รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตร

2. โครงการวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปลอดภัย

กิจกรรมที่ 1 : การควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวด้วยสารกลุ่มปลอดภัยและสารกำจัดราด้วยวิธีปลอดภัย

3. ชื่อการทดลองที่ 1.6 : การควบคุมโรคแอนแทรคโนสในกระบวนการผลิตพริกขี้หนูหลังเก็บเกี่ยวโดยการชักนำความต้านทาน

ชื่อการทดลองที่ 1.6 : Resistant induction of chilli anthracnose disease after harvest by Generally Recognized as Safe (GRAS)

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาววีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย กวป.

ผู้ร่วมงาน : นางสาวบุญญวดี จิระวุฒิ กวป.

ผู้ร่วมงาน : นางรัตตา สุทธยาคม กวป.

5. บทคัดย่อ

โรคแอนแทรคโนสของพริก มีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum* sp. เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้คุณภาพของพริกลดลง อายุการเก็บรักษาสั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก พบว่า วิธีการแช่ผลพริกในกรดซาลิไซลิก 500 มก./ล. เป็นเวลา 3 นาที และวิธีการพ่นกรดซาลิไซลิก 500 มก./ล. ลงบนผลพริกให้ทั่ว เก็บรักษาผลพริกนาน 21 วัน ที่อุณหภูมิ 15°C ให้ผลการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา สามารถเลือกใช้วิธีการพ่นหรือวิธีการแช่ผลพริกด้วยกรดซาลิกไซลิกวิธีการใดก็ได้ ส่วนระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสและชักนำความต้านทานในผลพริกพบว่า กรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก 500 มล./ล. หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และกรรมวิธีที่แช่ผลพริกหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน การเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคต่ำ สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี การเกิดโรค 6.20 6.70 และ 6.70% ตามลำดับ ดัชนีการเกิดโรค 1.80 1.80 และ 1.80% ตามลำดับ สัมพันธ์กับการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนส ซึ่งมีค่าสูงสุด คือมีค่าเท่ากับ 1.07 1.05 และ 1.05 units/mg protein ตามลำดับ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง คือ 153.35 151.76 และ 142.32 mg/100g fresh weight เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที พบการเกิดโรค 17.20% ดัชนีการเกิดโรค 4.40% การชักนำการสร้างเอนไซมไคติเนส 0.53 units/mg protein และมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด 78.41 mg/100g fresh weight เมื่อนำมาทดสอบคุณภาพ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก 500 มล./ล. เป็นเวลา 3 นาที หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที เก็บรักษาผลพริกนาน 28 วัน ที่อุณหภูมิ 10 °C สามารถลดการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคในผลพริก นอกจากนี้ยังสามารถรักษาค่าความสว่างและค่าสีเขียว-แดง (a-value) ได้ดี ส่วนการสูญเสียน้ำหนัก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

คำหลัก: พริก, การกระตุ้นความต้านทาน, สารปลอดภัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Abstract

Anthracnose disease caused by *Colletotrichum* sp. is a major problem of chilli which reduced both its quality and shelf life. The objective of this study was to determine the appropriate method and duration application of generally recognized as safe (GRAS) for controlling anthracnose disease in chilli. The results showed that soaking chilli in salicylic acid at 500 mg/l for 3 min and spraying salicylic acid 500 mg/l on chilli stored at 15ºC for 21 days were the most two appropriate treatments to control the disease. Afterthat, effects of the GRAS treatments and age of chilli after harvest on controlling anthracnose disease and induce anthracnose disease resistance were studied. We found that spraying and soaking chilli with salicylic acid at 500 mg/l with chilli age of 0 day and 1 day after harvest showed low disease incidence 6.20, 6.70 and 6.70% respectively disease index 1.80, 1.80 and 1.80% respectively and induced the highest chitinase activity at 1.07, 1.05 and 1.05 units/mg protein respectively and total phenolic content 153.35, 151.76 and 142.32 mg/100g fresh weight respectively. Whilst, soaking chilli 0 day after harvest in water (control) was found the disease incidence 17.20% disease index 4.40% induced chitinase activity 0.53 units/mg protein and total phenolic content 78.41 mg/100g fresh weight. The disease incidence and disease index of chilli sprayed and soaked in salicylic acid 500 mg/l for 3 min stored at 10ºC for 28 days were low with accepted visual appearance. Skin lightness and red color (a*) of salicylic acid treated chilli remained similar level of day 0 of storage. However, there was no significant difference in weight loss.

Keywords: chilli, induce resistance, Generally Recognized as safe

6. คำนำ

พริก จัดอยู่ในวงศ์ Capsicum เป็นพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ปัญหาสำคัญของการปลูกพริกคือการเกิดโรคต่างๆ ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลง โดยโรคที่ก่อให้เกิดปัญหากับการผลิตพริกมากและพบการระบาดทั่วประเทศคือโรคแอนแทรคโนส (anthracnose) หรือโรคกุ้งแห้ง สาเหตุเกิดจากเชื้อราในสกุล *Colletotrichum* เชื้อสาเหตุสามารถถ่ายทอดจากผลพริกที่เป็นโรคสู่เมล็ดและต้นกล้าได้ รวมทั้งสามารถเข้าทำลายพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต เมื่อระบาดอย่างรุนแรงทำให้ผลผลิตลดลงถึง 50% (Pakdeevaraporn *et al*., 2005; Than *et al*., 2006) นอกจากนี้เชื้อดังกล่าวสามารถเข้าทำลายแบบแฝงอยู่กับผลพริกและอาการจะปรากฏขึ้นมาในขณะขนส่งหรือวางตลาด (บุญญวดี, 2540) ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนส ซึ่งอาจส่งผลให้เชื้อสาเหตุเกิดการกลายพันธุ์ มีความต้านทานต่อสารเคมี ก่อให้เกิดผลตกค้างในผลพริก อีกทั้งยังทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ปัจจุบันได้มีการนำเอาความรู้ทางด้านการใช้สิ่งกระตุ้น (elicitor) ทั้งสิ่งมีชีวิต (biotic) และสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic) มาชักนำให้เกิดความต้านทานโรคในพืช เพื่อลดปัญหาการใช้สารเคมี การชักนำให้เกิดความต้านทานในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่เป็นขบวนการทางชีวเคมี เช่น การสร้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

ไฟโตอเล็กซิน (phytoalexin) และการสังเคราะห์พีอาร์-โปรตีน (PR- proteins) จากข้อมูลงานวิจัยเรื่อง การกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรคโนสของพริกขี้หนูหลังการเก็บเกี่ยวโดยสารปลอดภัย พบว่าการแช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. นาน 3 นาที และบ่มกระตุ้นความต้านทานบนผลพริก 12 ชั่วโมง สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดีที่สุด มีขนาดแผลเล็กที่สุด เท่ากับ 0.26 ซม. สัมพันธ์กับการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสที่มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.65 units/mg protein ซึ่งเอนไซม์ไคติเนส มีคุณสมบัติในการย่อยผนังเซลล์ของเชื้อรา ส่งผลให้เชื้อราไม่สามารถเจริญต่อไปได้ (วีรภรณ์ และคณะ, 2561) แต่อย่างไรก็ตาม บางครั้งเกษตรกรไม่สามารถแช่ผลพริกได้ทันทีหลังเก็บเกี่ยวตามคำแนะนำ เนื่องจากเมื่อเกษตรกรเก็บพริกจากแปลงปลูกจะทำการคัดเลือกเบื้องต้นเพื่อให้ได้คุณภาพตรงตามที่บริษัทกำหนด จากนั้นบริษัทจะรับผลผลิตพริกที่แปลงเกษตรกรเพื่อขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุรวมใช้เวลา 1-2 วัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อหาวิธีการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมและระยะเวลาสำหรับการใช้สารกลุ่มปลอดภัยภายหลังจากเก็บเกี่ยว เช่น หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที หลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน และหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 2 วัน เพื่อให้ผลพริกสามารถชักนำความต้านทานในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส ซึ่งการทดสอบในช่วงเวลาดังกล่าว เพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท
2. กรดซาลิไซลิก สารเคมีโพรคลอราช
3. เอทิล แอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) และเมทานอล (methanol) 70 %
4. ตู้เขี่ยเชื้อ ยี่ห้อ Hitashi รุ่น CCV-881
5. หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) ยี่ห้อ Hirayama รุ่น HA30
6. อาหารเลี้ยงเชื้อรา potato dextrose agar (PDA)
7. เครื่องสเปคโตรมิเตอร์ (spectrophotometer)
8. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Miniscan EZ
9. กล้องจุลทรรศน์ (light microscope) ยี่ห้อ Olympus รุ่น H52601

10 กล้องจุลทรรศน์ แบบสเตอริโอ (stereo microscope) ยี่ห้อ Olympus microscope รุ่น PM10

11. ไมโครปิเปตต์ (micropipette) และไมโครปิเปตต์ทิป (micropipette tip)
12. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Mettler รุ่น PL1502-S

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการ

1. ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยว ต่อการชักนำการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก

1.1 ทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก

นำผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ระยะผลสีแดงจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา มาทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพ โดยทดสอบ 2 วิธี คือ การแช่ผลพริกในกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. เป็นเวลา 3 นาที และการพ่นกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. ลงบนผลพริก เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีโพรคลอราซ ความเข้มข้น 250 มก./ล. และทดสอบระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก โดยทดสอบ 3 ระยะเวลา คือ การใช้สารปลอดภัยกับผลพริกภายหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที การใช้สารปลอดภัยกับผลพริกภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน และการใช้สารปลอดภัยกับผลพริกภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 2 วัน

สารปลอดภัยและความเข้มข้นที่เหมาะสมที่นำมาทดสอบในการศึกษาครั้งนี้ มาจากผลการทดลองเรื่อง **“การกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรคโนสของพริกขี้หนูหลังการเก็บเกี่ยวโดยสารปลอดภัย”** (วีรภรณ์ และคณะ, 2561) พบว่า กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. บ่มกระตุ้นความต้านทานบนผลพริก 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ดี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 12 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 25 ผล บรรจุผลพริกในถาดโพลิโพรพิลีน (PP) หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลิเอธิลีน (PE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 21 วัน

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (แช่น้ำ) หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร
กรรมวิธีที่ 2 พ่นกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร
กรรมวิธีที่ 3 แช่กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร
กรรมวิธีที่ 4 แช่โพรคลอราซ ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร
กรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีควบคุม (แช่น้ำ) หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 1 วัน
กรรมวิธีที่ 6 พ่นกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 1 วัน
กรรมวิธีที่ 7 แช่กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 1 วัน
กรรมวิธีที่ 8 แช่โพรคลอราซ ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 1 วัน
กรรมวิธีที่ 9 กรรมวิธีควบคุม (แช่น้ำ) หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 2 วัน
กรรมวิธีที่ 10 พ่นกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 2 วัน
กรรมวิธีที่ 11 แช่กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 2 วัน
กรรมวิธีที่ 12 แช่โพรคลอราซ ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกร 2 วัน

<u>บันทึกข้อมูล</u> วันที่ 7 14 และ 21 วัน ของการเก็บรักษา

1) การเกิดโรค (เปอร์เซ็นต์) โดยการนับจำนวนผลพริกที่แสดงอาการโรคต่อจำนวนผลพริกทั้งหมด

กรมวิชาการเกษตร

นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค= (จำนวนผลพริกที่เป็นโรค/จำนวนผลพริกทั้งหมด) ×100

2) ความรุนแรงของโรคโดยวัดพื้นที่ผิวที่แสดงอาการของโรคเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมด ประเมินการเกิดโรค โดยแบ่งระดับความรุนแรง เป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0= ไม่แสดงอาการของโรค

ระดับ 1= พบแผลสีน้ำตาลบนผลพริก = 1- 5%

ระดับ 2=พบแผลสีน้ำตาลบนผลพริก = 6- 10%

ระดับ 3=พบแผลสีน้ำตาลบนผลพริก = 11- 15%

ระดับ 4=พบแผลสีน้ำตาลบนผลพริก > 30%

จากนั้นคำนวณดัชนีการเกิดโรค (Disease index) ตามสูตรดังนี้ (ดัดแปลงจาก จันจิรา, 2550)

$$\% \text{ Disease Index} = \frac{(na \times 0) + (nb \times 1) + (nc \times 2) + (nd \times 3) + (ne \times 4) \times 100}{N \times 4}$$

เมื่อ na = จำนวนผลพริกที่มีระดับความรุนแรงเท่ากับ 0

nb = จำนวนของผลพริกที่มีระดับความรุนแรงเท่ากับ 1

nc = จำนวนของผลพริกที่มีระดับความรุนแรงเท่ากับ 2

nd = จำนวนของผลพริกที่มีระดับความรุนแรงเท่ากับ 3

ne = จำนวนผลพริกที่มีระดับความรุนแรงเท่ากับ 4

N = จำนวนผลพริกทั้งหมด

เมื่อคำนวณได้ค่าดัชนีของการเกิดโรค (Percent Disease index) แล้วจึงแบ่งระดับความรุนแรงของการเกิดโรคออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. ระดับที่ไม่แสดงอาการของโรคหรือไม่เกิดโรคเลย (nil) มีค่าดัชนีของการเกิดโรคเท่ากับ 0%
2. ความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับต่ำ (low) ค่าดัชนีของการเกิดโรคเท่ากับ 1-5%
3. ความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับปานกลาง (medium) ค่าดัชนีของการเกิดโรคเท่ากับ 6-10%
4. ความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับมาก (high) ค่าดัชนีของการเกิดโรคเท่ากับ 11-15%
5. ความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับมากที่สุด (very high) ค่าดัชนีของการเกิดโรคมากกว่า 30%

1.2 ทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการชักนำกิจกรรมเอนไซม์ไคติเนส

นำผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ระยะผลสีแดงจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา ที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ (เช่นเดียวกับข้อ 1.1) เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริกขี้หนู เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำผลพริกมาผ่าเอาเมล็ดออก เก็บผลพริกในตู้เย็นที่อุณหภูมิ –20°C สำหรับทดสอบเอนไซม์ไคติเนส โดยวิธีการตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนส (ดัดแปลงจากวิธีการของ El Ghaouth *et al*., 2003)

<u>การสกัดเปลือกพริกเพื่อวิเคราะห์เอนไซม์ไคติเนส</u>

ลิขสิทธิ์การเกษตร

นำผลพริกที่ผ่าเอาเมล็ดออก 10 กรัม นำมาบดในเครื่องบด (blender) เติม 50 mM sodium acetate buffer, pH 5.0 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยง 10,000 *g* ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใส ที่ได้มาทำให้ตกตะกอน โดยการเติมอะซิโตน (acetone) เข้มข้น 60% (v/v) นำไปไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ–20°C นาน 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำไปปั่นเหวี่ยงต่อที่ 12,000 *g* ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 30 นาที จะได้ส่วนตกตะกอนที่มีความชัดเจนยิ่งขึ้นเทส่วนเหลวด้านบนทิ้งทำการล้างตะกอนที่ได้ 3 ครั้ง ด้วยอะซิโตน เข้มข้น 60% (v/v) หลังจากนั้นจึงเก็บตะกอน (pellet) ที่ได้ใน 50 mM sodium acetate buffer, pH 5.0 ปริมาตร 0.75 มิลลิลิตร ก่อนจะนำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C เพื่อใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์ต่อไปและตรวจสอบความเข้มข้นของโปรตีนได้ตาม วิธีการของ (Bradford, 1976)

<u>การวิเคราะห์เอนไซม์ไคติเนส</u>

ดูดสารละลายเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มี 1% swollen chitin 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และนำไปบ่มให้เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ 50°C เป็นเวลา 60 นาที หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการนำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นลง ตั้งทิ้งไว้จนตกตะกอน ดูดส่วนใส (supernatant) ไปวิเคราะห์หาปริมาณ N-acetylglucosamine (NAG) ที่เกิดขึ้น โดยดูดสารละลายข้างต้น 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบ เติมสารละลาย 0.8M Potassium tetraborate ($K_2B_4O_7$) ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที ทำให้เย็นลงทันที เติมสารละลาย 4-Dimethylaminobenzaldehyde (DMAB) 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 20 นาที นำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 585 nm ด้วยเครื่องสเปคโตรมิเตอร์ (spectrophotometer) ภายใน 10 นาที คำนวณหา NAG ที่เกิดขึ้นโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

*1 หน่วยของกิจกรรมเอนไซม์คือปริมาณเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร ที่ทำให้เกิด NAG 1 ไมโครกรัม ในเวลา 1 นาที

<u>บันทึกข้อมูล</u> กิจกรรมของเอมไซม์ไคติเนสที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

1.3 ทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

นำผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ระยะผลสีแดงจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา ที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ (เช่นเดียวกับข้อ 1.1) เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริกขี้หนู เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำผลพริกมาผ่าเอาเมล็ดออก เก็บผลพริกในตู้เย็นที่อุณหภูมิ –20°C สำหรับทดสอบสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธีการวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ดัดแปลงจากวิธีการของ Singleton and Rossi, (1965) และ Ketsa and Atantee (1998)

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการสกัดสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

นำพริกใส่ในโกร่งบดแช่เย็นที่มีสารละลายสกัด ในอัตราส่วนน้ำหนักของเนื้อผลต่อปริมาณสารละลายสกัด เท่ากับ 1:4 ซึ่งสารละลายสกัดคือเอทานอล (ethanol) ความเข้มข้น 80% นำไปปั่นเหวี่ยงต่อที่ 12,000 *g* ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 20 นาที เก็บเฉพาะของเหลวใส (supernatant) เพื่อใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์ต่อไปในขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

นำสารละลายเอนไซม์ที่ได้ไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นลง 10 เท่า ดูดสารละลายเอนไซม์ที่เจือจาง 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มีสารละลาย 10% folin-ciocalteu's phenol reagent 10 มิลลิลิตร วางที่อุณหภูมิห้องนาน 8 นาที จากนั้นเติม 7.5% sodium carbonate (Na_2CO_3) 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน วางที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง นำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm ด้วยเครื่องสเปคโตรมิเตอร์ คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดที่ได้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (mg/100 g fresh weight)

บันทึกข้อมูล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

2. ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลพริกขี้หนู

นำผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ระยะผลสีแดงจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา ที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ (เช่นเดียวกับข้อ 1.1) บรรจุผลพริกในถาดโพลิโพรพิลีน (PP) หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลิเอธิลีน (PE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C นาน 28 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 12 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำๆ 25 ผล เพื่อดูคุณภาพของผลพริกหลังการใช้สารปลอดภัย

บันทึกข้อมูล วันที่ 7 14 21 และ 28 วัน ของการเก็บรักษา

1) การเกิดโรค (เปอร์เซ็นต์) โดยการนับจำนวนผลพริกที่แสดงอาการโรคต่อจำนวนผลพริกทั้งหมด นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยใช้สูตร (เช่นเดียวกับข้อ 1.1)

2) ความรุนแรงของโรคโดยวัดพื้นที่ผิวที่แสดงอาการของโรคเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยใช้หลักการประเมินความรุนแรงของโรค (เช่นเดียวกับข้อ 1.1)

3) การสูญเสียน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนักของผลพริกก่อนและหลังการเก็บรักษา นำมาคำนวณร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา})}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

4) การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลพริกขี้หนู วัดสีผลพริกขี้หนูด้วยเครื่องวัดสี (Hunter lab รุ่น Miniscan EZ) ในการวัดใช้หัววัดแนบให้สัมผัสกับผิวของผลพริกขี้หนู โดยวาง probe ให้ตั้งฉากกับผลพริกขี้หนู

5) ความแน่นเนื้อ (Firmness) ของพริกขี้หนู โดยใช้เครื่อง texture analyzer ยี่ห้อ Chatillon รุ่น 10 LBF ประเทศสหรัฐอเมริกา หัววัดขนาด 6 มิลลิเมตร โดยวางหัววัดให้ตั้งฉากกับผลพริกกดลงบนเปลือกบริเวณกลางผล และตั้งระยะทางให้หัวกดแทงทะลุลงไปในผลพริก เท่ากับ 5 มิลลิเมตร รายงานผลเป็นหน่วยนิวตัน

กรมวิชาการเกษตร

เวลาและสถานที่ - ระยะเวลาตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2562 - 30 กันยายน 2563

- สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยว ต่อการชักนำการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก

1.1 ทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก

เมื่อนำผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอทระยะผลแดงมาทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัย โดยทำการทดสอบ 2 วิธี คือ การแช่ผลพริกในกรดซาลิไซลิก 500 มก./ล. เป็นเวลา 3 นาที และการพ่นกรดซาลิไซลิก 500 มก./ล. ลงบนผลพริกให้ทั่ว เก็บรักษา 21 วัน พบว่าทั้งสองวิธีการให้ผลการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา สามารถเลือกใช้วิธีการพ่นหรือวิธีการแช่ผลพริกด้วยกรดซาลิกไซลิกวิธีการใดก็ได้ ขณะที่ระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก 3 ระยะเวลา คือ การใช้สารปลอดภัยกับผลพริกภายหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที การใช้สารปลอดภัยกับผลพริกภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน และการใช้สารปลอดภัยกับผลพริกภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 2 วัน พบว่า ระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวผลพริกมีผลต่อการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้กรดซาลิกไซลิกกับผลพริกหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน มีการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคที่ต่ำกว่าการใช้กรดซาลิไซลิกกับผลพริกภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 2 วัน และทุกระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้กรดซาลิกไซลิกกับผลพริกสามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ดีกว่ากรรมวิธี ที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม)

เมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 7 วัน ไม่พบการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคในทุกกรรมวิธี และเมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 21 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน มีการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคต่ำ สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี โดยมี การเกิดโรค 6.20 6.70 และ 6.70% ตามลำดับ (Table1) ดัชนีการเกิดโรค 1.80 1.80 และ 1.80% ตามลำดับ (Table1) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที มีการเกิดโรค 17.20% และดัชนีการเกิดโรค 4.40% (Table1) ในขณะที่การใช้กรดซาลิไซลิกเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีโพรคลอราซพบว่าการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สามารถใช้กรดซาลิไซลิกทดแทนสารเคมีโพรคลอราซได้ เนื่องจากสารเคมีโพรคลอราซเป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สอดคล้องกับรายงานของ Tian *et al.* (2006) พบว่ากรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ลดการเน่าเสียของผลสาลี่ที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria alternata* โดยกรดซาลิไซลิกจะกระตุ้นผลสาลี่ให้มีการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับกลไกการ

กรมวิชาการเกษตร

ต้านทานต่อเชื้อรา *A. alternata* เช่น เบต้า-1,3 กูลคาเนส (ß-1,3-glucanase), ฟีนิลอะลานีน แอมโมเนีย ไลเอส (phenylalanine ammonia lyase), เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) และ โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) นอกจากกรดซาลิไซลิกจะใช้เพื่อลดการเกิดโรคแล้ว กรดซาลิไซลิกอาจจะเกี่ยวข้องกับระบบ signal transduction ซึ่งจะไปชักนำให้พืชเกิดความต้านทานโดยการสร้างสารต่างๆ เช่น โพลีฟีนอล (polyphenol) หรือ Pathogenesis-related protein (PR-protein) (Hahlbrock and Scheel, 1989) โดย PR-protein ช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคได้ เช่น เอนไซม์ไคติเนส และกูลคาเนส จัดเป็น PR-protein ที่พืชสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคและสภาวะกดดันต่างๆ (Bowles, 1990)

Table 1 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on control of Anthracnose disease on chilli fruit stored at 15°C for 21 days

Treatment	14 day		21 day	
	Disease incidence (%)	Disease index (%)	Disease incidence (%)	Disease index (%)
control (water) , after harvest	5.40 ab	1.60 ab	17.20 bc	4.40 bc
500 mg/l salicylic, spray after harvest	1.90 a	0.60 a	6.20 a	1.80 a
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	1.50 a	0.60 a	6.70 a	1.80 a
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	3.50 ab	1.00 ab	6.30 a	1.80 a
control (water) , 1 days after harvest	9.00 b	2.40 b	12.50 abc	3.60 ab
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	4.10 ab	1.20 ab	8.30 ab	2.20 a
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	1.50 a	0.60 a	6.70 a	1.80 a
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	3.50 ab	1.20 ab	6.30 a	1.80 a
control (water) , 2 days after harvest	19.00 c	4.80 c	19.40 c	5.40 c
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	8.20 b	2.20 b	12.60 abc	3.40 ab
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	4.00 ab	1.20 ab	12.20 abc	3.40 ab
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	5.80 ab	1.60 ab	10.40 abc	3.00 ab
CV	40.20	68.95	20.20	45.82

(1) Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

1.2 ทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการชักนำกิจกรรมเอนไซม์ไคติเนส

วิธีการแช่และวิธีการพ่นกรดซาลิไซลิกบนผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ต่อการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสในผลพริกให้ผลไปในทิศทางเดียวกับการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคคือไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมมีผลต่อความสามารถในการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสอย่างมี

กรมวิชาการเกษตร

นัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการพ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก 500 มล./ล. หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และกรรมวิธีการพ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน สามารถชักนำให้เกิดการสร้างเอนไซม์ไคติเนสได้สูง คือมีค่าเท่ากับ 1.07 1.05 1.10 และ 1.05 units/mg protein ตามลำดับ (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน สามารถชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสได้ 0.53 และ 0.64 units/mg protein ตามลำดับ (Table 2) แต่เมื่อเก็บผลพริกที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 2 วัน แล้วจึงนำมาแช่และพ่นด้วยกรดซาลิไซลิกนั้น ประสิทธิภาพในการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสลดลง คือมีค่าเท่ากับ 0.46 และ 0.43 units/mg protein ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งไม่แตกต่างจากการแช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) สามารถชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสได้คือ 0.40 units/mg protein (Table 2) ดังนั้นการใช้กรดซาลิไซลิกภายหลังการเก็บเกี่ยวมาแล้ว 2 วัน จึงให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้น้อยกว่าการใช้กรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน เนื่องจากเอนไซม์ไคติเนสเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยโพลิเมอร์สายยาวของ β-1,4-N-acetyl-D-glucosamine ที่เป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์เชื้อราสาเหตุโรคให้เป็น oligomer สายสั้นๆ ทำให้เซลล์ของเชื้อราตายในที่สุด (เพชรรัตน์, 2544; Bowles, 1990) การกระตุ้นความต้านทานโดยใช้กรดซาลิไซลิกนั้นเป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อนของพืชและการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ก็อาจเกี่ยวข้องกับพันธุ์พืช ช่วงเวลาในการใช้กรดซาลิไซลิก และความรุนแรงของโรค (Zhang *et al*, 2016)

Table 2 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on induction of chitinase enzyme activity

Treatment	Chitinase (units/mg protein) [(1)]
control (water) , after harvest	0.53 bc
500 mg/l salicylic, spray after harvest	1.07 a
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	1.10 a
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	0.63 b
control (water) , 1 days after harvest	0.64 b
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	1.05 a
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	1.05 a
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	0.52 bc
control (water) , 2 days after harvest	0.40 cd
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	0.46 cd
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	0.43 cd
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	0.36 d
CV	11.98

[(1)] Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

1.3 ทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

เมื่อทดสอบวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยหลังเก็บเกี่ยวที่ต่างกันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า กรรมวิธีการพ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก 500 มล./ล. หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และกรรมวิธีการพ่นผลพริกหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด คือมีค่าเท่ากับ 153.35 151.76 และ 148.53 mg/100g fresh weight ตามลำดับ (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 78.74 และ 69.09 mg/100g fresh weight ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับ Vimala and Suriachandraselvan (2009) พบว่ากรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 1 mM ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและเพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส ในกระเจี๊ยบเขียวเพื่อต้านทานต่อเชื้อ *Erysiphe cichoracearum* การสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพื่อสังเคราะห์เป็นลิกนิน และสารประกอบฟีนอลิกอื่นๆ ที่ช่วยเสริมสร้างความแข็งแกร่งของผนังเซลล์ผ่านกระบวนการ phenyl propanoid pathway โดยมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ เอนไซม์ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส จากนั้นจะเกิดการสังเคราะห์เอนไซม์ไคติเนส ที่มีผลในการทำลายเชื้อราสาเหตุโรคโดยตรง เนื่องจากผนังเซลล์เชื้อราประกอบด้วยไคติน เอนไซม์ไคติเนสจะไปย่อยผนังเซลล์ของเชื้อราให้ไม่สามารถเข้าทำลายพืชได้ (นิชดา, 2561) พบว่าการสังเคราะห์เอนไซม์ไคติเนส นี้จะเกิดขึ้นที่เวลา 24-48 ชั่วโมง ภายหลังจากการที่เชื้อสาเหตุโรคเข้าทำลาย (Trouvelot *et al*., 2014) ดังนั้นเมื่อมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงก็จะสามารถยับยั้งเชื้อจุนทรีย์ก่อโรคได้ (Esekhiagbe *et al*., 2009; Sengul *et al*., 2009)

จากผลการทดลองนี้มีความสัมพันธ์กับผลการทดลองข้อ 1.1 และข้อ 1.2 คือการใช้กรดซาลิไซลิก 500 มล./ล. ด้วยวิธีการพ่นและการแช่ผลพริกหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน มีการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคต่ำสัมพันธ์กับการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสและการสร้างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกได้สูง สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี

ศรีวิชาการเกษตร

Table 3 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on induction of phenolic compounds

Treatment	Phenolic compounds (mg/100g fresh weight) [1]
control (water) , after harvest	78.41 f
500 mg/l salicylic, spray after harvest	153.35 a
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	151.76 a
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	98.46 e
control (water) , 1 days after harvest	69.09 g
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	148.53 ab
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	142.32 b
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	97.33 e
control (water) , 2 days after harvest	38.00 h
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	122.86 d
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	132.03 c
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	62.44 g
CV	6.10

[1] Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

2. ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการใช้สารปลอดภัยและระยะเวลาสำหรับการใช้สารปลอดภัยภายหลังเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลพริกขี้หนู

ทดสอบประสิทธิภาพของกรดซาลิไซลิกที่ระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวต่างกันต่อคุณภาพของผลพริกพบว่า เมื่อเก็บรักษาผลพริกวันที่ 7 14 21 และ 28 วัน ทุกกรรมวิธีมีการเกิดโรคแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการแช่และวิธีการพ่นกรดซาลิไซลิกบนผลพริกนั้นให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 7 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และกรรมวิธีที่พ่นและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน มีการเกิดโรคต่ำที่สุด สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี การเกิดโรคเท่ากับ 3.20 3.20 4.80 และ 3.20% ตามลำดับ (Table 4) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน พบการเกิดโรค 13.60 และ 8.80% ตามลำดับ (Table 4) ในขณะที่เมื่อใช้สารเคมีโพรคลอราซ ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน พบว่ามีการเกิดโรคที่สูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้กรดซาลิกไซลิก คือ 4.80 และ 4.00% ตามลำดับ (Table 4)

เมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 14 วัน ยังให้ผลในการเกิดโรคไปในทิศทางเดียวกับวันที่ 7 แต่เมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 21 และ 28 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันทีจะมีการเกิดโรคที่ต่ำกว่ากรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันทีแต่ไม่แตกต่าง

กรมวิชาการเกษตร

ทางสถิติ แต่ทุกกรรมวิธีที่ใช้กรดซาลิไซลิกสามารถลดการเกิดโรคได้ดีกว่ากรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม)

Table 4 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on disease incidence of Anthracnose disease in chilli fruit stored at 10°C for 28 days

Treatment	Disease incidence (%)[1]			
	7 day	14 day	21 day	28 day
control (water) , after harvest	13.60 b	17.60 bcd	20.80 cd	36.80 de
500 mg/l salicylic, spray after harvest	3.20 a	4.80 a	2.40 a	18.40 bc
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	3.20 a	4.80 a	10.40 ab	24.80 bc
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	4.80 a	9.60 a	8.00 ab	15.20 ab
control (water) , 1 days after harvest	8.80 ab	19.20 cd	22.40 d	44.00 e
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	4.80 a	10.40 ab	10.40 ab	29.60 cd
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	3.20 a	4.80 a	12.80 b	22.40 bc
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	4.00 a	4.80 a	9.60 ab	7.20 a
control (water) , 2 days after harvest	8.00 a	22.40 d	25.60 d	47.20 e
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	5.60 a	10.40 ab	14.40 bc	29.60 cd
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	5.60 a	12.00 abc	10.40 ab	27.00 cd
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	5.60 a	12.00 abc	12.80 b	24.80 bc
CV (%)	64.98	46.79	41.98	29.23

[1] Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

ดัชนีการเกิดโรคให้ผลไปในทิศทางเดียวกับการเกิดโรค พบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิกให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาผลพริกวันที่ 7 14 21 และ 28 วัน ในขณะที่ระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมมีผลต่อดัชนีการเกิดโรค คือกรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่พริกด้วยกรดซาลิไซลิกหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที และกรรมวิธีการพ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกร มาแล้ว 1 วัน ดัชนีความรุนแรงโรคต่ำ สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดีกว่ากรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 28 วัน จะพบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี ดัชนีการเกิดโรค 5.00% (Table 5) เมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีโพรคลอราซ ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที ดัชนีการเกิดโรค 3.80% (Table 5) ซึ่งสามารถใช้กรดซาลิไซลิกทดแทนสารเคมีโพรคลอราซได้เนื่องจากให้ผลการคุมโรคแอนแทรคโนสไม่แตกต่างทางสถิติ และจากการสังเกตเมื่อเก็บผลพริกนาน 28 วัน พบว่าผลพริกกรรมวิธีที่แช่ในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) เริ่มมีเชื้อราขึ้นบริเวณขั้วผล (Figure 1) ในขณะที่ผลพริกที่ใช้กรดซาลิไซลิกไม่มีเชื้อราขึ้นที่ขั้วผลพริกทุกกรรมวิธี ส่วนการสูญเสียน้ำหนักของผลพริก ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะการเก็บรักษา (Table 6) โดยเมื่อเก็บรักษานานขึ้นพบว่ามีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เนื่องจากพริก

ศูนย์วิทยทรัพยากร

มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 70% ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจที่เกิดขึ้นภายในผล ถ้าอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นการสูญเสียน้ำหนักจะสูงขึ้นเช่นกัน อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันไอภายในผลิตผลและภายนอกผลิตผล โดยระเหยผ่านทางช่องเปิดต่างๆ เช่น stomata, lenticel รอยแผลที่ขั้วและปลายผล บาดแผลหรือรอยช้ำที่เกิดจากการกระทบกระเทือนซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นเช่นกัน (จริงแท้, 2549)

Table 5 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on disease index of Anthracnose disease in chilli fruit stored at 10°C for 28 days

Treatment	Disease index (%)[1]			
	7 day	14 day	21 day	28 day
control (water) , after harvest	3.40 c	4.40 bcd	5.60 cd	9.60 cde
500 mg/l salicylic, spray after harvest	0.80 a	1.20 a	0.60 a	5.00 ab
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	0.80 a	1.20 a	3.00 b	7.40 bcd
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	1.20 ab	2.40 ab	2.00 ab	3.80 ab
control (water) , 1 days after harvest	2.20 bc	5.00 cd	6.60 d	11.80 ef
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	1.20 ab	2.60 ab	2.60 ab	10.00 cde
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	0.80 a	1.20 a	3.20 b	6.20 bc
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	0.80 a	1.60 a	2.40 ab	1.80 a
control (water) , 2 days after harvest	2.00 ab	6.20 d	7.00 d	13.80 f
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	1.40 ab	2.80 ab	3.60 bc	10.20 def
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	1.40 ab	3.20 abc	2.80 ab	6.80 bcd
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	1.40 ab	3.20 abc	3.20 b	6.40 bcd
CV (%)	66.33	51.05	46.64	35.18

[1] Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 6 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on weight loss in chilli fruit stored at 10°C for 28 days

Treatment	Weight loss (%)[1]			
	7 day	14 day	21 day	28 day
control (water) , after harvest	0.08	0.25	1.08	1.97
500 mg/l salicylic, spray after harvest	0.10	0.41	1.02	1.75
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	0.11	0.44	0.55	1.63
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	0.06	0.32	1.15	2.16
control (water) , 1 days after harvest	0.10	0.37	0.70	1.87
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	0.09	0.69	0.82	1.94
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	0.06	0.16	0.59	2.17
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	0.06	0.21	1.04	1.98
control (water) , 2 days after harvest	0.06	0.67	0.47	1.85

500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	0.09	0.68	1.40	1.90
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	0.14	0.46	0.71	2.00
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	0.08	0.28	0.69	2.03
CV (%)	75.21	88.73	60.59	25.45

(1) Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

การเปลี่ยนแปลงสีของผลพริก พบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิกให้ผลการเปลี่ยนแปลงสีของพริกไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา ในขณะที่ระยะเวลาในการใช้สารปลอดภัยที่เหมาะสมมีผลต่อคุณภาพสีของผลพริก เมื่อใช้กรดซาลิกไซลิกหลังเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันทีให้ผลด้านคุณภาพสีของผลพริกดีกว่าใช้กรดซาลิกไซลิกหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน และหลังจากเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 2 วัน เมื่อเก็บรักษาผลพริก 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีค่าความสว่างให้ผลที่ใกล้เคียงกันระหว่างกรรมวิธีที่ใส่กรดซาลิไซลิก และกรรมวิธีที่แช่ผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) แต่เมื่อเก็บรักษาผลพริก 14 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นผลพริกและกรรมวิธีที่แช่ผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มก./ล. หลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันที ให้ค่าความสว่างของผลพริกมากสุดคือ 34.32 และ 34.48 โดยค่าความสว่างจะน้อยลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากพริกเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำขึ้น และเมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 28 วัน จะให้ค่าความสว่างที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 7) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่าสีเขียว-แดง (a*) ให้ผลไปในทิศทางเดียวกับค่าความสว่าง โดยการเปลี่ยนแปลงค่าสีเขียว-แดง จะค่อยๆลดลงเมื่อเก็บรักษาพริกนานขึ้น (Table 8) สอดคล้องกับรายงานของ Zainuri *et al.* (2001) พบว่า การใช้กรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 2000 มก./ล.หลังการเก็บเกี่ยวในมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride สามารถชะลอการเปลี่ยนสีและความแน่นเนื้อของมะม่วง ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

Table 7 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on lightness (L) in chilli fruit stored at 10°C for 28 days

Treatment	Lightness (L) [1]			
	7 day	14 day	21 day	28 day
control (water) , after harvest	34.03 ab	34.08 ab	32.13 ab	30.65
500 mg/l salicylic, spray after harvest	34.10 ab	34.32 a	31.67 abc	30.68
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	34.31 ab	34.48 a	32.69 a	30.67
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	35.02 a	33.67 abc	31.82 abc	30.75
control (water) , 1 days after harvest	33.98 ab	32.53 d	31.01 c	30.17
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	34.24 ab	32.17 bcd	31.32 bc	30.12
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	34.53 ab	32.87 cd	30.90 c	29.89
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	34.16 ab	33.26 bcd	31.15 bc	30.31
control (water) , 2 days after harvest	33.66 b	32.74 cd	31.76 abc	30.69
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	33.76 ab	33.69 abc	30.91 c	30.93
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	33.78 ab	32.93 cd	31.12 bc	30.58
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	34.22 ab	33.04 cd	31.87 abc	31.31
CV (%)	2.59	2.13	2.39	2.08

[1] Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 8 Effects of GRAS treatments and age of chilli after harvest on a-value (a*) in chilli fruit stored at 10°C for 28 days

Treatment	a-value (a*) [1]			
	7 day	14 day	21 day	28 day
control (water) , after harvest	44.28 bc	45.06 a	43.25 ab	41.54
500 mg/l salicylic, spray after harvest	45.85 a	44.44 ab	43.48 a	40.97
500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest	44.68 abc	44.58 ab	42.51 abc	41.02
500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest	45.16 abc	43.44 bc	41.17 cd	40.61
control (water) , 1 days after harvest	44.01 c	42.49 cd	40.88 d	41.14
500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest	44.29 bc	42.77 cd	42.09 abcd	40.78
500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest	45.86 a	42.84 cd	41.13 cd	4050
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest	44.40 bc	41.72 d	41.38 cd	40.91
control (water) , 2 days after harvest	45.33 abc	41.66 d	42.01 abcd	40.39
500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest	45.53 ab	42.06 cd	40.95 cd	41.23
500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest	44.76 abc	41.47 d	41.30 cd	42.39
500 mg/l prochloraz, soak 3 min 2 days after harvest	44.23 bc	41.85 d	41.85 bcd	40.69
CV (%)	2.15	2.47	2.58	2.96

[1] Mean in the same column, followed by a common letter (s) are not significantly different at the 5% level by DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Figure 1 Appearance of chilli at different age after harvest after treated with GRAS and stored at 10°C for 28 days

A. control (water) , after harvest
B. 500 mg/l salicylic, spray after harvest
C. 500 mg/l salicylic, soak 3 min after harvest
D. 500 mg/l prochloraz, soak 3 min after harvest
E. control (water) , 1 days after harvest
F. 500 mg/l salicylic, spray 1 days after harvest
G. 500 mg/l salicylic, soak 3 min 1 days after harvest
H. 500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest
I. control (water) , 2 days after harvest
J. 500 mg/l salicylic, spray 2 days after harvest
K. 500 mg/l salicylic, soak 3 min 2 days after harvest
L. 500 mg/l prochloraz, soak 3 min 1 days after harvest

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพ่นและการแช่ผลพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท ด้วยกรดซาลิไซลิก 500 มก./ล. นาน 3 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C นาน 21 วัน ให้ผลการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา สามารถใช้วิธีการใดก็ได้ โดยแนะนำให้ใช้กรดซาลิไซลิกเมื่อเก็บผลพริกหลังการเก็บเกี่ยวที่แปลงเกษตรกรทันทีและภายหลังจากเก็บเกี่ยวผลพริกที่แปลงเกษตรกรมาแล้ว 1 วัน เนื่องจากมีการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคต่ำสัมพันธ์กับการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคติเนสและสารฟีนอลิกทั้งหมดได้สูง สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนส

ได้ดี ส่วนด้านคุณภาพของผลพริกเมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน ที่อุณหภูมิ 10°C นาน 28 วัน กรดซาลิไซลิก สามารถลดการเกิดโรคและดัชนีการเกิดโรคในผลพริก นอกจากนี้ยังสามารถรักษาค่าความสว่างและค่าสีเขียว-แดง (a-value) ได้ดี ส่วนการสูญเสียน้ำหนัก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเป็นข้อมูลพื้นฐาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่น เนื่องจากเชื้อราแอนแทรคโนสเป็นเชื้อราสาเหตุโรคของผลไม้หลายชนิด เพื่อหาแนวทางในการป้องกัน เพิ่มคุณภาพของสินค้าให้มีมาตรฐาน และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2. ผู้ประกอบที่เกี่ยวข้องสามารถนำวิธีการไปให้เกษตรกรใช้ในช่วงเวลาหลังเก็บเกี่ยวจนถึงขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุ เพื่อลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส เนื่องจากเชื้อดังกล่าวสามารถเข้าทำลายแบบแฝงอยู่กับผลพริกและอาการจะปรากฏขึ้นมาในขณะขนส่งหรือวางตลาด

3. สามารถนำไปประยุกต์โดยนำสารกลุ่มปลอดภัยใช้ในแปลงเพื่อกระตุ้นความต้านทานให้ผลพริกตั้งแต่อยู่ในแปลงปลูก

11. คำขอบคุณ

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ที่ช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

จันจิรา อายะวงศ์. 2550. ชีววิทยาการเข้าทำลาย ระบาดวิทยาและถ่ายทอดผ่านเมล็ดของเชื้อรา Phaeophleospora destructans (M.J.Wingf. & Crous), F.A. Ferreira & B. Sutton. สาเหตุโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 453 น.

นิชดา จิมขุนทด. 2561.กลไกการชักนำความต้านทานต่อโรคสแคปในองุ่นของสูตรสำเร็จไคโตซาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

บุญญวดี จิระวุฒิ. 2540. การทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* บนผลพริกและถ่ายทอดเชื้อจากผลที่เป็นโรคส่วนเมล็ดและต้นกล้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. 2544. พันธุวิศวกรรมกับการจัดการโรคพืช, ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 22 น.

วีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย บุญญวดี จิระวุฒิ และรัตตา สุทธยาคม. 2563. การใช้สารปลอดภัยกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรคโนสของผลพริกขี้หนูหลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 136-158 ใน รายงานวิจัยเรื่องเต็ม

กรมวิชาการเกษตร

ประจำปี ๒๕๖๑. กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

Bowles, D. J. 1990. Defense-related proteins in higher plants. Annual Review of Biochemistry 59: 873-907.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

El Ghaouth, A., C. L. Wilson and M. Wisniewski. 2003. Control of postharvest decay of apple fruit with *Candida saitoana* and induction of defense response. Phytopathology 93: 344-348.

Esekhiagbe, M, M. M. U. Agatemor and C. Agatemor. 2009. Phenolic content and antimicrobial potentials of *Xylopia aethiopica* and *Myristica argentea*. Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering 28: 159-162

Hahlbrock, K. and D. Scheel. 1989. Physiology and Molecular Biology of Phenylpropanoid Metabolism. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 40: 347-369.

Ketsa, S. and S. Atantee. 1998. Phenolic, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. Postharvest Biology and Technology 14: 117-124.

Pakdeevaraporn, P., S. Wasee, P. W. J. Taylor and O. Mongkolporn. 2005. Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici*. Plant Breeding 124(2): 206-208.

Sengul, M., H. Yildiz, N. Gungor, B. Cetin, Z. Eder and S. Ercisli. 2009. total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences 22(1):102-106

Singleton, V. L. and J. A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolydic-phosphotungstic acid reagent. American journal Enology and Viticulture 16: 144-157.

Than, P. P., H. Prihastuti, S. Phoulivong, P. W. J. Taylor and K. D. Hyde. 2008. Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. Journal of Zhejiang University SCIENCE B 9(10): 764-778.

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 Microbiology and Biotechnology 70(6): 726-734.

กรมวิชาการเกษตร

Trouvelot, S., M. C. Heloir, B. Poinssot, A. Gauthier, F. Paris, C. Guillier, M. Combier et al. 2014. Carbohydrates in plant immunity and plant protection: roles and potential application as foliar sprays. Frontiers in Plant Science 5: 1-14.

Vimala, R. and M. Suriachandraselvan. 2009. Induced resistance in bhendi against powdery mildew by foliar application of salicylic acid. Journal of Biopesticides 2(1): 111-114.

Zainuri, D. C. Joyce, A. H. Wearing, L. Coates, and L. Terry. 2001. Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of 'Kensington Pride' mango fruit. Experimental Agriculture 41: 805-813.

Zhang, Y., X. Shi, B. Li, Q. Zhang, W. Liang and C. Wang. 2016. Salicylic acid confers enhanced resistance to Glomerella leaf spot in apple. Plant Physiol Biochem, 106: 64-72.

กรมวิชาการเกษตร