคุม *L. theobromae* ได้ คือร้อยละ 20 วัดความเข้มข้นของเอทานอลสมดุลในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ได้ 6,484.3 ppm ส่วนความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลที่สามารถควบคุม *C. gloeosporioides* ได้ คือร้อยละ 10 วัดความเข้มข้นของเอทานอลในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ได้ 3,238.9 ppm ซึ่งสอดคล้องกับผลของการทดลองเก็บผลมะม่วงสุกในบรรจุภัณฑ์ที่มีสำลีจุ่มสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถควบคุมการแสดงออกของโรคแอนแทรคโนสได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งการแสดงออกของโรคขั้วผลเน่าได้ ดังนั้นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการควบคุมโรคทั้ง 2 ชนิดในผลมะม่วงคือไอระเหยจากสารละลายเอทานอลร้อยละ 20

คำสำคัญ

ไอระเหยเอทานอล, โรคขั้วผลเน่า, โรคแอนแทรคโนส

(อ่านต่อหน้า 2)

[1]สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร 10150
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400
[3]สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[4] สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ กรุงเทพมหานคร 10800

สาร... จากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ

สำหรับฉบับนี้ ในส่วนของเรื่องเต็มงานวิจัย เรานำเสนอผลงานเรื่อง **"การใช้ไอระเหยเอทานอลในการควบคุมโรคขั้วผลเน่า และโรคแอนแทรคโนสในมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ ในระยะผลสุก"** จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และนานาสาระเรานำเสนอบทความเรื่อง **"การเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยว ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง"** โดย ผศ.ดร.เนตรนภิส เขียวขำ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ เรานำเสนอบทความเรื่อง **"ผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการลดปริมาณสารตกค้างคลอไพริฟอสในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง"** โดย ผศ.ดร. กานดา หวังชัย จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ขอประชาสัมพันธ์ การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 17 ซึ่งจะจัดขึ้นระหว่างวันที่ 11 - 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 ณ โรงแรม เดอะ รีเจนท์ ชะอำบีช รีสอร์ท จังหวัดเพชรบุรี รายละเอียดเพิ่มเติมท่านสามารถติดตามได้ที่ npht.phtnet.org

คำนำ

มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นผลไม้ที่นิยมปลูกเพื่อการส่งออก เป็นผลไม้ประเภท Climacteric fruit เมื่ออยู่ในระยะแก่จัดเปลือกจะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เมื่อสุกมีอัตราการหายใจ และการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้น เป็นผลให้เนื้ออ่อนนิ่มในเวลาอันรวดเร็ว ชักนำให้เกิดความเสียหายขึ้นจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคในระหว่างการขนส่งและเก็บรักษา คือ โรคขั้วผลเน่าจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* และ โรคแอนแทรคโนสจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของมะม่วงน้ำดอกไม้ การควบคุมโรคจึงเป็นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของการส่งออกมะม่วง

เอทานอลเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง และไม่เกิดสารตกค้าง ในปัจจุบันมีการนำเอทานอลมาใช้กับผลิตผลหลายชนิด โดยใช้กรรมวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้ไอระเหยเอทานอลสามารถชะลอการอ่อนนุ่มและลดการเกิดโรค brown rot ในผลเชอรี่ (Bai *et al*., 2011) การแช่ผลิตผลลงในสารละลายเอทานอลเป็นเวลา 60 วินาที สามารถยับยั้งการเกิดโรค gray mold ลดการเกิดสีน้ำตาล และยืดอายุการเก็บรักษาผลองุ่นได้ (Lichter *et al*., 2002) งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาถึงการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเข้าทำลายของโรคขั้วผลเน่า และโรคแอนแทรกโนสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ สำหรับการค้าปลีก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเจริญเติบโตของ *L. theobromae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ทดสอบความสามารถในการควบคุมการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *L. theobromae* โดยใช้สำลีจุ่มสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร วางข้างจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่มีเส้นใยของเชื้อรา *L. theobromae* ตรงกลาง ที่วางในกล่องปริมาตร 890 มิลลิลิตร โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ตรวจและบันทึกผลโดยวัดความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลในบรรยากาศในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ของการเก็บรักษา โดยใช้แก๊สในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ 1 มิลลิลิตร วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatography (Bai *et al*., 2011) และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของเส้นใยเชื้อราเป็นเวลา 7 วัน

2. การศึกษาการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเจริญเติบโตของ *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ทดสอบความสามารถในการควบคุมการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* โดยใช้สำลีจุ่มสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร วางข้างจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่มีเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ตรงกลาง ที่วางในกล่องปริมาตร 890 มิลลิลิตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ตรวจและบันทึกผลเหมือนการทดลองที่ 1

3. การศึกษาการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเกิดโรคบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

นำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่มาตัดขั้วให้เหลือ 1 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดผิวด้วยน้ำสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Clorox ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 2 นาที แล้วผึ่งให้แห้ง เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงเริ่มเข้าสู่ระยะผลสุก โดยวัดจากความแน่นเนื้อที่ 13 N จากนั้นนำผลมะม่วงในระยะผลสุกลงในโหลแก้วขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่มีก้อนสำลีจุ่มสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 0, 5, 10 และ 20 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ตรวจและบันทึกผลโดยวัดความเข้มข้นของไอระเหยเอทานอลในบรรยากาศในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ของการเก็บรักษา และดูความรุนแรงของโรคในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

ผล

1. การศึกษาการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเจริญเติบโตของ *L. theobromae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย *L. theobromae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ คือ ความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ส่วนชุดควบคุมและไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 พบการขยายตัวของเส้นใย *L. theobromae* แต่ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 มีการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ช้ากว่าชุดควบคุมเล็กน้อย เส้นใยสามารถเจริญเติบโตจนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อโดยจะใช้เวลา 7 วัน (Figure 1) โดยวัดความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลร้อยละ 20 ในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ได้ 6,484.3 6,509.3 5,346.4 และ 3,055.5 ppm ตามลำดับ (Figure 4A)

2. การศึกษาการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเจริญเติบโตของ *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้คือ ความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป ส่วนชุดควบคุมและไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 พบการขยายตัวของเส้นใย *C. gloeosporioides* แต่ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 มีการเจริญเติบโตของเส้นใยเพียงเล็กน้อยและหยุดการเจริญเติบโตตั้งแต่วันที่ 3 ของการทดลอง ส่วนในชุดควบคุมเส้นใยสามารถเจริญเติบโตจนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อโดยจะใช้เวลา 7 วัน (Figure 2) โดยวัดความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลร้อยละ 10 ในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ได้ 3,238.9 3248.3 2895.8 และ 2057.8 ppm ตามลำดับ (Figure 4A)

3. การศึกษาการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลในการควบคุมการเกิดโรคบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

ความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่สามารถยับยั้งการเกิดโรคบนผลมะม่วงได้ดีที่สุด คือ ความเข้มข้นร้อยละ 20 ส่วนชุดควบคุมและไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10 พบการเกิดโรคบนผลมะม่วง ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5 พบการเกิดโรคขั้วผลเน่าและแอนแทรคโนส ส่วนการใช้ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 พบการเกิดโรคเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับชุดควบคุม และโรคที่พบคือโรคขั้วผลเน่าเพียงอย่างเดียว จึงสามารถสรุปได้ว่า ไอระเหยจากสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถควบคุมได้เพียงโรคแอนแทรกโนสเท่านั้น (Figure 3) โดยวัดความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลร้อยละ 10 ในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ได้ 1,523.3 1,616.1 1,024.2 และ 633.2 ppm ตามลำดับ (Figure 4B) ส่วนความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลร้อยละ 20 ในบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 คือ 3094.26 3184.06 2723.43 และ 1034.6 ppm ตามลำดับ (Figure 4B)

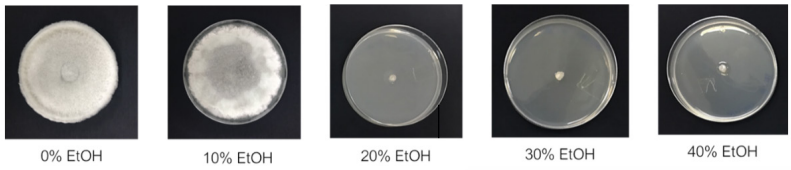

Figure 1 Mycelial growth of *L. theobromae* on potato dextrose agar incubated at 25 °C after 7d incubation

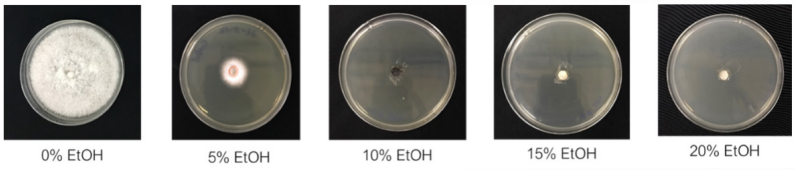

Figure 2 Mycelial growth of *C. gloeosporioides* on potato dextrose agar incubated at 25 °C after 7d incubation

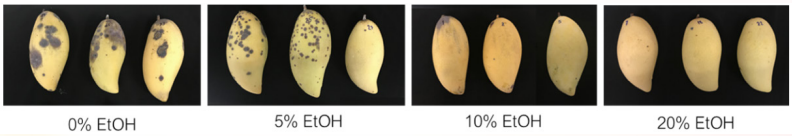

Figure 3 Control of fruit disease on mango fruits in each concentration of ethanol treatment incubated at 25 °C after 7d incubation

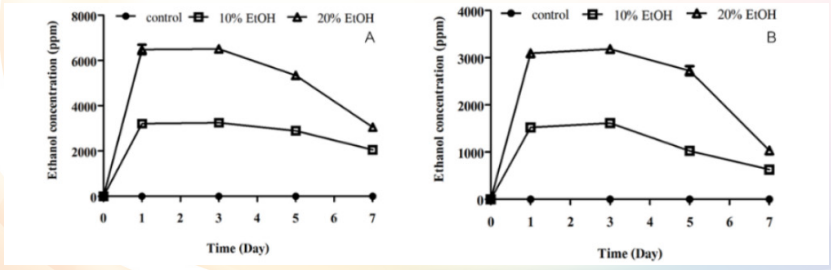

Figure 4 Ethanol concentrations in the head space of packaging with agar (A) and packaging with mango (B)

วิจารณ์ผล

จากการทดลองพบว่าเชื้อสองชนิดที่พบในมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ มีการตอบสนองต่อไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่แตกต่างกัน โดย *C. gloeosporioides* สามารถควบคุมได้ด้วยไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วน *L. theobromae* สามารถควบคุมได้ด้วยไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ซึ่งการที่เอทานอลสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อได้นั้น เป็นผลโดยตรงจากการเข้าทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อรา ทำให้เซลล์เกิดความผิดปกติในการผ่านเข้าออกของสารสำคัญในการเจริญและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา (Dao and Dantigny, 2011) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของ (Wang *et al*., 2015) คือการใช้ไอระเหยเอทานอลสามารถยับยั้งการแสดงออกของโรคแอนแทรกโนสในผลโลควอท (loquat fruit) และสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อ *C. acutatum* ได้ จากข้อมูลทำการเก็บผลมะม่วงสุกภายใต้ไอระเหยเอทานอลแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นต่ำสุดของเอทานอลในบรรยากาศของบรรจุภัณฑ์ควรไม่ต่ำกว่า 1,000 ppm (Figure 4B) เพื่อควบคุมการเจริญของเชื้อ *C. gloeosporioides* และ *L. theobromae* สำหรับงานวิจัยนี้กำลังดำเนินการพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์สี่ที่เหมาะสมต่อการควบคุมการแสดงออกของโรคบนผลมะม่วง และผลต่อคุณภาพด้านอื่นๆ สำหรับการค้าปลีกต่อไป

สรุป

ความเข้มข้นของไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใย *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้ ส่วนไอระเหยจากสารละลายเอทานอลที่สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใย *L. theobromae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้คือ ความเข้มข้นร้อยละ 20 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการควบคุมการแสดงออกของโรคบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในระยะสุก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนเพชรพระจอมเกล้า และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผู้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Bai, J., A. Plotto., R. Spotts and N. Rattanapanone. 2011. Ethanol vapor and saprophytic yeast treatments reduce decay and maintain quality of intact and fresh-cutsweet cherries. Postharvest Biology and Technology 62 : 214-212.

Dao, T. and P. Dantigny. 2011. Control of food spoilage fungi by ethanol. Food Control 22: 360-368.

Lichter, A., Y. Zutkhy, L, Sonego, O. Dvir, T. Kaplunov, P. Sarig and R. Ben-Arie. 2002. Ethanol controls postharvest decay of table grapes. Postharvest Biology and Technology 24: 301–308.

Wang, K., S. Cao, Y. Di, Y. Liao and Y. Zheng. 2015. Effect of ethanol treatment on disease resistance against anthracnose rot in postharvest loquat fruit. Scientia Horticulturae 188 : 115-121.

การจำแนกเชื้อรา สาเหตุโรคผลเน่าของเงาะและการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรค

กัลยลักษณ์ เสนาะสำเนียง สมศิริ แสงโชติ[1,2] และวีระณีย์ ทองศรี[1,2]

บทคัดย่อ

เงาะเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย การผลิตส่วนใหญ่เพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศทั้งในรูปของผลสดและแปรรูป อย่างไรก็ตามโรคผลเน่าระหว่างการเก็บรักษากลับเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณของผลผลิตเงาะ โดยมีกลุ่มเชื้อราหลายสกุลที่เป็นสาเหตุของโรค ซึ่งบางสกุลยังมีการศึกษากันน้อย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการเข้าทำลาย รวมทั้งการงอกของสปอร์ และการจำแนกชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคโดยวิธีชีวโมเลกุล โดยทำการแยกเชื้อราจากผลเงาะที่แสดงอาการผลเน่าจากแหล่งปลูก 3 จังหวัด คือ จังหวัดจันทบุรี ตราด และระยอง พบเชื้อราจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท CMK-1, CK-1, TB-1, TKS-1, TKP-2 และ RM-3 โดยเชื้อราดังกล่าวทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดการติดเชื้อและปรากฏอาการแผลสีน้ำตาลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 cm หลังจากปลูกเชื้อ 4 วัน เชื้อราทั้ง 6 ไอโซเลทสร้างเส้นใยใสเจริญราบไปบนผิวหน้าอาหารและสร้างกลุ่มสปอร์สีเขียวเจริญซ้อนกันเป็นชั้นบนอาหาร PDA เชื้อราสร้างสปอร์มีขนาด 6.5-8 x 2.5-3 µm ลักษณะใส เซลล์เดียว รูปร่างรี สปอร์ของเชื้อราสามารถงอกบนอาหาร WA ได้ภายใน 6 hr ซึ่งรายงานในประเทศไทยที่ผ่านมาได้ระบุชื่อสกุลตามลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราดังกล่าวคือ *Greeneria* sp. แต่เมื่อวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ rDNA บริเวณ ITS พบว่าได้ผลผลิต PCR ขนาด 650 คู่เบส ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับเชื้อราสกุล *Lasmenia* sp. CBS 124122 (Accession no. GU797405) ที่ความเหมือน 80-90% ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาโรคผลเน่าของเงาะในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

คำสำคัญ

โรคผลเน่าเงาะ, การงอกของสปอร์, การจำแนกเชื้อรา

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

อิทธิพลของความชื้น กำลังไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างวัสดุกับแผ่นอิเลคโทรดในการให้ความร้อนข้าวเปลือกด้วยคลื่นวิทยุแบบต่อเนื่อง

ธวัชชัย ธรรมขันแก้ว [,2,3] วิบูลย์ ช่างเรือ[1,2,3] เยาวลักษณ์ จันทร์บาง[2,3] ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ[2,3] และ ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี[2,3]

บทคัดย่อ

การใช้คลื่นวิทยุในการให้ความร้อนกับข้าวเปลือก สามารถกำจัดแมลงหลังการเก็บเกี่ยวได้ แต่กระบวนการทำงานแบบต่อเนื่องจะดำเนินการโดยให้ข้าวเคลื่อนที่บนสายพานผ่านแผ่นอิเลคโทรด ซึ่งจำเป็นต้องมีช่องว่างระหว่างข้าวเปลือกและแผ่นอิเลคโทรด ช่องว่างนี้ถ้าห่างเกินไปก็จะทำให้มีการสูญเสียพลังงานจากคลื่นวิทยุจนทำให้ไม่เกิดความร้อนในข้าวเปลือก งานศึกษานี้จึงทำการศึกษาผลของกำลังไฟฟ้า (วัตต์ต่อกรัม) ความชื้นข้าวเปลือก (มาตรฐานเปียก) ระยะช่องว่างระหว่างข้าวเปลือกกับแผ่นอิเลคโทรด ที่มีต่อการเกิดความร้อนในเมล็ดข้าวเปลือก ใช้ความชื้นข้าวเปลือก 3 ระดับ คือความชื้นข้าวเปลือกจากแปลงนา 18.8% และที่ลดเหลือ 17.7% และ 14.2% ตามลำดับ ระยะห่างระหว่างข้าวเปลือกและแผ่นอิเลคโทรดกำหนดไว้ 4 ระดับคือ 0 5 10 และ 15 มิลลิเมตร และกำลังไฟฟ้ากำหนดไว้ 3 ระดับคือ 3.33, 6.66 และ 10 วัตต์ต่อกรัม ผลการศึกษาพบว่า ความชื้นและกำลังไฟฟ้าที่มากขึ้น มีแนวโน้มที่จะใช้เวลาในการให้ความร้อนลดลง

ในการให้ความร้อนข้าวเปลือกถึง 60 องศาเซลเซียส และระยะห่างระหว่างข้าวเปลือกกับแผ่นอิเลคโทรด ไม่เกิน 5 มม. มีความเหมาะสมที่จะใช้ได้กับทุกเงื่อนไขการทดลอง

คำสำคัญ

คลื่นวิทยุ, ความร้อน, ข้าวเปลือก

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[3] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

การเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง

| ผศ.ดร.เนตรนภิส เขียวขำ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการเกิดโรคพืชมีกระบวนการและปัจจัยที่เกี่ยวข้องบางอย่างที่มีส่วนในการทำให้เกิดโรค ปัจจัยเหล่านี้จะขาดปัจจัยหนึ่งปัจจัยใดไม่ได้ กล่าวคือ ถ้าขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไปหรือมีไม่ครบถ้วน ลักษณะอาการของโรคพืชก็จะไม่แสดงให้เห็นหรือพืชไม่เป็นโรค ปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย เชื้อสาเหตุของโรค พืชอาศัย สภาพแวดล้อม และระยะเวลาในการเข้าทำลาย (สืบศักดิ์, 2554) การเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิด จะเริ่มจากอาศัยอยู่กับผลิตผลแบบแฝง (quiescent) ในระยะที่ผลเจริญเติบโตโดยไม่แสดงอาการให้เห็น เมื่อผลเข้าสู่ระยะสุกแก่และเสื่อมสภาพ เชื้อราสาเหตุโรคก็จะเข้าทำลายทำให้เกิดอาการของโรค เนื่องจากในระยะผลยังอ่อน พืชจะสร้างกลไกการป้องกันตัวเพื่อจำกัดการเจริญของเชื้อรา ต่อมาเมื่อผลสุกแก่กลไกการป้องกันตัวมีการเปลี่ยนแปลงทำให้เชื้อราสามารถเจริญได้ โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในผลิตผลต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืช ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตผลที่เพิ่มหรือลดลง ส่งผลต่อการกลไกการป้องกันตัวของพืช ทำให้เชื้อราสาเหตุโรคถูกกระตุ้นให้มีการปลดปล่อยเอนไซม์ย่อยเนื้อเยื่อพืชอาศัย จึงก่อให้เกิดโรคได้ ความเป็นด่างจะเกิดจากปฏิกิริยาการผลิตแอมโมเนีย (ammonification) ในเนื้อเยื่อพืชที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา เช่น *Colletotrichum* และ *Alternaria* ส่วนความเป็นกรดเกิดจากปฏิกิริยาการสร้างกรด (acidification) ที่เป็นพวกกรดอินทรีย์ต่างๆ ในเนื้อเยื่อพืชที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา เช่น *Penicillium Botrytis* และ *Sclerotinia* (Pursky *et al*., 2010)

เชื้อราสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวจะมีช่องทางการเข้าทำลายเนื้อเยื่อพืชอาศัยได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การเข้าทำลายทางบาดแผลที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น แมลงหรือสัตว์ และบาดแผลที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น เครื่องมือการเกษตร การกระแทก รอยแยกจากการพัฒนาของผล ในระหว่างการเจริญและการเก็บรักษา 2) การเข้าทางรอยเปิดตามธรรมชาติของพืชอาศัย เช่นเลนติเซล ขั้วผล ก้านผล และ 3) การเข้าโดยตรงที่บริเวณรอยแตกของชั้นคิวติเคิลในระยะที่มีการพัฒนาของผล

ภาพที่ 1 โรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides (A)* โรคแอนแทรคโนสบนผลพริก สาเหตุจากเชื้อรา *C. capsici (B)*

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสิ่งแวดล้อมหรือพืชอาศัย มีผลต่อการเกิดโรคจากเชื้อราสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงค่า pH ทำให้เกิดการเพิ่มหรือลดปริมาณเชื้อราได้ซึ่งอธิบายได้จากการที่เชื้อรามีทั้งประเภทที่เป็นเชื้อราที่เจริญในสภาพด่าง (alkalizing fungi) และเชื้อราที่เจริญในสภาพกรด (acidifying fungi) ค่า pH ของพืชอาศัยที่เหมาะสมจะมีผลต่อการสร้างเอนไซม์ของเชื้อรา การเปลี่ยนแปลง pH ของพืชอาศัยมีความสำคัญในการกระตุ้นให้เชื้อราที่เข้าทำลายแบบแฝงสามารถเจริญและพัฒนาก่อโรคในพืชได้ เชื้อราที่เจริญในสภาพด่างเช่น ผลอะโวคาโดในระยะสุกแก่และเสื่อมสภาพ จะมีค่า pH เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจาก 5.2 เป็น 6 ในระยะที่เข้าสู่การสุกแก่ (Yakoby *et al*., 2000) ในระหว่างเชื้อราสาเหตุโรคเพิ่มปริมาณในพืชอาศัยจะเกิดมีปฏิกิริยาการผลิตแอมโมเนียขึ้น เช่นเชื้อรา *Colletotrichum* และ *Alternaria* จะสร้างแอมโมเนียออกมา ในชั้น pericarp ของผลอะโวคาโดซึ่งมี pH 5.2 ทำให้ pH เพิ่มขึ้นเป็น 7.5-8 เช่นเดียวกับผลมะเขือเทศจะมี pH 4.1-4.5 เมื่อเชื้อรา *C. gloeosporioides* เข้าทำลาย บริเวณบาดแผลที่เน่าเสียมี pH เพิ่มขึ้นเป็น 8 และมีการสะสมแอมโมเนียเป็น 3.6 มิลลิโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อพืชปกติที่มีแอมโมเนีย 0.2 มิลลิโมลาร์ (Alkan *et al*., 2008; Prusky *et al*., 2001) เช่นเดียวกับ พริกหยวก แตงเมล่อน เชอร์รี่ และพลับ (Eshel *et al*., 2002) ที่พบการเข้าทำลายของเชื้อรา *A. alternata* จะมีความเข้มข้นแอมโมเนียเพิ่มขึ้น 3-10 เท่า และส่งผลให้ pH เพิ่มขึ้นจาก 0.2 เป็น 2.4 การสร้างแอมโมเนียนั้น เกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยโปรตีนและการย่อยกรดอะมิโน (Prusky and Yakoby, 2003) เมื่อผลไม้ที่มีความเป็นกรดถูกเชื้อราเข้าทำลาย เชื้อราจะสร้างแอมโมเนียออกมาเกิดสภาพด่างทำให้เชื้อรามีความรุนแรงในการก่อโรค การสะสมแอมโมเนียเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเข้าทำลายของเชื้อรา *Colletotrichum* และทำให้เกิดการพัฒนาของโรคในผลิตผลสุก และพบการสร้างเอนไซม์ arsenal (Prusky and Yakoby, 2003) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างจากเชื้อสาเหตุโรคมีหน้าที่ย่อยสลายผนังเซลของพืช นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการแสดงออก

(อ่านต่อหน้า 6)

ของ endoglucanase ยีน AaK1 ที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria alternata* จะเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีค่า pH มากกว่า 6 ในเนื้อเยื่อพืชที่มีการเน่าเสีย ซึ่ง endoglucanase เป็นเอนไซม์สร้างจากเชื้อรา แบคทีเรีย และโปโตรซัว มีหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยสลาย cellulose ในผนังเซล ยีน AaK1 จะไม่แสดงออกเมื่ออยู่ในสภาวะ pH ต่ำ ทำให้อยู่ในสภาวะการเข้าทำลายแบบแฝง (Eshel *et al*., 2002) เชื้อรา *Colletotrichum* มียีน pelB ที่จะแสดงออกเมื่อค่า pH มากกว่า 5.7 (Yakoby *et al.,* 2001)

ส่วนเชื้อราที่เจริญในสภาพกรด ได้แก่เชื้อรา *Pencillium expansum P. digitatum P. italicum B. cinerea และ Sclerotium sclerotiorum* จะปลดปล่อยกรดอินทรีย์ทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดในเนื้อเยื่อ เชื้อรา *Pencillium* spp. สร้างกรดเมื่อเข้าทำลายแอปเปิ้ลและส้ม ทำให้ผลแอปเปิ้ล มีค่า pH ลดลง จากปกติเนื้อเยื่อ mesocarb มีค่า pH ระหว่าง 3.95-4.31 ลดลงเป็น 3.64-3.88 ในเนื้อเยื่อพืชที่ถูกทำลาย (ตารางที่ 1) (Prusky *et al*., 2010) เชื้อรา *S. sclerotiorum* ในระหว่างเข้าทำลายพืชจะสร้างกรด oxalic ทำให้ค่า pH ของพืชลดต่ำลงเหลือเพียง pH 4 (Rollins and Dickman, 2011) ซึ่งการเกิดกรด oxalic เป็นสิ่งบ่งบอกว่ามีการเข้าทำลายของเชื้อในระหว่างการติดเชื้อ เช่น แบคทีเรียจะสร้างกรด oxalic ขึ้นเพื่อออกซิไดส์คาร์โบไฮเดรตของพืช ส่วนเชื้อรา *Pencillium* spp. และ *Aspergillus* สร้างกรด citric และ gluconic สะสมในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งทำให้ค่า pH ลดลง 0.5-1 หน่วย และเกิดการกำจัดแอมโมเนียออกจากเนื้อเยื่อพืชทำให้ค่า pH ลดต่ำลง (Prusky and Yakoby, 2003; Ruijter *et al*., 1999)

ตารางที่ 1 ค่า pH ของผลไม้ปกติและผลที่มีการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อรา *Pencillium* sp.

Pencillium sp.	พืชอาศัย	พันธุ์	ค่า pH	
			ผลปกติ	ผลเน่าเสีย
P. expansum	แอปเปิ้ล	Granny Smith	3.95 ± 0.06	3.64 ± 0.01
		Gala	4.31 ± 0.06	3.88 ± 0.03
		Red Delicious	4.44 ± 0.03	4.07 ± 0.02
		Fuji	4.44 ± 0.06	3.96 ± 0.02
		Golden Delicious	4.54 ± 0.06	3.88 ± 0.03
P. digitatum	ส้มเกรฟฟรุ๊ต	Naval	4.77 ± 0.45	3.12 ± 0.07
		Oro Blanco	4.74 ± 0.05	3.10 ± 0.14
P. italicum	ส้มเกรฟฟรุ๊ต	Naval	4.77 ± 0.07	3.02 ± 0.13
		Oro Blanco	4.55 ± 0.13	3.23 ± 0.17

(Prusky *et al.*, 2010)

ภาพที่ 2 โรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Pencillium expansum* บนผลแอปเปิ้ล (A) และ โรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *P. digitatum* บนผลส้มสายน้ำผึ้ง (B)
ที่มา: ภาพ 3A http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agricultura/aa-enfermedades/penicillium-expansum-01.jpg, ภาพ 3B ศศิวิมล (2553)

เชื้อรา *P. expansum* เป็นเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าในแอปเปิ้ล สร้างกรด gluconic สะสมในเนื้อเยื่อพืช ตรวจพบการแสดงออกของยีน gox2 สูง ซึ่งเป็นยีนที่มีหน้าที่ออกซิไดซ์กลูโคสและปลดปล่อยกรด gluconic (Hadas *et al*., 2007) การสะสมกรด gluconic และ oxalic เกิดขึ้นเมื่อพืชถูกเชื้อราเข้าทำลายซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า pH เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีน pac 1 (phosphatase of activated cells 1) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางใน zinc finger transcription factor การเกิดกรด oxalic ยังเกิดขึ้นจากกิจกรรมเอนไซม์ oxaloacetase ที่สลาย oxaloacetate (Rollins and Dickman, 2001) การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในสิ่งแวดล้อมหรือผลิตผลเป็นปัจจัยที่เชื้อสาเหตุโรคเลือกเข้าทำลายที่มีความเฉพาะเจาะจงในพืชอาศัยแต่ละชนิด ในงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นพบว่ายีนของเชื้อราจะถูกกระตุ้นจากการเปลี่ยนแปลงค่า pH ซึ่งยีนหลายชนิดทำให้เกิดการสร้างเอนไซม์ที่มาย่อยผนังเซลของพืช เชื้อรา *P. expansum* จะสร้างกรด gluconic และ citric ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน มีการทดลองเพิ่มความเป็นกรด pH 3-5 ในอาหารเลี้ยงเชื้อรา *P. expansum* ตรวจพบว่ามีการเพิ่มของยีน pepg1 (endopolygalacturanase gene) และในบริเวณเป็นด่างจากการเติม $NaHCO_3$ พบการเจริญของเชื้อราลดลง (Prusky and Yakoby, 2003)

สิ่งที่มีผลให้การเข้าทำลายแบบแฝงพัฒนาให้เกิดการก่อโรคโดยการเปลี่ยนสถานะจากการอยู่ร่วมกัน (biotrophism) เป็นการก่อโรคหรือการย่อยสลาย (necrotropic-saprophytic stage) มีปัจจัยที่ทำให้เกิดกลไกดังกล่าวภายในเซลที่มีผลมาจากชนิดและปริมาณแร่ธาตุต่างๆ และค่า pH ที่เหมาะสม สารที่ถูกปลดปล่อยออกมา เช่น กรดอินทรีย์ เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการก่อโรคและทำให้เกิดความรุนแรงของโรคตามมาโดยมีการทำงานแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การเกิดสาร oxalate ซึ่งจะเป็นพิษโดยตรงต่อพืชอาศัยหรือทำให้พืชอ่อนแอ 2) อาจมีการชะล้างแคลเซียมที่ผนังเซลเนื่องมาจากกรด oxalic และ gluconic ทำให้ผนังเซลอ่อนนิ่ม (Hadas *et al*., 2007) และ 3)สาร oxalate ไปยับยั้งการสร้าง Reactive oxygen species (ROS) ของพืช และขัดขวางกลไกการป้องกันตัวเองของพืช (Kim *et al*., 2008) การสร้างแอมโมเนียมีผลทั้งทางกายภาพและชีวเคมีต่อทั้งพืชและเชื้อสาเหตุโรค เนื้อเยื่อพืชปกติจะมีอิเล็กตรอนและโปรตรอนระหว่าง plasma membrane ซึ่งมีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนไอออน การเคลื่อนที่ของของเหลว และการเจริญของผนังเซล ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะทำให้พืชมีการสังเคราะห์เอทิลีนและมีการเปลี่ยนแปลงของการผ่านเข้าออกของสารในเซลเมมเบรน และส่งผลให้พืชมีการ

สะสมของ ROS เนื่องจากกลไกของ NADPH oxidase ทำให้เกิดบริเวณเนื้อเยื่อตาย (cell death) บนผลมะเขือเทศซึ่งส่งผลดีทำให้เป็นบริเวณจำกัดไม่ให้เส้นใยเจริญต่อไปได้ (Alkan *et al*., 2009)

ความซับซ้อนของการเข้าทำลายแบบแฝงเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และชีวเคมีของพืชอาศัยในระหว่างการสุกและการเสื่อมสภาพอันนำไปสู่การอ่อนแอต่อโรค ประกอบกับเชื้อที่เข้าทำลายแบบแฝงมีความสามารถต้านทานสารยับยั้งเชื้อราในพืชอาศัยที่มีลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ได้ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ อาทิเช่น ค่า pH ในเนื้อเยื่อพืชอาศัย ปริมาณน้ำตาล องค์ประกอบของผนังเซล หรือบาดแผล เหล่านี้ล้วนกระตุ้นให้เชื้อราเจริญได้ ความเป็นกรดในเนื้อเยื่อพืชจากกรดอินทรีย์ (oxalic และ gluconic) หรือความเป็นด่างจากการสร้างแอมโมเนีย อาจมีส่วนทำให้เนื้อเยื่อเน่าเสียอย่างรวดเร็วได้ รวมทั้งผลของการแสดงออกของยีนและการปลดปล่อยเอ็นไซม์พวกที่ย่อยผนังเซล การหาคำตอบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ส่งสัญญาณต่างๆ เช่น pH ไนโตรเจน และน้ำตาล ที่มีผลต่อการก่อโรคหลังการเก็บเกี่ยวในระยะที่ผลิตผลสุกแก่ยังคงต้องหาคำตอบต่อไป แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันเราทราบแล้วว่าค่า pH ของพืชอาศัยมีผลต่อการพัฒนาของเชื้อสาเหตุโรคอันจะนำไปสู่การควบคุมโรคในการศึกษาต่อไปในอนาคต (Prusky *et al*., 2006)

แนวทางในการแก้ปัญหาโรคหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง จากงานวิจัยที่ผ่านมามีการใช้กรดร่วมกับกรรมวิธีการอื่นๆ ในการจัดการโรคหลังการเก็บเกี่ยว เช่นการใช้น้ำส้ม (กรดอะซิติก) ความเข้มข้นร้อยละ 1-3 ในน้ำ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถลดการเจริญของสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium expansum* สาเหตุโรคผลเน่าของแอปเปิ้ล โดยทดลองแช่ผลแอปเปิ้ล พันธุ์ Red Delicious ในกรดน้ำส้มที่อุณหภูมิดังกล่าว ความเข้มข้นร้อยละ 3 นาน 2 นาที สามารถลดอาการผลเน่าได้ (Radi *et al*., 2010) Venditti *et al*. (2009) ทดลองรมผลส้มแมนดารินด้วยไอของกรดน้ำส้มความเข้มข้น 75 ไมโครลิตรต่อลิตร นาน 15 นาที ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อรา *Penicillium digitatum* ที่ปลูกเชื้อบนผลส้มแมนดารินเก็บเกี่ยวใหม่ 2 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ Fremont และ Fairchild โดยพบการเน่าเสียเพียงร้อยละ 8.3 และ 2.1 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการทดลองพ่นกรดมะนาว (กรดซิตริก) ความเข้มข้น 1,000-2,000 ไมโครลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 30 นาที มีผลในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวผลสตรอเบอรี่ (Vardar *et al*., 2012)

เอกสารอ้างอิง

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2554. การจัดการโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หจก. เกษมศรี ซี.พี. กรุงเทพฯ. 128 หน้า.

ศศิวิมล ลักษณพิสุทธิ์. 2553. การควบคุมโรคผลเน่าราสีเขียว ที่เกิดจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* Sacc. บนผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ด้วยสารสกัดจากขมิ้นชัน (*Turmeric* ; *Curcuma longa* Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 133 หน้า.

Alkan, N, R. Fluher, A. Sherman and D. Prusky. 2008. Role of ammonia secretion and pH modulation on pathogenicity of Colletotrichum coccodes on tomato fruit. Mol Plant Microbe Interact 21:1058-1066.

Alkan, N., R. Fluhr, M. Sagi, O. Davydov and D. Prusky. 2009. Ammonia secreted by *Colletotrichum coccodes* effects host NADPH oxidase activity enhancing cell death and pathogenicity in tomato fruits. Molecular Plant-Microbe Interactions 22: In press

Eshel, D., I. Miyara, T. Ailinng, A. Dinoor and D. Prusky. 2002. pH regulates endoglu canase expression and virulence of *Alternaria alternata* in persimmon fruits. Mol Plant Microbe Interaction 15:744-779.

Hadas, Y., I. Goldberg, O. Pines and D. Prusky. 2007. The relationship between expression of glucose oxidase, gluconic accumulation, acidification of host tissue and the pathogenicity of *Pencillium expansum*. Phytopathology 97:384-390.

Kim, K.S., J.Y. Min and M.B. Dickman. 2008. Oxalic acid is an elicitor of plant programmed cell death during Sclerotinia sclerotiorum disease development. Mol Plant Microbe Interact 21:605-612.

Prusky, D. and N. Yakoby. 2003. Pathogenic fungi: leading or led by ambient pH? Mol Plant Pathol 4: 509-516.

Prusky, D., J.L. McEvoy, B. Leverentz and W.S. Conway. 2001. Local modulation of host pH by Colletotrichum species as a mechanism to increase virulence. Mol Plant Microbe Interact 14:1105-1113.

Prusky, D., I. Kobiler, M. Aderman and I. Miyara. 2006. Effect of acidic solutions and acid Prochloraz on the control of postharvest decays caused by *Alternaria alternata* in mango and persimmon fruit. Postharvest Biol Technol 42:134-141.

Prusky, D., N. Alkan, I. Miyara, S. Barad, M. Davidzon, I. Kobiler, S. Brown-Horowitz, A. Lichter, A. Sherman and R. Fluhr. 2010. Mechanisms modulation postharvest pathogen colonization of decaying fruits. In D. Prusky and M.L. Gullino. Post-harvest pathology. Springer. pp.43-56.

Radi, M., H.A. Jouybari, G. Mesbahi, A. Farahnaky and S. Amiri. 2010. Effect of hot acetic acid solutions on postharvest decay caused by *Penicillium expansum* on Red Delicious apples. Scientia Horticulturae 126: 421–425.

Rollins, J.A. and M.B. Dickman. 2011. pH signaling in *Sclerotinia sclerotiorum:* identification of pacC/RIM1 homolog. Applied Environ Microbiol 67:75-81.

Ruijter, G.J.G., P.J. van de Vondervoort, and J. Visser. 1999. Oxalic acid production by *Aspergillus niger:* an oxalate-non-producing mutant produces citric acid at pH 5 and in the presence of manganese. Microbiology 145:2569-2576.

Vardar, C., K. Ilhan and O.A. Karabulut. 2012. The application of various disinfectants by fogging for decreasing postharvest diseases of strawberry. Postharvest Biology and Technology 66: 30–34.

Venditti, T., A. Dore, M.G. Molinu, M. Agabbio and G. D'hallewina. 2009. Combined effect of curing followed by acetic acid vapour treatments improves postharvest control of *Penicillium digitatum* on mandarins. Postharvest Biology and Technology 54: 111–114.

Yakoby, N., I. Kobler, A. Dinoor and D. Prusky. 2000. pH regulation of pectate lyase secretion modulates the attack of *Colletotrichum gloeosporioides* on avocado fruits. Appl Environ Microbiol 66:1026-1030.

Yakoby, N., D. Beno-Moualem, N.T. Keen, A. Dinoor, O. Pines, and D. Prusky. 2001. *Colletotrichum gloeosporioides* pelB, is an important factor in avocado fruit infection., Mol Plant Microbe Interact 14: 988-995.

ผลของโอโซนไมโครบับเบิลต่อการลดปริมาณสารตกค้างคลอไพริฟอสในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง

| ผศ.ดร. กานดา หวังชัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปัญหาสำคัญที่พบในส้มเขียวหวานคือการตกค้างของสารฆ่าแมลงหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีโอโซนในการล้างทำความสะอาดผลิตผล แต่ปัญหาที่พบคือ โอโซนมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำและสลายตัวเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพในการจับกับโครงสร้างของสารฆ่าแมลงลดลง จึงพัฒนาการใช้ไมโครบับเบิลซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถกักเก็บแก๊สโอโซนไว้ภายในฟองอากาศขนาดเล็กในน้ำได้นาน จะช่วยทำให้แก๊สโอโซนมีความคงตัวสูงขึ้น ละลายน้ำได้มากขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการออกซิไดซ์ของโอโซน ซึ่งจะช่วยทำให้โอโซนทำลายโครงสร้างของสารฆ่าแมลงได้มากขึ้น ความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงจึงลดลง งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการใช้โอโซนไมโครบับเบิลต่อการลดปริมาณสารคลอไพริฟอสตกค้างในผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยนำผลส้มเขียวหวานมาล้างด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15, 20 และ 25°ซ เป็นเวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ล้างด้วยน้ำกลั่น

จากการทดลอง พบว่าการล้างผลส้มเขียวหวานด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15°ซ มีแนวโน้มลดลงของสารคลอไพริฟอสตกค้างมากกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ โดยการลดลงของสารคลอไพริฟอสตกค้างสัมพันธ์กับระยะเวลาการล้างที่เพิ่มขึ้น โดยเวลาการล้างนาน 10 นาที สามารถลดปริมาณสารคลอไพริฟอสตกค้างได้ 49% และที่เวลาการล้างนาน 50 นาที มีค่า pH เท่ากับ 7.6 (Figure 1 A) และค่า ORP เท่ากับ 991 mV (Figure 1 B) สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้สูงสุดเท่ากับ 80.40% (Figure 2) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดทดลองที่ได้รับโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิอื่นๆ ในขณะที่ชุดทดลองที่ล้างด้วยน้ำกลั่นลดสารคลอไพริฟอสได้เล็กน้อย (Figure 2) โดยอุณหภูมิต่ำทำให้โอโซนละลายน้ำได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีค่า Oxidation Reduction Potential สูงขึ้น ซึ่งค่านี้บ่งบอกถึงความสามารถของโอโซนในการออกซิไดซ์สารฆ่าแมลงคลอไพริฟอสได้มากขึ้น และเมื่อเก็บรักษาผลส้มเขียวหวานไว้ที่อุณหภูมิ 25°ซ นาน 7 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) การเกิดโรค และปริมาณวิตามินซี ของผลส้มเขียวหวานในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ล้างด้วยน้ำกลั่น ดังนั้นการล้างด้วยโอโซนไมโครบับเบิลที่อุณหภูมิ 15°ซ สามารถลดปริมาณสารตกค้างคลอไพริฟอสได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลส้มเขียวหวาน

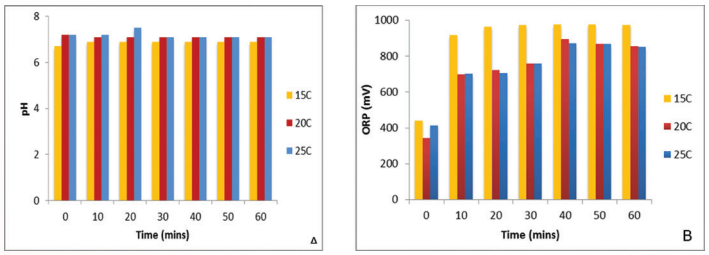

Figure 1 pH (A) and ORP (oxidation-reduction potential) (B) after ozone microbubbles application

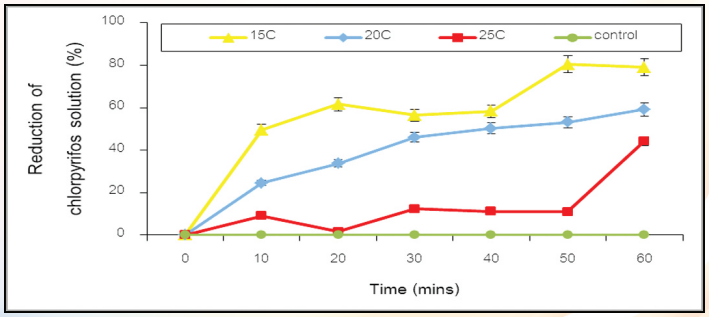

Figure 2 The percentage of chlopyrifos residue reduction in tangerine after ozone microbubbles application

Postharvest Newsletter
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุณยเกียรติ
คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์ ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย นางปุณิกา จินดาสุ่น นางสาวปิยภรณ์ จันจรมานิตย์ นางละอองดาว วานิชสุขสมบัติ ฝ่ายจัดพิมพ์ : นางสาวรัชกร ยาลังกาญจน์
สำนักงานบรรณาธิการ : PHT Newsletter ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ +66(0)5394-1448 โทรสาร +66(0)5394-1447 www.phtnet.org E-mail : phtic@phtnet.org