

## รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด 61

### 1. แผนงานวิจัย :

2. โครงการวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากรา

กิจกรรมที่ 1 : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปลอดภัย

3. ชื่อการทดลองที่ 1.2 : การกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนูลังการเก็บเกี่ยวโดยสารปลอดภัย

ชื่อการทดลองที่ 1.2 : Resistant induction of chilli anthracnose disease after harvest by Generally Recognized as Safe (GRAS)

### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาววีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย

หน่วยงานสังกัด : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นางสาวบุญญาติ จิระวุฒิ

หน่วยงานสังกัด : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นางรัตตา สุทธยาคม

หน่วยงานสังกัด : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

### 5. บทคัดย่อ

ทดสอบประสิทธิภาพสารกลุ่มปลอดภัย (GRAS) 4 ชนิด ในการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสของพริก คือ กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพรพิลพาราเบน และ โปแตสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้นของสาร 5 ระดับ คือ 100 250 500 750 และ 1000 มก./ล. พบว่ากรดออกซาลิก และโปแตสเซียม ซอร์เบท ทุกความเข้มข้น กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร และโพรพิลพาราเบน ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* ของพริกได้อย่างสมบูรณ์ (100%) เมื่อนำสารในกลุ่มนี้มาทดสอบการกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสบนผลพริก โดยการปลูกเชื้อ *C. capsici* พบว่าผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ของพริกได้ดี มีขนาดแผล 0.46-0.50 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับผลพริกที่จุ่มในกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) พบว่า มีขนาดแผล 1.74 เซนติเมตร โดยผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มกระตุ้นความต้านทานบนผลพริก 12 ชั่วโมง สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรกคโนสได้ดีที่สุด มีขนาดแผลเล็กที่สุด 0.26 เซนติเมตร สัมพันธ์กับการชักนำการสร้างเอนไซม์ ไคตินเนส ซึ่งมีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.65 units/mg protein และเมื่อนำมาทดสอบคุณภาพ พบว่าผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 และ 21 วัน สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรกคโนสได้ดี ดัชนีการเกิดโรค 2.00 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ดัชนีการเกิดโรค 5.20 และ 9.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำหลัก: พริก, การกระตุ้นความต้านทาน, สารกลุ่มปลอดภัย

## Abstract

The effectiveness of generally recognized as safe (GRAS) including salicylic acid oxalic acid propyl paraben and potassium sorbate at five concentrations of 100 250 500 750 and 1,000 mg/L was tested to control chilli anthracnose. *In vitro* experiment, all concentrations of oxalic acid and potassium sorbate, salicylic acid at concentrations of 250, 500, 750 and 1,000 mg/L and propyl paraben at concentrations of 100 mg/L did not inhibit mycelial growth and spore germination at 100%. These tested GRAS compounds were used to induce anthracnose disease resistance on chilli fruits that inoculated with *C. capsici*. We found that salicylic acid at concentrations of 100, 250, 500 and 750 mg/L showed the most efficiency to control *C. capsici* lesions at 0.46-0.50 cm compared with untreated (control) lesions 1.74 cm. Chilli were dipped in salicylic acid 500 mg/l for 3 min and incubated for 12 hr, after that inoculated with *C. capsici* showed the most efficiency to control *C. capsici* lesions of 0.26 cm. and induced the highest chitinase activity at 1.65 units/mg protein. The quality of chilli dipped 500 mg/l for 3 min kept at 10 °C for 14 and 21 days reduced the disease index 2.00 and 3.00% respectively compared with untreated (control) disease index 5.20 and 9.40% respectively.

**Keywords:** chilli, induce resistance, Generally Recognized as safe

## 6. คำนำ

พริก จัดอยู่ในวงศ์ Capsicum เป็นพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงโดยพิจารณาได้จากปริมาณและมูลค่าการบริโภคภายในประเทศ และการส่งออกไปยังต่างประเทศ ปัญหาสำคัญของการปลูกพริกคือการเกิดโรคต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลง โดยโรคที่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการผลิตพริกมากและพบการระบาดทั่วประเทศคือ โรคแอนแทรคโนส (anthracnose) หรือโรคกุ้งแห้ง สาเหตุเกิดจากเชื้อราในสกุล *Colletotrichum* ได้แก่ *Colletotrichum capsici* และ *C. gloeosporioides* เชื้อสาเหตุสามารถถ่ายทอดจากผลพริกที่เป็นโรคสู่เมล็ดและต้นกล้าได้ ส่งผลให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลงอย่างมาก รวมทั้งสามารถเข้าทำลายพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต เมื่อระบาดอย่างรุนแรงทำให้ผลผลิตลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Pakdeevaporn *et al.*, 2005; Than *et al.*, 2008) เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนส ซึ่งอาจส่งผลให้เชื้อสาเหตุเกิดการกลายพันธุ์ มีความต้านทานต่อสารเคมี ก่อให้เกิดผลตกค้างในผลพริก อีกทั้งยังทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นด้วย การใช้สารปลอดภัยหรือสารในกลุ่ม Generally Regarded as Safe (GRAS) เป็นอีกแนวทางการป้องกันกำจัดโรคที่มีความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค สารที่นำมาใช้ในการทดลองนี้คือ สารโพรพิลพาราเบน เป็นวัตถุกันเสีย ที่ใช้ในอาหาร ยา เครื่องสำอางค์ อัตราที่แนะนำไม่เกิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ โปแตสเซียม ซอร์เบท เป็นวัตถุกันเสียในอาหาร กรดซาลิไซลิก เป็นสารประกอบฟีนอล มีผลต่อกระบวนการเจริญของพืช เช่น การปิดเปิดของปากใบ การงอกของเมล็ด เป็นต้น นอกจากนี้กรดซาลิไซลิก ยังเกี่ยวข้องกับกลไกของการชักนำความต้านทานในพืช และกรดออกซาลิก เป็นกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในพืช นำมาใช้เป็นวัตถุกันเสียสำหรับอาหารและเป็นสารยับยั้งการเกิด

สีน้ำตาลในผักหลังการเก็บเกี่ยว (Castafier *et al.*, 1997) ในการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการควบคุมโรคทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่มีอันตรายสูง

## 7. วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. พริกชี้หนู
2. สารกลุ่มปลอดภัย กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพรพิลพาราเบน โปแตสเซียม ซอร์เบท โพรคลอราซ
3. เอทิล แอลกอฮอล์ (ethyl alcohol), เมทานอล (methanol) 70 %,
4. ตู้แช่แข็ง หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) อาหารเลี้ยงเชื้อรา potato dextrose agar (PDA)
5. เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ (spectrophotometer) เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)
6. กล้องจุลทรรศน์ (light microscope) กล้องจุลทรรศน์ แบบสเตอริโอ (stereo microscope)
7. กระบอกตวง ปีกเกอร์ จานเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่
8. ไมโครปิเปตต์ (micropipette) และ ไมโครปิเปตต์ทิป (micropipette tip)
9. เข็มเย็บเชื้อ สไลด์และกระจกปิดสไลด์ ตะเกียงแอลกอฮอล์ พาราฟิล์ม กระดาษทิชชู
10. mounting media: distilled water and lactophenol
11. เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) นาฬิกาจับเวลา เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดสี

### วิธีการ

#### 1. แยกเชื้อและจำแนกชนิดของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้หนูแดง

1.1 เก็บตัวอย่างพริกชี้หนูแดงที่เน่าเสียหลังเก็บเกี่ยวจากแหล่งต่างๆ มาแยกเชื้อราสาเหตุแอนแทรคโนสด้วยวิธี tissue transplanting method บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนเชื้อราเจริญออกจากเนื้อเยื่อ มีรัศมี 1 เซนติเมตร ตัดปลายเส้นใยโคโลนีด้วย cork borer ที่ลนไฟฆ่าเชื้อ แล้วย้ายชิ้นส่วนของเส้นใยดังกล่าว ไปเลี้ยงบนจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA อีกครั้งเพื่อแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

#### 1.2 ทดสอบความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก

คัดเลือกผลพริกชี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก ที่แยกให้บริสุทธิ์จากแหล่งต่างๆ ลงบนผลพริกชี้หนูแดง ทำแผลผลพริกโดยใช้เข็มที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเจาะลงตรงกลางผลพริก ลึกประมาณ 0.2 มิลลิเมตร จากนั้นปลูกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสลงบนผลพริก โดยหยดสปอร์แขวนลอยความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  สปอร์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 5 ไมโครลิตร เรียงใส่ตะกร้าหุ้มถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาบรรจุผลพริกในภาตโฟม จำนวน 10 ผล/ภาต หุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (PE) เก็บที่อุณหภูมิห้อง 5 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละวิธีการทดลองใช้ผลพริกจำนวน 40 ผล ต่อเชื้อรา 1 ไอโซเลท

บันทึกข้อมูล ความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อราแอนแทรคโนส

#### 1.3 ทำการจำแนกชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อราสาเหตุโรคนำเข้าพริกชี้หนูแดง

## 2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย (GRAS) ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกคโนสในห้องปฏิบัติการ

### 2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา

ทดสอบประสิทธิภาพของสารปลอดภัย ด้วยวิธี Poisoned food technique เตรียมอาหาร PDA ผสมกับสารกลุ่มปลอดภัย 4 ชนิด คือ กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพรพิลพาราเบน และ โปแตสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้นของสาร 5 ระดับ คือ 100 250 500 750 และ 1000 มก./ล. เปรียบเทียบกับอาหาร PDA ที่ไม่ผสมสาร (กรรมวิธีควบคุม) และสารเคมีโพรคลอราซ ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 100 250 และ 500 มก./ล. เทอาหารที่ผสมสารลงในจานเลี้ยงเชื้อ รองอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยรอบโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนู นำขึ้นวันที่ได้ มาวางตรงกลางผิวหน้าอาหาร บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 9 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) เปรียบเทียบ 25 กรรมวิธี จำนวน 9 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 กรดซาลิไซลิก 100 มก./ล

กรรมวิธีที่ 2 กรดซาลิไซลิก 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 3 กรดซาลิไซลิก 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 4 กรดซาลิไซลิก 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 5 กรดซาลิไซลิก 1,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 6 กรดออกซาลิก 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 7 กรดออกซาลิก 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 8 กรดออกซาลิก 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 9 กรดออกซาลิก 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 10 กรดออกซาลิก 1,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 11 โพรพิลพาราเบน 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 12 โพรพิลพาราเบน 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 13 โพรพิลพาราเบน 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 14 โพรพิลพาราเบน 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 15 โพรพิลพาราเบน 1,000มก./ล.

กรรมวิธีที่ 16 โปแตสเซียม ซอร์เบท 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 17 โปแตสเซียม ซอร์เบท 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 18 โปแตสเซียม ซอร์เบท 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 19 โปแตสเซียม ซอร์เบท 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 20 โปแตสเซียม ซอร์เบท 1,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 21 โพรคลอราซ 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 22 โพรคลอราซ 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 23 โพรคลอราซ 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 24 เอทิลแอลกอฮอล์ 10,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 25 กรรมวิธีควบคุม (PDA )

บันทึกข้อมูล การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา นำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งการเจริญโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละของการยับยั้งการเจริญของเส้นใย} = [(A - B) / A] \times 100$$

A คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA (กรรมวิธีที่1 ควบคุม)

B คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารกรรมวิธีที่ 2-25

### 2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา

เตรียมอาหารที่ผสมสารทั้ง 25 กรรมวิธี (เช่นเดียวกับข้อ 2.1) เทลงในจานเลี้ยงเชื้อ รองอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง หลังจากนั้นหยดสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนู 10

ไมโครลิตร บนผิวหน้าอาหาร 5 จุด บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 9 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เปรียบเทียบ 25 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

**บันทึกข้อมูล** ลักษณะการงอกของสปอร์ของเชื้อราและตรวจนับร้อยละของการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนูในแต่ละกรรมวิธีด้วยกล้องจุลทรรศน์ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งการงอกของสปอร์โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละของการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา} = [(A - B) / A] \times 100$$

A คือค่าเฉลี่ยของการงอกของสปอร์เชื้อราบนอาหาร PDA (กรรมวิธีที่1 ควบคุม)

B คือค่าเฉลี่ยของการงอกของสปอร์เชื้อราบนอาหาร PDA ผสมสารกรรมวิธีที่ 2-25

คัดเลือกระดับความเข้มข้นของสารกลุ่มที่ปลอดภัย จากข้อ 2.1 และ 2.2 ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกสปอร์ของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกคโนสของพริกน้อย เพื่อนำมาทดสอบการกระตุ้นความต้านทานในผลพริกต่อการควบคุมโรคแอนแทรกคโนส ในการทดลองขั้นต่อไป

### 3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนู

นำพริกชี้หนูแดงที่สมบูรณ์ มาจุ่มในสารกลุ่มปลอดภัยความเข้มข้นต่างๆ 18 กรรมวิธี เป็นเวลา 3 นาที เพื่อกระตุ้นความต้านทานในผลพริก ผึ่งผลพริกให้แห้ง เรียงใส่ตะกร้าหุ้มถุงพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา ทำแผลผลพริกชี้หนูโดยใช้เข็มที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเจาะลงตรงกลางผลพริก ลึกประมาณ 0.2 มิลลิเมตร จากนั้นปลูกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกคโนสลงบนผลพริก โดยหยดสปอร์แขวนลอยความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  สปอร์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 5 ไมโครลิตร ใส่ตะกร้าหุ้มถุง พลาสติกที่พันด้วยน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาบรรจุผลพริกในภาตโฟม จำนวน 10 ผล/ภาต หุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (PE) เก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 18 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 กรดซาลิไซลิก 100 มก./ล

กรรมวิธีที่ 2 กรดซาลิไซลิก 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 3 กรดซาลิไซลิก 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 4 กรดซาลิไซลิก 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 5 กรดออกซาลิก 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 6 กรดออกซาลิก 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 7 กรดออกซาลิก 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 8 กรดออกซาลิก 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 9 กรดออกซาลิก 1,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 10 โพรพิลพาราเบน 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 11 โปแตสเซียม ซอร์เบท 100 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 12 โปแตสเซียม ซอร์เบท 250 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 13 โปแตสเซียม ซอร์เบท 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 14 โปแตสเซียม ซอร์เบท 750 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 15 โปแตสเซียม ซอร์เบท 1,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 16 โพรคลอราซ 500 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 17 เอทิลแอลกอฮอล์ 10,000 มก./ล.

กรรมวิธีที่ 18 กรรมวิธีควบคุม (น้ำ)

**บันทึกข้อมูล** ความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อราแอนแทรกคโนส

#### 4. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการกระตุ้นความต้านทาน ที่ระยะเวลาต่างๆ ต่อการควบคุมโรคแอนแทรกซ์ของพริกชี้หนูแดง และการชักนำการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานในผลพริกชี้หนูแดง

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการกระตุ้นความต้านทานที่ระยะเวลาต่าง ๆ ต่อการควบคุมโรคแอนแทรกซ์ของพริกชี้หนูแดง

นำพริกชี้หนูแดงที่สมบูรณ์ กลุ่มสารปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกซ์ที่ดีที่สุด นาน 3 นาที (โดยคัดเลือกจากกรรมวิธีในข้อ 3) บ่มไว้ที่ระยะเวลา 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริกชี้หนูแดง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) เมื่อครบตามเวลาดังกล่าว ปลุกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกซ์ *Botrytis cinerea* โดยทำแผลลึกประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ด้วยเข็มที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเจาะลงตรงกลางผลพริก หยอดสปอร์แขวนลอยความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  สปอร์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 5 ไมโครลิตร ใส่ตะกร้าหุ้มถุงพลาสติกที่พันด้วยน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา บรรจุผลพริกในภาชนะโฟม จำนวน 10 ผล/ภาชนะ หุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส 10 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เปรียบเทียบ 14 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ

**บันทึกข้อมูล** ความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อราแอนแทรกซ์

4.2 ทดสอบผลของระยะเวลาที่ต่างกันของสารกลุ่มปลอดภัยบนผิวของพริกต่อการชักนำการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทาน (pathogenesis-related proteins) ในผลพริกชี้หนูแดง

นำพริกชี้หนูแดงที่สมบูรณ์ กลุ่มสารที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกซ์ที่ดีที่สุด นาน 3 นาที (จากผลการทดลองข้อ 3) บ่มไว้ที่ระยะเวลา 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริกชี้หนูแดง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) จากนั้นเก็บตัวอย่างพริกที่บ่มสารที่ระยะเวลาต่างๆ มาทดสอบเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทาน คือเอนไซม์ไคตินเนส

โดยนำตัวอย่างพริก 10 กรัม มาบดในเครื่องบด (blender) เติมน้ำ 50 mM sodium acetate buffer, pH 5.0 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยง 6000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใสที่ได้มาทำให้ตกตะกอนโดยการเติม 60 % acetone (v/v) นำ ไปไว้ที่  $-20$  องศาเซลเซียส เพื่อให้ตกตะกอน ก่อนจะนำไปปั่นเหวี่ยงต่อที่ 6000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก็จะได้ส่วนตกตะกอนที่มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เทส่วนเหลวด้านบนทิ้ง ทำการล้างตะกอนที่ได้ 3 ครั้งด้วย 60 เปอร์เซ็นต์ acetone หลังจากนั้น จึงเก็บตะกอน (pellet) ที่ได้ใน 50 mM sodium acetate buffer, pH 5.0 ปริมาตร 0.75 มิลลิลิตร ก่อนจะนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์ต่อไป และตรวจสอบความเข้มข้นของโปรตีนได้ตามวิธีการของ Bradford (ดัดแปลงจากวิธีการของ El Ghaouth *et al.*, 2003)

##### การวิเคราะห์เอนไซม์ไคตินเนส

ดูดสารละลายเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มี 1% swollen chitin 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และนำไปบ่มให้เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการนำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นลง ตั้งทิ้งไว้จนตกตะกอน ดูดส่วนใส (supernatant) ไปวิเคราะห์หาปริมาณ N-acetylglucosamine (NAG) ที่เกิดขึ้น โดยดูดสารละลายข้างต้น 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอด

ทดสอบ เติมสารละลาย 0.8 K<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที ทำให้เย็นลงทันที เติมสารละลาย DMAB 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปป้อนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 585 nm ภายใน 10 นาที คำนวณหา NAG ที่เกิดขึ้นโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

1 หน่วยของกิจกรรมเอนไซม์ คือ ปริมาณเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร ที่ทำให้เกิด NAG 1 ไมโครกรัม ในเวลา 1 นาที

บันทึกข้อมูล ดูปริมาณเอนไซม์ที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

## 5. ศึกษาผลของการใช้สารกลุ่มปลอดภัยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลพริกชี้หูแดง

นำผลพริกชี้หูแดงที่สมบูรณ์ กลุ่มสารปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสที่ดีที่สุด นาน 3 นาที (จากผลการทดลองข้อ 4.1 และ 4.2) ผึ่งผลพริกให้แห้ง บรรจุผลพริกในภาชนะโพลีเอทิลีน จำนวน 10 ผล/ภาชนะ ด้วยฟิล์มยืด ชนิด PE เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 25 ผล

บันทึกข้อมูล

### 1. จำนวนผลพริกที่มีเชื้อราแอนแทรกคโนส (%)

1) การเกิดโรค (เปอร์เซ็นต์) โดยการนับจำนวนผลพริกที่แสดงอาการโรคต่อจำนวนผลพริกทั้งหมด นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = (\text{จำนวนผลพริกที่เป็นโรค} / \text{จำนวนผลพริกทั้งหมด}) \times 100$$

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

## 2. คุณภาพของผลพริกชี้หนูหลังการเก็บรักษา

- การสูญเสียน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนักของผลพริกก่อนและหลังการเก็บรักษา นำมาคำนวณร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

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

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลพริกชี้หนู วัดสีผลพริกชี้หนูด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model DP-301) ในการวัดใช้หัววัดแบบให้สัมผัสกับผิวของผลพริกชี้หนู โดยวาง probe ให้ตั้งฉากกับผลพริกชี้หนู รายงานผลเป็นค่า L เป็นค่าที่รายงานความสว่างของสี ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสี เขียว-แดง และค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน-เหลือง

### เวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาเริ่มดำเนินการ เริ่มต้นตุลาคม ๒๕๕๙ – สิ้นสุดกันยายน ๒๕๖๑

สถานที่ดำเนินการ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนา  
วิทยาการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. แยกเชื้อและจำแนกชนิดของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้หนูแดง

#### 1.1 เก็บตัวอย่างพริกชี้หนูแดงที่เน่าเสียหลังเก็บเกี่ยวจากแหล่งต่างๆ

จากการเก็บตัวอย่างผลพริกชี้หนูแดงที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนสจากตลาดไทและตลาดสี่มุมเมือง ที่ขนส่งมาจากจังหวัด กาญจนบุรี ตาก อุบลราชธานี และลพบุรี ได้จำนวน 14 ไอโซเลท โดยดูจากลักษณะอาการเริ่มต้นจะมีลักษณะเป็นแผลฉ่ำน้ำ มีสีน้ำตาลเข้มบริเวณรอบแผล แผลบวมเล็กน้อย ต่อมาแผลจะขยายขนาดออกในลักษณะวงกลม หรือวงรี เกิดเป็นวงซ้อนกันเป็นชั้นๆ และมีการสร้างกลุ่มของโคนิเดีย เป็นเมือกเยิ้มสีส้มบริเวณแผล นำมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ เพื่อใช้ทดสอบความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส บนผลพริกชั้นต่อไป (Figure 1)

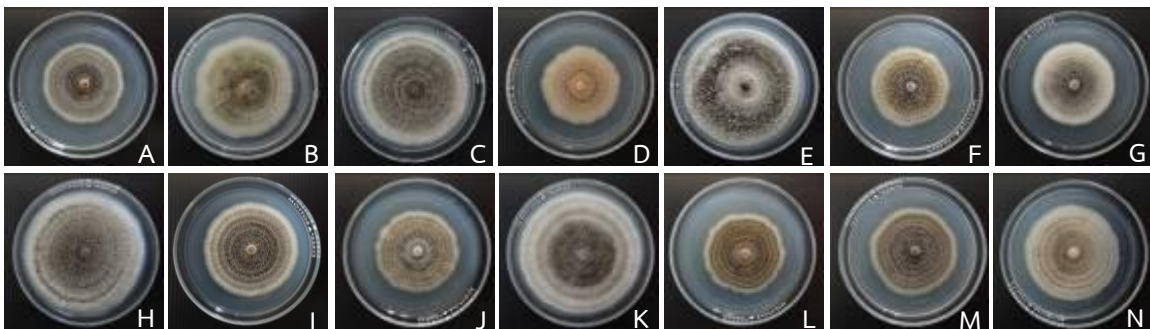




Figure 1 *Colletotrichum* spp. 14 isolated from anthracnose disease on chilli fruits in various sources

A. Kanchanaburi 1	B. Kanchanaburi 2	C. Kanchanaburi 3
D. Kanchanaburi 4	E. Kanchanaburi 5	F. Tak 1
G. Tak 2	H. Tak 3	I. Ubon Ratchathani 6
J. Ubon Ratchathani 7	K. Ubon Ratchathani 8	L. Ubon Ratchathani 9
M. Ubon Ratchathani 10	N. Lop Buri 1	

### 1.2 ทดสอบความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสบนผลพริก

นำเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนส จำนวน 14 ไอโซเลท ที่แยกได้มาทดสอบความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสบนผลพริกชี้หนูแดง พบว่า สายพันธุ์ของเชื้อที่สามารถทำให้เกิดความรุนแรงมากที่สุด คือ สายพันธุ์ อุบลราชธานี 6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลบนผลพริก 2.01 เซนติเมตร รองลงมา คือ สายพันธุ์ อุบลราชธานี 7 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลบนผลพริก 1.74 เซนติเมตร (Table 1, Figure 2) จากการทดสอบความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสบนผลพริกทำให้สามารถคัดเลือกเชื้อแอนแทรกโนสที่มีความรุนแรง คือ สายพันธุ์ อุบลราชธานี 6

Table 1 Anthracnose severity of *Colletotrichum* spp. 14 isolated on chilli fruits for 5 days

Isolate	Symptom lesion <sup>(1)</sup> (cm)
Kanchanaburi 1	0.36 ef
Kanchanaburi 2	0.29 f
Kanchanaburi 3	0.50 def
Kanchanaburi 4	1.02 cd
Kanchanaburi 5	0.44 edf
Tak 1	1.06 cd
Tak 2	1.43 bc
Tak 3	0.43 ef
Ubon Ratchathani 6	2.01 a
Ubon Ratchathani 7	1.74 ab
Ubon Ratchathani 8	0.88 cdf
Ubon Ratchathani 9	1.05 cd
Ubon Ratchathani 10	1.16 c
Lop Buri 1	0.11 f

---

<i>F-test</i>	**
CV %	40.52

---

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

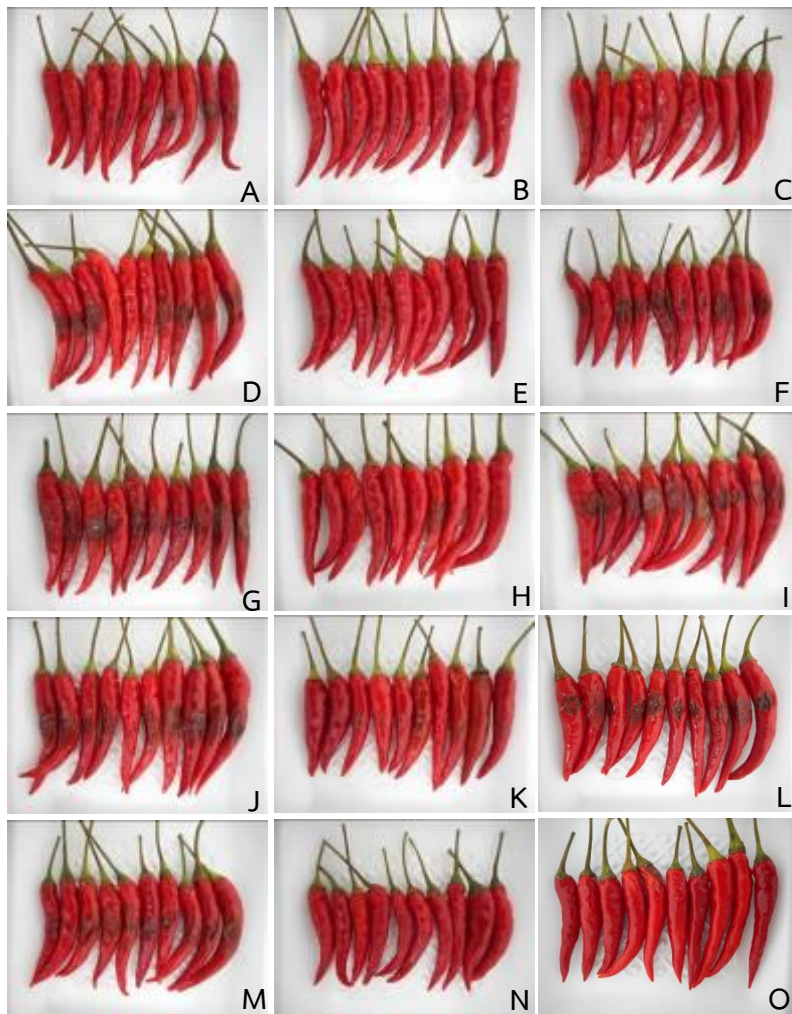


Figure 2 Anthracnose severity of *Colletotrichum* spp. 14 isolated on chilli fruits for 5 days

- |                        |                       |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. Kanchanaburi 1      | B. Kanchanaburi 2     | C. Kanchanaburi 3     |
| D. Kanchanaburi 4      | E. Kanchanaburi 5     | F. Tak 1              |
| G. Tak 2               | H. Tak 3              | I. Ubon Ratchathani 6 |
| J. Ubon Ratchathani 7  | K. Ubon Ratchathani 8 | L. Ubon Ratchathani 9 |
| M. Ubon Ratchathani 10 | N. Lop Buri 1         | O. no inoculate       |

### 1.3 จำแนกชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสบนผลพริก

จากการผลการทดลอง 1.2 สามารถคัดเลือกเชื้อแอนแทรกโนสที่มีความรุนแรงได้ คือ สายพันธุ์ อุบลราชธานี 6 เมื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าในระยะ 3 วันแรก บนอาหาร PDA เส้นใยเหนืออาหารเจริญฟูหนาแน่น เมื่อเชื้อยังอ่อนอยู่เส้นใยสีขาวเทา ต่อมาค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเทาและเป็นเทาแกมดำ เมื่อ

เชื้อเจริญเต็ม ที่ประมาณ 1 สัปดาห์จะเห็นโคนิเดียรวมกลุ่มเป็นหยดน้ำขุ่นๆสีชมพูอมส้ม เจริญเป็นวงซ้อนกัน เป็นชั้น ๆ มีsetae ลักษณะเป็นเส้นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ปลายเรียวแหลมเกิดปะปน โคนิเดียเดี่ยวๆมีลักษณะโค้ง คล้ายเคียว ปลาย ด้านหนึ่งแหลม ส่วนอีกด้านหนึ่งค่อนข้างมน ซึ่งตรงกับลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* (Sutton, 1980) (Figure 3)

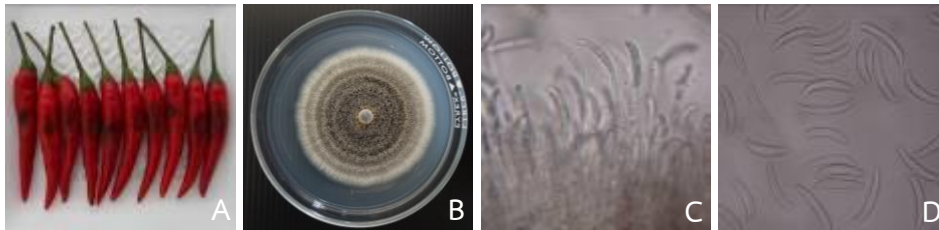


Figure 3 Anthracnose of chilli caused by *Colletotrichum capsici*

A. symptom of anthracnose

B. colony of *C. capsici*

C. conidiophores and conidia of *C. capsici*

D. conidia of *C. capsici*

## 2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย (GRAS) ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในห้องปฏิบัติการ

### 2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา

ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย 4 ชนิด คือ กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพรพิลพาราเบน และ โปแตสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้นของสาร 5 ระดับ คือ 100 250 500 750 และ 1000 มก./ล. โดยคัดเลือกสารปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา เพื่อใช้ทดสอบการกระตุ้นความต้านทานของผลพริก พบว่าสารปลอดภัยกลุ่มนี้สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรดออกซาลิกและโปแตสเซียม ซอร์เบท ทุกความเข้มข้นมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* อยู่ระหว่าง 0.80-27.05 และ 0.0-0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกรดซาลิไซลิก ยกเว้นความเข้มข้น 1000 มก./ล. ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* อยู่ระหว่าง 3.23-20.93 เปอร์เซ็นต์ (Table 2, Figure 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของบุญญวดี และคณะ(2554) ในกล้วยหอม พบว่า สารโปแตสเซียมซอร์เบท และกรดออกซาลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 1000 มก./ล. สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum musae* ได้เพียงเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 10.78-55.22 เปอร์เซ็นต์ และกรดออกซาลิกไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ ส่วนกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 มก./ล. ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา อยู่ระหว่าง 0.00-71.89 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ มีผลทำให้องค์ประกอบของอแกแนลล์ต่างๆ เช่น ผนังเซลล์ ไมโทคอนเดรีย และ นิวเคลียส เกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้เชื้อราเกิดการเจริญผิดปกติมีผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Eutypa lata* ทั้งในสภาพอาหารแข็งและอาหารเหลว (Amborabe *et al.*, 2002)

## 2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา

ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย 4 ชนิด คือ กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพรพิลพาราเบน และ โปแตสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้นของสาร 5 ระดับ คือ 100 250 500 750 และ 1000 มก./ล. ต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. capsici* ให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา พบว่าสารปลอดภัยกลุ่มนี้สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. capsici* ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรดออกซาลิกทุกความเข้มข้น สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราได้เพียงเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 10.78-55.22 เปอร์เซ็นต์ กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 และ 250 มก./ล. ยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา อยู่ระหว่าง 0.00-13.85 ส่วนสารโปแตสเซียม ซอร์เบท ความเข้มข้น 100 และ 250 มก./ล. ไม่สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราได้ (Table 2, Figure 5) สอดคล้องกับการรายงานของ วีรภรณ์ (2556) พบว่ากรดออกซาลิกความเข้มข้น 100 250 500 750 และ 1000 มก./ล. สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ในมะม่วง ได้เพียงเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 2.70-8.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 และ 250 มก./ล. ยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา อยู่ระหว่าง 39.00-64.60 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองข้อ 2.1 และ 2.2 คัดเลือกสารกลุ่มปลอดภัย กรดออกซาลิก และโปแตสเซียม ซอร์เบท ทุกความเข้มข้น กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร และโพรพิลพาราเบน ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสารกลุ่มปลอดภัยนี้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกสปอร์ของเชื้อรา *C. capsici* ของพริกได้อย่างสมบูรณ์ (100%) เพื่อนำมาทดสอบการกระตุ้นความต้านทานโรคแอนแทรคนโนสบนผลพริก

Table 2 Efficacy of GRAS compounds for the inhibition of mycelia growth of *Colletotrichum capsici* on potato dextrose agar (PDA) after 9 days of incubation and the inhibition of spore germination of *C. capsici* potato dextrose agar (PDA) after 9 hours of incubation

Treatment	Inhibition of mycelia growth (%) <sup>(1)</sup>	Inhibition of spore germination (%) <sup>(1)</sup>
salicylic acid 100 mg/l	3.23 g	0.00 j
salicylic acid 250 mg/l	3.90 g	13.85 g
salicylic acid 500 mg/l	11.03 e	100.00 a
salicylic acid 750 mg/l	20.93 d	100.00 a
salicylic acid 1,000 mg/l	100.00 a	100.00 a
oxalic acid 100 mg/l	0.87 ij	10.49 hi
oxalic acid 250 mg/l	1.47 hi	12.08 gh
oxalic acid 500 mg/l	4.90 f	18.24 f
oxalic acid 750 mg/l	11.16 e	34.61 e
oxalic acid 1,000 mg/l	27.05 c	33.93 e
propyl paraben 100 mg/l	29.81 b	48.03 c
propyl paraben 250 mg/l	100.00 a	100.00 a

propyl paraben 500 mg/l	100.00 a	100.00 a
propyl paraben 750 mg/l	100.00 a	100.00 a
propyl paraben 1,000 mg/l	100.00 a	100.00 a
potassium sorbate 100 mg/l	0.00 j	0.00 j
potassium sorbate 250 mg/l	0.00 j	0.00 j
potassium sorbate 500 mg/l	0.00 j	100.00 a
potassium sorbate 750 mg/l	0.13 j	100.00 a
potassium sorbate 1,000 mg/l	0.50 j	100.00 a
procholaz 100 mg/l	100.00 a	17.71 f
procholaz 250 mg/l	100.00 a	43.43 d
procholaz 500 mg/l	100.00 a	63.31 b
ethyl alcohol 10,000 mg/l	1.81 h	8.40 i
control (PDA)	0.00 j	0.00 j
<i>F-test</i>	**	**
CV (%)	2.57	4.62

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

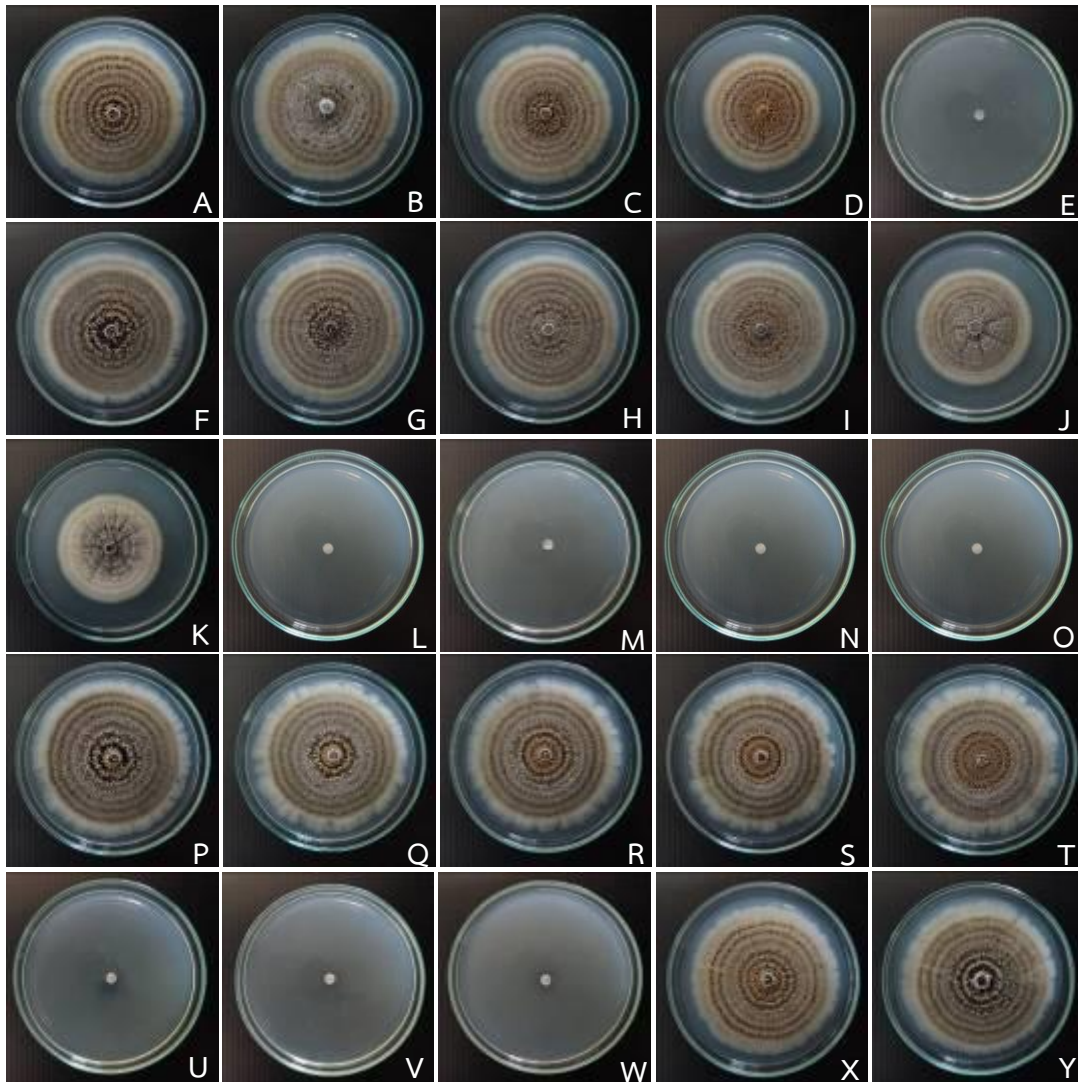


Figure 4 Efficacy of GRAS compounds for the inhibition of mycelia growth of *Colletotrichum capsici* on potato dextrose agar (PDA) after 9 days of incubation

- A. salicylic acid 100 mg/l
- B. salicylic acid 250 mg/l
- C. salicylic acid 500 mg/l
- D. salicylic acid 750 mg/l
- E. salicylic acid 1,000 mg/l
- F. oxalic acid 100 mg/l
- G. oxalic acid 250 mg/l
- H. oxalic acid 500 mg/l
- I. oxalic acid 750 mg/l

- N. propyl paraben 750 mg/l
- O. propyl paraben 1,000 mg/l
- P. potassium sorbate 100 mg/l
- Q. potassium sorbate 250 mg/l
- R. potassium sorbate 500 mg/l
- S. potassium sorbate 750 mg/l
- T. potassium sorbate 1,000 mg/l
- U. prochloraz 100 mg/l
- V. prochloraz 250 mg/l

J. oxalic acid 1,000 mg/l

K. propyl paraben 100 mg/l

L. propyl paraben 250 mg/l

M. propyl paraben 500 mg/l

W. procholaz 500 mg/l

X. ethyl alcohol 10,000 mg/l

Y. control (PDA)



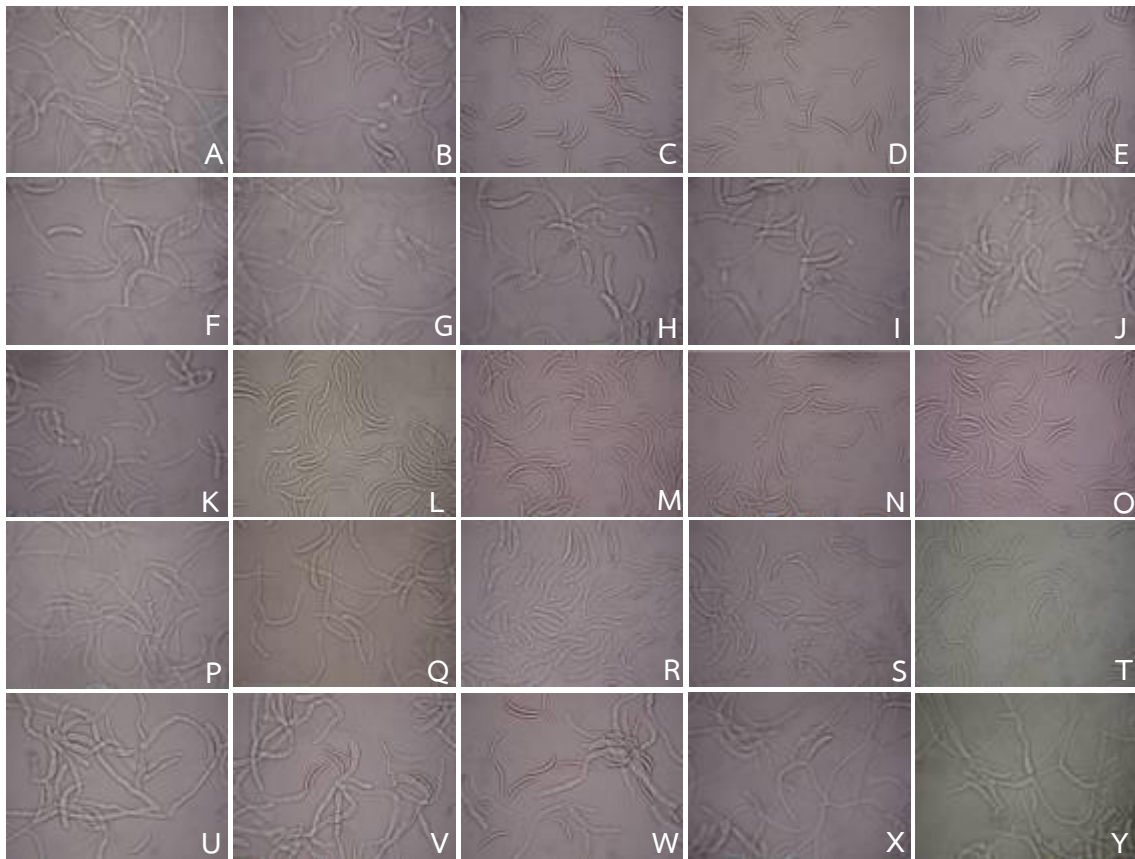


Figure 5 Efficacy of GRAS compounds for the inhibition of spore germination of *Colletotrichum capsici* on potato dextrose agar (PDA) after 9 hours of incubation

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| A. salicylic acid 100 mg/l   | N. propyl paraben 750 mg/l      |
| B. salicylic acid 250 mg/l   | O. propyl paraben 1,000 mg/l    |
| C. salicylic acid 500 mg/l   | P. potassium sorbate 100 mg/l   |
| D. salicylic acid 750 mg/l   | Q. potassium sorbate 250 mg/l   |
| E. salicylic acid 1,000 mg/l | R. potassium sorbate 500 mg/l   |
| F. oxalic acid 100 mg/l      | S. potassium sorbate 750 mg/l   |
| G. oxalic acid 250 mg/l      | T. potassium sorbate 1,000 mg/l |
| H. oxalic acid 500 mg/l      | U. prochloraz 100 mg/l          |
| I. oxalic acid 750 mg/l      | V. prochloraz 250 mg/l          |
| J. oxalic acid 1,000 mg/l    | W. prochloraz 500 mg/l          |
| K. propyl paraben 100 mg/l   | X. ethyl alcohol 10,000 mg/l    |
| L. propyl paraben 250 mg/l   | Y. control (PDA)                |
| M. propyl paraben 500 mg/l   |                                 |



### 3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้หนู

สารกลุ่มปลอดภัย กรดออกซาลิก และโปแตสเซียม ซอร์เบท ทุกความเข้มข้น กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร และโพธิพิลพาราเบน ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ของพริกได้ดี มีขนาดแผล 0.46-0.50 เซนติเมตร รองลงมาคือโปแตสเซียม ซอร์เบท ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีขนาดแผล 0.50-0.54 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับผลพริกที่จุ่มในกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) พบว่า มีขนาดแผล 1.74 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตามสารเคมีโปรคลอราซมีประสิทธิภาพสูงกว่า มีขนาดแผล 0.10 เซนติเมตร (Table 3, Figure 6) สอดคล้องกับการศึกษาของ Yu *et al.* (2003) พบว่าการจุ่มผลก็วีด้วยกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0.14 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ก่อนการเก็บรักษาสามารถกระตุ้นความต้านทานต่อเชื้อรา *Botrytis cinerea* ในผลก็วีพันธุ์ Hayward และกรดซาลิไซลิกยังมีผลกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส และเปอร์ออกซิเดส ซึ่งตรงกับผลการทดลองข้อ 1.1 คือ กรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* ได้โดยตรง แต่เมื่อทดสอบในผลพริกสามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี ดังนั้นกรดซาลิไซลิกน่าจะเกี่ยวข้องกับกลไกการชักนำความต้านทานในพืชเพื่อป้องกันตนเองจากการรุกรานของเชื้อสาเหตุโรค (Tian *et al.*, 2007)

จากผลการทดลองนี้ ได้คัดเลือกกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น คือ 500 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* และประหยัดสารปลอดภัยกว่าการเลือกกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากขนาดแผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ มาทดสอบประสิทธิภาพของระยะเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นความต้านทานและโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทาน

Table 3 Efficacy of GRAS compounds to control anthranose of *Colletotrichum capsici* inoculated chilli before dipping in various substances and storage at 15°C for 10 days

Treatment	Symptom lesion <sup>(1)</sup> (cm)
salicylic acid 100 mg/l	0.50 bc
salicylic acid 250 mg/l	0.48 bc
salicylic acid 500 mg/l	0.47 bc
salicylic acid 750 mg/l	0.46 b
oxalic acid 100 mg/l	0.93 f
oxalic acid 250 mg/l	0.73 e
oxalic acid 500 mg/l	0.61 cde
oxalic acid 750 mg/l	0.54 bcd
oxalic acid 1,000 mg/l	0.66 de
propyl paraben 100 mg/l	1.09 g
potassium sorbate 100 mg/l	0.74 e
potassium sorbate 250 mg/l	0.69 e
potassium sorbate 500 mg/l	0.54 bcd
potassium sorbate 750 mg/l	0.50 bc
potassium sorbate 1,000 mg/l	0.50 bc
procholaz 500 mg/l	0.10 a
ethyl alcohol 10,000 mg/l	1.3 h
control (water)	1.74 i
<i>F-test</i>	**
CV (%)	13.00

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

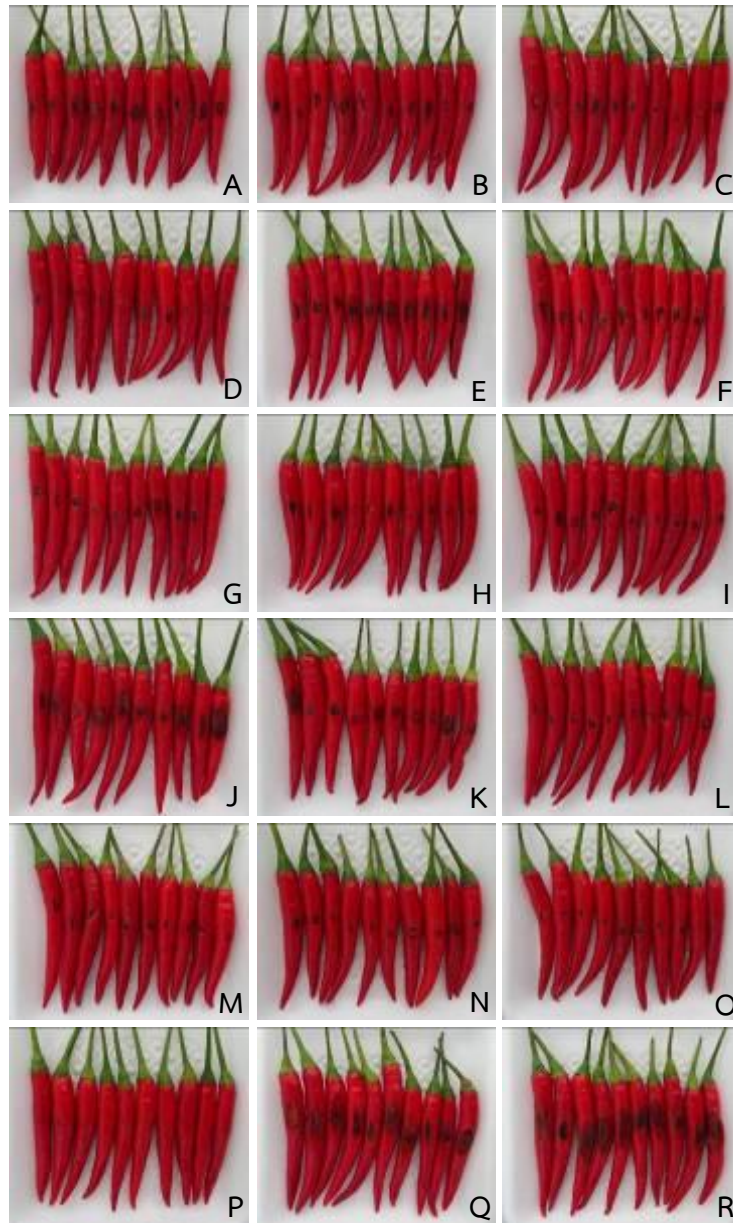


Figure 6 Efficacy of GRAS compounds to control anthracnose of *Colletotrichum capsici* inoculated chili before dipping in various substances and storage at 15°C for 10 days

A. salicylic acid 100 mg/l

B. salicylic acid 250 mg/l

C. salicylic acid 500 mg/l

D. salicylic acid 750 mg/l

E. oxalic acid 100 mg/l

J. propyl paraben 100 mg/l

K. potassium sorbate 100 mg/l

L. potassium sorbate 250 mg/l

M. potassium sorbate 500 mg/l

N. potassium sorbate 750 mg/l

F. oxalic acid 250 mg/l	O. potassium sorbate 1,000 mg/l
G. oxalic acid 500 mg/l	P. prochloraz 500 mg/l
H. oxalic acid 750 mg/l	Q. ethyl alcohol 10,000 mg/l
I. oxalic acid 1,000 mg/l	R. control (water)

#### 4. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการกระตุ้นความต้านทาน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ต่อการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนูแดง และการชักนำการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานในผลพริกชี้หนูแดง

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการกระตุ้นความต้านทานที่ระยะเวลาต่าง ๆ ต่อการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสของพริกชี้หนูแดง

ศึกษาประสิทธิภาพของผลพริกที่จุ่มกรดซาลีไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้เป็นเวลา 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริก หลังจากนั้นปลูกเชื้อรา *C. capsici* เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) และกรรมวิธีที่จุ่มสารเคมีโปรคลอราซ 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าผลพริกที่จุ่มกรดซาลีไซลิกมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) โดยผลพริกที่จุ่มกรดซาลีไซลิกความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้ให้กระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริก 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ของพริกได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดแผล 0.26-0.33 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตาม ผลพริกที่จุ่มกรดซาลีไซลิกความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้ให้กระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริก 12 ชั่วโมง มีขนาดแผลเล็กที่สุด 0.26 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับผลพริกกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) มีขนาดแผล 0.90 เซนติเมตร (Table 4, Figure 7) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tian *et al.* (2006) พบว่ากรดซาลีไซลิก ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ลดการเน่าเสียของผลแพร์ที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria alternata* โดยกรดซาลีไซลิกจะกระตุ้นผลแพร์ให้มีการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานต่อเชื้อ *A. alternata* เช่น เบต้า-1,3 กุลคาเนส, ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส, เพอร์ออกซิเดสและโพลีฟีนอลออกซิเดส นอกจากนี้ กรดซาลีไซลิก อาจเกี่ยวข้องกับระบบ signal transduction ซึ่งจะไปชักนำให้พืชเกิดความต้านทานโดยการสร้างสารต่างๆ เช่น โพลีฟีนอล หรือ Pathogenesis-related protein (PR-protein) (Hahlbrock and Scheel, 1989) โดย PR-protein ช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคได้ เช่น เอนไซม์ Chitinase และ Glucanase จัดเป็น PR-protein ที่พืชสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการบุกรุกของเชื้อโรคและสภาวะกดดันต่างๆ (Bowles, 1990; Van Loon and Van Strien, 1999)

4.2 ทดสอบผลของระยะเวลาที่ต่างกันของสารกลุ่มปลอดภัยบนผิวของพริกต่อการชักนำการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทาน (pathogenesis-related proteins) ในผลพริกชี้หนูแดง

ศึกษาประสิทธิภาพของผลพริกที่จุ่มกรดซาลีไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้เป็นเวลา 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริก เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) พบว่า ผลพริกที่จุ่มกรดซาลีไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้ให้กระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริก 12 ชั่วโมง สามารถชักนำการสร้างเอนไซม์ไคตินเนสได้สูงสุด คือมีค่าเท่ากับ 1.65 units/mg protein เมื่อ

เทียบกับพริกชุดกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) สามารถชักนำการสร้างเอนไซม์ไคตินเนสได้ คือ 0.59 units/mg protein (Table 4)

จากผลการทดลองนี้มีความสัมพันธ์กับการทดลองที่ 4.1 คือ เมื่อจุ่มผลพริกด้วยกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที บ่มไว้ให้กระตุ้นความต้านทานที่ผิวพริก 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกคโนสได้ดีที่สุด เนื่องมาจากที่ระยะเวลาที่สามารถชักนำการสร้างเอนไซม์ไคตินเนสได้สูงที่สุด โดยเอนไซม์ไคตินเนสจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไคติน ซึ่งเป็นโพลิเมอร์สายยาวของ  $\beta$ -1,4-N-acetyl-D-glucosamine ที่เป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์เชื้อราสาเหตุโรคให้เป็น Oligomer สายสั้นๆ ทำให้เซลล์ของเชื้อราตายในที่สุด (เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล,2544; Bowles,1990; Van Loon and Van Strien, 1999)

Table 4 Efficacy of GRAS compounds and timing of induced resistance on symptom of anthracnose disease and enhanced chitinase activities in chilli fruit.

Treatment	Symptom lesion <sup>(1)</sup> (cm)	Chitinase <sup>(1)</sup> (units/mg protein)
salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 6 hr.	0.33 b	0.77 b
salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 12 hr.	0.26 b	1.65 a
salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 18 hr.	0.29 b	0.76 b
salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 24 hr.	0.27 b	0.77 b
procholaz 500 mg/l , dip 3 min incubate 24 hr.	0.02 a	0.39 c
control (water) , dip 3 min incubate 24 hr.	0.90 c	0.59 bc
<i>F-test</i>	**	**
CV(%)	29.17	19.71

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



Figure 7 Efficacy of GRAS compounds and timing of induced resistance on symptom of anthracnose disease in chilli fruit.

- A. salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 6 hr.
- B. salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 12 hr.
- C. salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 18 hr.
- D. salicylic acid 500 mg/l , dip 3 min incubate 24 hr.
- E. procholaz 500 mg/l , dip 3 min incubate 24 hr.
- F. control (water) , dip 3 min incubate 24 hr.

### 5. ศึกษาผลของการใช้สารกลุ่มปลอดภัยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลพริกชี้หนูแดง

ผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และสารเคมีโปรคลอราซ 500 มิลลิกรัม/ลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หลังการเก็บรักษา 7 14 และ 21 วัน พบว่า ผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก เก็บรักษา 7 วัน มีดัชนีการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาวันที่ 14 และ 21 วัน พบว่าดัชนีการเกิดโรคมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่จุ่มในกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม ลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี ดัชนีการเกิดโรค 2.00 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ดัชนีการเกิดโรค 5.20 และ 9.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองข้อ 3 คือ เมื่อจุ่มผลพริกในกรดซาลิไซลิก และปลูกเชื้อรา *C. capsici* ลงบนผลพริก มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ของพริกได้ดีที่สุด มีขนาดแผลเล็กกว่ากรรมวิธีควบคุม

การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักและการเกิดโรคของผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 14 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่จุ่มผลพริกในสารเคมีโปรคลอราซ 500 มิลลิกรัม/ลิตร (Table 5,6,7)

Table 5 Efficacy of GRAS compounds on firmness and weight loss of chilli storage at 10 °C for 7,14 and 21 days

Treatment	Firmness (N)			weight loss (%)		
	7 day	14 day	21 day	7 day	14 day	21 day
salicylic acid 500 mg/l	13.15	12.97	14.82	0.61	0.82	1.47
procholaz 500 mg/l	12.15	13.20	13.83	0.54	1.51	1.30
control (water)	13.44	12.18	13.78	0.46	0.99	1.59
CV (%)	10.53	5.19	7.57	52.70	39.35	53.15

<sup>1/</sup>Mean in the same column, followed a common letter(s) are not significantly different at the 5% level by LSD



Table 6 Efficacy of GRAS compounds to control anthracnose of chilli storage at 10 °C for 7,14 and 21 days

Treatment	Disease incidence (%)			Disease index (%)		
	7 day	14 day	21 day	7 day	14 day	21 day
salicylic acid 500 mg/l	4.80	8.00	9.60	1.20	2.00 a	3.00 a
procholaz 500 mg/l	2.40	4.80	8.00	0.60	1.80 a	4.00 a
control (water)	7.20	10.40	12.00	1.80	5.20 b	9.40 b
<i>F-test</i>	ns	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	71.36	59.73	61.04	71.36	48.69	66.63

<sup>1/</sup>Mean in the same column, followed a common letter(s) are not significantly different at the 5% level by LSD

Table 7 Efficacy of GRAS compounds color peel of chilli storage at 10 °C for 7,14 and 21 days

Treatment	Change of color of peel								
	Day 7			Day 14			Day 21		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
salicylic acid 500 mg/l	30.10	37.37	21.50	30.46	38.30	21.95	30.59	38.85	22.41
procholaz 500 mg/l	31.37	38.31	22.43	31.33	39.29	23.33	30.84	37.36	20.97
control (water)	31.22	38.54	22.73	31.31	38.46	22.56	29.75	37.25	21.01
CV (%)	3.04	4.53	8.67	2.86	3.20	5.40	3.81	3.88	6.60

<sup>1/</sup>Mean in the same column, followed a common letter(s) are not significantly different at the 5% level by LSD



Figure 8 Efficacy of GRAS compounds to control anthracnose of chilli storage at 10 °C for 7,14 and 21 days

A. salicylic acid 500 mg/l

B. procholaz 500 mg/l

C. control (water)

## 9. สรุปผลการทดลอง

1. ทดสอบประสิทธิภาพ ของสารกลุ่มปลอดภัย 4 ชนิด คือ กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพรพิลพาราเบน และโปแตสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้นของสาร 5 ระดับ คือ 100 250 500 750 และ 1000 มก./ล. บนผลพริก โดยการปลูกเชื้อ *C. capsici* พบว่าผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *C. capsici* ของพริกได้ดี มีขนาดแผล 0.46-0.50 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับผลพริกที่จุ่มในกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) พบว่า มีขนาดแผล 1.74 เซนติเมตร

2. ผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร จุ่มนาน 3 นาที บ่มกระตุ้นความต้านทานบนผลพริก 12 ชั่วโมง สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดีที่สุด มีขนาดแผลเล็กที่สุด 0.26 เซนติเมตร สัมพันธ์กับการชักนำการสร้างเอนไซม์ไคตินเนส ซึ่งมีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.65 units/mg protein

3. ผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 3 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 และ 21 วัน สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี ดัชนีการเกิดโรค 2.00 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ดัชนีการเกิดโรค 5.20 และ 9.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคุณภาพด้านสี ความแน่นเนื้อ และการสูญเสียน้ำหนักไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ผลพริกที่จุ่มกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/ลิตร จุ่มนาน 3 นาที บ่มกระตุ้นความต้านทานบนผลพริก 12 ชั่วโมง สามารถลดความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสได้ดี

2. เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเป็นข้อมูลพื้นฐาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่น เนื่องจากเชื้อราแอนแทรคโนสเป็นเชื้อราสาเหตุโรคของผลไม้หลายชนิด เพื่อหาแนวทางในการป้องกัน เพิ่มคุณภาพของสินค้าให้มีมาตรฐาน และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในแปลงเพื่อกระตุ้นความต้านทานให้ผลพริกตั้งแต่อยู่ในแปลงปลูก

## 11. คำขอบคุณ

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ที่ช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## 12. เอกสารอ้างอิง

บุญญวดี จิระวุฒิ สุภา อโนธารมณ และรัตนา สุทธยาคม. 2554. การควบคุมโรคขี้หวีเน่าของกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว. น. 101-114. ใน : การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ปี 2554 กรมวิชาการเกษตร.

วีรภรณ์ เดชนาบัญชาชัย. 2556. การกระตุ้นความต้านทานในผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้สารเคมีที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ปลอดภัยที่มีต่อโรคแอนแทรคโนส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล, 2544, บทความเรื่อง พันธุ์วิศวกรรมกับการจัดการโรคพืช, ใน โรคพืช มข.

- ปริทรรศน์, ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 22.
- Amborabe, B. E., P. F. Lessard, J. F. Chollet and G. Roblin. 2002. Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards *Eutypa lata*: structure-activity relationship. *Plant Physiol. Biochem.* 40: 1051-1060.
- Bowles, D. J. 1990. Defense-related proteins in higher plants. *Ann. Rev. Biochem.* 59, 873-907.
- Castafier, M., M. I. Gil and F. Artes. 1997. Organic acids as browning inhibitors on harvested “Baby” lettuce and endive. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A* 205: 375-379.
- Hahlbrock, K. and D. Scheel. 1989. Physiology and Molecular Biology of Phenylpropanoid Metabolism. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 40: 347-369.
- Pakdeevaporn, 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.
- Sutton, B.C. 1980. The Coelomycetes: Fungi imperfect with Pycnidia, Acervulus and Stromata. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. 696 p.
- 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. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 70: 726-734.
- Tian, S., H. J. Yao, X. Deng, X. B. Xu, G. Z. Qin and Z. L. Chan. 2007. Characterization and expression of  $\beta$ -1,3-glucanase genes in jujube fruit induced by the biocontrol microbial agent, *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathol.* 97: 260-268.
- Van Loon, L. C. and E. A. Van Strien. 1999. The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 55: 85-97.
- Yu, Z., C. Kunsong, Z. Shanglong and F. Ian. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 67-74.