โรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองและการควบคุมโดยใช้สารปลอดภัย

Crown Rot Disease of Banana cv. Hom Thong and Its Control by GRAS

บุญญวดี จิระวุฒิ[1] รัตตา สุทธยาคม[1]
อมรา ชินภูติ[1] เสริมสุข สลักเพ็ชร์[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองและการควบคุมโดยใช้สารปลอดภัย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าและวิธีการควบคุมโรคโดยใช้สารปลอดภัย เพื่อให้ได้กล้วยหอมทองปลอดโรคที่มีคุณภาพดี และสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น ดำเนินการทดลองที่สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 – กันยายน 2553 จากการศึกษาพบว่ากล้วยหอมทองมีความอ่อนแอต่อโรคขั้วหวีเน่า ซึ่งเกิดจากเชื้อราสาเหตุ 5 ชนิด คือ *Lasiodiplodia theobromae, Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum musae, Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. เชื้อราจะเข้าทำลายบริเวณขั้วหวีทำให้เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีดำ เน่าลุกลามสู่ก้านของผลทำให้ผลหลุดร่วงได้ง่าย ทำให้คุณภาพของกล้วยหอมทองลดลง โดยที่เชื้อรา *L. theobromae* เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดอาการขั้วหวีเน่ารุนแรงกว่าเชื้อชนิดอื่น การควบคุมโรคโดยการทดสอบประสิทธิภาพของสารปลอดภัย 3 ชนิด วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จำนวน 16 กรรมวิธี คือ potassium sorbate, oxalic acid และ salicylic acid ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 100, 250, 500 และ 1,000 mg/l เปรียบเทียบกับ น้ำ และ imazalil 250 และ 500 mg/l พบว่า สาร salicylic acid ความเข้มข้น 1,000 mg/l สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าทั้ง 5 ชนิด โดยยับยั้งเชื้อ *L. theobromae, F. oxysporum*, *C. musae* , *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ได้ 45.67, 100.00, 100.00, 82.35 และ 79.45 % ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่ติดมาจากแปลงปลูก พบว่า สาร potassium sorbate 500 mg/l มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดี และสามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ถึง 81.65 % ในขณะที่สาร salicylic acid 250 mg/l สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ 26.49 % ในกล้วยหอมทองที่ได้รับการปลูกเชื้อ *L. theobromae* แต่เมื่อนำกล้วยหอมทองจุ่มสารปลอดภัยก่อนปลูกเชื้อ *L. theobromae* พบว่าสาร oxalic acid 100 mg/l และ สาร salicylic 250 mg/l มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดโรคได้ดี สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ 49.47 และ 47.00 % การใช้สารปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้ปลอดสารเคมีที่เป็นพิษ และเป็นการเพิ่มศักยภาพในการส่งออกกล้วยหอมทองของประเทศไทยอีกด้วย

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

คำนำ

กล้วยหอมเป็นผลไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งออก ปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ ในปี 2552 (ม.ค.-ก.ย.) ประเทศไทยส่งออกกล้วยหอมสดแช่เย็น ปริมาณ 7,541 ตัน มูลค่า 111 ล้านบาท (นิรนาม, 2553) กล้วยสดแช่เย็น มีสัดส่วนการส่งออกมากที่สุด ชนิดของกล้วยที่ส่งออกในลักษณะของกล้วยสดแช่เย็น ได้แก่ กล้วยหอม โดยเฉพาะกล้วยหอมทอง ซึ่งมีการส่งเสริมให้ปลูกเพื่อการส่งออก เนื่องจากผลมีสีเหลืองสวย ผิวเนียน รสหวาน เนื้อนุ่ม และมีกลิ่นหอม ลักษณะของกล้วยแต่ละลูกเรียงตัวกันอยู่ในหวีอย่างสวยงาม ทำให้เป็นที่นิยมของกลุ่มลูกค้าต่างประเทศ ตลาดส่งออกหลักของไทย ได้แก่ ญี่ปุ่น และจีน

ปัญหาสำคัญของกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยวก็คืออ่อนแอต่อโรคขั้วหวีเน่า เชื้อราสาเหตุโรค ได้แก่ เชื้อ *Colletotrichum musae, Lasiodiplodia theobromae, Fusarium* sp. (Snowdon, 1990) เชื้อราเหล่านี้มีอยู่ทั่วไปในแปลงปลูกกล้วย ซึ่งจะดำรงชีวิตแบบ saprophyte ในเศษซากพืช และต้นกล้วยที่ตายในแปลง โดยสปอร์ยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานในแปลงภายใต้สภาวะที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูง สปอร์ของเชื้อราสามารถแพร่ทางอากาศ และมาตกที่เครือกล้วย (Jones, 2000)

ในปัจจุบันการผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ ผู้ผลิตให้ความสำคัญกับการลดการใช้สารเคมีในขบวนการผลิตตั้งแต่แปลงปลูกจนถึงผู้บริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มีอันตรายในการควบคุมโรค จึงได้มีการศึกษาวิจัยหาวิธีการอื่นๆ มาใช้ควบคุมโรค ได้แก่ การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ สารสกัดจากพืช สารกระตุ้นความต้านทาน และสารกลุ่มปลอดภัย มาทดแทนการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องพิษตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม สารกลุ่มปลอดภัย หรือ Generally recognized as safe (GRAS) เป็นสารเคมีที่ผ่านการรับรองโดยองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration, FAD) ว่าสามารถเติมไปในอาหารได้อย่างปลอดภัย (Anonymous, 2012) สาร potassium sorbate เป็นวัตถุกันเสียในอาหาร (food preservatives) สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร และเชื้อรา (Sofos and Busta, 1993) โดยไปทำลายผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ หรือไปทำลายสารควบคุมพันธุกรรม ทำให้เซลล์ไม่สามารถเพิ่มจำนวนหรือสืบพันธุ์ได้ตามปกติ สาร oxalic acid เป็นกรดอินทรีย์มีอยู่ทั่วไปในพืช เชื้อรา และสัตว์ นำมาใช้เป็นวัตถุกันเสียสำหรับอาหารและยังเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักหลังการเก็บเกี่ยว (Castafier*et al.,* 1997) ส่วนสาร salicylic เป็นสารประกอบฟีนอลอย่างง่ายที่มีผลต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังยับยั้งการสังเคราะห์และการทำงานของเอธิลีน ทำให้ถูกนำมาใช้เพื่อชะลอการสุกของผลไม้ (ศิริชัย, 2548) Qin *et al.* (2003) พบว่าสาร salicylic สามารถกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์ antioxidant enzymes ในผลของ sweet cherry และไปกระตุ้นให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO), phenylalanine ammonia-lyase (PAL) และ β-1,3-glucanase เพิ่มขึ้นชักนำให้ผลไม้มีความต้านทานต่อโรค งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาสารปลอดภัยเพื่อใช้ในการกระตุ้นให้เกิดความต้านทานโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ผลิต และผู้บริโภคแล้ว ยังสามารถเพิ่มศักยภาพในการส่งออกกล้วยหอมทองปลอดสารไปยังต่างประเทศได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุที่สำคัญของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารปลอดภัยในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง
3. เพื่อศึกษาวิธีการควบคุมโรคโดยใช้สารที่ปลอดภัย เพื่อให้ได้กล้วยหอมทองปลอดโรคที่มีคุณภาพดีและสามารถยืดอายุการเก็บรักษา

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว

นำกล้วยหอมทองที่แสดงอาการของโรคขั้วหวีเน่า มาแยกเชื้อสาเหตุโรคด้วยวิธี tissue transplanting โดยการตัดเนื้อเยื่อขั้วหวีที่เป็นโรคบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่แสดงอาการเน่า ขนาดประมาณ 5x5 mm แช่ในสารละลายคลอรอกซ์ 10 % นาน 5 นาที นำมาวางในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นนำเชื้อราที่ได้ไปปลูกเชื้อลงบนขั้วหวีของกล้วยหอมที่ไม่เป็นโรคใหม่อีกครั้งตามกฎการพิสูจน์โรคของ Koch (Koch's postulation) จำแนกชนิดของเชื้อรา ศึกษารูปร่างลักษณะของเชื้อและบันทึกภาพ เก็บเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้ใน PDA slant เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง

ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยด้วยวิธี poisoned food technique โดยเตรียมอาหาร PDA ผสมสารให้ได้ความเข้มข้นของสารตามกรรมวิธีข้างล่างทั้ง 16 กรรมวิธี จากนั้นเทอาหารที่ผสมสารลงในจานเลี้ยงเชื้อ นำชิ้นวุ้นที่ได้จากการใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm เจาะเส้นใยรอบโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่า วางตรงกลางผิวหน้าอาหาร บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 16 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีควบคุม (PDA)	กรรมวิธีที่ 9	oxalic acid 100 mg/l
กรรมวิธีที่ 2	ethyl alcohol 5,000 mg/l	กรรมวิธีที่ 10	oxalic acid 250 mg/l
กรรมวิธีที่ 3	Imazalil 250 mg/l	กรรมวิธีที่ 11	oxalic acid 500 mg/l
กรรมวิธีที่ 4	Imazalil 500 mg/l	กรรมวิธีที่ 12	oxalic acid 1,000 mg/l
กรรมวิธีที่ 5	potassium sorbate 100 mg/l	กรรมวิธีที่ 13	salicylic acid 100 mg/l
กรรมวิธีที่ 6	potassium sorbate 250 mg/l	กรรมวิธีที่ 14	salicylic acid 250 mg/l
กรรมวิธีที่ 7	potassium sorbate 500 mg/l	กรรมวิธีที่ 15	salicylic acid 500 mg/l
กรรมวิธีที่ 8	potassium sorbate 1,000 mg/l	กรรมวิธีที่ 16	salicylic acid 1,000 mg/l

บันทึกผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย = [(A – B) / A] x 100

A คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA (กรรมวิธีควบคุม)

B คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารกรรมวิธีที่ 2-16

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่ติดมาจากแปลงปลูก

นำกล้วยหอมทองดิบที่สมบูรณ์ และไม่เป็นโรค มาตัดเป็นหวีย่อย หวีละ 4 – 5 ผล (ภาพที่ 1) หลังจากนั้นนำหวีกล้วยหอมจุ่มสารความเข้มข้นต่างๆ 16 กรรมวิธี (เช่นเดียวกันกับข้อ 2) เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้ง เรียงใส่ตะกร้าพลาสติก พ่นด้วยสารอีทีฟอน 1.5 ml/l ให้ทั่วผล เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 16 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 4 หวี บันทึกผลการเกิดโรคโดยนับจำนวนผลที่เป็นโรค และความรุนแรงของโรควัดความรุนแรงของโรคโดยวัดพื้นที่ผิวที่แสดงอาการของโรคเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดเฉพาะขั้วหวี แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความรุนแรงของโรค โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรค = [(A – B) / A] x 100

A คือค่าเฉลี่ยของการเกิดโรคของกรรมวิธีควบคุม

B คือค่าเฉลี่ยของการเกิดโรคของกรรมวิธีที่ 2-16

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งความรุนแรงโรค = [(A – B) / A] x 100

A คือค่าเฉลี่ยของความรุนแรงของโรคของกรรมวิธีควบคุม

B คือค่าเฉลี่ยของความรุนแรงของโรคของกรรมวิธีที่ 2-16

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมกล้วยหอมทองดิบที่สมบูรณ์ และไม่เป็นโรค เพื่อใช้ทดสอบสารกลุ่มปลอดภัย

ก) ตัดกล้วยหอมทองให้เป็นหวีย่อย ข) กล้วยหอมทองดิบตัดเป็นหวีย่อย หวีละ 4 – 5 ผล

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่า

3.2.1 ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่า ก่อนจุ่มสารกลุ่มปลอดภัย

นำกล้วยหอมทองดิบที่สมบูรณ์ และไม่เป็นโรค มาตัดหวีย่อย หวีละ 4 – 5 ผล ทำความสะอาดด้วยน้ำผสมคลอรอกซ์ อัตราส่วน 25 ml/l ทิ้งไว้ให้แห้ง ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าที่ทำให้เกิดอาการของโรครุนแรงที่สุด โดยนำชิ้นวุ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้ออายุ 7 วัน วางคว่ำผิวหน้าวุ้นลงที่บริเวณขั้วหวี (ภาพที่ 2ก) เรียงใส่ตะกร้าหุ้มถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 2ข) เมื่อครบกำหนดเวลานำชิ้นวุ้นออก หลังจากนั้นนำหวีกล้วยหอมจุ่มสารความเข้มข้นต่างๆ 16 กรรมวิธี (เช่นเดียวกันกับข้อ 2) เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้ง เรียงใส่ตะกร้าพลาสติก พ่นด้วยสารอีทีฟอน 1.5 ml/l ให้ทั่วผล เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน บันทึกผลการเกิดโรคโดยนับจำนวนผลที่เป็นโรค และความรุนแรงของโรควัดความรุนแรงของโรคโดยวัดพื้นที่ผิวที่แสดงอาการของโรคเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดเฉพาะขั้วหวี แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความรุนแรงของโรค โดยใช้สูตรตามข้อ 3.1

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการปลูกเชื้อราบนขั้วหวีกล้วยหอมทอง
ก) วางชิ้นวุ้นด้านที่มีเชื้อราคว่ำลงที่บริเวณขั้วหวี
ข) กล้วยหอมทองที่ปลูกเชื้อราใส่ในตะกร้า บ่มเชื้อในถุงพลาสติกที่มีความชื้น เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

3.2.2 ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าหลังจุ่มสารกลุ่มปลอดภัย

นำกล้วยหอมทองดิบที่สมบูรณ์ และไม่เป็นโรค มาตัดเป็นหวีย่อย หวีละ 4 – 5 ผล ทำความสะอาดด้วยน้ำผสมคลอรอกซ์ อัตราส่วน 25 ml/l ทิ้งไว้ให้แห้ง นำหวีกล้วยหอมจุ่มสารความเข้มข้นต่างๆ 16 กรรมวิธี (เช่นเดียวกันกับข้อ 2) เป็นเวลา 5 นาที เรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าที่ทำให้เกิดอาการของโรครุนแรงที่สุด โดยนำชิ้นวุ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้ออายุ 7 วัน

วางคว่ำผิวหน้าวุ้นลงที่บริเวณขั้วหวี เรียงใส่ตะกร้าหุ้มถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำชิ้นวุ้นออก พ่นด้วยสารอีทีฟอน 1.5 ml/l ให้ทั่วผล เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 16 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 4 หวี บันทึกผลการเกิดโรคโดยนับจำนวนผลที่เป็นโรค และความรุนแรงของโรควัดความรุนแรงของโรคโดยวัดพื้นที่ผิวที่แสดงอาการของโรคเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดเฉพาะขั้วหวี แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความรุนแรงของโรค โดยใช้สูตรตามข้อ 3.1

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้นตุลาคม 2551 - สิ้นสุดกันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว

เชื้อราที่แยกได้จากขั้วหวีกล้วยหอมทองที่แสดงอาการของโรคขั้วหวีเน่า พบเชื้อราสาเหตุ 5 ชนิด คือ

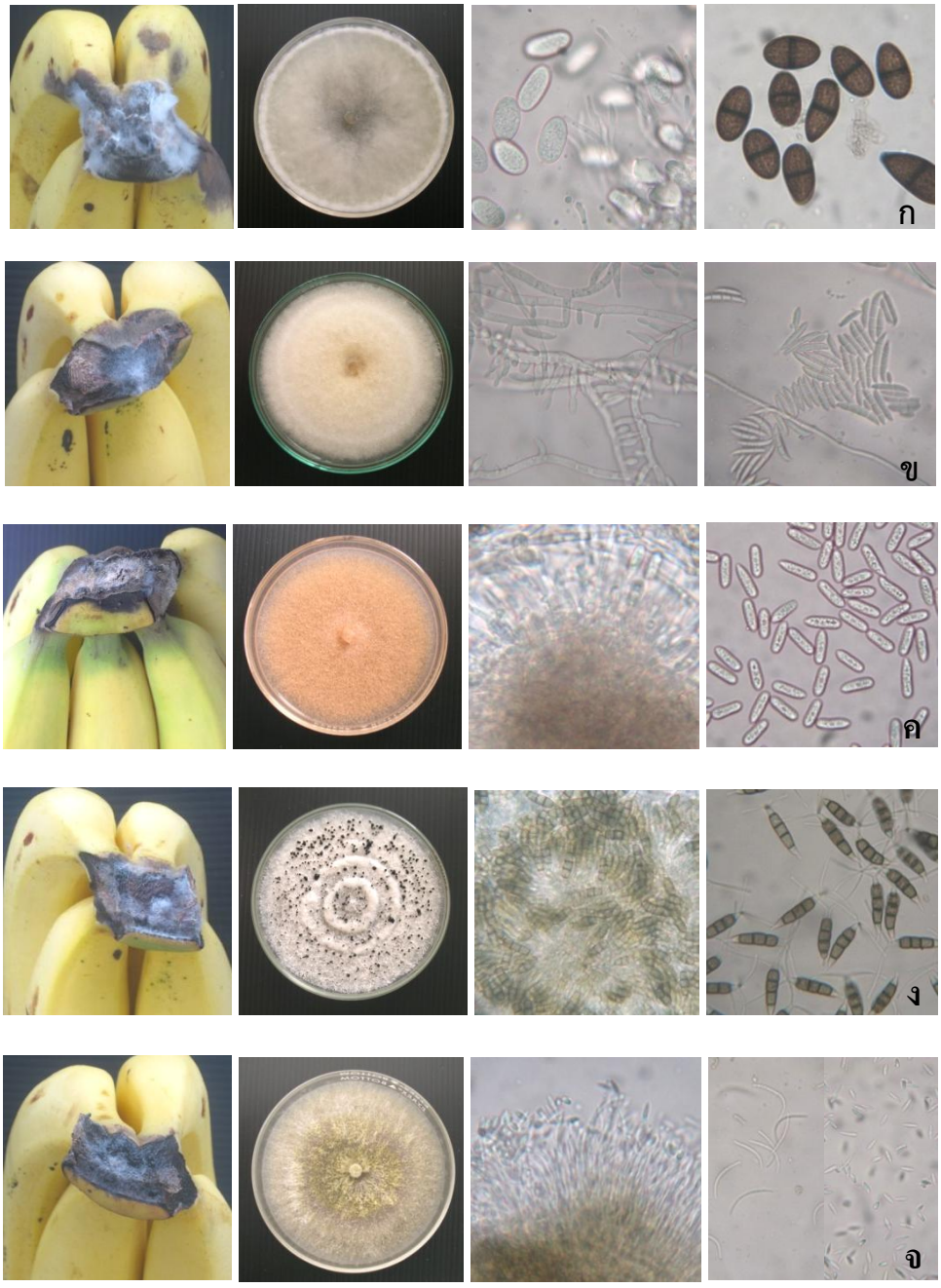
Lasiodiplodia theobromae สร้าง fruiting body แบบ pycnidia ภายในประกอบด้วยเส้นใย paraphyses ใสไม่มีสี รูปร่างทรงกระบอก และ conidia ระยะแรกมีสีใส เซลล์เดียว รูปไข่ถึงยาวรี เมื่อ conidia แก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม มี septate เกิดขึ้นแบ่งเป็นสองเซลล์ ผนังสปอร์ค่อนข้างหนา (ภาพที่ 3ก)

Fusarium oxysporum เชื้อราสร้างสปอร์ 3 แบบ คือ macroconidia รูปร่างโค้งคล้ายพระจันทร์เสี้ยว ใสไม่มีสี มี septum 3-5 อัน microconidia รูปไข่ ยาวรี สั้นป้อม จนถึงรูปทรงกระบอก ใสไม่มีสี มี 1-2 เซลล์ เกิดอยู่บน monophialide รูปร่างคล้ายขวดหรือพินโปว์ลิ่ง ใสไม่มีสี และ chlamydospore รูปไข่หรือทรงกลม ผนังเรียบ เกิดบริเวณส่วนปลายเส้นใย (terminal) และส่วนกลางเส้นใย (intercalary) มักเกิดเดี่ยว (ภาพที่ 3ข)

Colletotrichum musae เชื้อราสร้าง fruiting body แบบ acervulus ลักษณะเป็นรูปถ้วย conidiophores เป็นก้านตรงเซลล์เดียว ใสไม่มีสี เกิดอยู่ใน acervulus ที่ปลาย conidiophores สร้างสปอร์ (conidia) เซลล์เดียว ใสไม่มีสี รูปไข่ ถึงทรงกระบอก หัวท้ายมน ไม่พบ setae (ภาพที่ 3ค)

Pestalotiopsis sp. เชื้อราสร้าง fruiting body แบบ acervulus เชื้อราสร้าง conidia มี 4-6 เซลล์บริเวณกลางเซลล์จะมีสีเข้มที่สุด ส่วนหัวและส่วนท้ายของ conidia จะมีสีอ่อน ปลายทั้งสองด้านของ conidia มีระยางค์ (appendage) ยื่นออกมา ทางส่วนท้ายของเซลล์มีระยางค์ 2-4 เส้น ส่วนใหญ่มี 3 เส้น และที่บริเวณปลายคอนิเดียอีกด้าน มีระยางค์ (basal appendage) 1 เส้น (ภาพที่ 3ง)

Phomopsis sp. เชื้อราสร้าง fruiting body แบบ pycnidia รูปร่างกลม ผนังสีเข้มและแข็ง อาจเกิดอยู่เดี่ยวๆ หรือเกิดเป็นกลุ่ม สร้าง conidia 2 แบบ คือ alpha conidia เซลล์เดียว ใสไม่มีสี รูปร่างแบบ ovoid ถึง fusoid และ beta conidia เซลล์เดียว ใสไม่มีสี รูปร่าง filifrom ส่วนปลายโค้งงอคล้ายตะขอ (ภาพที่ 3จ)



ภาพที่ 3 ลักษณะอาการของโรคและเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง [*Lasiodiplodia theobromae* (ก), *Fusarium oxysporum* (ข), *Colletotrichum musae* (ค), *Pestalotiopsis* sp. (ง), *Phomopsis* sp. (จ)]

ลักษณะอาการของโรค อาการเริ่มแรกจะเป็นแผลสีน้ำตาลขยายไปตามขั้วหวี เชื้อราสามารถเข้าทำลายบริเวณบาดแผลได้อย่างรวดเร็ว แผลขยายเป็นสีดำ สร้างเส้นใยสีขาวเทาบริเวณบาดแผล หลังจากนั้น

เชื้อราสร้างเส้นใยแทงเข้าไปภายในเซลล์เนื้อเยื่อพืช ถ้าอาการรุนแรงจะเน่าลุกลามไปยังผลกล้วย ทำให้ผลกล้วยหลุดร่วงจากขั้วหวี เชื้อรา *L. theobromae* ทำให้เกิดอาการของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองรุนแรงที่สุด เชื้อจะเข้าทำลายทางบาดแผล และสามารถผลิตเอนไซม์ amylase, invertase, protopectinase และ protease เพื่อช่วยในการย่อย sucrose, pectin และ protein จากกล้วย (Chakrabarti and Nandi, 1976) ส่วนเชื้อรา *F. oxysporum, C. musae*, *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ลักษณะอาการของโรคใกล้เคียงกัน เชื้อราเข้าทำลายบาดแผลที่เกิดจากการตัดบริเวณขั้วหวี (ภาพที่ 3)

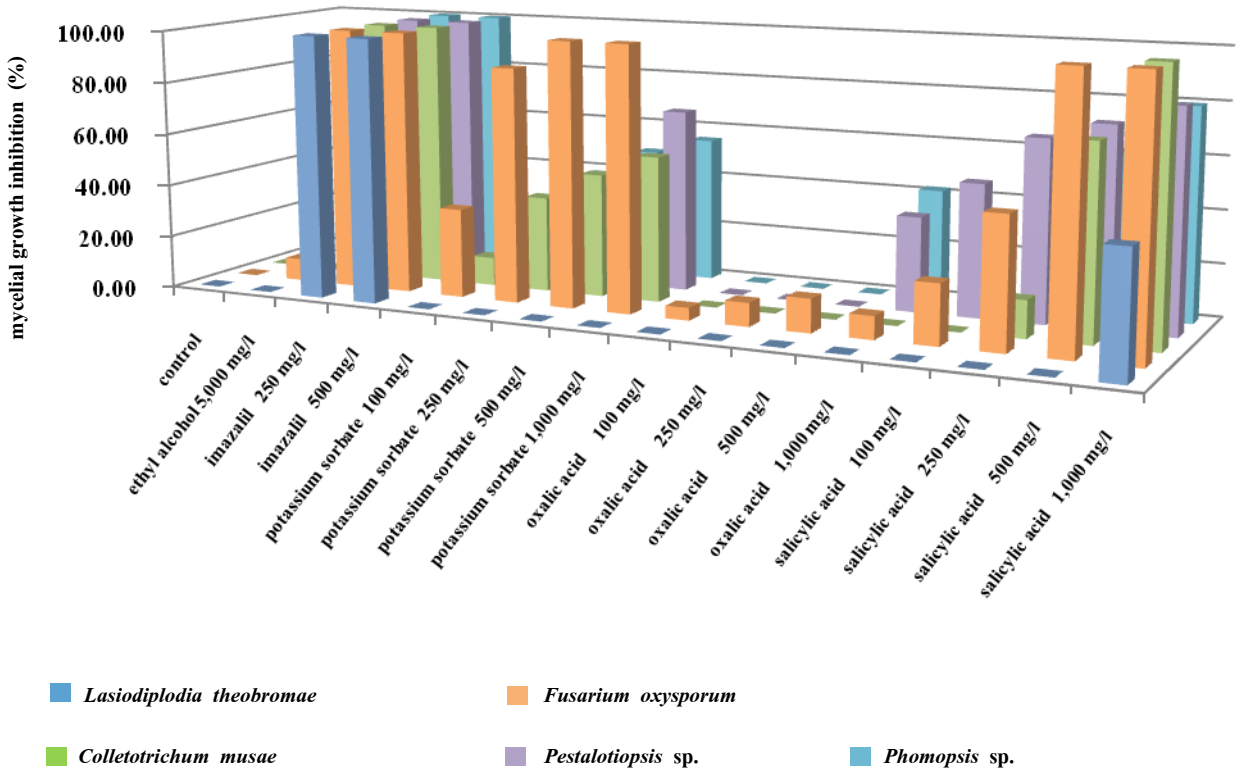
2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง

ศึกษาประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารปลอดภัย 3 ชนิด คือ สาร potassium sorbate, oxalic acid, salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 100, 250, 500 และ 1,000 mg/l ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอม เปรียบเทียบกับ น้ำ และ สาร imazalil 250 และ 500 mg/l พบว่า สารปลอดภัยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองได้ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สาร salicylic acid สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าได้ดีที่สุด รองลงมาคือ สาร potassium sorbate และ สาร oxalic acid

สาร salicylic acid ความเข้มข้น 1,000 mg/l สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าทั้ง 5 ชนิดได้ดีที่สุด โดยยับยั้งเชื้อ *L. theobromae, F. oxysporum*, *C. musae* , *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ได้ 45.67, 100.00, 100.00, 82.35 และ 79.45% ตามลำดับ รองลงมาคือ ความเข้มข้น 500 และ 250 mg/l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา 4 ชนิด ยกเว้นเชื้อ *L. theobromae* ส่วนความเข้มข้น 100 mg/l สามารถยับยั้งเชื้อราได้เพียง 2 ชนิด คือ *F. oxysporum* และ *Pestalotiopsis* sp. (ภาพที่ 4)

สาร potassium sorbate สามารถยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าได้ 4 ชนิด คือ เชื้อ *F. oxysporum*, *C. musae, Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้น ความเข้มข้นสูงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ และสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporum*, ได้ดีกว่าเชื้อราอีก 3 ชนิดทุกระดับความเข้มข้นของสาร สาร potassium sorbate ความเข้มข้น 1,000 mg/l สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *F. oxysporum*, *C. musae, Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ได้ 100.00, 55.22, 69.29 และ 55.11% ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

ส่วนสาร oxalic acid มีประสิทธิภาพน้อยกว่าสารชนิดอื่นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา ความเข้มข้น 1,000 mg/l สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้เพียง 3 ชนิด คือ *F. oxysporum*, *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ได้ 8.68, 35.79 และ 41.89% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นอื่นๆ ของสาร oxalic acid มีประสิทธิภาพต่ำและสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้เพียงชนิดเดียวคือ *F. oxysporum* (ภาพที่ 4) อย่างไรก็ตามสาร imazalil ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมโรคของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราทั้ง 5 ชนิด ได้ 100% (ภาพที่ 4)

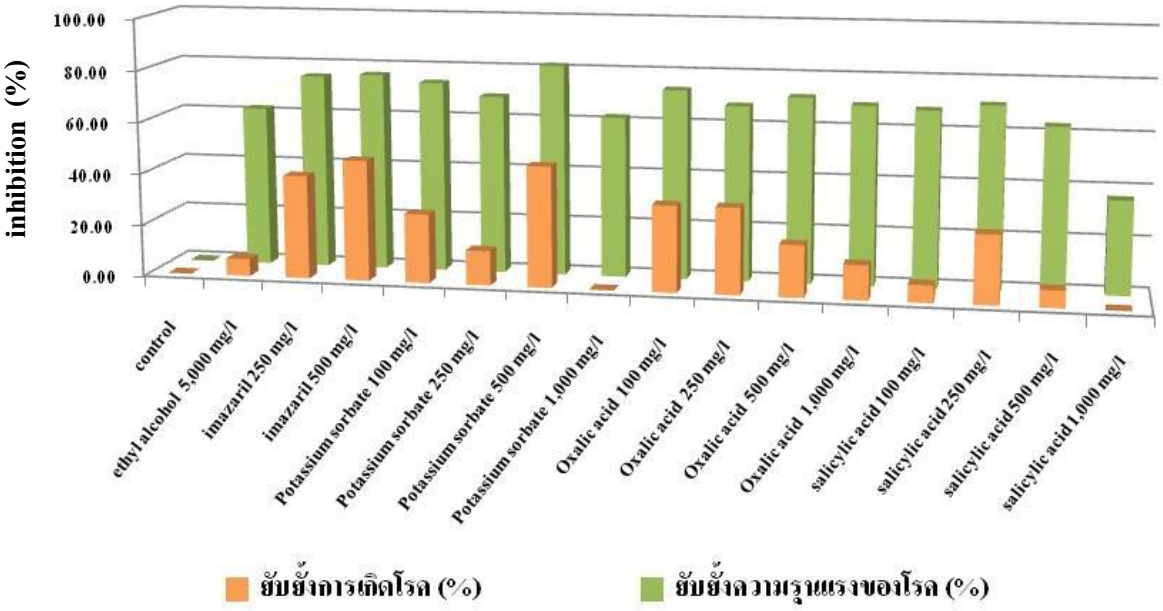


ภาพที่ 4 กราฟแสดงประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา สาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง บนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่ติดมาจากแปลงปลูก

ศึกษาประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย 3 ชนิด คือ potassium sorbate, oxalic acid, salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 100, 250, 500 และ 1,000 mg/l ทดสอบการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมที่ติดมาจากแปลงปลูก พบว่า สารกลุ่มปลอดภัยมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองได้ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สาร potassium sorbate 500 mg/l มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดี สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ 46.67 % และยับยั้งความรุนแรงของโรค 81.65 % รองลงมาคือสาร oxalic acid 100 mg/l และ สาร salicylic acid 250 mg/l ยับยั้งการเกิดโรค 33.33 และ 26.67 % และยับยั้งความรุนแรงของโรค 73.39 และ 70.64 % ตามลำดับ (ภาพที่ 5 และภาพที่ 6) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Palou *et al.* (2002) พบว่า สาร potassium sorbate เป็นสารในกลุ่ม food additive สามารถควบคุมเชื้อรา *Penicillium digitatum* และ *Penicillium italicum* เป็นสาเหตุของโรค green mold ลดการเกิดโรคได้ 70-80 % สาร potassium sorbate จะไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ polygalacturonase ของเชื้อรา *Monilinia laxa* ทำให้ลดการเกิดโรค brown rot ของ stone fruit ได้ถึง 80 % (Gregori *et al.*, 2008)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่ติดมาจากแปลงปลูก เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5วัน

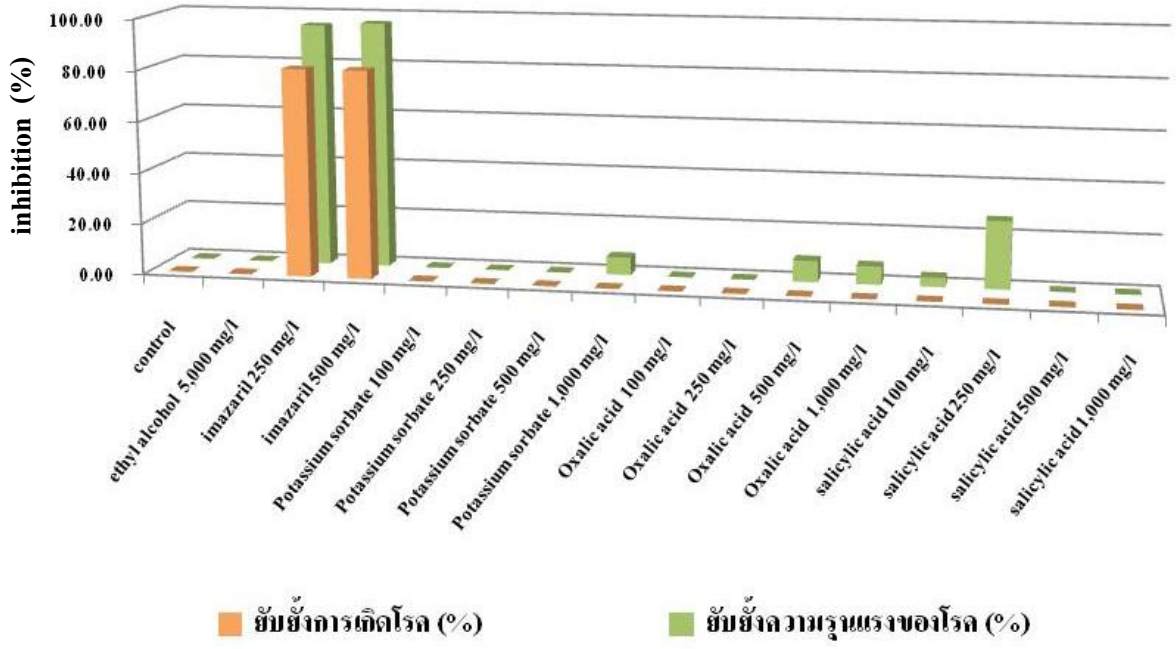
ภาพที่ 6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่ติดมาจากแปลงปลูก เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่า

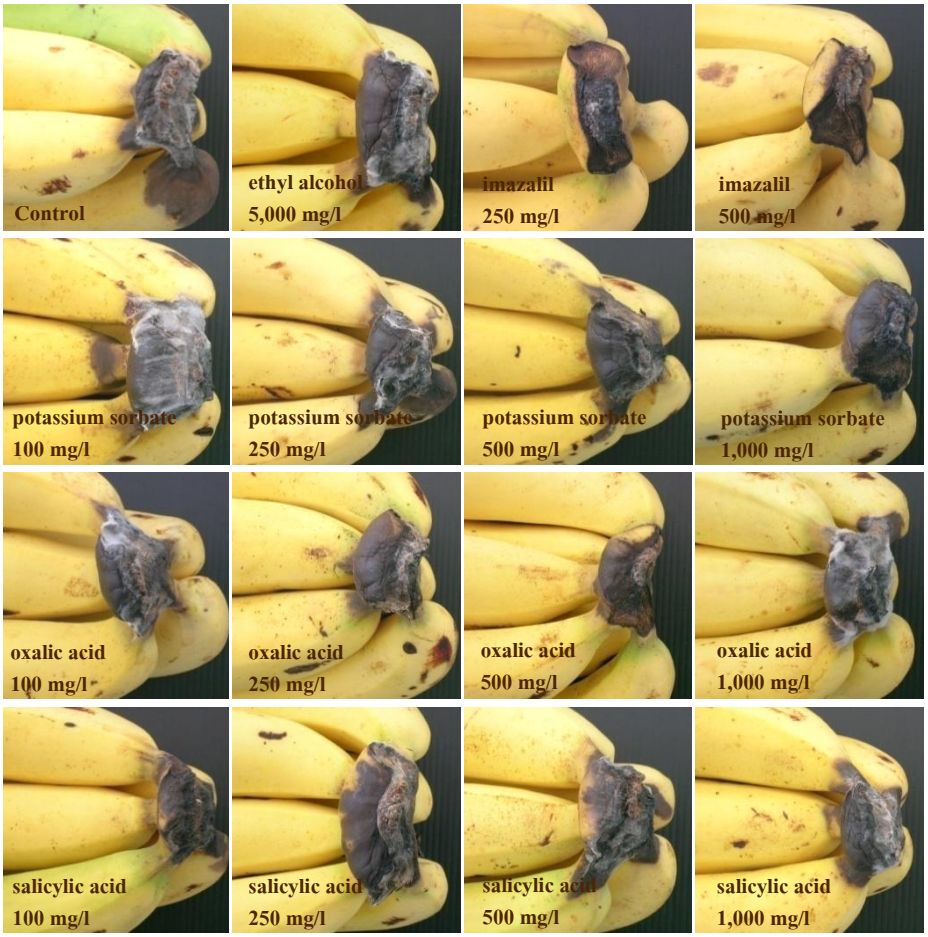
3.2.1 ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่า ก่อนจุ่มสารกลุ่มปลอดภัย

ศึกษาประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อรา *L. theobromae* เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดอาการของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมรุนแรงที่สุด พบว่า สารปลอดภัย 3 ชนิด คือ สาร potassium sorbate, oxalic acid และ salicylic acid ความเข้มข้น 4 ระดับ 100, 250, 500 และ 1,000 mg/l ไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ (ภาพที่ 7 และภาพที่ 8) อาจเนื่องจากเชื้อรา *L. theobromae* เป็นเชื้อที่เจริญอย่างรวดเร็ว เชื้อราจะเข้าทำลายทางบาดแผล ดังนั้นขั้นตอนการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีความสำคัญมาก ถ้าสามารถลดปริมาณการติดเชื้อรามาจากแปลงปลูกหรือปลอดจากเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าก็จะสามารถควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สารกลุ่มปลอดภัยมีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองได้ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สาร salicylic acid 250 mg/l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารปลอดภัยชนิดอื่นและน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ 26.49 % (ภาพที่ 7 และภาพที่ 8) สาร salicylic acid สามารถยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถชักนำให้เกิดความต้านทานในผลไม้ได้อีกด้วย



ภาพที่ 7 กราฟแสดงประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* ก่อนจุ่มสารกลุ่มปลอดภัย เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน

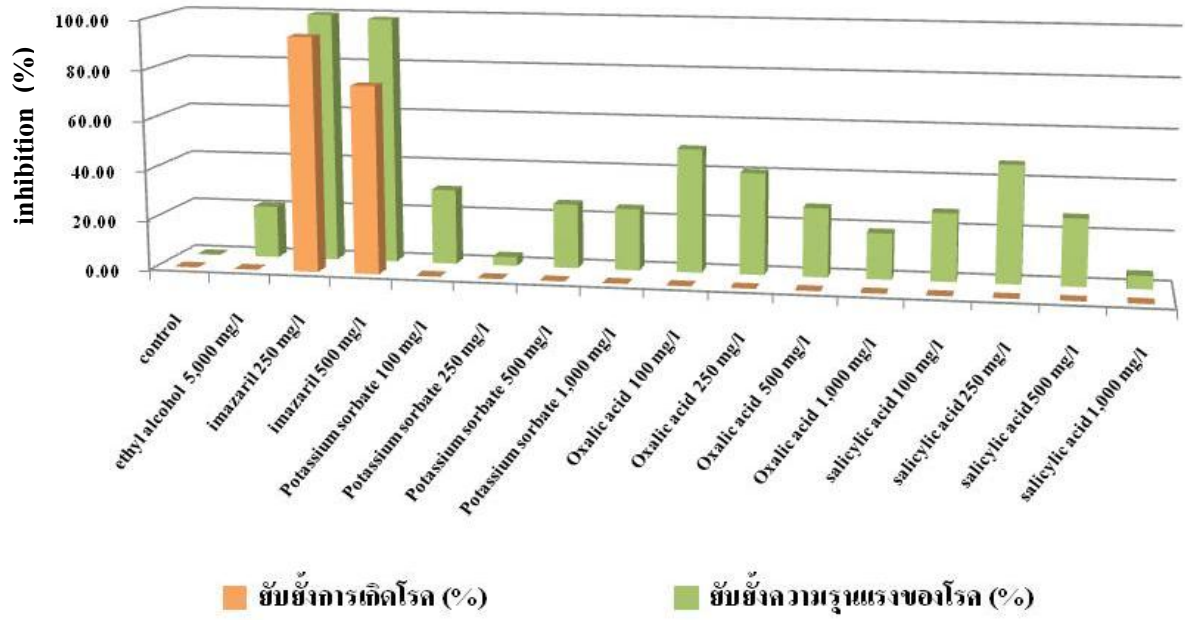


ภาพที่ 8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* ก่อนจุ่มสารกลุ่มปลอดภัยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน

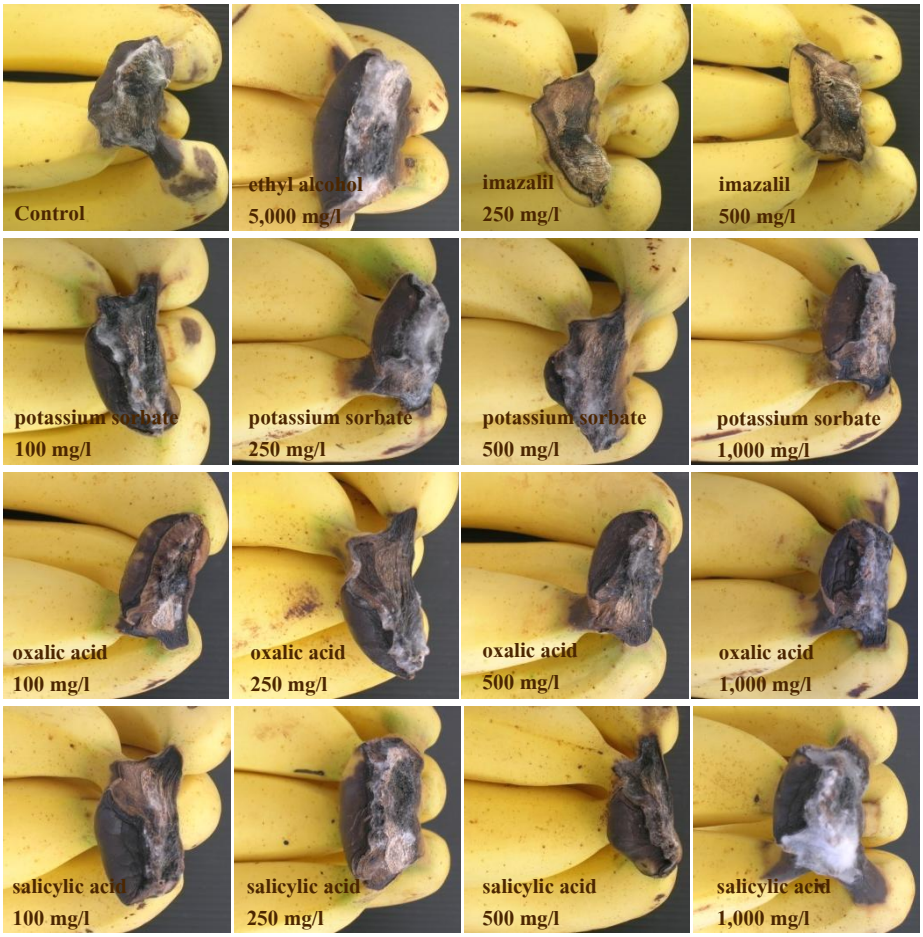
3.2.2 ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าหลังจุ่มสารกลุ่มปลอดภัย

ศึกษาประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง ในการทดสอบครั้งนี้ทำการจุ่มสารปลอดภัยก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นปลูกเชื้อรา *L. theobromae* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดอาการของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองรุนแรงที่สุด พบว่า สารกลุ่มปลอดภัยมีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองได้ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สาร oxalic acid 100 mg/l สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ดีที่สุด รองลงมาคือ salicylic acid 250 mg/l ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ 49.47 และ 40.64 % (ภาพที่ 9 และภาพที่ 10) จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ สาร oxalic acid ความเข้มข้น 100 mg/l และ salicylic acid 250 mg/l มีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง สาร oxalic acid สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *F. oxysporum* ได้เพียงเชื้อเดียว ส่วนสาร salicylic acid สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราได้ 4 ชนิด ยกเว้นเชื้อ *L. theobromae* แสดงว่าสารทั้ง 2 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อราสาเหตุ

โรคได้โดยตรง สาร oxalic acid และ salicylic acid น่าจะเกี่ยวข้องกับกลไกการชักนำให้เกิดความต้านทานในพืช Tian *et al.* (2006) พบว่าสาร oxalic acid และ salicylic acid สามารถกระตุ้นผลแพร์ให้มีการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานต่อเชื้อ *Alternaria alternata* เช่น β-1,3-glucanase, phenylalanine ammonia lyase, peroxidase and polyphenol นอกจากนี้สาร salicylic acid อาจจะเกี่ยวข้องกับระบบ signal transduction ซึ่งจะไปชักนำให้พืชเกิดความต้านทานโดยการสร้างสารต่างๆ เช่น polyphenols alkaloids หรือ pathogenesis-related (PR) proteins (Hahlbrock and Scheel, 1989) สาร oxalic acid 100 mg/l และ สาร salicylic acid 250 mg/l มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าที่ติดมาจากแปลงปลูกอีกด้วย จากผลการทดลองนี้แสดงว่า สารทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถกระตุ้นให้กล้วยหอมทองต้านทานต่อเชื้อราที่เข้าทำลาย ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย ได้กล้วยหอมทองปลอดสารพิษเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ



ภาพที่ 9 กราฟแสดงประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* หลังจุ่มสารกลุ่มปลอดภัย เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่เกิดจากการปลูกเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* หลังจุ่มสารกลุ่มปลอดภัยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

โรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองเกิดจากเชื้อราสาเหตุ 5 ชนิด คือ *Lasiodiplodia theobromae, Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum musae, Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. เชื้อราจะเข้าทำลายบริเวณขั้วหวีทำให้เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีดำ เน่าลุกลามสู่ก้านของผลทำให้ผลหลุดร่วงได้ง่าย คุณภาพของกล้วยหอมทองลดลง โดยที่เชื้อรา *L. theobromae* เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดอาการขั้วหวีเน่ารุนแรงกว่าเชื้อชนิดอื่น

การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองโดยสารกลุ่มปลอดภัย สาร salicylic acid มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือสาร potassium sorbate และ oxalic acid สาร salicylic acid ความเข้มข้น 1,000 mg/l เพียงความเข้มข้นเดียวที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่าได้ทั้ง 5 ชนิด โดยยับยั้งเชื้อ *L. theobromae, F. oxysporum*, *C. musae* , *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. สาร potassium sorbate สามารถยับยั้งเชื้อราได้ 4 ชนิด ยกเว้น *L. theobromae* ประสิทธิภาพ

ของสาร potassium sorbate ขึ้นกับความเข้มข้นของสาร ความเข้มข้นสูงมีประสิทธิภาพสูงกว่าความเข้มข้นของสารต่ำ ส่วนสาร oxalic acid มีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารชนิดอื่น สาร oxalic acid ความเข้มข้น 1,000 mg/l สามารถยับยั้งเชื้อราได้ 3 ชนิด คือ *F. oxysporum*, *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ส่วนความเข้มข้น 500, 250 และ 100 สามารถยับยั้งเชื้อราได้เพียงชนิดเดียว คือ *F. oxysporum*

สารกลุ่มปลอดภัยทั้ง 3 ชนิด คือ potassium sorbate, oxalic acid และ salicylic acid มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง โดยสาร potassium sorbate 500 mg/l มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองที่ติดมาจากแปลง ในงานวิจัยนี้เชื้อที่ติดมาจากแปลงปลูก ส่วนใหญ่เป็นเชื้อรา *F. oxysporum* สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ถึง 81.65 % และจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ potassium sorbate มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporum* ส่วนโรคขั้วหวีเน่าที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *L. theobromae* การควบคุมโรคโดยสาร oxalic acid 100 mg/l และ สาร salicylic acid 250 mg/l มีประสิทธิภาพในควบคุมโรคได้ดี เนื่องจากสารทั้ง 2 ชนิดนี้ สามารถกระตุ้นให้พืชเกิดความต้านทานต่อโรคได้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นควรมีการจัดการที่ดีตั้งแต่ก่อนเก็บเกี่ยว หรือในแปลงปลูก เช่น ลดปริมาณของเชื้อราสาเหตุของโรคขั้วหวีเน่าโดยการเก็บต้นกล้วยที่ตาย หรือ เศษซากพืชที่เป็นโรคนำไปทำลายนอกแปลงปลูก และมีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี และเมื่อนำสารปลอดภัยมาใช้ในการควบคุมโรค จะทำให้ได้กล้วยหอมทองที่มีคุณภาพดี ปลอดสารเคมีที่เป็นพิษ ช่วยลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค และยังลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากใช้สารปลอดภัยในปริมาณน้อย เพิ่มศักยภาพในการส่งออกกล้วยหอมทองไปต่างประเทศมากขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ทราบชนิดเชื้อราสาเหตุที่สำคัญของโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทอง และลักษณะสำคัญทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา สามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อจัดจำแนกเชื้อราในผลไม้ชนิดอื่น เพราะเชื้อราสาเหตุโรคขั้วหวีเน่านี้มีพืชอาศัยหลายชนิด
2. จากลักษณะอาการของโรคขั้วหวีเน่า ทำให้ทราบเชื้อราสาเหตุในเบื้องต้นโดยแบ่งเป็น เชื้อราสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการโรคขั้วหวีเน่ารุนแรงคือ เชื้อรา *L. theobromae* และเชื้อราสาเหตุที่ไม่ทำให้เกิดโรครุนแรงคือ เชื้อรา *F. oxysporum*, *C. musae* , *Pestalotiopsis* sp. และ *Phomopsis* sp. ทำให้สามารถวางแผนและแนวทางควบคุมโรคได้อย่างถูกต้อง
3. ผลของสารกลุ่มปลอดภัยใช้ในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าเกิดจากเชื้อรา *L. theobromae* พบว่า การใช้สาร oxalic acid 100 mg/l และ salicylic acid 250 mg/l จุ่มสาร 5 นาที ให้ผลดีในการควบคุมโรค เป็นการใช้สารปริมาณน้อย ประหยัดต้นทุนการผลิต ส่วนโรคขั้วหวีเน่ามีสาเหตุจากเชื้อรา *Fusarium* sp. และเชื้อราที่ไม่แสดงอาการของโรครุนแรง พบว่า การใช้สาร potassium sorbate 500 mg/l จุ่มสาร 5 นาที ให้ผลดีในการควบคุมโรค

4. ผลจากการทดลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลไม้ชนิดอื่นได้ เนื่องจากเชื้อรา *L. theobromae* เป็นเชื้อราสาเหตุของโรคผลเน่าของผลไม้หลายชนิด เช่น โรคขั้วผลเน่าของมะม่วง โรคผลเน่าของมังคุด เป็นต้น

5. การใช้สารปลอดภัย ช่วยลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2553. **กล้วย ผลไม้ส่งเสริมเศรษฐกิจ** แหล่งที่มา : *swu141km.swu.ac.th/index* 16 /12/ 2553

ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2548. ผลของกรดซาลิไซลิคต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. **ว. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว.** 4(2): 2-5.

Anonymous. 2012. Genetally Recognized as Safe (GRAS) Fda.gov. http://www.fda.gov/Food/FoodKngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/default.htm. 6/9/2009

Castafier, M., M.I. Gil, F. Artes. 1997. **Organic acids as browning inhibitors on harvested "Baby" lettuce and endive.** Z. Lebensm. Unters. Forsch. A 205: 375-379

Chakrabarti, N. and B. Nandi. 1976. Qualitative estimation of enzyme in *Botryodiplodiatheobromae* in culture. **Indian Phytopath.** 29: 431-432.

Gregori R, F Borsetti, F Neri, M. Mari, P. Bertolini. 2008. Effects of potassium sorbate on postharvest brown rot of stone fruit. J Food Prot. 71 : 1626-1631.

Hahlbrock, K. and D. Scheel. 1989. Physiology and molecular biology of phenylpropanoid metabolism. **Annu. Rev. Plant Phys.** 40: 347-369.

Jones, D.R. 2000. Diseases of Banana, Abac'a and Enset. CABI Publishing, UK.

Palou, L., Usall, J., Smilanick, J. L., Aguilar, M. J. and Vinas, I., 2002. Evaluation of food additives and low-toxicity compounds as alternative chemicals for the control of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruit. **Pest Management Science.** 58: 459-466

Qin, G.Z., Tian, S.P., Xu, Y., Wan. Y.K., 2003. Enhancement of biocontrol efficacy of antagonistic yeasts by salicylic acid in sweet cherry fruit. **Physiol. Mol. Plant pathol**. 62: 147-154.

Snowdon, A.L. 1990. **A Color Atlas or Post-harvest Diseases and isorders of Fruits and Vegetables. Vol. 1: General Introduction and Fruits.** CRC Press, Boca Raton, Flor Dida. P. 126-127.

Sofos, J.N., Busta, F.F., 1993. Sorbic acid and sorbates. *In*: Davidson, P.M., Branen, A.L. (Eds.), **Antimicrobials in Foods**, Second ed. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, pp. 49–94.

Tian, S., Y. Wan, G.Z. Qin and Y. Xu. 2006. Induction of defense responses against *Alternaria* rot by different elicitors in harvested pear fruit. **Applied Microbial and Cell Physiology** 70 :726-734.