1. **ชื่อชุดโครงการวิจัย** การลดการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลังเก็บเกี่ยว
2. **ชื่อโครงการวิจัย** การจัดการโรคและสารพิษจากเชื้อราในผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวโดยไม่ใช้สารเคมี

   กิจกรรม การควบคุมโรคโดยใช้สารกลุ่ม GRAS

   กิจกรรมย่อย -
3. **ชื่อการทดลอง** การใช้กรดอินทรีย์เพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

   หัวหน้าการทดลอง รัมม์พัน โกศลานันท์[1]

   ผู้ร่วมงาน นารีรัตน์ สุนทรธรรม[1] ชวเลิศ ตรีกรุณาสวัสดิ์[1]

5. **บทคัดย่อ**

การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกร คือ โรค แอนแทรคโนส ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides C. capsici* และ *C. musae* ซึ่งสามารถควบคุมด้วย prochloraz ความเข้มข้น 0.05% แต่เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคนิยมอาหารปลอดภัย จึงทดลองนำกรดอินทรีย์มาใช้โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนส ดำเนินการทดลองที่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2558 การทดลองในจานเลี้ยงเชื้อ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่ น้ำ (ควบคุม) prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.48 0.96% acetic acid ความเข้มข้น 0.2 0.4 และ 0.6% ผลการทดลอง พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *C. gloeosporioides* ของแก้วมังกร ทุกกรรมวิธีสามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *C. gloeosporioides C. capsici* และ *C. musae* ของมะละกอและกล้วยหอม ยกเว้น oxalic acid ความเข้มข้น 0.24% ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยของเชื้อ เนื่องจากความเข้มข้นต่ำเกินไปและกรรมวิธีที่ควบคุมการเจริญของเส้นใยเชื้อ *C. gloeosporioides* ของมะม่วงคือ ทุกกรรมวิธีของ oxalic acid และ acetic acid ความเข้มข้น 0.6% เมื่อทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์ พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงทดลองกับผลไม้โดยตรง วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) สำหรับการทดลองที่ปลูกเชื้อก่อน พบว่าความเข้มข้นดังกล่าวไม่สามารถควบคุมโรคได้เพราะการปลูกเชื้อก่อนเป็นการทดสอบหลังเชื้อเข้าทำลายทำให้ต้องใช้กรดอินทรีย์ความเข้มข้นสูงจึงปรับเปลี่ยนความเข้มข้น พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพสำหรับมะม่วงคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 1% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 19.9 และ 13.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 26.6 มิลลิเมตร ส่วนกล้วยหอม พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.6% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 24.26 และ 19.65 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 28.94 มิลลิเมตร ในขณะที่มะละกอ พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพคือ acetic acid ความเข้มข้น 2 และ 3% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 3.95 และ 0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 7.33

มิลลิเมตร ส่วนแผลที่ปลูกด้วยเชื้อ *C. capsici* มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 0 และ 0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 7.83 มิลลิเมตร และแก้วมังกร พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพคือ acetic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลเท่ากับ 4.41 5.16 และ 4.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 12.09 มิลลิเมตร ส่วนการทดลองที่ปลูกเชื้อทีหลังเป็นการป้องกันโรคก่อนเชื้อเข้าทำลาย จึงสามารถใช้กรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่ำได้ การทดลองในกล้วยหอม มะละกอ และแก้วมังกร จึงใช้กรรมวิธีตามการทดลองของจานเลี้ยงเชื้อ ผลการทดลองของกล้วยหอม พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพ คือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.60% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 22.95 และ 23.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 29.39 มิลลิเมตร สำหรับกรรมวิธีที่มีศักยภาพของมะละกอคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.24% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 12.27 มิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 17.00 มิลลิเมตร และกรรมวิธีที่มีศักยภาพของแก้วมังกร คือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 5.32 มิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุม มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 12.4 มิลลิเมตร ส่วนมะม่วง พบว่าความเข้มข้นดังกล่าวไม่สามารถควบคุมโรคได้จึงปรับเปลี่ยนความเข้มข้นให้สูงขึ้น พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 15 มิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 19.5 มิลลิเมตร ส่วนการทดลองเชื้อตามธรรมชาติที่ไม่ได้ทำการปลูกเชื้อ กรรมวิธีเหมือนการทดลองที่ปลูกเชื้อก่อน ผลการทดลองของมะม่วง กล้วยหอมและแก้วมังกร พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี สำหรับมะละกอ พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: โรคแอนแทรคโนส, oxalic acid, acetic acid, กรดอินทรีย์

ABSTRACT

The major post-harvest losses of mango, papaya, banana and dragon fruit were anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides*, *C.capsici* and *C.musae* which were controlled by 0.05 % prochloraz. Nowadays consumers like food safety; therefore, organic acids were used to control anthracnose disease. The experiments were carried out at Post-harvest and Products Processing Research and Development Division from October 2010 to September 2015. An *in vitro* experiment was Completely Randomized Design (CRD) and consisted of 8 treatments with 5 replications including water (control), 0.05% prochloraz, 0.24, 0.48 and 0.96% oxalic acid and 0.2, 0.4 and 0.6% acetic acid. The result showed that every treatment controlled mycelium growth of *C. gloeosporioides* of dragon fruit, and every treatment controlled mycelium growth of *C. gloeosporioides, C.capsici* and *C.musae of* papaya and banana except 0.24% oxalic acid since the concentration was too low. Furthermore, every concentration of oxalic acids and 0.6% acetic acid controlled mycelium growth of *C. gloeosporioides* of mango. Moreover, every treatment inhibited spore germination by 100%. The

in vivo experiments were Randomized Complete Block Design (RCBD). In pre-inoculation experiment, we found that the above mentioned concentrations could not control disease since pre-inoculation treatments were done after disease destroyed fruits. Therefore, we increased the acid concentrations and found that the potent treatments of mango were 0.96% oxalic acid and 1% acetic acid with the wounded diameter of 19.9 and 13.3 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 26.63 millimeters. The potent treatments of banana were 0.96% oxalic acid and 0.6% acetic acid with the wounded diameter of 24.26 and 19.65 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 28.94 millimeters. The potent treatments of papaya were 2 and 3% acetic acids with the wounded diameter of 3.95 and 0 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 7.33 millimeters, as well as the wounded diameter of *C. capsici* were 0 and 0 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 7.83 millimeters. The potent treatments of dragon fruit were 1, 2 and 3% acetic acids with the wounded diameter of 4.41, 5.16 and 4.6 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 12.09 millimeters. In post-inoculation experiment was done to prevent disease destroying; therefore, we could use organic acids with low concentrations. Post-inoculation treatments of banana, papaya and dragon fruit were the same concentration as the *in vitro* experiment. The potent treatments of banana were 0.96% oxalic acid and 0.6% acetic acid with the wounded diameter of 22.95 and 23.80 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 29.39 millimeters. The potent treatment of papaya was 0.24% oxalic acid with the wounded diameter of 12.27 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 17 millimeters. The potent treatment of dragon fruit was 0.48% oxalic acid with the wounded diameter of 5.32 millimeters, respectively whereas control treatment diameter was 12.4 millimeters. For mango at these concentrations could not control disease, hence we increased the concentrations. We found that 0.96% oxalic acid treatment had high potential to control disease with the wounded diameter of 15 millimeters whereas control treatment diameter was 19.5 millimeters. The natural experiment was done as the pre-inoculation treatments. We found that disease percentage of mango, banana and dragon fruit were not significantly different among treatments. The disease percentage of 0.48% oxalic acid of papaya was significantly lower than control treatment.

Key words: anthracnose disease, oxalic acid, acetic acid, organic acids

6. คำนำ

โรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร คือโรคแอนแทรคโนส ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides C. capsici* และ *C. musae* อาการเริ่มแรก เป็นจุด

สีดำเล็กๆ และขยายลาม เมื่อผลสุกมากขึ้น จุดแผลขยายออกเป็นสีน้ำตาลดำค่อนข้างกลม บริเวณแผลยุบตัวลง ถ้ามีหลายจุดแผลจะขยายตัวมาติดกัน ทำให้แผลมีขนาดกว้างขึ้นเป็นแอ่งบุ๋ม ในสภาพที่มีความชื้นในอากาศสูง *C. gloeosporioides* จะเกิดกลุ่มโคนิเดียสีส้ม หรือสีชมพูอยู่ตรงกลางแผล ส่วน *C. capsici* จะเกิดกลุ่มโคนิเดียสีดำอยู่ตรงกลางแผล การควบคุมโรคนิยมแช่ใน prochloraz ความเข้มข้น 0.05% (v/v) แต่เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภครักษาสุขภาพมากขึ้น และนิยมบริโภคอาหารที่ปราศจากสารเคมี ดังนั้นจึงทดลองเอากรดอินทรีย์มาใช้เพื่อลดการใช้สารเคมี อาทิ oxalic acid และ acetic acid

oxalic acid เป็นกรดอินทรีย์ซึ่งใช้เป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ถูกใช้เป็นสารกระตุ้นให้พืชสร้างสารต้านทานตามธรรมชาติทั้งระบบ หน้าที่ของ oxalic acid คือ 1) ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลโดยการไปยึด copper ที่แอคทีฟไซท์ของ เอนไซม์ polyphenol oxidase 2) กระตุ้นให้สร้างเอนไซม์ peroxidase 3) เพิ่มความแข็งแรงของเยื่อหุ้มเซลล์ของพืช จึงทำให้พืชทนทานต่อความร้อนและการสะท้านหนาว 4) กระตุ้นให้พืชสร้างสารต้านทานทางธรรมชาติ 5) ชะลอการสุก ลดอัตราการหายใจ และการเน่าเสียของพืช นิยมใช้ oxalic acid เพื่อลดการเน่าเสียในพุทรา (Wang *et.al*., 2009) มะม่วง (Zheng *et. al*., 2007)

acetic acid เป็นสารปลอดภัย (Generlly recognized as safe (GRAS)) นิยมใช้เป็น acidulant และฆ่าจุลินทรีย์ในอาหาร ข้อดีของ acetic acid คือสลายตัวเร็ว ถูก metabolite ได้รวดเร็วในพืช ไม่มีสารตกค้าง กลไกการทำงานของ acetic acid เกี่ยวข้องกับ 1) pH 2) ความยาวของคาร์บอน 3) ส่วนที่ไม่แตกตัวของโมเลกุลซึ่งจะซึมผ่าเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์และขัดขวางการเข้า-ออกของสาร และรักษาความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ นิยมใช้ acetic acid เพื่อควบคุมโรคในพืชหลายชนิด เช่น *B. cinerea* ในองุ่น (Sholberg, 2009) *A. alternata* และ *B. cinerea* ในมะเขือเทศ (Alawlaqi and Alharbi Asmaa, 2014)

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

1. ผลไม้ (กล้วยหอม, มะม่วง, มะละกอ และแก้วมังกร)
2. จานเลี้ยงเชื้อ
3. เข็มเขี่ย
4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)
5. สารเคมี Prochloraz, Oxalic acid และ Acetic acid
6. ตู้เขี่ยเชื้อ
7. ตะกร้าพลาสติก ถุงพลาสติก หนังสือพิมพ์ และถังพลาสติก
8. หม้อนึ่งความดันไอ
9. แท่งแก้ว
10. Forceps
11. ตะเกียงแอลกอฮอล์
12. ตู้เย็น

วิธีการ

7.1 แยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส

1.1 แยกเชื้อรา *Colletotrichum* spp. จากผลมะม่วง กล้วยหอม มะละกอ และแก้วมังกร ที่เป็นโรคแอนแทรคโนส โดยตัดบริเวณเป็นโรคที่ต่อกับเนื้อเยื่อปกติ ขนาด 0.5×0.5 เซนติเมตร นำไปแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting technique โดยแช่ชิ้นตัวอย่างในโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 10% นาน 5 นาที ล้างด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ซับให้แห้งด้วยกระดาษนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างวางบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เก็บเชื้อในหลอดอาหารเอียง

1.2 พิสูจน์โรคตามวิธีของ Koch (Koch's postulation) โดยเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA นาน 7-10 วัน คว่ำชิ้นวุ้นบนผลปกติที่ทำแผลไว้ บ่มเชื้อในที่ชื้นนาน 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจดูอาการโรคที่เกิดขึ้นและแยกเชื้อซ้ำอีกครั้ง เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน

7.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในจานเลี้ยงเชื้อ (*in vitro*)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 8 กรรมวิธี 5 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (น้ำ)

กรรมวิธีที่ 2 0.05% prochloraz (ชุดควบคุมบวก)

กรรมวิธีที่ 3 0.24% oxalic acid

กรรมวิธีที่ 4 0.48% oxalic acid

กรรมวิธีที่ 5 0.96% oxalic acid

กรรมวิธีที่ 6 0.20% acetic acid

กรรมวิธีที่ 7 0.40% acetic acid

กรรมวิธีที่ 8 0.60% acetic acid

ทดสอบด้วยวิธี Poisoned Food Technique โดยเตรียมอาหาร PDA แล้วผสมกรดอินทรีย์ดังกล่าวข้างต้นและชุดควบคุมไม่ผสมสาร ทำการทดลอง 5 ซ้ำ นำชิ้นวุ้นที่ได้จากการใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะเส้นใยรอบโคโลนีเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน วางบนผิวหน้าอาหารที่ผสมสารและชุดควบคุม บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ตรวจผลเมื่อเชื้อราในชุดควบคุมเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ โดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรานำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย = [(A-B)/A] × 100

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารชุดควบคุม

เมื่อ B คือ ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารชุดผสมสาร

7.3 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส

ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์โดยผสม PDA และกรดตามกรรมวิธีในข้อ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) มี 8 กรรมวิธี 5 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT เทส่วนผสมใส่จาน

เลี้ยงเชื้อบางๆ ทำเครื่องหมายด้านหลังจานเลี้ยงเชื้อ 5 จุดแล้วหยดสปอร์แขวนลอยที่มีอายุ 7 วันความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตรลงในจานเลี้ยงเชื้อตามที่ทำเครื่องหมายไว้จุดละ 5 ไมโครลิตร บ่นเชื้อนาน 9 ชั่วโมงตัดชิ้นวุ้นมาวางบนแผ่นสไลด์แล้วหยดด้วย lactophenol นำสไลด์ไปตรวจนับจำนวนสปอร์ที่งอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยสุ่มนับจำนวน 100 สปอร์ต่อ 1 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของสปอร์โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของสปอร์ = [(A-B)/A] × 100

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์เชื้อราที่งอกบนสไลด์แก้วในชุดควบคุม

เมื่อ B คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์เชื้อราที่งอกบนสไลด์แก้วในชุดผสมสาร

7.4 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนส

7.4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร ที่ปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides C. capsici* และ *C. musae* ก่อนแช่กรดอินทรีย์

วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำการทดลอง 2 ครั้ง จำนวนครั้งของการทดลองเป็น block คัดเลือกผลมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกร ที่สมบูรณ์สม่ำเสมอทั้งสีขนาดและไม่เป็นโรคจากแปลงเกษตรกรที่มีการควบคุมโรคแอนแทรคโนส ทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 10% ปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

7.4.1.1 ปลูกเชื้อด้วยวิธีสเปรย์ ปลูกเชื้อด้วยการสเปรย์สปอร์แขวนลอย 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ลงบนผล 1 ด้านด้วยเครื่องสเปรย์ แล้วเรียงผลมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกรใส่ตะกร้าพลาสติกคลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเอาถุงพลาสติกออก จากนั้นนำมาแช่ในกรดอินทรีย์ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้ นาน 5 นาที

-มะม่วง ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% และ oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 1%

-กล้วยหอม ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.48 และ 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.2 0.40 และ 0.60%

-มะละกอ ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.48 และ 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3%

-แก้วมังกร ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3% และ acetic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3%

แล้วปล่อยให้แห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจเช็คเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

7.4.1.2 ปลูกเชื้อด้วยวิธีทำแผล เมื่อมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกรแห้งแล้ว นำมาเรียงใส่ตะกร้า แล้วใช้เข็มเขี่ยแบบตรงแทงลงบนผลมะม่วง 3 จุด มะละกอ 3 จุด กล้วยหอม 2 จุด และแก้วมังกร 2 จุด แล้วนำชิ้นวุ้นที่ได้จากการใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะเส้นใยรอบโคโลนีเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน มาวางบนมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกรที่ทำแผลแล้ว แล้วคลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมงเมื่อครบกำหนดเอาถุงพลาสติกออกจากนั้น นำมาแช่ในกรดอินทรีย์ตามข้อ 4.1.1 ปล่อยให้แห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจเช็คเส้นผ่าศูนย์กลางของแผล

7.4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร ที่ปลูกเชื้อ *C. gloeosporioide C. capsici* และ *C. musae* หลังแช่กรดอินทรีย์

วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำการทดลอง 2 ครั้ง จำนวนครั้งของการทดลองเป็น block คัดเลือกผลมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกรที่สมบูรณ์สม่ำเสมอทั้งสีขนาดและไม่เป็นโรคจากแปลงเกษตรกรที่มีการควบคุมโรคแอนแทรคโนส ทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 10% ปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำมาแช่ในกรดอินทรีย์ ดังกรรมวิธีต่อไปนี้ นาน 5 นาที

-มะม่วง ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% และ oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 1%

-กล้วยหอม ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่ ควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.48 และ 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.2 0.40 และ 0.60%

-มะละกอ ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่ ควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.48 และ0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.20 0.40 และ 0.60%

-แก้วมังกร ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่ ควบคุม prochloraz ความเข้มข้น 0.05% oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 0.48 และ 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.20 0.40 และ 0.60%

ปล่อยให้แห้งแล้วเรียงผลมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกร ใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง

7.4.2.1 ปลูกเชื้อด้วยวิธีสเปรย์ เมื่อครบกำหนด 24 ชั่วโมง นำมะม่วง มะละกอและกล้วยหอม ปลูกเชื้อด้วยการสเปรย์สปอร์แขวนลอย 10 ^{6}สปอร์ต่อมิลลิลิตรลงบนผล 1 ด้านด้วยเครื่องสเปรย์ แล้วเรียงผลมะม่วง มะละกอ และกล้วยหอม ใส่ตะกร้าพลาสติกคลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเอาถุงพลาสติกออก จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจเช็คเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

7.4.2.2 ปลูกเชื้อด้วยวิธีทำแผล เมื่อครบกำหนด 24 ชั่วโมง นำมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร มาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก แล้วใช้เข็มเขี่ยแบบตรงแทงลงบนผลมะม่วง 3 จุด มะละกอ 3 จุด กล้วยหอม 2 จุด และแก้วมังกร 2 จุดแล้วนำชิ้นวุ้นที่ได้จากการใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะเส้นใยรอบโคโลนีเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน มาวางบนมะม่วง กล้วยหอม มะละกอและแก้วมังกรที่ทำแผลแล้ว แล้วคลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นน้ำกลั่น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเอาถุงพลาสติกออก จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจเช็คเส้นผ่าศูนย์กลางของแผล

7.4.3 ทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกรที่ติดมาจากแปลงปลูก (เชื้อตามธรรมชาติ)

วางแผนการทดลองแบบ CRD 10 ซ้ำสำหรับมะม่วง กล้วยหอม แก้วมังกร และ 5 ซ้ำ สำหรับมะละกอ คัดเลือกผลมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร ที่สมบูรณ์สม่ำเสมอทั้งสี ขนาดและไม่เป็นโรคจากแปลงเกษตรกรที่มีการควบคุมโรคแอนแทรคโนส แช่ผลมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกรในกรดอินทรีย์ตามข้อ 4.1.1 แล้วปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ตรวจเช็คเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ความแน่นเนื้อ

ปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ (TA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) วิตามินซีและสีประกอบด้วยค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว/แดง (a*) และค่าน้ำเงิน/สีเหลือง (b*)

- การเกิดโรค (%) = $\frac{\text{พื้นที่ที่เป็นโรค}}{\text{พื้นที่ที่ไม่เป็นโรค}}$ x 100

- การสูญเสียน้ำ (%) = $\frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา - น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}}$ x100

- ความแน่นเนื้อวัดด้วยเครื่อง Chatilon force gauge รุ่น 10 LBF AMETEK ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้หัวสามเหลี่ยม กดลงบนผลลึก 2 มิลลิเมตร โดยวัดบริเวณหัว กลาง และท้ายผล ค่าที่อ่านได้มีหน่วยวัดเป็น นิวตัน

- ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) นำน้ำคั้นผลไม้มาทำการไตเตรท กับ 0.1N NaOH หน่วยวัดที่ได้เป็น % กรดซิตริก

ปริมาณกรด = $\frac{\text{ค่าที่ไตเตรทได้ x 0.3202}}{\text{ปริมาณตัวอย่าง}}$

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยการหยดน้ำคั้นจากผลไม้ลงบนเครื่อง Digital Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น 10 PAL ประเทศญี่ปุ่น ค่าที่อ่านได้มีหน่วยวัดเป็น องศาบริกซ์

- ปริมาณวิตามินซี นำน้ำคั้นผลไม้มาทำการไตเตรทกับ 2, 6 dicholoraindophenol และ $NaHCO_3$ หน่วยวัดเป็น วิตามินซี/100 มิลลิลิตร

ปริมาณวิตามินซี = $\frac{\text{ค่าที่ไตเตรทได้ x100}}{\text{ค่า standard}}$

- การเปลี่ยนแปลงสี วัดสีด้วยเครื่อง MiniScan EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา

ค่า L เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100

0 = สีดำ 100 = สีขาว ถ้าค่า L ต่ำ แสดงว่าสีเข้ม ถ้า L สูงแสดงว่าสว่างมาก

ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงสี ในช่วง สีเขียว - แดง

a เป็น – แสดงว่า เป็นสีเขียว ค่า a เป็น + แสดงว่าเป็นสีแดง

ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงสีในช่วง สีน้ำเงิน - เหลือง

b เป็น – แสดงว่า เป็นสีน้ำเงิน ค่า b เป็น + แสดงว่าเป็นสีเหลือง

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2553 - 30 กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินการ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 แยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส

สามารถแยกได้เชื้อสาเหตุโรคแอนแทรคโนส ดังนี้

C. gloeosporioide ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหารพีดีเอ เส้นใยสีขาวอมเทา สีเทาเข้ม จนถึงสีน้ำตาลอมเทา สร้างกลุ่มโคนีเดียสีส้ม โคนีเดียรูปร่างทรงกระบอก เซลล์เดียวใส ไม่มีสี (Figure 1 3 และ 5)

C. musae ลักษณะโคโลนีของเชื้อบนอาหารพีดีเอ เส้นใยสีขาวถึงเทา ฟูเล็กน้อย สร้างกลุ่มโคนีเดียสีส้ม โคนีเดียรูปร่าง รูปไข่ถึงทรงกระบอกหัวท้ายมน เซลล์เดียวใส ไม่มีสี (Figure 2)

C. capsici ลักษณะโคโลนีของเชื้อราบนอาหารพีดีเอ เส้นใยสีน้ำตาลเทาจนถึงดำ สร้างกลุ่มโคนีเดียสีเทาดำ และสร้างโครงสร้างลักษณะคล้ายหนามเรียกว่า ซีเต้ สีน้ำตาลดำ ปนอยู่กับโคนีเดีย โคนีเดียรูปร่างโค้งแบบเสี้ยวพระจันทร์ ปลายแหลม เซลล์เดียวใส ไม่มีสี (Figure 4)

8.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในจานเลี้ยงเชื้อ

พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *C. gloeosporioides* ของแก้วมังกร (Table 1 และ Figure 10) ทุกกรรมวิธีสามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *C. gloeosporioides C. capsici* และ *C. musae* ของมะละกอและกล้วยหอม (Table 1 และ Figure 7 8 และ 9) ยกเว้น oxalic acid ความเข้มข้น 0.24% ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยของเชื้อได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ เนื่องจากความเข้มข้นต่ำเกินไป และกรรมวิธีที่ควบคุมการเจริญของเส้นใยเชื้อ *C. gloeosporioides* ของมะม่วงคือทุกกรรมวิธีของ oxalic acid และ acetic acid ความเข้มข้น 0.6% (Table 1 และ Figure 6)

8.3 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส

เมื่อ 9 ชั่วโมง ทุกกรรมวิธียับยั้งการงอกของสปอร์ได้ 100% ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีการงอกของสปอร์ (Table 2 และ Figure 11-15)

8.4 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนส

8.4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร ที่ปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides C. capsici* และ *C. musae* ก่อนแช่กรดอินทรีย์

ผลการทดลองมะม่วง

ทดลองตามกรรมวิธีในจานเลี้ยงเชื้อ พบว่ากรดอะซิติกความเข้มข้น 0.2-0.6% ไม่สามารถควบคุมโรคได้ จึงเพิ่มความเข้มข้นเป็น 1.20 2.4 และ 4.8% พบว่าที่ 2.4% และ 4.8% เกิดการเป็นพิษกับผลมะม่วงมากและที่ 1.20% เกิดความเป็นพิษเล็กน้อย จึงลดความเข้มข้นลงเหลือ 1.0%

ก. วิธีสเปรย์ พบว่ากรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% ควบคุมโรคได้ดีที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 13.30 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 39.20 เพราะ oxalic acid ที่ความเข้มข้นสูงมีคุณสมบัติในการทำลายเส้นใยของเชื้อโดยตรง (Table 3)

ข. วิธีทำแผล พบว่า ทุกกรรมวิธีมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม โดย acetic acid ความเข้มข้น 1% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 13.3 มิลลิเมตรขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 26.6 มิลลิเมตร (Table 3) เพราะ acetic acid มีผลโดยตรงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยมีกลไกการทำงานคือความยาว

คาร์บอน 2 อะตอมและส่วนที่ไม่แตกตัวของโมเลกุลจะไปทำลายผนังเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์โดยการยับยั้งการเข้าออกของสาร และรักษาความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นจึงลดเส้นผ่าศูนย์กลางแผล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่พบใน stone fruit (Sholberg, 1998) องุ่น (Sholberg and Gauce, 1995, Venditti *et al.* 2012) สตอร์เบอรี่ (Moyls *et al*., 1996) พลัม (Liu and Chu, 2002) แอปเปิ้ล (Sholberg *et al*., 2000) แพร์ (Sholberg *et al*., 2004) ส้ม (Venditti *et al.*, 2009) และมะเขือเทศ (Alawlaqi and Alharbi Asmaa, 2014) Sholberg *et al*. (2004) พบว่า การรมลูกแพร์ด้วย acetic acid ความเข้มข้น 198 µl/l/h ลดเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของ Anjon pear ฤดูหนาวที่ปลูกเชื้อ *Botrytis cinerea* จาก 36 เป็น 3 และเก็บไว้นาน 4 เดือน การรม acetic acid ความเข้มข้น 200 µl/l/h 2 ครั้งติดต่อกัน ในลูกแพร์ที่ติดเชื้อตามธรรมชาติพบว่าลดการเน่าเสียได้ 43% นอกจากนี้ Venditti *et al*. (2009) รายงานว่า การรมส้ม Fremont และ Fairchild ด้วย acetic acid ความเข้มข้น 75 µl/l/h ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเหลือ 8.3 และ 2.1% ตามลำดับ ส่วนส้มปลายฤดูพบว่าการรมด้วย acetic acid ความเข้มข้น 50µl/l/h ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเหลือ 1.4 และ 6.6 ตามลำดับ ถ้าผสมผสานการบ่มและการรมด้วย acetic acid ด้วยกันจะทำให้การควบคุมโรคมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น Alawlaqi and Alharbi Asmaa (2014) รายงานว่า acetic acid ทั้งที่เป็นของเหลวและแก๊สสามารถควบคุมการเจริญของ *A. alternata* และ *B. cinerea* ทั้งในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) และบนผลมะเขือเทศโดยตรง (*in vivo*) *A. alternata* จะอ่อนแอต่อ acetic acid มากกว่า *B. cinerea* การรมมะเขือเทศด้วย acetic acid ความเข้มข้น 40 µl/l สามารถลดการเน่าเสียของมะเขือเทศที่เก็บไว้ที่ 13°C ได้ถึง 16 วัน

ผลการทดลองของกล้วยหอม

ทดลองตามกรรมวิธีในจานเลี้ยงเชื้อ

ก. วิธีสเปรย์ พบว่า ทุกกรรมวิธีควบคุมโรคได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.6% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 12.53 และ 10.80 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 22.66 (Table 4) เพราะเป็นความเข้มข้นสูงสุดของกรดอินทรีย์ จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งและควบคุมการเจริญของเชื้อมากที่สุด

ข. วิธีทำแผล พบว่า สอดคล้องกับวิธีสเปรย์ คือกรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.48 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.4 และ 0.6% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 23.49 24.26 24.24 และ 19.65 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 28.94 มิลลิเมตร (Table 4) แสดงว่าแม้กล้วยหอมเกิดแผล แต่กรดอินทรีย์ก็ยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรค

ผลการทดลองของมะละกอ

ทดลองตามกรรมวิธีในจานเลี้ยงเชื้อ กรดอะซิติคเห็นผลไม่ชัดเจน จึงเพิ่มความเข้มข้นของกรดอะซิติคเป็น 1 2 และ 3%

ก. วิธีสเปรย์ พบว่ากรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 % สามารถควบคุมการเกิดโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจาก *C. gloeosporediodes* ได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การเกิคโรค 14 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 29 และทุกกรรมวิธีสามารถควบคุม *C. capsici* ได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5)

ข. วิธีทำแผล พบว่ากรรมวิธีที่แช่ใน acetic acid ความเข้มข้น 2 และ 3% สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporediodes* ได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลเท่ากับ 3.95 และ 0 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 5) ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 7.33 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมแผลที่เกิดจากเชื้อ *C. capsici* ได้แก่ acetic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 4.08 0 และ 0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 7.83 มิลลิเมตร

ผลการทดลองของแก้วมังกร

ทดลองตามกรรมวิธีในจานเลี้ยงเชื้อแต่เห็นผลไม่ชัดเจน จึงเพิ่มความเข้มข้นของ oxalic acid และ acetic acid เป็น 1 2 และ 3% ปลูกเชื้อโดยวิธีทำแผล เพราะสะดวกกว่าการสเปรย์ เนื่องจากแก้วมังกรมีกาบหุ้มผล พบว่ากรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% และ acetic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 7) มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลเท่ากับ 8.10 4.41 5.16 และ 4.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุม มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 12.09 มิลลิเมตร

8.4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอมและแก้วมังกร ที่ปลูกเชื้อ *C. gloeosporioide C. capsici* และ *C. musae* หลังแช่กรดอินทรีย์

ผลการทดลองมะม่วง

ก.วิธีสเปรย์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการแช่ใน oxalic acid กับกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่แช่ใน acetic acid ความเข้มข้น 1% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากที่สุด 41.50 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 24.8 (Table 3)

ข. วิธีทำแผล พบว่า oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 15 มิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 19.5 มิลลิเมตร (Table 3) แสดงว่า oxalic acid สามารถชักนำให้มะม่วงสร้างสารต้านทานทางธรรมชาติสอดคล้องกับ Tian *et al*. (2006) และ Zheng *et al*. (2007a) Tian *et al*. (2006) รายงานว่า oxalic acid ลดการเน่าเสียของแพร์ที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria sp*. โดยการชักนำให้สร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการป้องกันตัวเอง Zheng *et al*. (2007b) พบว่าการแช่มะม่วงใน oxalic acid ความเข้มข้น 5 mM นาน 10 นาที สามารถชะลอการสุกและลดการเน่าเสียของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ เพราะ oxalic acid 1) ชักนำให้ผลิตผลสร้างสารต้านทานทางธรรมชาติ โดยชักนำให้มีการสร้างเอนไซม์ Peroxidase (POD) และกิจกรรมของเอนไซม์ POD (Toal and Jones, 1999) 2) รักษาเยื่อหุ้มเซลล์ให้แข็งแรงและรักษาความแน่นเนื้อของผลิตผล (Zheng *et al*. 2007 และ Ding *et al*. 2007) 3) ยับยั้งการสร้างเอทิลีน เมื่อมะม่วงสร้างเอทิลีนน้อยลงมะม่วงสามารถรักษาความแน่นเนื้อไว้ได้นานจึงยืดอายุการเก็บรักษาและลดการเน่าเสีย นอกจากนี้ Yang *et al.* (2010) รายงานว่า กรดอ็อกซาลิกลดการเกิดโรคในพืชตระกูลแตงโดยชักนำให้สร้างสารต้านทานทางธรรมชาติ ชักนำให้เกิดการสะสมของเอนไซม์ที่ป้องกันตัวเอง สารสร้างต้านเชื้อรา เพิ่ม reactive oxygen species และเพิ่มลิกนินในชั้น epiderm ซึ่งขบวนการเหล่านี้ทำให้แตงต้านทานต่อการเกิดโรค Wang *et al*. (2009) พบว่า oxalic acid ความเข้มข้น 5 mM ชะลอการชราภาพของพุทราโดยลดการ

สร้างเอทิลีน การเกิดสีแดงของผลและปริมาณแอลกอฮอล์ ส่งผลให้พุทราทนทานต่อราสีฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *P. expansum* โดยมีกลไกการทำงานคือ 1) ลดการสร้างโปรตีน alcohol dehydrogenase 1, cystathionine β-synthase domain-containing protein และ 1 –aminocyclopropane-1-carboxylic acid ซึ่งเป็นโปรตีนที่ลดการสร้างแอลกอฮอล์และเอทิลิน 2) เพิ่มโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารต้านทานทางธรรมชาติ

ผลการทดลองของกล้วยหอม

ก. วิธีสเปรย์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของกรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.48%และ acetic acid ความเข้มข้น 0.4% สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ส่วนกรรมวิธีอื่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่มีแนวโน้มดีคือ การแช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.2% (Table 4)

ข. วิธีทำแผล พบว่ากรรมวิธีที่มีศักยภาพในการยั้บยั้งและควบคุมโรคคือ การแช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.40 และ 0.60% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 22.95 24.57 และ 23.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 29.39 มิลลิเมตร (Table 4) เพราะกรดทั้งสองชนิดนี้ มีคุณสมบัติทั้งชักนำให้ผลิตผล สร้างสารต้านทานทางธรรมชาติและยับยั้งหรือทำลายเชื้อโดยตรง

ผลการทดลองของมะละกอ

ก. วิธีสเปรย์ กรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.24 และ 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.40% มีศักยภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจาก *C. gloeosporediodes* ได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 27.50 30.83 และ 31.67 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 55 ส่วนกรรมวิธีที่สามารถควบคุมเชื้อ *C. capsici* คือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 8.50 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 25.83 (Table 6)

ข. วิธีทำแผล พบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางแผลที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporediodes* ระหว่างกรรมวิธีควบคุมและวิธีอื่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่แนวโน้มดีคือการแช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.24% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 12.27 มิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 17.00 มิลลิเมตร ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางแผลที่เกิดจากเชื้อ *C. capsici* พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี (Table 6) เพราะการทำแผลทำให้เชื้อเข้าสู่มะละกอได้มากและโดยตรงมากกว่าการสเปรย์ดังนั้นประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ จึงลดน้อยลง

ผลการทดลองของแก้วมังกร

ทดลองตามกรรมวิธีในจานเลี้ยงเชื้อ พบว่ากรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผลต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 5.32 มิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางแผล 12.4 มิลลิเมตร กรรมวิธีรองลงไป ได้แก่ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.6% (Table 7)

8.4.3 ทดสอบประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง มะละกอ กล้วยหอม และแก้วมังกรที่ติดมาจากแปลงปลูก (เชื้อตามธรรมชาติ)

ผลการทดลองคุณภาพของมะม่วง

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี กรรมวิธีแช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.24% และ0.96% มีการสูญเสียน้ำต่ำสุด เพราะ oxalic acid มีคุณสมบัติรักษาเยื่อหุ้มเซลล์ให้แข็งแรง กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณวิตามินซีและปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงสุด แต่มีค่าความสว่างต่ำสุด (Table 8)

ผลการทดลองคุณภาพของกล้วยหอม

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี กรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% มีค่าความแน่นเนื้อและค่าความสว่างต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น แต่มีค่าสีแดงสูงกว่ากรรมวิธีอื่น กรรมวิธีที่แช่ใน acetic acid ความเข้มข้น 0.2% มีค่าสีเหลืองต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น (Table 9)

ผลการทดลองคุณภาพของมะละกอ

กรรมวิธีที่แช่ใน oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแน่นเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ค่าความสว่าง สีแดงและสีเหลือง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี กรรมวิธีที่แช่ใน acetic acid ความเข้มข้น 2% มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น (Table 10)

ผลการทดลองคุณภาพของแก้วมังกร

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ค่าความแน่นเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าความสว่าง สีแดงและสีเหลือง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี (Table 11)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. กรรมวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงปลูกเชื้อก่อน คือ acetic acid ความเข้มข้น 1% และ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% ส่วนกรรมวิธีที่ควบคุมโรคแอนแทรคโนสมะม่วงปลูกเชื้อที่หลังคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96%

2. กรรมวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของกล้วยหอมปลูกเชื้อก่อนคือ acetic acid ความเข้มข้น 0.6% และ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% ส่วนกรรมวิธีที่ควบคุมโรคแอนแทรคโนส กล้วยหอมปลูกเชื้อที่หลังคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.96% และ acetic acid ความเข้มข้น 0.60%

3. กรรมวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะละกอ ปลูกเชื้อก่อนคือ acetic acid ความเข้มข้น 2 และ 3% ส่วนกรรมวิธีที่ควบคุมโรคแอนแทรคโนสมะละกอ ปลูกเชื้อที่หลังคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.24

4. กรรมวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของแก้วมังกรปลูกเชื้อก่อนคือ acetic acid ความเข้มข้น 1 2 และ 3% ส่วนกรรมวิธีที่ควบคุมโรคแอนแทรคโนสแก้วมังกรปลูกเชื้อที่หลังคือ oxalic acid ความเข้มข้น 0.48% จะสังเกตุพบว่า acetic acid ควบคุมโรคแอนแทรคโนสปลูกเชื้อก่อนได้ดีกว่าปลูกเชื้อที่หลัง เพราะ acetic acid มีผลโดยตรงต่อเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราในขณะที่ oxalic acid ควบคุมโรคแอนแทรคโนสปลูกเชื้อที่หลังได้ดีกว่าปลูกเชื้อก่อนเพราะ oxalic acid กระตุ้นให้ผลิตผลสร้างสารต้านทานทางธรรมชาติ

5. กรรมวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของเชื้อตามธรรมชาติของมะละกอคือ oxalic acid เข้มข้น 0.48% ส่วนเชื้อตามธรรมชาติของมะม่วง กล้วยหอมและแก้วมังกรไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ส่วนคุณภาพตัวอื่นค่อนข้างแปรผันในผลไม้แต่ละชนิด

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถแนะนำให้เกษตรกร/ผู้ประกอบการนำไปใช้ได้โดยตรง

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นางสาววิไล เนียมพิบูลย์ นางสาวปิยะลักษณ์ อยู่สบาย และนางสาวนุจรี เพลา ที่ช่วยปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและเตรียมต้นฉบับนี้

12. เอกสารอ้างอิง

Alawlaqi, M.M. and A. Alharbi Asmaa. 2014. Impact of acetic acid on controlling tomato fruit decay.Life Sci. J. 11 (3s) : 114-119

Ding, J, S. Tian, X. Zheng, Z. Zhou and Y. Xu. 2007. Response of reactive oxygen metabolism and quality in mango fruit to exogenous oxalic acid and salicylic acid and chilling temperature stress. Phisio. Plant. 130 : 112 -121

Liu, W.T., and C.L. Chu. 2002. Thymol and acetic acid vapours reduce postharvest brown rot of apricots and plums. Hort. Sci. 37 : 151-156.

Moyls, A.L., P.L. Sholberg and A. P. Gaunce. 1996. Modified-atmosphere packaging of grapes and strawberries fumigated with acetic acid Hort. Sci. 31 : 414-416.

Sholberg, P.L. 1998. Fumigation of fruit with short-chain organic acids to reduce the potential of postharvest decay. Plant Dis. 82 : 689-693.

Sholberg, P.L. 2009. Control of postharvest decay by fumigation with acetic acid or plant volatile compounds.Fresh Produce 3 (special issue1): 80-86

Sholberg, P.L. and A.P. Gaunce. 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. Hort. Sci. 30 : 1271-1275

Sholberg, P.L., P. Haag, R. Hockking, and K. Bedford. 2000. The use of vinegar vapour to reduce postharvest decay of harvested fruit. Hort. Sci. 35 : 898-903

Sholberg, P.L, T. Shephard, P. Randall and L. Moyls. 2004. Use of measured concentrations of acetic acid vapour to control postharvest decay in d'Anjou pears. Postharvest Biol Tech. 32 : 89-98.

Tian, S.P., Y.K. Wan, G.Z. Qin, and Y. Xu 2006. Induction of defense responses against *Alternaria* rot by different elicitors in harvested pear fruit. Appl. Micobiol. Biotehnol. 70 : 729-734.

Toal, E.S and P.W. Jones. 1999. Induction of systemic resistance to selerotinia selerotiorum by oxalic acid in oilseed rape. Plant patho. 48 : 759-767.

Venditti, T., A. Dore, M.G. Molinu, M. Agabbio, and G. D'hallewin. 2009. Combined effect of curing followed by acetic acid vapour treatments inproves postharvest control of *Penicillium digitatum* on mandarins. Postharvest Biol Tech. 54(2) : 111-114.

Venditti, T., A. Dore, M.G. Molinu, and G. D'hallewin. 2012. Effect of acetic acid repeated treatments on post-harvest quality of "Taloppo" table grape. Commun Agric Appl Biol Sci77 (3) : 219-224

Wang, Q., T. Lai, G. Qin, and S. Tian. 2009. Response of Jujube fruits to exogenous oxalic acid based on proteomic analysis. Plant Cell Physiol. 50 (2) : 230-242

Yang, B., L. Yongcai, G. Yonghong, and W. Yi. 2010. Induced resistance in melons by elicitors for control of postharvest diseases. Pant pathology in the 21st Century, 2 : 31-41

Zheng, X., S. Tion, X. Meng, and B. Li. 2007a. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food. Chem. 104 : 156-162.

Zheng, X., S. Tian, M.J. Gidley, H. Yue, and B. Li. 2007b. An Effect of exogenons oxalic acid on ripening and decay incidence in mango fruit during storage at room temperature. Postharvest Biol. Tehnol. 45 : 281-284.

13. ภาคผนวก

Table 1 Effect of organic acids on mycelium growth inhibition of *C. musae* of banana (BCM), C. *gloeosporiodes* of mango (MGCG)*, C. gloeosporiodes* (PPCG), and *C. capsici* (PPCC) of papaya and C. *gloeosporiodes* of dragon fruits (DCG)

Treatment	Mycelium growth inhibition (%) 7 days				
	BCM	MGCG	PPCG	PPCC	DCG
water (control)	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0 b
0.05% prochloraz	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100 a
0.24% oxalic acid	5.56 b	100.00 a	31.51 b	44.74 b	100 a
0.48% oxalic acid	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100 a
0.96% oxalic acid	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100 a
0.20% acetic acid	100.00 a	64.44 b	100.00 a	100.00 a	100 a
0.40% acetic acid	100.00 a	67.00 b	100.00 a	100.00 a	100 a
0.60% acetic acid	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100 a
CV	2.75	20.12	1.49	1.94	0
F-test	**	**	**	**	**

Table 2 Effect of organic acids on spore germination inhibition of *C. musae* of banana (BCM), C. *gloeosporiodes* of mango (MGCG)*, C. gloeosporiodes* (PPCG), and *C. capsici* (PPCC) of papaya and C. *gloeosporiodes* of dragon fruits (DCG)

Treatment	Spore germination inhibition (%) 9 hours				
	BCM	MGCG	PPCG	PPCC	DCG
water (control)	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
0.05% prochloraz	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

0.24% oxalic acid	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
0.48% oxalic acid	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
0.96% oxalic acid	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
0.20% acetic acid	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
0.40% acetic acid	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
0.60% acetic acid	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
CV	0	0	0	0	0
F test	**	**	**	**	**

Table 3 Effect of organic acids on pre-inoculated and post-inoculated mango fruit kept at room temperature

Treatment	Pre-inoculation		Post-inoculation	
	Sprayed (%)	Wounded (mm)	Sprayed (%)	Wounded (mm)
water (control)	39.20 c	26.6 d	24.8 b	19.5 c
0.05% prochloraz	0 a	7.6 a	0 a	8.6 a
0.24% oxalic acid	19.10 b	18.9 c	24.7 b	19.3 c
0.96% oxalic acid	13.30 ab	19.9 c	31.30 b	15 b
1% acetic acid	35.30 c	13.3 b	41.50 c	19.3 c
CV	74.85	43.4	48.77	36.79
F test	**	**	**	**

Table 4 Effect of organic acids on pre-inoculated and post-inoculated banana fruit kept at room temperature

Treatment	Pre-inoculation		Post-inoculation	
	Sprayed (%)	Wounded (mm)	Sprayed (%)	Wounded (mm)
water (control)	22.66 e	28.94 d	3.77 ab	29.39 d
0.05% prochloraz	0.80 a	6.82 a	0.00 a	9.25 a
0.24% oxalic acid	18.66 de	27.68 d	6.92 bc	29.08 d
0.48% oxalic acid	19.33 de	23.49 c	9.31 c	26.97 cd
0.96% oxalic acid	12.53 bc	24.26 c	3.46 ab	22.95 b
0.20% acetic acid	16.80 cd	27.25 d	3.77 ab	27.25 cd

0.40% acetic acid	22.00 de	24.24 c	9.23 c	24.57 bc
0.60% acetic acid	10.80 b	19.65 b	7.39 bc	23.80 b
CV	45.39	24.19	97.14	25.15
F test	**	**	**	**

Table 5 Effect of organic acids on disease percentage and wounded diameter of pre-inoculated papaya fruit kept at room temperature

Treatment	*C. gloeosporioides*		*C. capsici*	
	Sprayed (%)	Wounded (mm)	Sprayed (%)	Wounded (mm)
water (control)	29.00 c	7.33 bc	10 c	7.83 c
0.05% prochloraz	0.00 a	0.0 a	0.00 a	0.0 a
0.24% oxalic acid	14.00 b	10.17 cd	1.00 ab	12.92 d
0.48% oxalic acid	26.00 c	15.13 e	1.75 ab	8.75 c
0.96% oxalic acid	19.00 bc	13.79 de	2.00 ab	8.79 c
1% acetic acid	23.00 bc	7.25 bc	2.00 ab	4.08 b
2% acetic acid	22.00 bc	3.95 ab	2.75 ab	0.0 a
3% acetic acid	22.40 bc	0.0 a	6.0 bc	0.0 a
CV	39.93	40.29	106.29	48.03
F-test	**	**	**	**

Table 6 Effect of organic acids on disease percentage and wounded diameter of post-inoculated papaya fruit kept at room temperature

Treatment	*C. gloeosporioides*		*C. capsici*	
	Sprayed (%)	Wounded (mm)	Sprayed (%)	Wounded (mm)

water (control)	55.00 c	17.00 abc	25.83 b	15.92 a
0.05% prochloraz	0.00 a	11.27 a	4.33 a	5.88 a
0.24% oxalic acid	27.50 b	12.27 a	33.33 b	14.54 a
0.48% oxalic acid	44.17 bc	19.67 bc	8.50 a	12.88 a
0.96% oxalic acid	30.83 b	20.67 bc	28.33 b	12.96 a
0.20% acetic acid	38.33 bc	15.60 ab	28.33 b	12.38 a
0.40% acetic acid	31.67 b	16.73 abc	34.67 b	15.88 a
0.60% acetic acid	40.00 bc	23.30 c	29.50 b	15.25 a
CV	51.79	28.72	59.59	42.13
F-test	**	**	**	ns

Table 7 Effect of organic acids on wounded diameter of pre-inoculated and post-inoculated dragon fruit kept at room temperature

Treatment	Pre-inoculation	Post-inoculation
	Wounded (mm)	Wounded (mm)
water (control)	12.09 d	12.40 c
0.05% prochloraz	1.01 a	0.81 a
1[1]/0.24% oxalic acid	10.94 cd	11.69 c
2/0.48% oxalic acid	8.10 bc	5.32 b
3/0.96% oxalic acid	12.04 d	8.76 bc
1/0.2% acetic acid	4.41 ab	9.57 c
2/0.4% acetic acid	5.16 b	10.09 c
3/0.6% acetic acid	4.60 ab	8.38 bc
CV	96.77	86.99
F test	**	**

[*1] The first number represents for pre-inoculation treatments and the second number represents for the post-inoculation treatments.

Table 8 Effect of organic acids on disease percentage, firmness, weight loss, vitamin C, TA, TSS, L*, a* and b* of natural mango fruit kept at room temperature

Treatment	Disease (%)	Firmness (N)	Wt.loss (%)	Vit.C (mg/ 100ml)	TA (%)	TSS (°Brix)	L*	a*	b*
water (control)	1.0	6.967 a	14.96 b	38.15a	0.0801 a	15.02 a	60.81 b	7.37 a	37.23 a
0.05% prochloraz	0.20	7.23 a	14.52 ab	25.55 b	0.0704 ab	14.46 a	64.37 a	7.16 a	37.35 a
0.24% oxalic acid	0.20	6.52 a	13.35 a	32.72 ab	0.0736 a	15.74 a	63.61 a	9.35 a	39.82 a
0.96% oxalic acid	0.0	6.77 a	13.66 a	30.17 b	0.0576c	15.40 a	63.55 a	9.42 a	39.23 a
1% acetic acid	0.10	7.44 a	15.59 b	25.9 b	0.0608 bc	13.74 a	63.99 a	6.60 a	39.30 a
CV	-[1)]	12.13	9.26	18.75	13.22	9.71	4.18	32.46	6.69
F test	-[1)]	ns	**	**	**	ns	*	ns	ns

*1) statistics was not analyzed

Table 9 Effect of organic acids on disease percentage, firmness, weight loss, vitamin C, TA, TSS, L*, a* and b* of natural banana fruit kept at room temperature

Treatment	Disease (%)	Firmness (N)	Wt.loss (%)	Vit.C (mg/ 100ml)	TA (%)	TSS (°Brix)	L*	a*	b*
water (control)	0.30	13.65 ab	15.11 a	6.31 a	0.13 a	24.12 a	65.02 ab	5.08 bc	35.88 ab
0.05% prochloraz	0.00	13.20 ab	15.36 a	7.30 a	0.18 a	24.00 a	65.31 a	4.99 bc	36.59 a
0.24 % oxalic acid	0.10	15.40 ab	23.94 a	11.23 a	0.14 a	23.66 a	61.51 bc	2.04 a	33.94 bc
0.48% oxalic acid	0.20	12.60 ab	14.88 a	11.56 a	0.13 a	23.70 a	66.38 a	4.73 bc	33.03 cd
0.96% oxalic acid	2.50	7.30 c	16.62 a	10.45 a	0.12 a	22.50 a	59.85 c	5.83 c	32.69 cd
0.2% acetic acid	0.00	11.15 bc	16.93 a	10.23 a	0.16 a	25.38 a	63.03 abc	4.80 bc	31.12 d
0.4% acetic acid	0.00	12.30 ab	16.02 a	10.57 a	0.16 a	25.32 a	65.20 ab	4.42 bc	32.21 cd
0.6 % acetic acid	0.00	16.55 a	13.98 a	9.84 a	0.20 a	23.82 a	63.90 ab	3.42 ab	33.06 cd
CV	-[1)]	37.63	49.32	28.85	26.02	5.46	5.9	41.25	7.55
F test	-[1)]	**	ns	ns	ns	ns	**	**	**

*1) statistics was not analyzed

Table 10 Effect of organic acids on disease percentage, firmness, weight loss, vitamin C,TA, TSS, L*, a* and b* of natural papaya fruit kept at room temperature

Treatment	Disease (%)	Firmness (N)	Wt.loss (%)	Vit.C (mg/100ml)	TA (%)	TSS (°Brix)	L*	a*	b*
water (control)	13.75cd	12.11 a	10.0 a	68.99 a	0.05 a	9.83 a	55.26 a	13.27 a	41.77 a
0.05% prochloraz	0.0 a	12.26 a	8.0 a	65.78 a	0.06 a	10.70 a	59.75 a	19.34 a	47.26 a
0.24% oxalic acid	8.75 abcd	9.84 a	10.0 a	69.06 a	0.05 a	10.28 a	58.56 a	17.37 a	48.17 a
0.48% oxalic acid	3.75 ab	29.66 a	9.0 a	79.21 a	0.04 a	9.68 ab	59.10 a	7.79 a	44.50 a
0.96% oxalic acid	15.0 d	11.58 a	12.0 a	58.04 a	0.06 a	10.60 a	58.87 a	20.51 a	46.32 a
1% acetic acid	4.5 abc	18.38 a	10.0 a	66.89 a	0.08 a	10.48 a	56.55 a	9.26 a	43.24 a
2% acetic acid	12.5 bcd	11.30 a	10.0 a	68.94 a	0.05 a	7.8 c	59.20 a	18.79 a	48.98 a
3% acetic acid	15.0 d	15.75 a	10.0 a	70.92 a	0.07 a	8.10 bc	55.77 a	13.34 a	44.92 a
CV	64.39	60.17	15.18	12.77	28.93	11.15	7.97	57	14.53
F test	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns

Table 11 Effect of organic acids on disease percentage, firmness, weight loss, vitamin C, TA, TSS, L*, a* and b* of natural dragon fruit kept at room temperature

Treatment	Disease (%)	Firmness (N)	Wt.loss (%)	Vit.C (mg/100ml)	TA (%)	TSS (°Brix)	L*	a*	b*
water (control)	0	1.91 a	7.16 a	6.36 a	0.06 a	11.08 a	37.36 a	4.3 a	31.42 a
0.05% prochloraz	0	2.13 a	6.54 a	6.42 a	0.08 a	10.44 a	37.17 a	5.9 a	31.32 a
1% oxalic acid	0	2.13 a	6.67 a	7.03 a	0.06 a	10.5 a	36.19 a	6.11 a	30.49 a
2% oxalic acid	0	2.42 a	7.34 a	7.88 a	0.06 a	10.56 a	38.14 a	5.44 a	29.41 a
3% oxalic acid	0	2.02 a	7.94 a	8.24 a	0.05 a	10.48 a	37.6 a	5.01 a	30.56 a
1% acetic acid	0.1	2.21 a	7.04 a	8.48 a	0.06 a	10.64 a	37.71 a	3.04 a	32.02 a
2% acetic acid	0.1	2.17 a	7.59 a	8.61 a	0.06 a	10.06 a	37.27 a	4.26 a	30.04 a
3% acetic acid	0.1	1.98 a	7.82 a	7.52 a	0.05 a	10.86 a	36.5 a	4.49 a	30.84 a
CV	-[1)]	14.64	15.66	20.52	22.18	10.22	3.57	5.31	44.29

F test	-[1)]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*1) statistics was not analyzed

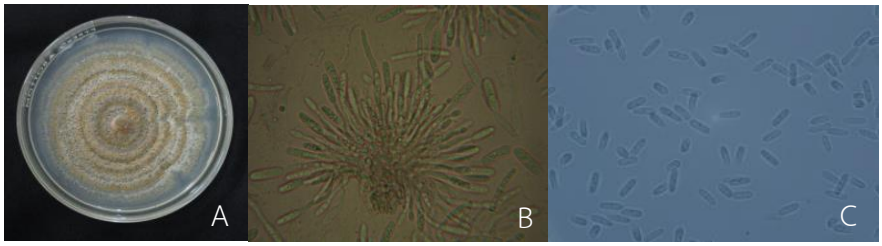

Figure 1 Colony (A) conidiophores (B) and conidia (C) of *C. gloeosporioides* of mango fruit

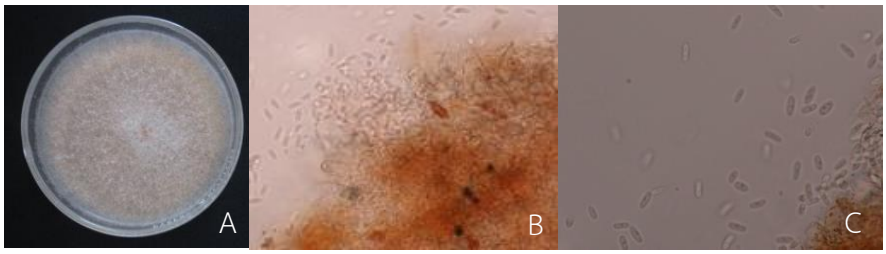

Figure 2 Colony (A) conidiophores (B) and conidia (C) of *C. musae* of banana fruit

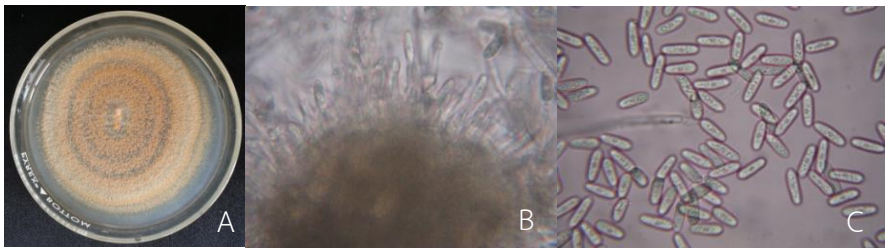

Figure 3 Colony (A) conidiophores (B) and conidia (C) of *C. gloeosporioides* of papaya fruit

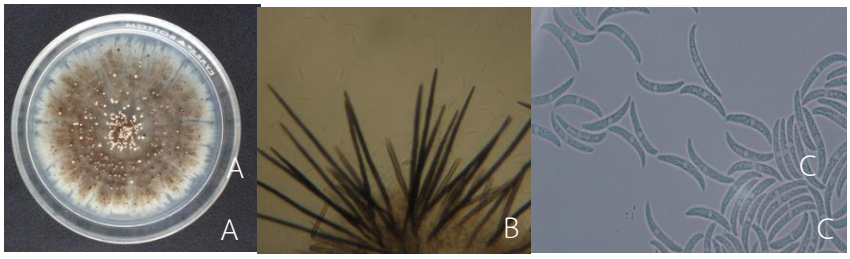

Figure 4 Colony (A) conidiophores (B) and conidia (C) of *C. capsici* of papaya fruit

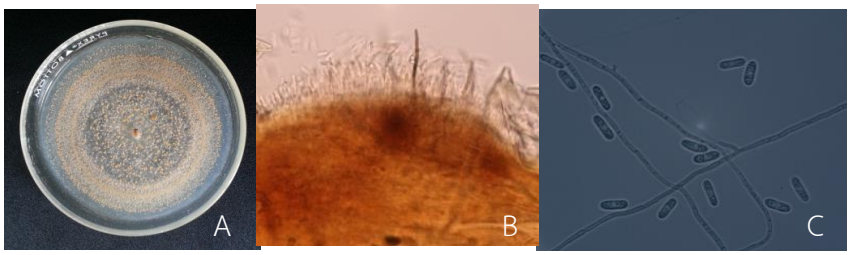

Figure 5 Colony (A) conidiophores (B) and conidia (C) of *C. gloeosporioides* of dragon fruit

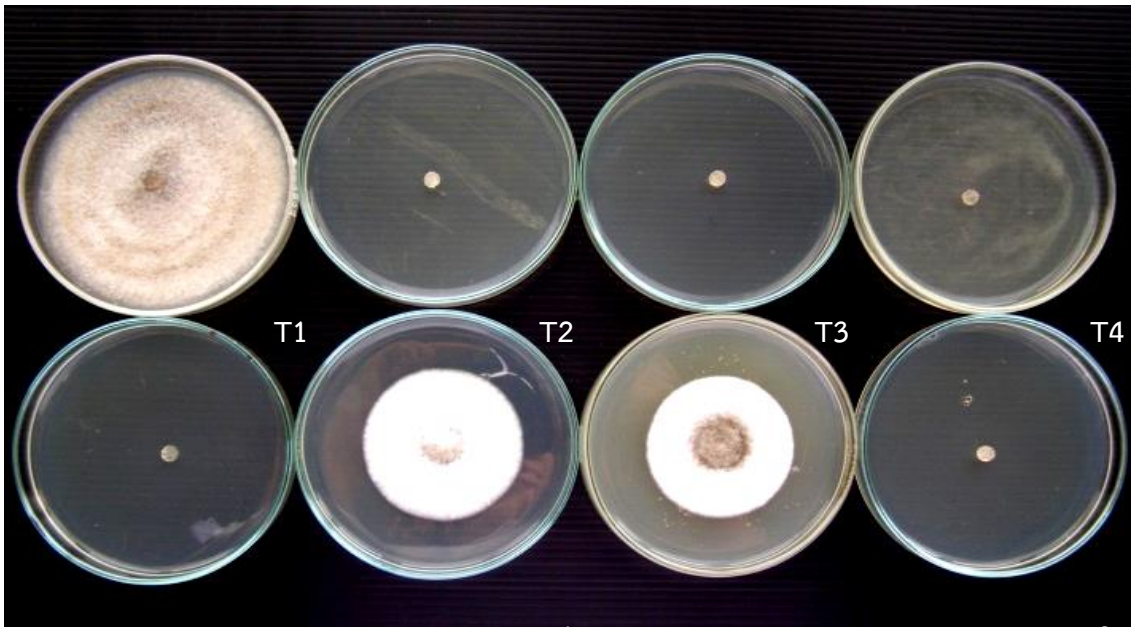

Figure 6 Effect of organic acids on mycelium growth inhibition of *C. gloeosporioides* of mango (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

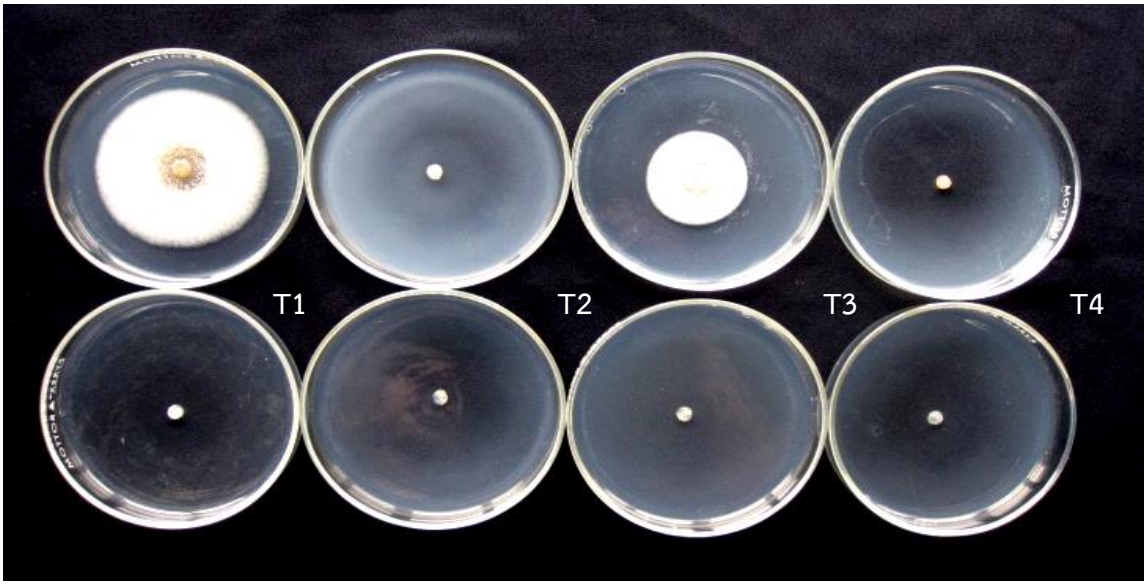

Figure 7 Effect of organic acids on mycelium growth inhibition of *C. gloeosporioides* of papaya (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

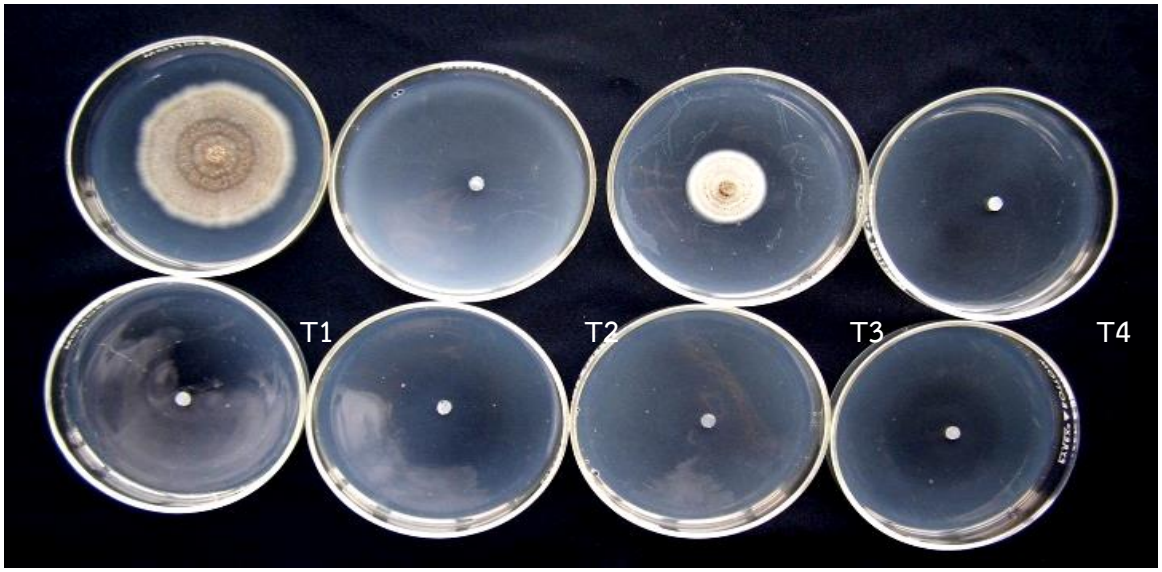

Figure 8 Effect of organic acids on mycelium growth inhibition of *C. capsici* of papaya (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

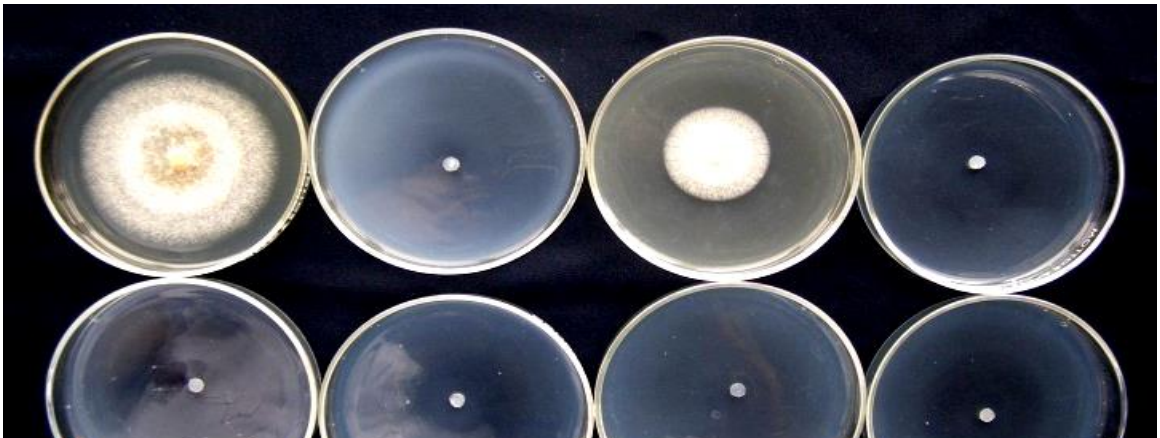

Figure 9 Effect of organic acids on mycelium growth inhibition of *C. musae* of banana (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

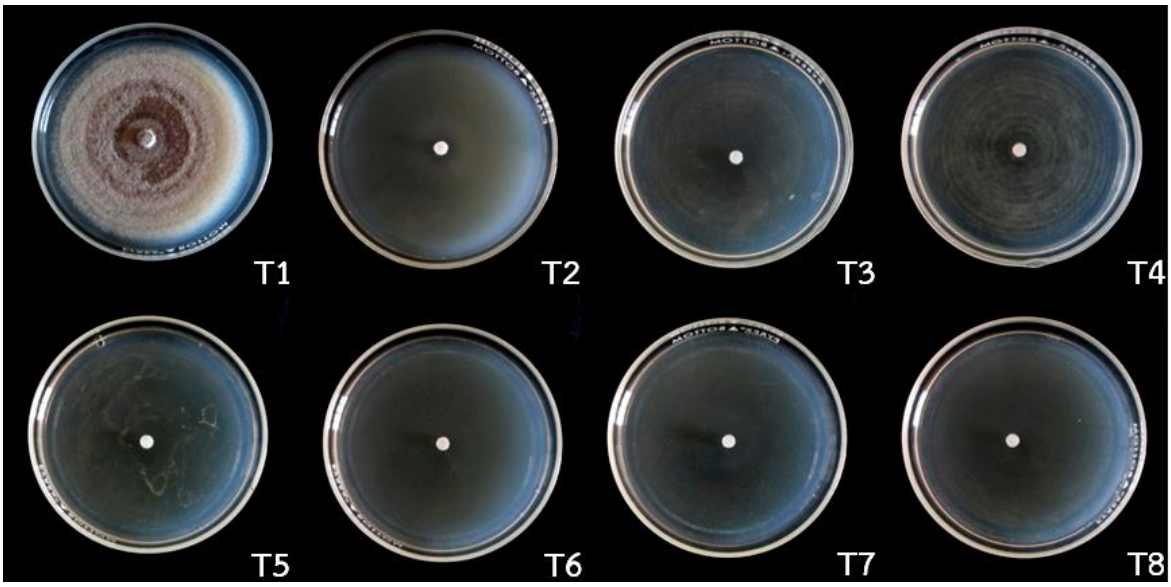

Figure 10 Effect of organic acids on mycelium growth inhibition of *C. gloeosporioides* of dragon fruit (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

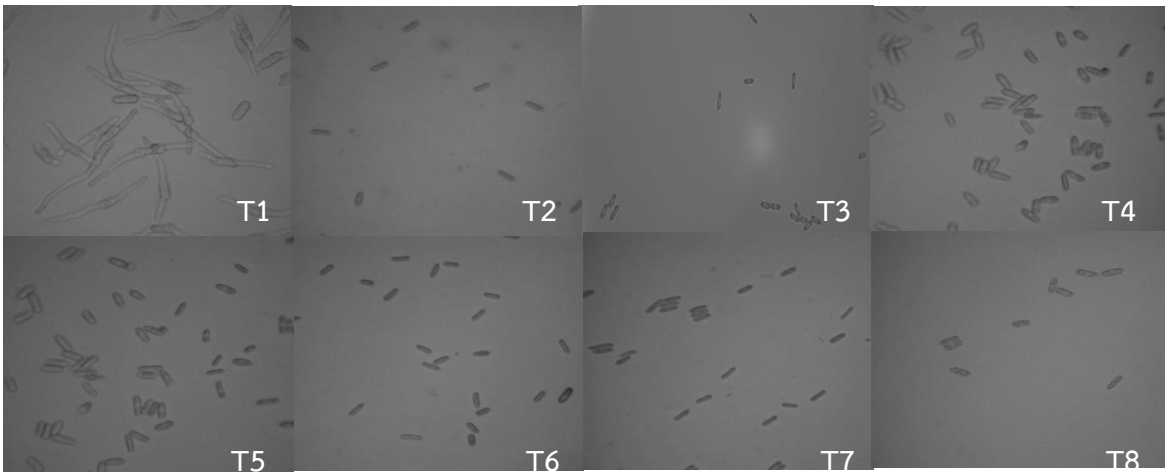

Figure 11 Effect of organic acids on spore germination inhibition of *C. gloeosporioides* of mango at 9 hour after treatment. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid), photos were taken from EM by 100X.

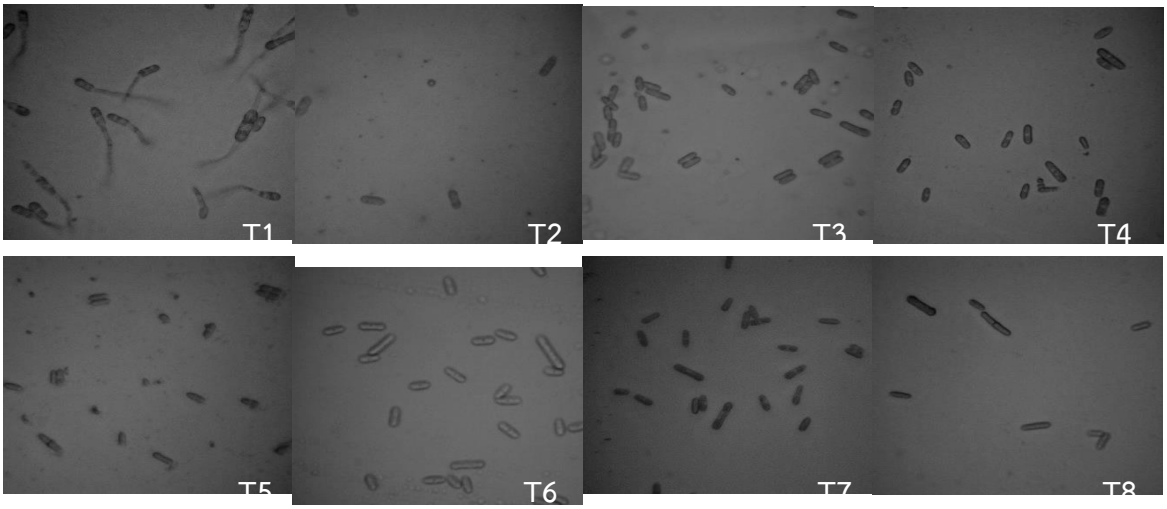

Figure 12 Effect of organic acids on spore germination inhibition of *C. musae* of banana at 9 hour after treatment. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid), photos were taken from EM by 100X.

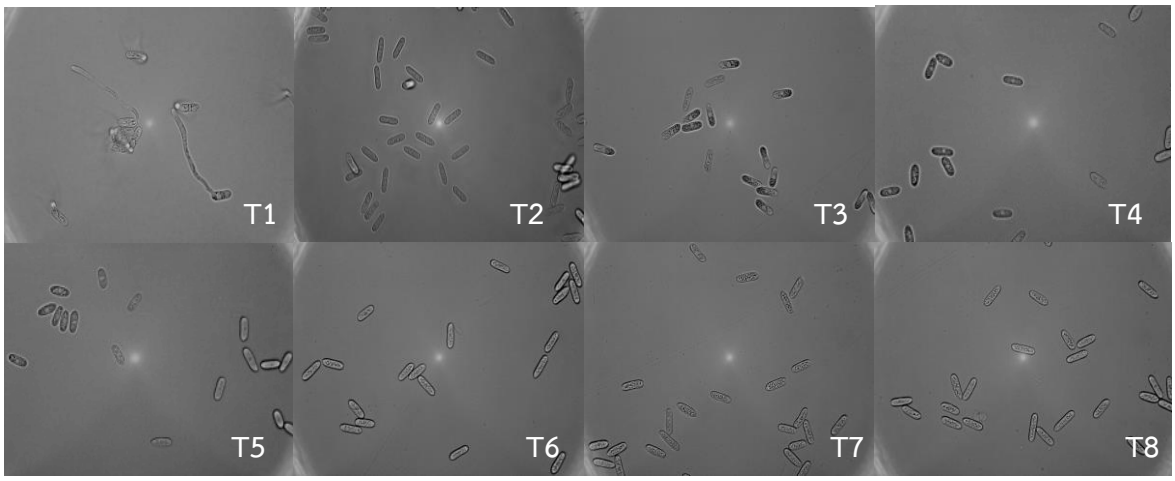

Figure 13 Effect of organic acids on spore germination inhibition of *C. gloeosporioides* of papaya at 9 hour after treatment. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid), photos were taken from EM by 100X.

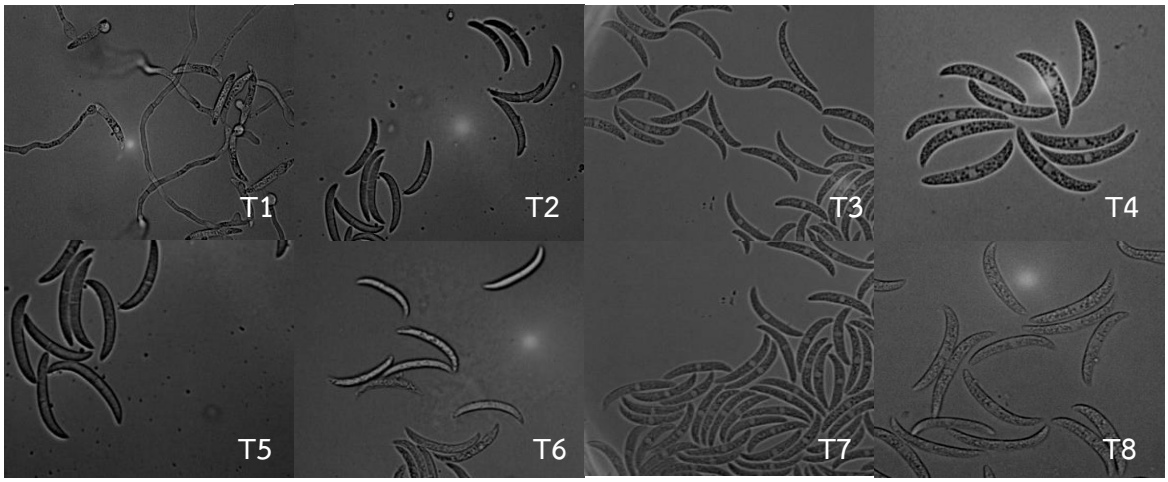

Figure 14 Effect of organic acids on spore germination inhibition of *C. capsici* of papaya at 9 hour after treatment. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid), photos were taken from EM by 100X.

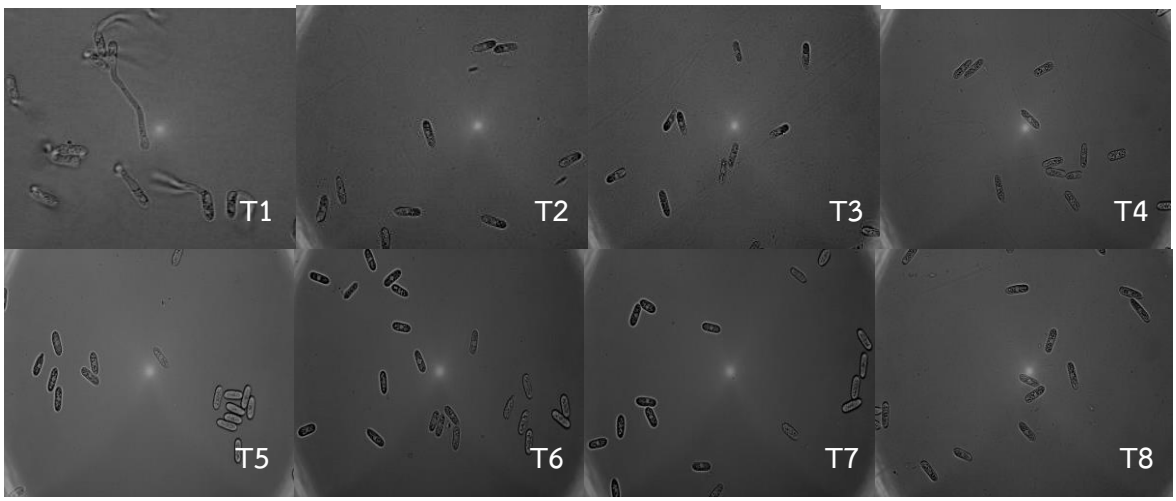

Figure 15 Effect of organic acids on spore germination inhibition of *C. gloeosporioides* of dragon fruit at 9 hour after treatment. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid), photos were taken from EM by 100X.

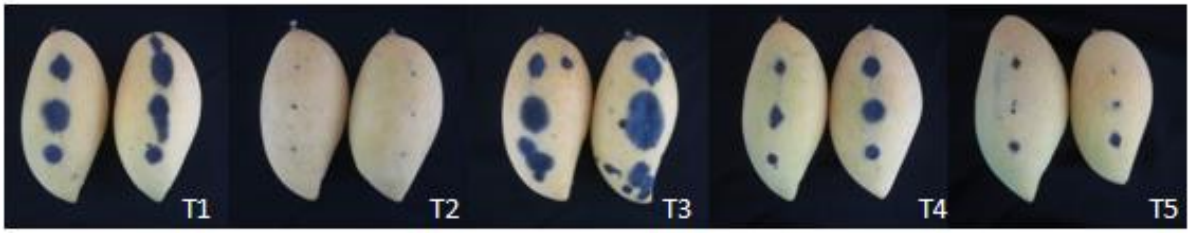

Figure 16 Effect of organic acids on pre-inoculated *C. gloeosporioides* wounded mango fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.9 6 % oxalic acid, T5=1% acetic acid)

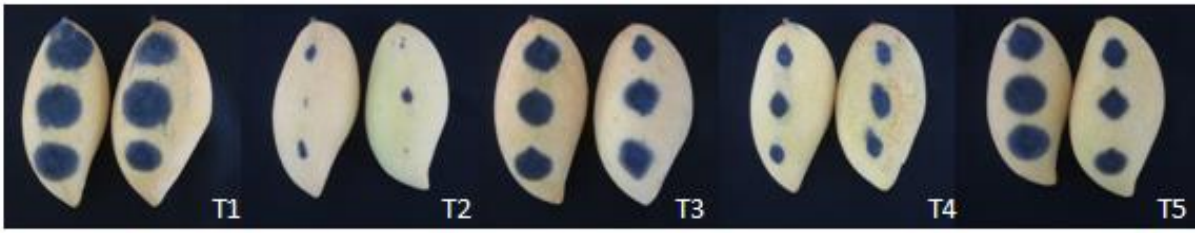

Figure 17 Effect of organic acids on post-inoculated *C. gloeosporioides* wounded mango fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.9 6 % oxalic acid, T5=1% acetic acid)

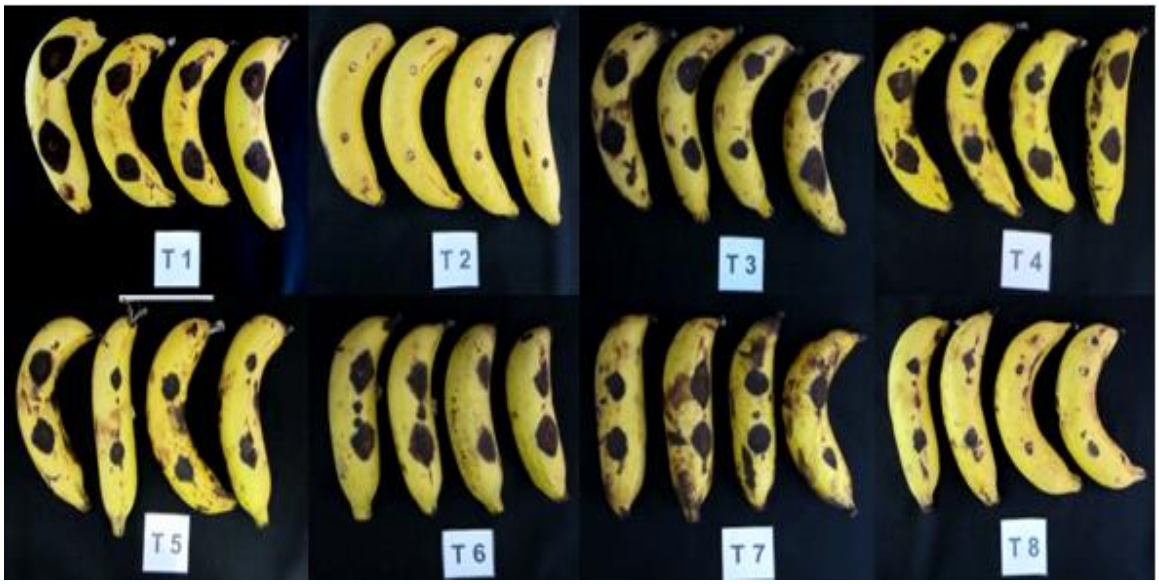

Figure 18 Effect of organic acids on pre-inoculated *C. musae* wounded banana fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5= 0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

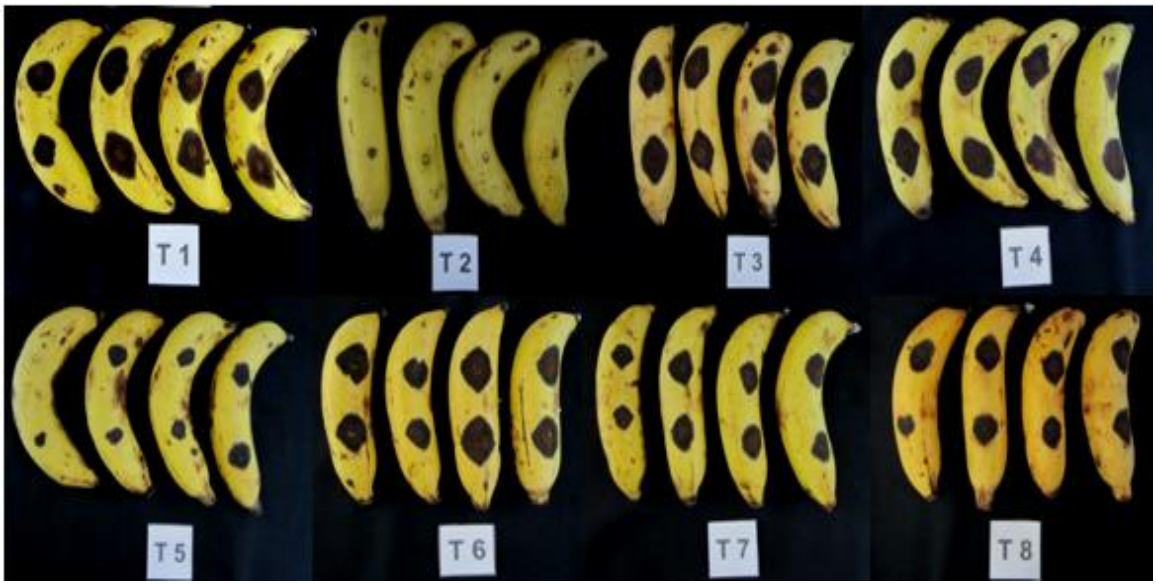

Figure 19 Effect of organic acids on post-inoculated *C. musae* wounded banana fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

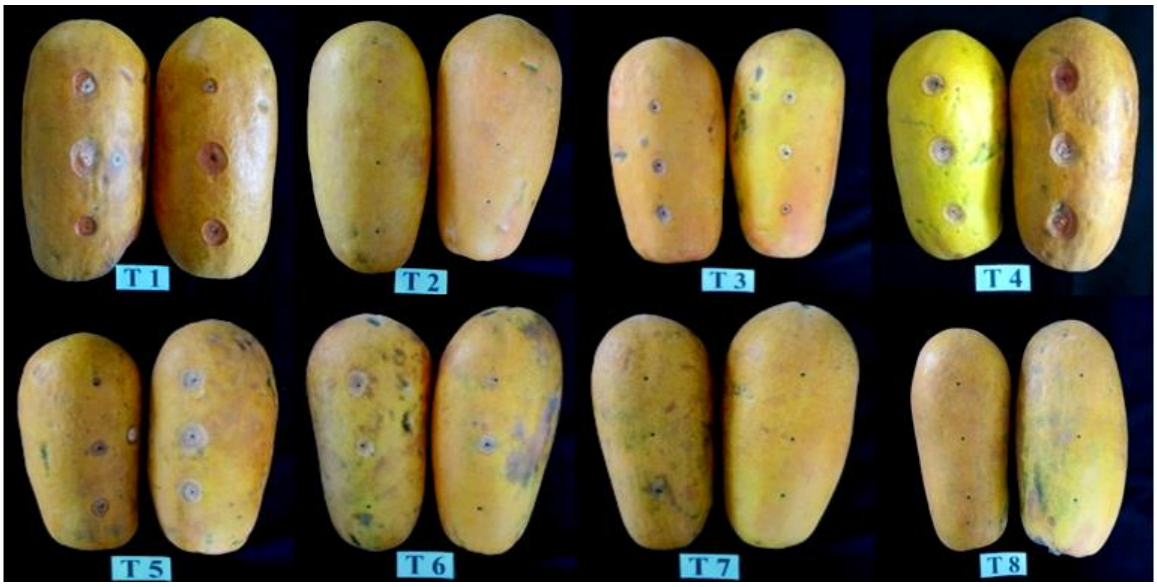

Figure 20 Effect of organic acids on pre-inoculated *C. gloeosporioides* wounded papaya fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=1% acetic acid, T7=2% acetic acid, T8=3% acetic acid)

Figure 21 Effect of organic acids on pre-inoculated *C. capsici* wounded papaya fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=1% acetic acid, T7=2% acetic acid, T8=3% acetic acid)

Figure 22 Effect of organic acids on post-inoculated *C. gloeosporioides* wounded papaya fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

Figure 23 Effect of organic acids on post-inoculated *C. capsici* wounded papaya fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

Figure 24 Effect of organic acids on pre-inoculated *C. gloeosporioides* wounded dragon fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=1% oxalic acid, T4=2% oxalic acid, T5=3% oxalic acid, T6=1% acetic acid, T7=2% acetic acid, T8=3% acetic acid)

Figure 25 Effect of organic acids on post-inoculated *C. gloeosporioides* wounded dragon fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

Figure 26 Effect of organic acids on natural mango fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.96% oxalic acid, T5=1% acetic acid)

Figure 27 Effect of organic acids on natural banana fruit. (T1=control,T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=0.2% acetic acid, T7=0.4% acetic acid, T8=0.6% acetic acid)

Figure 28 Effect of organic acids on natural papaya fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=0.24% oxalic acid, T4=0.48% oxalic acid, T5=0.96% oxalic acid, T6=1% acetic acid, T7=2% acetic acid, T8=3% acetic acid)

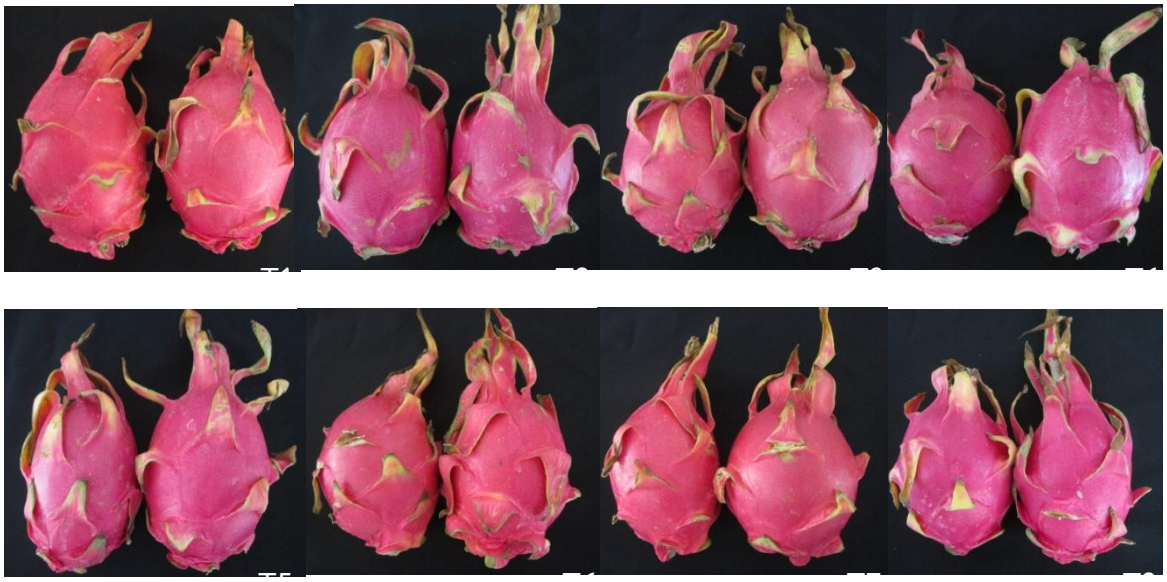

Figure 29 Effect of organic acids on natural dragon fruit. (T1=control, T2=0.05% prochloraz, T3=1% oxalic acid, T4=2% oxalic acid, T5=3% oxalic acid, T6=1% acetic acid, T7=2% acetic acid, T8=3% acetic acid)