รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 61

---

1. แผนงานวิจัย :

2. โครงการวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากรา

กิจกรรมที่ 1 : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปลอดภัย

3. ชื่อการทดลองที่ 1.2 : การใช้น้ำร้อนและสารกลุ่มปลอดภัยควบคุมโรคผลเน่าของแก้วมังกรหลังการเก็บเกี่ยว

ชื่อการทดลองที่ 1.2 : Hot Water Treatment and Generally Recognized as Safe to Control Fruit Rot of Dragon Fruit after Harvest

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางรัตตา สุทธยาคม

หน่วยงานสังกัด : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นางสาวบุญญวดี จิระวุฒิ

หน่วยงานสังกัด : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นางสาววีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย

หน่วยงานสังกัด : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocercus undatus* (Haw) Brit. & Rose.) ที่แสดงอาการผลเน่า ทำการแยกเชื้อสาเหตุ พบเชื้อราสำคัญ 3 ชนิด คือ *Bipolaris cactivora, Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* โดยเชื้อ *B. cactivora* มีความสามารถในการก่อโรคได้รุนแรง จึงนำมาเป็นตัวแทนทดสอบการควบคุมโรคด้วยสารปลอดภัย (Generally Recognized as Safe, GRAS) และน้ำร้อน วางแผนการทดลองแบบ CRD ทดสอบด้วยวิธีอาหารพิษ (Poisoned food technique) ใช้สาร GRAS 9 ชนิด ได้แก่ แอมโมเนียมคาร์บอเนต แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต โพแทสเซียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก และโพแทสเซียมซอเบท ด้วยวิธี พบว่า แอมโมเนียมคาร์บอเนต และกรดซาลิไซลิก สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สมบูรณ์ และนำมาควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อ *B. cactivora* โดยการทำแผล พบว่า กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร และ โซเดียมคาร์บอเนต 2% ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ 40.49% และ 28.72% ตามลำดับ สำหรับการควบคุมโรคด้วยน้ำร้อน 3 ระดับ คือ 50 ซ. 53ซ. และ55ซ. พบว่าน้ำร้อน 55ซ. ควบคุมโรคได้ 59.53% และเมื่อใช้น้ำร้อนร่วมกับสาร GRAS ควบคุมโรค ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำร้อนเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความรุนแรง จึงทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนในการควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อทั้ง 3 ชนิด พบว่า การจุ่มผลแก้วมังกรในน้ำร้อน 55ซ. นาน 5นาที สามารถยับยั้งความรุนแรงบนผลปลูกเชื้อ *B. cactivora* 97.46% *C. capsici* 89.18% และ *C. gloeosporioides* 83.67% โดยที่คุณภาพการเก็บรักษาไม่แตกต่างจากผลไม่จุ่มน้ำร้อน

Abstract

Dragon fruit white flesh, red peel (*Hylocercus undatus* (Haw) Brit. & Rose.) showed symptom of fruit rot, which isolated the cause of disease. Three major fungi were found *Bipolaris cactivora*, *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum gloeosporioides*. The severe pathogenic was *B. cactivora*, therefore used as a representative for disease control by Generally Recognized as Safe (GRAS) and hot water treatment. Experimental design was CRD. Poisoned food technique tested using 9 kinds of GRAS such as ammonium carbonate, ammonium bicarbonate, sodium carbonate, sodium bicarbonate, potassium carbonate, potassium bicarbonate, salicylic acid, oxalic acid and potassium sorbate. Found that ammonium carbonate and salicylic acid could inhibit colony of fungi completely. To control the disease on the wound inoculated by *B. cactivora*, it were found that 500 mg/L of salicylic acid and 2% sodium carbonate could reduce disease severity by 40.49% and 28.72%, respectively. For disease control with 3 levels of hot water were 50°C, 53°C and 55°C, the hot water 55°C could control 59.53%. When using hot water together with GRAS the result showed that the hot water treatment was an effective method for inhibiting disease severity. Then the test of the efficiency of hot water in the disease control on the inoculated fruits by three fungi showed that the dipping of dragon fruits in hot water 55° C for 5 minutes could inhibit the severity on the results of *B. cactivora* by 97.46%, *C. capsici* by 89.18% and *C. gloeosporioides* by 83.67%, while the storage quality was not different from the non-treated fruits.

Keywords: dragon fruit, fruit rot, hot water, Gennerally Recognized as safe

6. คำนำ

แก้วมังกรเป็นพืชกระบองเพชรประเภทเลื้อย อยู่ในวงศ์ Cactaceae สกุล Hylocereus แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose ผลทรงกลมรี ผิวสีแดงบานเย็น กลีบผลสีเขียวเรียวยาว (สุรพงษ์, 2545) แก้วมังกรเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพมีใยอาหารสูง โพแทสเซียมและแมกนีเซียมช่วยลดระดับน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในเลือด (สำนักโภชนาการ, 2553) เนื่องจากมีการขยายพื้นที่ปลูก ผลผลิตเพิ่มขึ้น โรคพืชหลังเก็บเกี่ยวจึงเป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว มีรายงานพบโรคผลเน่าของแก้วมังกร สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Bipolaris cactivora* แสดงอาการ จุดแผลฉ่ำน้ำ พบผงสีเขียวมะกอกถึงดำบนแผล โดยพรพิมลและคณะ (2552) และ Taba *et al*. (2007) จากการสำรวจในจังหวัดสมุทรสาคร นครราชสีมา และจันทบุรี พบโรคผลเน่ามีสาเหตุมาจากเชื้อราหลายชนิด *Dothiorella dominicana*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum capsici* และ *B. cactivora* (ศรายุทธและคณะ, 2555)

การควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราเป็นวิธีที่สะดวก แต่เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จึงมีการใช้สารปลอดภัย (Generally Recognized as Safe, GRAS) เพื่อทดแทน และการใช้น้ำร้อนซึ่ง

เป็นวิธีการที่ปลอดภัย ไม่มีสารเคมีตกค้าง ดังนั้น ในการศึกษานี้เพื่อหาวิธีการใช้น้ำร้อนร่วมกับสาร GRAS ที่เหมาะสมในการควบคุมโรคผลเน่าของแก้วมังกร

7. **วิธีดำเนินการ**

อุปกรณ์

1. ผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocercus undatus* (Haw) Brit. & Rose.)
2. เชื้อราสาเหตุโรค 3 สายพันธุ์ คือ *B. cactivora*, *C. capsici* และ *C. gloeosporioides*
3. สาร GRAS จำนวน 9 ชนิด
4. อ่างน้ำร้อน ความจุขนาด 150 ลิตร
5. ตู้เขี่ยเชื้อ หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) อาหารเลี้ยงเชื้อรา potato dextrose agar (PDA)
6. กล้องจุลทรรศน์ (light microscope) กล้องจุลทรรศน์ แบบสเตอริโอ (stereo microscope)
7. กระบอกตวง บีกเกอร์ จานเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่
8. ไมโครปิเปตต์ (micropipette) และ ไมโครปิเปตต์ทิป (micropipette tip)
9. เข็มเขี่ยเชื้อ สไลด์และกระจกปิดสไลด์ ตะเกียงแอลกอฮอล์ พาราฟิลม์ กระดาษทิชชู่
10. mounting media: distilled water and lactophenol
11. นาฬิกาจับเวลา เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดสี

วิธีการ

1. การแยกเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของแก้วมังกร

ผลแก้วมังกรที่แสดงอาการผลเน่าหลังเก็บเกี่ยวนำมาแยกเชื้อสาเหตุโรคด้วยวิธี tissue transplanting โดยการตัดเนื้อเยื่อผลที่เป็นโรคบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อปกติกับเนื้อเยื่อที่แสดงอาการเน่า ขนาดประมาณ 5x5 มิลลิเมตร นำชิ้นเนื้อเยื่อไปฆ่าเชื้อในคลอร็อก 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาทีแล้วนำมาวางในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารพีดีเอ (Potato Dextrose Agar, PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนเชื้อราเจริญออกจากชิ้นเนื้อเยื่อ ทำการแยกเชื้อราจนได้เชื้อบริสุทธิ์ และจำแนกชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของแก้วมังกร หลังจากนั้นนำเชื้อราที่ได้ไปปลูกเชื้อลงบนผลแก้วมังกรอีกครั้ง ตามกฎการพิสูจน์โรค (Koch's postulates)

บันทึกผล ชนิดของเชื้อราสาเหตุ ลักษณะอาการของโรค

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรค

ด้วยวิธีอาหารพิษ (poisoned food technique) เตรียมอาหารพีดีเอที่ผสมสารตามกรรมวิธีที่1-33 เทลงในจานเลี้ยงเชื้อ นำชิ้นวุ้นที่ได้จากการตัดเส้นใยรอบโคโลนีเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน ขนาด 5 มิลลิเมตร วางบนผิวหน้าอาหารที่ผสมสาร และชุดควบคุม (อาหารที่ไม่ผสมสาร) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 33 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่1 ชุดควบคุม (ไม่ผสมสาร)

กรรมวิธีที่2 แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่3 แอมโมเนียมคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่4 แอมโมเนียมคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่5 โซเดียมคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่6 โซเดียมคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่7 โซเดียมคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่8 โซเดียมไบคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่9 โซเดียมไบคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่10 โซเดียมไบคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่11 โพแทสเซียมคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่12 โพแทสเซียมคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่13 โพแทสเซียมคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่14 โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที15 โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่16 โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่17 กรดซาลิไซลิก 250 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่18 กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่19 กรดซาลิไซลิก 750 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่20 กรดซาลิไซลิก 1000 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่21 กรดออกซาลิก 250 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่22 กรดออกซาลิก 500 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่23 กรดออกซาลิก 750 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่24 กรดออกซาลิก 1000 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่25 โพแทสเซียมซอเบส 250 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่26 โพแทสเซียมซอเบส 500 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่27 โพแทสเซียมซอเบส 750 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่28 โพแทสเซียมซอเบส 1000 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่29 อิมาซาลิล 250 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่30 อิมาซาลิล 500 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่31 โปรคลอราซ 250 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่32 โปรคลอราซ 500 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่33 เอทิลแอลกอฮอล์ 0.5%

บันทึกผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา นำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งการเจริญ ดังนี้

ร้อยละของการยับยั้ง = [(A–B)/A] x 100

A คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารพีดีเอ (กรรมวิธีควบคุม)

B คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารพีดีเอผสมสาร

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารปลอดภัยในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ

คัดเลือกผลแก้วมังกรที่สมบูรณ์ทำความสะอาดด้วยน้ำผสมคลอรอกซ์ อัตราส่วน 25 มล./10 ลิตร และล้างน้ำสะอาดอีกครั้ง ผึ่งแห้ง ทำการปลูกเชื้อราโดยทำแผลด้วยเข็มปลายแหลม เจาะ 1 รู นำชิ้นวุ้นที่ได้จากการตัดเส้นใยรอบโคโลนีเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน ขนาด 5 มิลลิเมตร วางคว่ำผิวหน้าวุ้นลงที่แผล เก็บผลแก้วมังกรในตะกร้า คลุมด้วยถุงพลาสติกที่ชื้น เก็บที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำชิ้นวุ้นออก หลังจากนั้นนำผลแก้วมังกรจุ่มสารตามกรรมวิธี นาน 5 นาที ผึ่งและเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 8 วัน

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 5 ผล

ชุดที่1 สารปลอดภัย (กลุ่มคาร์บอเนต)

กรรมวิธีที่1 ผลปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่2 แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่3 แอมโมเนียมคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่4 แอมโมเนียมคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่5 แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่6 แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่7 แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่8 โซเดียมคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่9 โซเดียมคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่10 โซเดียมคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่11 โซเดียมไบคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่12 โซเดียมไบคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่13 โซเดียมไบคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่14 โพแทสเซียมคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่15 โพแทสเซียมคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่16 โพแทสเซียมคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่17 โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 1%
กรรมวิธีที่18 โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 2%
กรรมวิธีที่19 โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 3%
กรรมวิธีที่20 อิมาซาลิล 500 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่21 โปรคลอราซ 500 ไมโครลิตร/ลิตร

ชุดที่2 สารปลอดภัย (กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก และโพแทสเซียมซอเบส)

กรรมวิธีที่1 ผลปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่2 กรดซาลิไซลิก 250 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่3 กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่4 กรดซาลิไซลิก 750 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่5 กรดซาลิไซลิก 1000 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่6 กรดออกซาลิก 250 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่7 กรดออกซาลิก 500 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่8 กรดออกซาลิก 750 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่9 กรดออกซาลิก 1000 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่10 โพแทสเซียมซอเบส 250 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่11 โพแทสเซียมซอเบส 500 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่12 โพแทสเซียมซอเบส 750 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่13 โพแทสเซียมซอเบส 1000 มก./ลิตร
กรรมวิธีที่14 อิมาซาลิล 250 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่15 อิมาซาลิล 500 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่16 โปรคลอราช 250 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่17 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร
กรรมวิธีที่18 เอทิลแอลกอฮอล์ 0.5%

บันทึกผล ความรุนแรงของโรคโดยวัดขนาดแผล (เซนติเมตร) นำมาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งความรุนแรงของโรค

4. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ

คัดเลือกผลแก้วมังกรที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาด ผึ่งแห้ง ทำการปลูกเชื้อราโดยทำแผลด้วยเข็มปลายแหลม เจาะ 1 นำชิ้นวุ้นที่ได้จากการตัดเส้นใยรอบโคโลนีเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน ขนาด 5 มิลลิเมตร วางคว่ำผิวหน้าวุ้นลงที่แผล เก็บผลแก้วมังกรในตะกร้า คลุมด้วยถุงพลาสติกที่ชื้น เก็บที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำชิ้นวุ้นออก นำผลแก้วมังกรจุ่มในน้ำร้อนตามกรรมวิธีที่กำหนด หลังจากนั้นจุ่มในน้ำอุณหภูมิห้องทันที นาน 5 นาที เพื่อช่วยลดความร้อนสะสมในผล ผึ่งและเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 5 ผล

ชุดที่1 น้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่1 น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่2 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
กรรมวิธีที่3 50 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที
กรรมวิธีที่4 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

ชุดที่2 น้ำร้อน 53 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่1 น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 53 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

กรรมวิธีที่3 53 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่4 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

ชุดที่3 น้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่1 น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 55 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

กรรมวิธีที่3 55 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่4 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

บันทึกผล วัดขนาดแผล (เซนติเมตร) นำมาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งความรุนแรงของโรค

5. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนร่วมกับสารในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อรา

คัดเลือกผลแก้วมังกรที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาด ผึ่งแห้ง ทำการปลูกเชื้อราโดยทำแผลด้วยเข็มปลายแหลม เจาะ 1 รู หยดสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อรา ปริมาตร 5 ไมโครลิตร เก็บผลแก้วมังกรในตะกร้าคลุมด้วยถุงพลาสติกที่ชื้น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 18 ชั่วโมง นำผลแก้วมังกรจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิและเวลาที่ให้ผลดีในการควบคุมโรคจากข้อ 4 แล้วจึงจุ่มสารที่คัดเลือกจากข้อ 3 นาน 5 นาที ผึ่งและเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ผล

ชุดที่1 น้ำร้อน 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่1 น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 53ซ. + แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่3 53ซ. + แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่4 53ซ. + โซเดียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่5 53ซ. + โซเดียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่6 53ซ. + โพแทสเซียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่7 53ซ. + โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่8 53ซ. + กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่9 53ซ. + กรดออกซาลิก 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่10 53ซ. + โพแทสเซียมซอเบท 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่11 53ซ. + น้ำอุณหภูมิห้อง

กรรมวิธีที่12 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร

ชุดที่2 น้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่1 น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 55ซ. + แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่3 55ซ. + แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่4 55ซ. + โซเดียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่5 55ซ. + โซเดียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่6 55ซ. + โพแทสเซียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่7 55ซ. + โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่8 55ซ. + กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่9 55ซ. + กรดออกซาลิก 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่10 55ซ. + โพแทสเซียมซอเบท 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่11 55ซ. + น้ำอุณหภูมิห้อง

กรรมวิธีที่12 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร

ชุดที่3 น้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่1 น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 55ซ. + แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่3 55ซ. + แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่4 55ซ. + โซเดียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่5 55ซ. + โซเดียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่6 55ซ. + โพแทสเซียมคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่7 55ซ. + โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต 1%

กรรมวิธีที่8 55ซ. + กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่9 55ซ. + กรดออกซาลิก 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่10 55ซ. + โพแทสเซียมซอเบท 500 มก./ลิตร

กรรมวิธีที่11 55ซ. + น้ำอุณหภูมิห้อง

กรรมวิธีที่12 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร

บันทึกผล วัดขนาดแผล (เซนติเมตร) นำมาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งความรุนแรงของโรค

6. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ 3 ชนิด

คัดเลือกผลแก้วมังกรที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาด ผึ่งแห้ง ทำการปลูกเชื้อราโดยทำแผลด้วยเข็มปลายแหลม เจาะ 1 รู หยดสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อรา *B. cactivora*, *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* ปริมาตร 5 ไมโครลิตร เก็บผลแก้วมังกรในตะกร้าคลุมด้วยถุง พลาสติกที่ชื้น เก็บที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำผลแก้วมังกรจุ่มในน้ำร้อนตามกรรมวิธีที่กำหนด หลังจากนั้นจุ่มในน้ำอุณหภูมิห้องทันที นาน 5 นาที เพื่อช่วยลดความร้อนสะสมในผล ผึ่งและเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 4 ผล

ชุดที่1 ผลปลูกเชื้อ *Bipolaris cactivora*

กรรมวิธีที่1 ผลปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่3 55 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่4 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่5 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร นาน 5 นาที

ชุดที่2 ผลปลูกเชื้อ *Colletotrichum capsici*

กรรมวิธีที่1 ผลปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่3 55 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่4 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่5 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร นาน 5 นาที

ชุดที่3 ผลปลูกเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides*

กรรมวิธีที่1 ผลปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่3 55 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่4 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่5 โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร นาน 5 นาที

บันทึกผล วัดขนาดแผล (เซนติเมตร) นำมาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งความรุนแรงของโรค

7. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนต่อคุณภาพการเก็บรักษาผลแก้วมังกร

คัดเลือกผลแก้วมังกรที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาด ผึ่งแห้ง นำผลแก้วมังกรจุ่มในน้ำร้อนตามกรรมวิธีที่กำหนด หลังจากนั้นจุ่มในน้ำอุณหภูมิห้องทันที นาน 5 นาที เพื่อช่วยลดความร้อนสะสมในผล ผึ่งและเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ ๆ ละ 4 ผล

กรรมวิธีที่1 ผลแก้วมังกรไม่จุ่มน้ำร้อน (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่2 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

กรรมวิธีที่3 55 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

กรรมวิธีที่4 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

บันทึกผล

1. การสูญเสียน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการเก็บรักษา นำมาคำนวณร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

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

2. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก วัดด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR 10 ประเทศญี่ปุ่น

รายงานผลเป็น ค่า L* , a* และ b* ตามระบบ Hunter’s scale โดยวัดสีเปลือกบริเวณกลางผล

L ค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100, 0 = ดำ 100= ขาว

a ค่าเป็น + สีแดง ค่าเป็น - สีเขียว ตัวเลขสูงสีเข้มมาก ตัวเลขต่ำสีจาง

b ค่าเป็น + สีเหลือง ค่าเป็น - สีน้ำเงิน ตัวเลขสูงสีเข้มมาก ตัวเลขต่ำสีจาง

3. ความแน่นเนื้อแบบทำลาย วัดด้วยเครื่องวัด ยี่ห้อ Chatillon รุ่น 10 LBF ประเทศสหรัฐอเมริกา

ความแน่นเนื้อภายนอกใช้หัวกดรูปกรวยกดลงบนเปลือก ความแน่นเนื้อภายในวัดโดยผ่ากลางผล และใช้หัวกดรูปกรวยกดลงบนเนื้อผล 7 มิลลิเมตร วัดบริเวณหัว กลางและปลายผล หน่วยวัดเป็นนิวตัน

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid Content ,TSS) วัดด้วยเครื่อง Digital refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น 10 PAL ประเทศญี่ปุ่น มีหน่วยวัดเป็น องศาบริกซ์

5. ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) นำน้ำคั้นมาทำการไตเตรทกับ NaOH 0.1 N คำนวณค่าดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดของเนื้อแก้วมังกร} = \frac{\text{ค่าที่ได้จากการไตเตรท} \times 0.3202}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง (ml)}}$$

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาเริ่มดำเนินการ เริ่มต้นตุลาคม ๒๕๕๘ – สิ้นสุดกันยายน ๒๕๖๑

สถานที่ดำเนินการ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การแยกเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของแก้วมังกร

เชื้อราสาเหตุโรคที่แยกได้จากอาการผลเน่าของแก้วมังกร พบเชื้อราสำคัญ 3 ชนิด ดังนี้

1. *Bipolaris cactivora* อาการโรคแรกพบเป็นแผลจุดฉ่ำน้ำ แผลยุบตัวลง พบลักษณะคล้ายผงสีเขียวมะกอกถึงสีดำบนแผล เส้นใยเจริญฟูขึ้นบริเวณแผล แผลขยายตัวใหญ่ขึ้นเมื่ออาการรุนแรงจะทำให้เกิดผลเน่า (Figure1)

2. *Colletotrichum capsici* อาการโรคแรกเป็นแผลฉ่ำน้ำ สีน้ำตาล เนื้อเยื่อยุบตัวลง ต่อมาแผลเจริญลุกลาม แผลวงกลมหรือรูปไข่ ขนาดแผลไม่แน่นอน อาจพบกลุ่มโคนิเดียสีส้มอ่อน โคนิเดีย เซลเดียวใส ไม่มีสี ลักษณะคล้ายเสี้ยวพระจันทร์ ส่วนยอดแหลม ปลายตัดเล็กน้อย และสีดำของอะเซอวูลัส ที่ภายในสร้างโคนิเดียและซีเต้ (Figure2)

3. *Colletotrichum gloeosporioides* อาการโรคเริ่มแรกเป็นแผลฉ่ำน้ำ สีน้ำตาล เนื้อเยื่อยุบตัวลง ต่อมาแผลเจริญลุกลาม ขนาดแผลไม่แน่นอน อาจพบกลุ่มโคนิเดียสีส้มอ่อน โคนิเดีย เซลเดียวใสไม่มีสี รูปทรงกระบอก หัวท้ายมน ส่วนฐานปลายตัดเล็กน้อย ภายในมีไซโตพลาสซึมเป็นแกรนูลชัดเจน (Figure3)

จากการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค พบว่า เชื้อ *B. cactivora* ก่อโรคได้รุนแรงมากกว่า *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* จึงนำเชื้อ *B. cactivora* มาใช้ทดสอบต่อไป

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรค

ประสิทธิภาพของสาร GRAS ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cactivora* บนอาหารพีดีเอ สาร GRAS ที่นำมาใช้ทดสอบ ได้แก่ แอมโมเนียมคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต โพแทสเซียม

คาร์บอเนต โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต (ความเข้มข้น 1% 2% และ3%) และกรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพแทสเซียมซอเบท (ความเข้มข้น 250, 500, 750 และ1000 มิลลิกรัม/ลิตร) และสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 2 ชนิด คือ อิมาซาลิลและโปรคลอราช (ความเข้มข้น 250 และ500 ไมโครลิตร/ลิตร) พบว่าแอมโมเนียมคาร์บอเนต 1-3% กรดซาลิไซลิก 1000 มก./ลิตร รวมอิมาซาลิลและโปรคลอราช มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหารแข็งพีดีเอได้สมบูรณ์ รองลงมา คือ โพแทสเซียมคาร์บอเนต 3% และโซเดียมคาร์บอเนต 2% ยับยั้งการเจริญ 93.12% และ 92.57% ตามลำดับ (Table1)

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารปลอดภัยในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ

3.1 ประสิทธิภาพของสารกลุ่มคาร์บอเนตในการควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อ *B. cactivora* พบว่าอิมาซาลิล และโปรคลอราช ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้สูงสุด 94.48% รองลงมา คือโซเดียมคาร์บอเนต 2% และโพแทสเซียมคาร์บอเนต 2% ยับยั้งความรุนแรงได้ 28.72% และ 23.99% ตามลำดับ ผลสอดคล้องกับการยับยั้งการเจริญของเชื้อบนอาหารพีดีเอ ในขณะที่แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1% ยับยั้งได้เพียง 18.93% ประสิทธิภาพลดลงเมื่อใช้ควบคุมโรคบนผล (Table2)

3.2 ประสิทธิภาพของ กรดซาลิไซลิก กรดออกซาลิก โพแทสเซียมซอร์เบต ในการควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อ พบว่าโปรคลอราช และอิมาซาลิล ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ 98.29% และ96.15% ตามลำดับรองลงมา คือ กรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร ยับยั้งได้ 40.49% (Table3) มีผลเช่นเดียวกับในรายงานปี 2553 การจุ่มผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ *B. cactivora* ในกรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร มีผลยับยั้งความรุนแรงของโรค 40.21% (รัตตาและบุญญวดี, 2553)

4. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ

ประสิทธิภาพของน้ำร้อนในการควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อ *B. cactivora* พบว่าน้ำร้อน 55ซ. สามารถควบคุมโรคได้ดีที่สุด ดังนี้ ชุดที่1 การจุ่มผลแก้วมังกรในน้ำร้อน 50ซ. นาน 5 นาที มีผลยับยั้งความรุนแรงของโรค 11.03% (Table4) ชุดที่2 การจุ่มผลในน้ำร้อน 53ซ. นาน 5 นาที ยับยั้งความรุนแรงได้ 35.86% (Table5) และชุดที่3 การจุ่มผลในน้ำร้อน 55ซ. นาน 5 และ 3นาที สามารถยับยั้งความรุนแรงได้ 59.31% และ 23.43% ตามลำดับ (Table6)

5. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนร่วมกับสารในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อรา

คัดเลือกอุณหภูมิที่มีผลในการควบคุมโรคจากข้อ4 ได้ 3 ระดับ คือ 1. 53ซ. 5 นาที 2. 55ซ. 3 นาที 3. 55ซ. 5 นาที ร่วมกับการจุ่มสารจากข้อ3 นาน 5 นาที

ชุดที่1 ประสิทธิภาพของน้ำร้อน 53ซ. นาน 5 นาที ร่วมกับสาร พบว่า กรรมวิธีที่11: 53ซ.+น้ำอุณหภูมิห้อง 5 นาที และกรรมวิธีที่10: 53ซ.+โพแทสเซียมซอเบท 500 มก./ลิตร มีผลในการควบคุมโรคได้ดี ดังนี้ ขนาดแผลมีค่าต่ำสุด 0.09 และ 0.16 การยับยั้งความรุนแรงของโรค 96.97% และ 94.68% ตามลำดับ (Table7)

ชุดที่2 ประสิทธิภาพของน้ำร้อน 55ซ. นาน 3 นาที ร่วมกับสาร พบว่า กรรมวิธีที่9: 55ซ.+กรดออกซาลิก 500 มก./ลิตร และกรรมวิธีที่12: โปรคลอราช 500 ไมโครลิตร/ลิตร มีผลในการควบคุมโรคได้ดี ดังนี้ ขนาดแผลมีค่าต่ำสุด 0.17 และ 0.26 การยับยั้งความรุนแรง 94.63% และ 91.73% ตามลำดับ (Table8)

ชุดที่3 ประสิทธิภาพของน้ำร้อน 55ซ. นาน 5 นาที ร่วมกับสาร พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยขนาดแผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.11-0.20 ซม. แต่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยขนาดแผลถึง 3.08 ซม. และค่าการยับยั้งความรุนแรงของโรคในกรรมวิธีที่2 น้ำร้อน+แอมโมเนียมคาร์บอเนต มีค่าสูงสุด 96.34% รองลงมา คือกรรมวิธีที่5 น้ำร้อน+โซเดียมไบคาร์บอเนต ยับยั้ง 95.66% ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใช้น้ำร้อนร่วมกับแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต และกรดซาลิไซลิก รวมถึงโปรคลอราช (Table9)

6. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนในการควบคุมโรคผลเน่าบนผลแก้วมังกรปลูกเชื้อ 3 ชนิด

ผลการทดลองจากข้อ5 พบว่า น้ำร้อนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมโรคมากกว่าสาร GRAS จึงทำการทดสอบน้ำร้อนกับผลแก้วมังกรปลูกเชื้อสาเหตุทั้ง 3 ชนิด คือ *B. cactivora*, *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* โดยใช้น้ำร้อน 3 ระดับ คือ 1. 53ซ. 5 นาที 2. 55ซ. 3 นาที และ 3. 55ซ. 5 นาที

พบว่า น้ำร้อน 55ซ. 5 นาที มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความรุนแรงของโรคจากเชื้อทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพเทียบเท่าโปรคลอราช ดังนี้ ค่าการยับยั้งความรุนแรงของโรคบนผลปลูกเชื้อ *B. cactivora* 97.46% บนผลปลูกเชื้อ *C. capsici* 89.18% และบนผลปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* มีค่าเท่ากับ 83.67% (Table10 และ Figure4-6) เช่นเดียวกับ ศรายุทธและสมศิริ (2556) การจุ่มผลแก้วมังกรในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53ซ. 1 นาที ลดการเกิดโรคผลเน่าลงได้มากกว่า 40% และพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการจุ่ม เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นมีผลในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลแก้วมังกรได้มากขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 55ซ. มีขนาดแผลเล็กที่สุด (รัตตาและบุญญวดี, 2558) การควบคุมการเน่าเสียด้วยน้ำร้อน ความร้อนมีผลโดยตรงต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรค และโดยอ้อมทางกายภาพการจุ่มผลในน้ำร้อนทำให้ปริมาณของเชื้อสะสมบริเวณผิวถูกชะล้างไป จากการศึกษาของ Lurie *et al*. (1996) ความร้อนช่วยสมานบาดแผลโดยชักนำให้เกิดสารสะสมของสารประเภทลิกนิน ที่บริเวณบาดแผลซึ่งช่วยขัดขวางการบุกรุกของเชื้อ ส่งผลลดความรุนแรงของโรคทำให้เกิดแผลขนาดเล็ก

7. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนต่อคุณภาพการเก็บรักษาผลแก้วมังกร

ผลการทดลองเก็บรักษาผลแก้วมังกรจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 10ซ. นาน 5 วัน พบว่าคุณภาพผลแก้วมังกรเก็บที่อุณหภูมิห้องและที่ 10ซ. มีผลไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้ ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก (แสดงค่า a value เป็นค่าสีแดง เนื่องจากเปลือกแก้วมังกรมีสีแดงเป็นหลัก และ ΔE value) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และค่าความแน่นเนื้อ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในกรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักให้มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม และมีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม (Table11-14 และ Figure7-8) สอดคล้องกับงานของ Lum (2011) คุณภาพการเก็บรักษาผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดงที่จุ่มน้ำร้อนเก็บรักษาที่ 25ซ. มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นสาเหตุจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าลดลง ซึ่งคือกรดซิตริกที่ผลสร้างขึ้นและจะถูกใช้ในช่วงที่ผลสุกแก่ ค่ากรดที่ลดลงจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น เพราะความร้อนทำให้ผลแก้วมังกรมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งกรดจะถูกใช้ไปในขบวนการหายใจ (Vicente *et al.*, 2002)

9. สรุปผลการทดลอง

1. โรคผลเน่าแก้วมังกรเนื้อขาวเปลือกแดง พบเชื้อราสาเหตุสำคัญ 3 ชนิด คือ *Bipolaris cactivora, Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides*

2. สารกลุ่มปลอดภัย ได้แก่ แอมโมเนียมคาร์บอเนต 1-3% และกรดซาลิไซลิก 1000 มก./ลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cactivora* ได้สมบูรณ์ และเมื่อทำการทดสอบควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อ พบว่ากรดซาลิไซลิก 500 มก./ลิตร ยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ดีที่สุด 40.49% และโซเดียมคาร์บอเนต 2% มีผลยับยั้งความรุนแรงได้ 28.72%

3. การใช้น้ำร้อน 55ซ. นาน 5 นาที สามารถควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อ *B. cactivora* ได้ดี และวิธีการใช้น้ำร้อนร่วมกับสาร พบว่าน้ำร้อนเป็นปัจจัยที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความรุนแรงของโรค

4. การจุ่มผลแก้วมังกรในน้ำร้อน 55ซ. นาน 5 นาที เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคบนผลปลูกเชื้อทั้ง 3 ชนิด โดยที่ผลแก้วมังกรยังคงมีคุณภาพไม่แตกต่างจากผลที่ไม่จุ่มน้ำร้อน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยว และยืดอายุการวางจำหน่าย

11. คำขอบคุณ

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ที่ช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

พรพิมล อธิปัญญาคม สุณีรัตน์ สีมะเดื่อ และชนินทร ดวงสะอาด. 2552. โรคผลเน่าของแก้วมังกรสาเหตุเกิดจาก *Bipolaris cactivora*. หน้า 216-223. *ใน : การประชุมวิชาการอารักพืชแห่งชาติ ครั้งที่*9. 24 26 พฤศจิกายน 2552 ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ อุบลราชธานี.

รัตตา สุทธยาคม และบุญญวดี จิระวุฒิ. 2553. โรคหลังเก็บเกี่ยวและการลดการเน่าเสียหลังเก็บเกี่ยวของแก้วมังกร. หน้า 166-180 *ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี ๒๕๕๓*. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

รัตตา สุทธยาคม และบุญญวดี จิระวุฒิ. 2558. การใช้ความร้อนร่วมกับสารกลุ่มคาร์บอเนตควบคุมโรคแอนแทรคโนสของผลไม้หลังเก็บเกี่ยว. หน้า 166-184 *ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2558*. เล่ม1. กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ศรายุทธ สอนวิลัย และสมศิริ แสงโชติ. 2556. การเข้าทำลายผลแก้วมังกร (*Hylocereus undatus* (Haw) Brit. & Rose.) ที่เกิดจากเชื้อรา *Dothiorella dominicana* Pet. et. Cif. และการควบคุม. ว. วิทย. กษ 44: 3 (พิเศษ) : 18-21.

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2553. คุณค่าทางโภชนาการในผลไม้. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. จตุจักร กรุงเทพฯ. 46 หน้า.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกร พืชเศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ. หจก.ฟันนี่พับบลิชชิ่ง ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ. 208 หน้า

Lum, M. S. 2011. Effects of Hot Water, Submergence Time and Storage Duration on Quality of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Journal of Agricultural Science* Vol. 3, No. 1: 146-152.

Lurie, S., E. Fallik and J.D. Klein. 1996. The effect of heat treatment on apple epicuticular wax and calcium uptake. *Postharvest Biology and Technology*. 8: 271-277.

Taba, S., N. Miyahira, K. Nasu, T. Takushi and Zen-ichi Moromizato. 2007. Fruit rot of Strawberry pear (pitaya) caused by *Bipolaris cactivora*. *J Gen Plant Pathol* 73: 374–376

Vicente, A. R., G. A. Martínez, R. M. Civello and A. R. Chaves. 2002. Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology*. 25: 59–71.

Table1 Efficacy of generally recognized as safe for inhibiting *Bipolaris cactivora* on PDA and stored at room temperature for 8 days.

Treatment	Colony of *B. cactivora* (cm.)	Inhibition of *B. cactivora* (%)
Control (PDA)	8.97 p	0.00 p
Ammonium carbonate 1%	0.00 a	100.00 a

Ammonium carbonate 2%	0.00 a	100.00 a
Ammonium carbonate 3%	0.00 a	100.00 a
Sodium carbonate 1%	1.93 d	78.55 d
Sodium carbonate 2%	0.67 b	92.57 b
Sodium carbonate 3%	1.04 c	88.39 c
Sodium bicarbonate 1%	4.23 gh	52.83 gh
Sodium bicarbonate 2%	3.10 ef	65.46 ef
Sodium bicarbonate 3%	2.78 e	68.99 e
Potassium carbonate 1%	2.87 e	67.97 e
Potassium carbonate 2%	1.26 c	85.98 c
Potassium carbonate 3%	0.62 b	93.12 b
Potassium bicarbonate 1%	4.42 h	50.69 h
Potassium bicarbonate 2%	3.97 g	55.80 g
Potassium bicarbonate 3%	3.29 f	63.32 f
Salicylic acid 250 mg/l	7.82 n	12.81 n
Salicylic acid 500 mg/l	6.21 k	30.83 k
Salicylic acid 750 mg/l	4.77 i	46.80 i
Salicylic acid 1000 mg/l	0.00 a	100.00 a
Oxalic acid 250 mg/l	8.25 o	5.08 o
Oxalic acid 500 mg/l	8.79 p	2.09 p
Oxalic acid 750 mg/l	6.72 l	25.07 l
Oxalic acid 1000 mg/l	7.93 n	11.60 n
Potassium sorbate 250 mg/l	7.41 m	17.46 m
Potassium sorbate 500 mg/l	6.33 k	29.43 k
Potassium sorbate 750 mg/l	6.02 k	32.96 k
Potassium sorbate 1000 mg/l	5.13 j	42.80 j
Imazalil 250 µl/l	0.00 a	100.00 a
Imazalil 500 µl/l	0.00 a	100.00 a
Prochloraz 250 µl/l	0.00 a	100.00 a
Prochloraz 500 µl/l	0.00 a	100.00 a
Ethanol 0.5%	8.80 p	2.09 p
F-test	*	*
CV (%)	7.27	5.18

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

* Significant at $P < 0.05$

Table2 Efficacy of carbonate substances on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 8 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
Control (Inoculated fruits)	3.52 h	0.00 i

Ammonium carbonate 1%	2.93 de	18.93 d
Ammonium carbonate 2%	3.12 efg	11.55 fg
Ammonium carbonate 3%	3.00 def	14.83 ef
Ammonium bicarbonate 1%	2.92 d	17.33 de
Ammonium bicarbonate 2%	2.84 cd	19.26 d
Ammonium bicarbonate 3%	3.29 g	6.49 h
Sodium carbonate 1%	3.31 g	5.99 h
Sodium carbonate 2%	2.51 b	28.72 b
Sodium carbonate 3%	2.71 c	23.03 c
Sodium bicarbonate 1%	3.19 fg	9.46 gh
Sodium bicarbonate 2%	3.60 hi	0.65 i
Sodium bicarbonate 3%	3.79 ij	0.00 i
Potassium carbonate 1%	3.14 fg	10.90 g
Potassium carbonate 2%	2.68 bc	23.99 c
Potassium carbonate 3%	3.62 hi	0.13 i
Potassium bicarbonate 1%	3.83 j	0.00 i
Potassium bicarbonate 2%	3.61 hi	0.60 i
Potassium bicarbonate 3%	3.58 h	0.44 i
Imazalil 500 µl/l	0.19 a	94.48 a
Prochloraz 500 µl/l	0.19 a	94.48 a
F-test	**	**
CV (%)	3.70	12.03

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at $P < 0.01$

Table3 Efficacy of generally recognized as safe on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 8 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
Control (Inoculated fruits)	2.61 ef	0.00 f
Salicylic acid 250 mg/l	2.50 de	3.85 f
Salicylic acid 500 mg/l	1.55 b	40.49 c
Salicylic acid 750 mg/l	2.32 d	10.68 e
Salicylic acid 1000 mg/l	2.98 gh	0.00 f
Oxalic acid 250 mg/l	2.79 fg	0.00 f
Oxalic acid 500 mg/l	2.12 c	18.38 d
Oxalic acid 750 mg/l	3.04 h	0.00 f
Oxalic acid 1000 mg/l	3.46 ij	0.00 f
Potassium sorbate 250 mg/l	3.33 i	0.00 f
Potassium sorbate 500 mg/l	2.93 gh	0.00 f
Potassium sorbate 750 mg/l	2.93 gh	0.00 f
Potassium sorbate 1000 mg/l	3.63 j	0.00 f
Imazalil 250 µl/l	0.16 a	93.80 b
Imazalil 500 µl/l	0.10 a	96.15 ab
Prochloraz 250 µl/l	0.14 a	94.44 b
Prochloraz 500 µl/l	0.04 a	98.29 a
Ethanol 0.5%	3.60 j	0.00 f
F-test	**	**
CV (%)	5.38	7.97

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at $P < 0.01$

Table4 Efficacy of hot water 50°C on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 6 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
Control (Water RT for 5 min)	6.65 c	0.00 c
50°C for 1 min	6.33 b	4.78 b
50°C for 3 min	6.30 b	5.16 b

50°C for 5 min	5.91 a	11.03 a
F-test	**	**
CV (%)	1.76	36.67

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at P < 0.01

Table5 Efficacy of hot water 53°C on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 6 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
Control (Water RT for 5 min)	5.57 c	0.00 c
53°C for 1 min	6.12 d	0.00 c
53°C for 3 min	5.15 b	6.02 b
53°C for 5 min	3.57 a	35.86 a
F-test	**	**
CV (%)	1.58	24.05

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at P < 0.01

Table6 Efficacy of hot water 55°C on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 6 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
Control (Water RT for 5 min)	5.99 d	0.00 d
55°C for 1 min	5.52 c	7.81 c
55°C for 3 min	4.58 b	23.43 b
55°C for 5 min	2.43 a	59.31 a
F-test	**	**
CV (%)	2.88	12.30

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at P < 0.01

Table7 Efficacy of hot water 53°C for 5 minutes and dipping in various substances on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 5 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
1. Control (Water room temp 5 min)	2.93 d	0.00 d
2. 53°C + Ammonium carbonate 1%	0.82 c	72.11 c
3. 53°C + Ammonium bicarbonate 1%	0.86 c	70.49 c
4. 53°C + Sodium carbonate 1%	0.20 ab	93.17 b
5. 53°C + Sodium bicarbonate 1%	0.34 ab	88.24 b
6. 53°C + Potassium carbonate 1%	0.20 ab	93.17 b
7. 53°C + Potassium bicarbonate 1%	0.30 ab	89.55 b
8. 53°C + Salicylic acid 500 mg/l	0.45 b	84.54 b
9. 53°C + Oxalic acid 500 mg/l	0.21 ab	92.79 b
10. 53°C + Potassium sorbate 500 mg/l	0.16 a	94.68 a
11. 53°C + Water room temp	0.09 a	96.97 a
12. Prochloraz 500 µl/l	0.22 ab	92.60 b
F-test	**	**
CV (%)	26.53	6.33

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at $P < 0.01$

Table8 Efficacy of hot water 55°C for 3 minutes and dipping in various substances on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 5 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)

1. Control (Water room temp 5 min)	3.09 e	0.00 d
2. 55°C + Ammonium carbonate 1%	0.78 cd	75.06 b
3. 55°C + Ammonium bicarbonate 1%	1.17 d	61.65 c
4. 55°C + Sodium carbonate 1%	0.74 bc	78.86 b
5. 55°C + Sodium bicarbonate 1%	0.55 abc	82.34 ab
6. 55°C + Potassium carbonate 1%	0.78 cd	74.65 b
7. 55°C + Potassium bicarbonate 1%	0.41 abc	87.13 ab
8. 55°C + Salicylic acid 500 mg/l	0.56 abc	82.09 ab
9. 55°C + Oxalic acid 500 mg/l	0.17 a	94.63 a
10. 55°C + Potassium sorbate 500 mg/l	0.39 abc	87.47 ab
11. 55°C + Water room temp	0.31 ab	90.12 a
12. Prochloraz 500 µl/l	0.26 a	91.73 a
F-test	**	**
CV (%)	30.45	9.46

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at P < 0.01

Table9 Efficacy of hot water 55°C for 5 minutes and dipping in various substances on lesion size and inhibition of disease severity on dragon fruits inoculated with *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 5 days.

Treatment	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
1. Control (Water room temp 5 min)	3.08 b	0.00 d
2. 55°C + Ammonium carbonate 1%	0.11 a	96.34 a
3. 55°C + Ammonium bicarbonate 1%	0.15 a	94.98 ab
4. 55°C + Sodium carbonate 1%	0.20 a	93.48 c
5. 55°C + Sodium bicarbonate 1%	0.13 a	95.66 a
6. 55°C + Potassium carbonate 1%	0.20 a	93.48 c
7. 55°C + Potassium bicarbonate 1%	0.20 a	93.48 c
8. 55°C + Salicylic acid 500 mg/l	0.15 a	94.98 ab
9. 55°C + Oxalic acid 500 mg/l	0.18 a	94.23 bc
10. 55°C + Potassium sorbate 500 mg/l	0.20 a	93.48 c
11. 55°C + Water room temp	0.20 a	93.48 c
12. Prochloraz 500 µl/l	0.15 a	94.98 ab
F-test	**	**
CV (%)	13.87	0.87

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

** Significant at P < 0.01

Table10 Efficacy of hot water on lesion size and inhibition of disease severity on inoculated dragon fruits and stored at room temperature for 5 days.

Treatment	*Bipolaris cactivora*		*Colletotrichum gloeosporioides*		*Colletotrichum capsici*	
	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)[2/]	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)	Lesion size (cm)	Inhibition of disease severity (%)
Control (Inoculated fruits)	4.912 d[1/]	0.000 d	1.340 c	0.000 c	2.030 c	0.000 c
Hot water 53°C for 5 min.	0.440 b	91.010 b	0.377 b	71.825 b	0.445 b	77.935 b
Hot water 55°C for	0.747 c	84.770 c	0.337 ab	74.823 ab	0.457 b	76.960 b

3 min.						
Hot water 55°C for 5 min.	0.125 a	97.457 a	0.222 a	83.668 a	0.220 a	89.185 a
Prochloraz 500 µl/l for 5 min.	0.142 a	97.098 a	0.222 a	83.535 a	0.242 a	88.070 a
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	14.56	5.14	18.41	9.70	15.13	7.03

1/ Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT.

2/ Inhibition of disease severity (%) = [(Control - Treatment) x 100] / Control

** Significant at $P < 0.01$

Table11 Color values of the dragon fruit dipped in hot water stored at room temperature for 5 days.

Treatment	a value ^{ns}	ΔE value ^{ns}
control	32.706	3.8340
53°C 5 min.	31.236	4.0180
55°C 3 min.	31.634	3.9140
55°C 5 min.	32.240	4.0480
CV (%)	5.63	24.57

ns = not significant

Table12 Dragon fruit quality dipped in hot water stored at room temperature for 5 days.

Treatment	Weight Loss **	TSS ^{ns}	TA *	Firmness of peel ^{ns}	Firmness of flesh ^{ns}
control	3.2806 a	11.558	0.0993 b	14.086	1.7418
53°C 5 min.	4.0080 c	11.452	0.0982 b	15.014	1.6656
55°C 3 min.	3.6958 b	11.052	0.0779 a	14.233	1.5770
55°C 5 min.	4.0642 c	11.532	0.0897 ab	13.945	1.6650
CV (%)	5.96	4.78	13.42	6.78	7.32

Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT.

** Significant at P< 0.01; * Significant at P< 0.05; ns= not significant.

Table13 Color values of the dragon fruit dipped in hot water stored at 10°C for 5 days.

Treatment	a value* ns	ΔE value ns
control	36.710	2.8880
53°C 5 min.	36.828	2.5820
55°C 3 min.	37.978	3.1640
55°C 5 min.	37.150	3.5680
CV (%)	2.81	30.98

Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT.

** Significant at P< 0.01; ns= not significant.

Table14 Dragon fruit quality dipped in hot water stored at 10°C for 5 days.

Treatment	Weight Loss **	TSS ns	TA *	Firmness of peel ns	Firmness of flesh ns
control	1.7612 a	12.254	0.2209 b	15.759	1.9930
53°C 5 min.	1.9518 a	12.312	0.1676 a	15.115	1.8368
55°C 3 min.	2.3854 b	12.366	0.1686 a	15.321	1.8324
55°C 5 min.	2.2044 b	12.178	0.1708 a	16.222	1.7174
CV (%)	8.85	3.76	10.91	5.76	8.24

Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT.

** Significant at P< 0.01; * Significant at P< 0.05; ns= not significant.

a

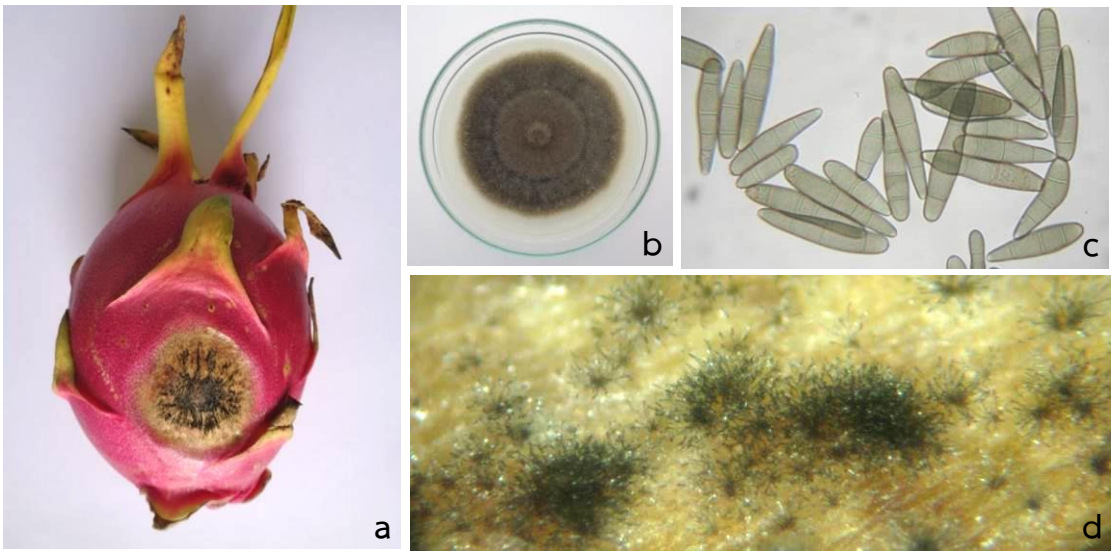

Figure1 a) fruit rot disease caused by *Bipolaris cactivora*

b) colony on potato dextrose agar

c) conidia of *B. cactivora*

d) conidiophore and conidia on dragon fruit

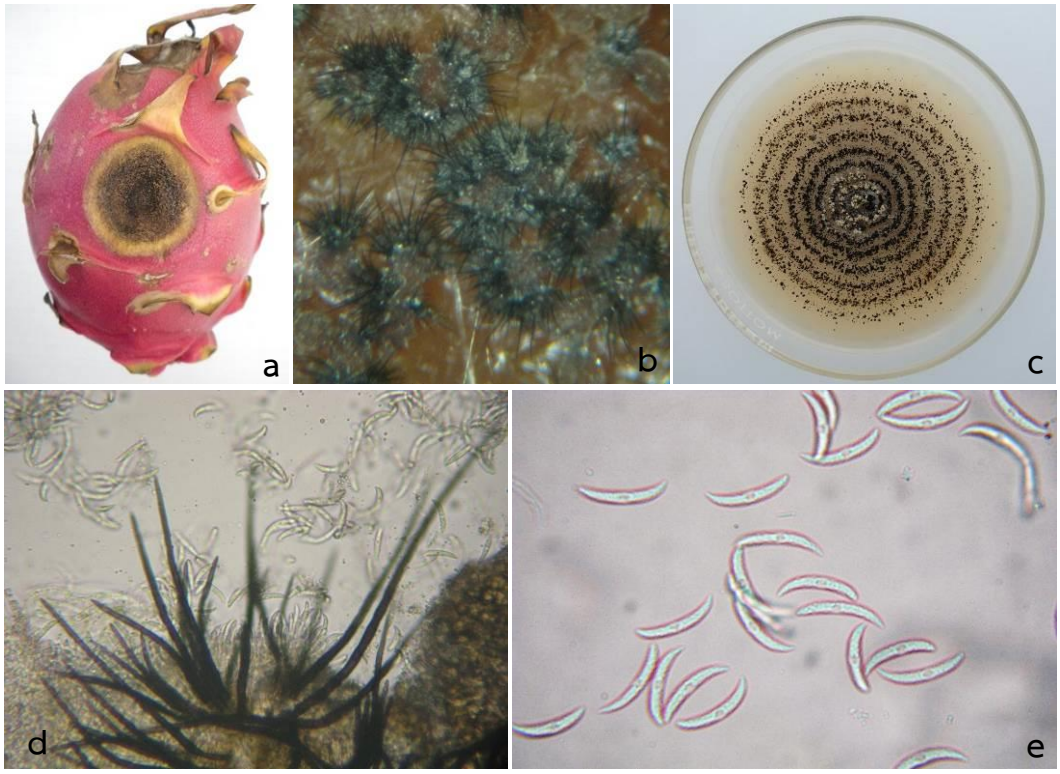

Figure2 a) fruit rot disease caused by *Colletotrichum capsici*

b) acervulus on dragon fruit

c) colony on potato dextrose agar

d) conidiophore and setae

e) conidia of *C. capsici*

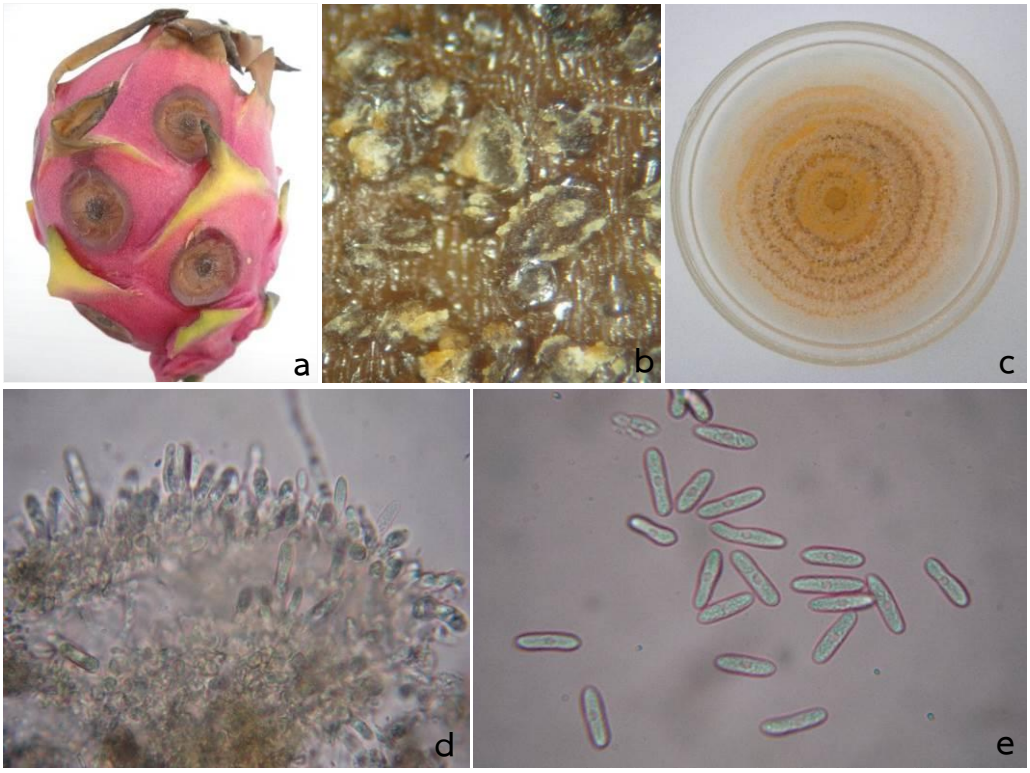

Figure3 a) fruit rot disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides*

b) acervulus on dragon fruit

c) colony on potato dextrose agar

d) conidiophore and conidia

e) conidia of *C. capsici*

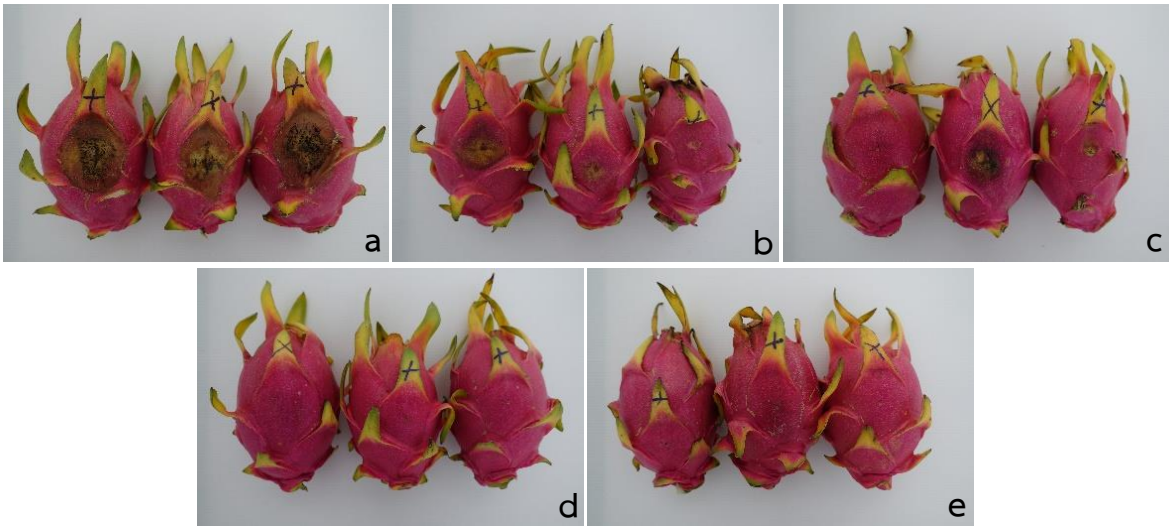

Figure4 Dragon fruits Inoculated by *Bipolaris cactivora* stored at room temperature for 5 days.

a) control (non-treated fruit) b) hot water 53°C for 5 min.

c) hot water 55°C for 3 min. d) hot water 55°C for 5 min

e) prochloraz 500 µl/l for 5 min.

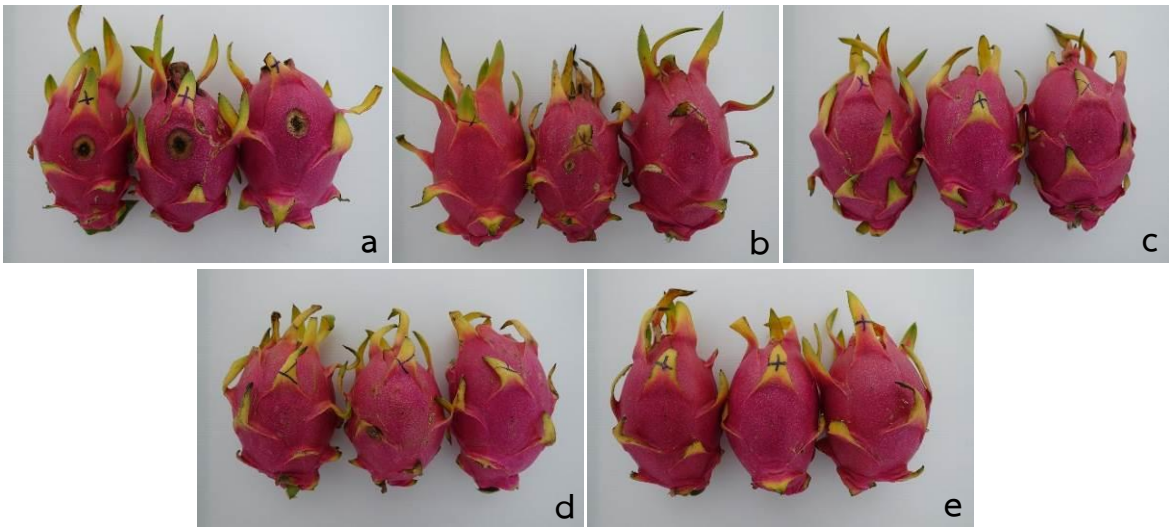

Figure5 Dragon fruits Inoculated by *Colletotrichum capsici* stored at room temperature for 6 days.

a) control (non-treated fruit) b) hot water 53°C for 5 min.

c) hot water 55°C for 3 min. d) hot water 55°C for 5 min

e) prochloraz 500 µl/l for 5 min.

Figure6 Dragon fruits Inoculated by *Colletotrichum gloeosporioides* stored at room temperature for 6 days.

a) control (non-treated fruit) b) hot water 53°C for 5 min.

c) hot water 55°C for 3 min. d) hot water 55°C for 5 min

e) prochloraz 500 µl/l for 5 min.

Figure7 Dragon fruit quality dipped in hot water stored at room temperature for 5 days.

a) control (non-treated fruit) b) 53°C for 5 minutes

c) 55°C for 3 minutes d) 55°C for 5 minutes

c d

Figure8 Dragon fruit quality dipped in hot water stored at 10 °C for 5 days.

a) control (non-treated fruit) b) 53°C for 5 minutes

c) 55°C for 3 minutes d) 55°C for 5 minutes