

## ผลของไอน้ำส้มสายชูต่อการลดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ

### Effect of vinegar vapor on postharvest decay of papaya

ดวงพร โรจนวงศ์ โชคพิศิษฐ์ ชาญนนทพิพัฒน์ และวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา<sup>1</sup>

Tuangporn Rojanawong, Chockpisit Channuntapipat and Vilaiporn Boonyakitjinda

#### บทคัดย่อ

ไอน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำแอปเปิ้ล น้ำส้มสายชูกลั่น และกรดน้ำส้ม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการติดเชื้อและการเจริญเติบโตของรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทรกโนสบนผลมะละกอพันธุ์ฮาวายหลังการเก็บเกี่ยว โดยการนำผลมะละกอมารมด้วยไอน้ำส้มในถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงขนาดบรรจุ 20 ลิตรใช้เวลาในการรม 24 ชั่วโมง ไอน้ำส้มปริมาณ 5 มิลลิตรของน้ำส้มแต่ละชนิดสามารถลดการเน่าเสียบนผลมะละกอซึ่งคิดจากจำนวนจุดแผลที่เกิดขึ้นจาก 100% ไปเป็น 3.4, 6.9 และ 10% ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันเมื่อทำการรมด้วยไอน้ำส้มหลังจากการปลูกเชื้อพบว่าไอน้ำส้มลดการติดเชื้อโดยคิดจากจำนวนแผลที่มีการเจริญของเชื้อที่จุดปลูกเชื้อจาก 85.67% ไปเป็น 2.7, 5.4 และ 2.7% ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างไอน้ำส้มหมักที่ปริมาตร 3 ถึง 5 มิลลิตรในการลดการติดเชื้อ สำหรับไอน้ำส้มที่ปริมาตร 3 มิลลิตรจำนวนแผลที่มีการติดเชื้อลดลงตามระยะเวลาในการรมที่เพิ่มขึ้น โดยที่ 10-15 ชั่วโมงลดการติดเชื้อจาก 100% ไปเป็น 3.7% และลดลงถึง 0% ที่เวลาการรมไอน้ำตั้งแต่ 20 ชั่วโมงเป็นต้นไป

#### Abstract

Vapor of apple cider vinegar, white distilled vinegar and glacial acetic acid effectively inhibited infection and growth of *Colletotrichum* sp., causal agent of anthracnose on postharvest papaya 'Hawaii' cultivar. Fruits were fumigated with warm vinegar in 20-L sealed plastic bags for 24 hours. Vapor from 5 ml of each vinegar reduced decay from 100% to 3.4, 6.9 and 10.3%, respectively. Similarly, when fumigating after inoculation, vapor reduced infection, calculated from the number of infected lesions at inoculation points, from 85.67% to 2.7, 5.4 and 2.7%, respectively, and also reduced growth of inocula. There was no significant difference among the vapor from 3 to 7 ml apple cider vinegar on reduction of infection. For vapor from 3 ml, the infected lesions decreased with increasing duration of fumigation. The infection was reduced from 100% to 3.7% at 10-15 hours of fumigation and to 0% at 20 hours of fumigation or longer.

#### บทนำ

มะละกอ (*Carica papaya* Linn.) อยู่ในวงศ์ Caricaceae ผลมีขนาดและรูปร่างตามแต่ละพันธุ์ โดยทั่วไปมีรูปร่างกลม ป้อมจนถึงรียาว เมื่อดิบสีเขียวพอสุกจะมีเนื้อสีเหลือง สีส้ม หรือสีแดง มะละกอเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งผลดิบ ผลสุก และยังเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เพราะมะละกอเป็นแหล่งวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ มะละกอพันธุ์ฮาวาย มีผลขนาดเล็ก เมื่อสุกเนื้อจะนุ่มและเก็บไว้ได้นาน รสหอมหวาน เนื้อนุ่ม น้ำหนักต่อผลประมาณ 250-300 กรัม

เนื่องจากมะละกอเป็นผลไม้ที่มีระยะของการสุก ( Climacteric fruit ) การเข้าสู่การเสื่อมสภาพเช่น การสุกและการเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวไม่เพียงแต่เป็นปัญหาในการส่งมะละกอไปจำหน่ายในตลาดที่ระยะทางไกลๆ เท่านั้น แต่ยังเป็นปัญหา

<sup>1</sup> ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม

Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathom

ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนและความต้องการของผู้บริโภคอีกด้วย (Arul, 1994) สาเหตุที่ทำให้อายุการเก็บรักษาของมะละกอสุกสั้นสุดลง เกิดเนื่องจากกิจกรรมต่างๆทางสรีรวิทยาภายในของผลยังดำเนินไปอย่างต่อเนื่องในช่วงหลังการเก็บเกี่ยว เช่นการคายน้ำรวมทั้งมีการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ (เบญจวรรณ, 1997) โดยเฉพาะเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่ก่อโรค Anthracnose ซึ่งเป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของมะละกอ

ดังนั้น การศึกษาหาวิธีการลดการเน่าเสียของผลมะละกอเนื่องจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวเป็นทางหนึ่งที่จะสามารถลดการสูญเสียดังกล่าวได้ ในการทดลองนี้จึงได้นำไอน้ำส้มสายชูที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรามาใช้ลดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ เนื่องจากมีความปลอดภัยมีพิษน้อยเมื่อเทียบกับสารที่ใช้ต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ

## วิธีการดำเนินการทดลอง

### 1. หาดัชนี (Index) การสุกของมะละกอ

นำผลมะละกอสีเขียวที่มีระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ (mature) มาหาดัชนีการสุก 6 ระดับ ตั้งแต่ 0-5 โดยมีการกำหนดระยะการสุกดังนี้ ระยะ 0 = ผิวมะละกอแก่เต็มที่ที่มีสีเหลืองประมาณ 5 % ระยะ 1 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองประมาณ 15 % ระยะ 2 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองประมาณ 25 % ระยะ 3 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองปานกลางประมาณ 50 % ระยะ 4 = ผิวมะละกอสีเหลืองเกือบทั้งผลประมาณ 75 % ระยะ 5 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองทั้งผลประมาณ 100 % โดยวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ( $28 \pm 2$  °C) สังเกตการเปลี่ยนแปลงโดยมีสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเป็นตัวบ่งลักษณะการสุก

### 2. การแยกเชื้อสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ

#### การแยกเชื้อและการพิสูจน์โรค

นำมะละกอมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เกิดโรค ศึกษาลักษณะอาการของโรคที่ปรากฏให้เห็นบันทึกภาพ พร้อมลักษณะอาการและภาพประกอบ เชื้อเชื้อจากแผลหรือตัดส่วนของแผลมาศึกษารูปร่างลักษณะของเชื้อโดยใช้เข็มเขี่ย เชื้อเชื้อที่มองเห็นจากแผล หรือใช้มีดตัดบริเวณแผล วางบนแผ่นสไลด์ หยดน้ำหรือ lactophenol ปิดด้วย coverglass แล้วนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ บันทึกลักษณะรูปร่างของเชื้อที่พบ แยกเชื้อจากส่วนของมะละกอที่เป็นโรคให้เป็นเชื้อที่บริสุทธิ์โดยใช้มีดคมๆ ตัดบริเวณแผลให้ตัดส่วนเนื้อเยื่อดี ล้างชิ้นมะละกอที่ตัดมาแล้วล้างด้วย Clorox 10 % ประมาณ 4 นาที ต่อมาล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำไปวางบนจานอาหาร PDA เมื่อเชื้อเจริญเติบโตแล้ว นำมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์หาเชื้อ *Colletotrichum* sp. ทำการพิสูจน์ว่าเชื้อใดเป็นสาเหตุของโรค

#### การเลี้ยงเชื้อเพื่อการทดลอง

เมื่อพิสูจน์โรคตามวิธีของ Koch จนได้ เชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่บริสุทธิ์แล้วทำการ Subculture เลี้ยงในอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเชื้อเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ เก็บในตู้เย็นเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

#### การปลูกเชื้อเพื่อการทดลอง

นำมะละกอสุกระยะที่ 3 มาทำรอยบาดแผล โดยใช้มีดกรีดให้เป็นรอย 3 จุด บนผิวผลมะละกอใช้มีดตัดเชื้อ *Colletotrichum* sp. จากจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ ขนาด 5x5 มม. มาวางบนผิวมะละกอที่ทำบาดแผล

### 3. วิธีการรมด้วยไอน้ำส้มสายชู

ให้ความร้อนกับน้ำส้มสายชูที่เตรียมไว้โดยการนำไปลงไฟ เทใส่จานเพาะเชื้อแล้วนำไปวางในถุงพลาสติกที่มีมะละกอที่ต้องการรม รัศปิดปากถุงด้วยหนังยาง

### 4. การศึกษาผลของไอน้ำส้มสายชูในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอ

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของไอน้ำส้มสายชูชนิดต่างๆและ glacial acetic acid ในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอที่ไม่ผ่านการปลูกเชื้อ

- 1) นำมะละกอสุกระยะที่ 3 ไปรมด้วยน้ำส้มสายชู 2 ชนิด คือ น้ำส้มสายชู อสร., น้ำส้มสายชูหมักและ glacial acetic acid ปริมาตร 5 ml เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำออกมาบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน
- 2) บันทึกผลเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รมด้วยน้ำส้มสายชู นับจำนวนแผลที่เกิดโรค และความรุนแรงของโรค โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบาดแผล
- 3) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

**การทดลองที่ 2** ศึกษาประสิทธิภาพของไอน้ำส้มสายชูชนิดต่างๆและ glacial acetic acid ในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละก่ที่ผ่านการปลูกเชื้อ

- 1) นำมะละกอสุกระยะที่ 3 มาปลูกเชื้อ จำนวน 3 แผลต่อผลโดยใช้เชื้อ *Colletotrichum* sp. ในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้
- 2) นำมะละก่ที่ปลูกเชื้อแล้วมารมไอ โดยจะรมด้วยไอจากน้ำส้มสายชู อสร. , น้ำส้มสายชูหมัก และ glacial acetic acid ใช้ปริมาณเท่ากันคือ 5 ml ใช้เวลานาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
- 3) เมื่อครบกำหนดนำมะละก่ออกจากถุง บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน
- 4) สังเกตบาดแผลที่เกิดจากการเน่าเสีย โดยบันทึกจำนวนบาดแผลและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผล
- 5) ทำการทดลอง 14 ซ้ำ

**การทดลองที่ 3** ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มสายชูที่มีผลต่อการควบคุมการเน่าเสียหลังการสุกของมะละก่

- 1) นำมะละกอสุกระยะที่ 3 มาปลูกเชื้อโดยใช้เชื้อ *Colletotrichum* sp จากจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ จำนวน 3 แผลต่อผล แล้วนำมารมไอน้ำส้มสายชูหมัก ( ผลจากการทดลองที่ 2 ) โดยจะใช้ ปริมาตรที่แตกต่างกันดังนี้ 3, 5, 7, 10, 13, และ 15 ml ใช้เวลานาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
- 2) เมื่อครบกำหนดนำมะละก่ออกจากถุงที่รม บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน
- 3) สังเกตบาดแผลที่เกิดจากการเน่าเสีย โดยบันทึกจำนวนบาดแผลและเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผล
- 4) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

**การทดลองที่ 4** ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมไอ

- 1) นำมะละกอสุกระยะที่ 3 มาปลูกเชื้อโดยใช้เชื้อ *Colletotrichum* sp.จากจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ จำนวน 3 แผลต่อผล แล้วนำมารมไอน้ำส้มสายชูหมัก ( ผลจากการทดลองที่ 2 ) โดยใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมที่สุด คือ 3 ml (จากการทดลองที่ 3 ) และรมด้วยระยะเวลาต่างๆ ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
- 2) เมื่อครบกำหนดนำผลไม้มาจากถุงที่ไอรม บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน
- 3) สังเกตบาดแผลที่เกิดจากการเน่าเสีย โดยบันทึกจำนวนบาดแผลและเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผล
- 4) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

### 1. ผลของการหาดัชนีการสุกของมะละก่พันธุ์ฮาวาย

แบ่งระยะการสุกได้เป็น 6 ระยะ คือช่วง 0-5 ดังนี้ (รูปที่ 1)

ระยะ 0 = ผิวมะละก่แก่เต็มที่มีสีเหลืองประมาณ 5%

ระยะ 1 = ผิวมะละก่มีสีเหลืองประมาณ 15%

ระยะ 2 = ผิวมะละก่มีสีเหลืองประมาณ 25%

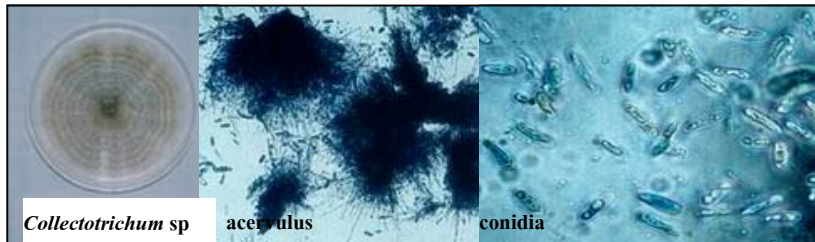
- ระยะ 3 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองปานกลางประมาณ 50%
- ระยะ 4 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองเกือบทั้งผลประมาณ 75%
- ระยะ 5 = ผิวมะละกอมีสีเหลืองทั้งผลประมาณ 100%



รูปที่ 1 แสดงดัชนีระยะการสุกของมะละกอ 6 ระยะ

**2. ผลการแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวมะละกอ และการพิสูจน์โรคตามวิธีของ Koch (Koch's postulation)**

พบอาการโรคที่มีลักษณะคล้ายโรคแอนแทรกโนสบนผลมะละกอ คือผิวมะละกอเกิดแผลกลมฉ่ำน้ำ และ ขุบลงไป ในผล ตรงกลางจุดของแผลจะมีสปอร์ของเชื้อสีส้มขึ้นฟูเป็นวงหลายชั้น แยกเชื้อและเลี้ยงจนได้เชื้อบริสุทธิ์ นำเชื้อแต่ละชนิดที่ได้ มาตรวจลักษณะจากสไลด์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีเชื้อบริสุทธิ์ที่มีลักษณะพิเศษคล้ายเชื้อ *Colletotrichum* sp. (รูปที่ 2) คือ มี acervulus สีเข้ม conidiophore และ conidia เซลล์เดี่ยว รูปร่างรี สี ไม่มีสี หลังจากนั้นนำเชื้อดังกล่าวไปปลูกเชื้อลงบนผิวมะละกอที่ปกติ พบว่าสามารถทำให้มะละกอเกิดโรคและแสดงอาการเหมือนเดิม หลังจากนั้นทำการแยกเชื้อออกมาใหม่โดยนำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA แล้วนำไปตรวจลักษณะเชื้อ พบว่าเชื้อที่ได้มีลักษณะเหมือนเดิม แสดงว่าเชื้อที่แยกได้เป็นเชื้อ *Colletotrichum* sp.



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของเชื้อรา *Colletotrichum* sp.

**3. ผลของไอน้ำส้มสายชูในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอ**

**ผลการทดลองที่ 1** ผลการศึกษาประสิทธิภาพของไอน้ำส้มสายชูชนิดต่างๆและ glacial acetic acid ในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอที่ไม่ผ่านการปลูกเชื้อ

จากการทดลอง พบว่า มะละกอที่รมด้วยน้ำส้มสายชูทั้ง 2 ชนิด และ glacial acetic acid มีการเน่าเสียน้อยกว่าชุดควบคุม โดยในชุดควบคุมจะพบรอยแผลเฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.8 และมีเส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉลี่ย 1.08 ซม. ส่วนน้ำส้มสายชูหมักพบว่ามีจำนวนรอยแผลเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉลี่ย 0.55 ซม. จากข้อมูลจำนวนรอยแผลของมะละกอที่รมด้วยน้ำส้มสายชูหมัก, อสร. และ glacial acetic acid มีประสิทธิภาพในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอได้อย่างใกล้เคียงกัน (ตารางที่1)

**ตารางที่ 1** แสดงจำนวนรอยแผลเฉื่อย และเส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉื่อย (ซม.) ของมะละกอที่รมด้วยไอน้ำส้มสายชู อสร. , น้ำส้มสายชูหมัก และ glacial acetic acid เทียบกับชุดควบคุม

การทดลอง	การเกิดโรคที่ผลมะละกอหลังการรมด้วยน้ำส้มสายชู <sup>1/</sup>	
	จำนวนแผลเฉื่อย <sup>2/</sup>	เส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉื่อย(ซม.) <sup>2/</sup>
Control	5.8±1.3 c	1.08±0.4 a
น้ำส้มสายชูหมัก	0.2±0.1 a	0.55±0.4 a
น้ำส้มสายชู อสร.	0.4±0.2 a	0.26±0.2 a
Glacial acetic acid	0.6±0.2 ab	1.10±0.4 a

<sup>1/</sup> ปลุกเชื้อ 3 จุด ต่อ 1 ผล

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 14 ซ้ำ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตามการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01

**ผลการทดลองที่ 2** ผลการศึกษาประสิทธิภาพของไอน้ำส้มสายชูชนิดต่างๆและ glacial acetic acid ในการลดการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอที่ผ่านการปลุกเชื้อ

จากการทดลอง พบว่า มะละกอที่รมด้วยไอน้ำส้มสายชูหมักและ Glacial acetic acid มีจำนวนรอยแผลเฉื่อยน้อยที่สุดคือ 0.07 และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.07 และ 0.11 ซม. ตามลำดับ รองลงมาคือมะละกอที่รมไอน้ำส้มสายชู อสร. ขณะที่มะละกอในกลุ่มควบคุมมีการเน่าเสียชัดเจน พบจำนวนรอยแผลเฉื่อยมากที่สุด คือ 2.57 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.43 ซม. สำหรับจำนวนรอยแผลพบว่ามีรอยแผลเฉื่อยของมะละกอที่รมด้วยไอน้ำส้มสายชูทั้งสามชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทำการเลือกน้ำส้มสายชูหมักไปใช้ในการทดลองต่อไปเนื่องจากพบจำนวนรอยแผลเฉื่อยและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผลเฉื่อยน้อยที่สุด (ตารางที่2, รูปที่ 3)

**ตารางที่ 2** แสดงจำนวนรอยแผลเฉื่อย และเส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉื่อย (ซม.) ของมะละกอที่ปลุกเชื้อ *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 แผลต่อผล แล้วรมด้วยไอน้ำส้มสายชู อสร. , น้ำส้มสายชูหมัก และ glacial acetic acid เทียบกับชุดควบคุม

การทดลอง	การเกิดโรคที่ผลมะละกอหลังการรมด้วยน้ำส้มสายชู <sup>1/</sup>	
	จำนวนแผลเฉื่อย <sup>2/</sup>	เส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉื่อย <sup>2/</sup>
Control	2.57±0.2 c	2.43±0.1 c
น้ำส้มสายชูหมัก	0.07±0.1 a	0.07±0.1 a
น้ำส้มสายชู อสร.	0.14±0.1 ab	0.39±0.3 ab
Glacial acetic acid	0.07±0.1 a	0.11±0.1 a

<sup>1/</sup> ปลุกเชื้อ 3 จุด ต่อ 1 ผล

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 10 ซ้ำ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตามการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01



รูปที่ 3 เปรียบเทียบการเน่าเสียจากรอยแผลที่ทำการปลูกเชื้อ *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 แผลต่อผล

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| A. กลุ่มควบคุม                   | - พบการเน่าเสียทั้ง 3 จุด ที่มีการปลูกเชื้อ |
| B. รมด้วยไอน้ำส้มสายชูหมัก       | - ไม่พบการเน่าเสีย บาดแผลแห้ง               |
| C. รมด้วยไอน้ำส้มสายชู อสร.      | - ไม่พบการเน่าเสีย บาดแผลแห้ง               |
| D. รมด้วย ไอ Glacial acetic acid | - ไม่พบการเน่าเสีย บาดแผลแห้ง               |

ผลการทดลองที่ 3 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำส้มสายชูที่มีผลต่อการควบคุมการเน่าเสียหลังการสุกของมะละกอ

จากการทดลอง พบว่า กลุ่มควบคุมเกิดการเน่าเสียในทุกจุดที่ทำการปลูกเชื้อและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.15 ซม. ส่วนมะละกอรมน้ำส้มสายชูหมักปริมาตร 3, 5, 7 ml มีจำนวนรอยแผลเฉลี่ย 0.1, 0.3 และ 0.2 ซม. ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูตั้งแต่ 10 ml ขึ้นไป ถึงแม้ไม่พบจำนวนรอยแผลที่เกิดจากการเน่าเสียเลย แต่จะพบรอยไหม้ซึ่งทำให้ผิวมีลักษณะขรุขระ มีสีดำที่ผิวของผลมะละกอ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนรอยแผลเฉลี่ย และเส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉลี่ย (ซม.) ของมะละกอที่ปลูกเชื้อ *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 แผล แล้วรมด้วยไอน้ำส้มสายชูหมักที่ปริมาตรต่างๆ กัน

ปริมาตรของน้ำส้มสายชู (ml)	การเกิดโรคที่ผลมะละกอหลังการปลูกเชื้อ <sup>1/</sup>	
	จำนวนแผลเฉลี่ย <sup>2/</sup>	เส้นผ่านศูนย์กลางรอยแผลเฉลี่ย <sup>2/</sup>
Control	3.0 c	2.15±0.2 c
3	0.1±0.1 a	0.2±0.2 a
5	0.3±0.2 ab	0.35±0.2 ab
7	0.2±0.1 a	0.35 a
10	0 a	0 a
13	0 a	0 a
15	0 a	0 a

<sup>1/</sup> ปลูกเชื้อ 3 จุด ต่อ 1 ผล

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 10 ซ้ำ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตามการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01

#### ผลการทดลองที่ 4 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมไอ

จากการทดลองพบว่า ชุดควบคุมมีจำนวนรอยบาดแผลเฉลี่ย 3 แผล คือเกิดการเน่าเสียในทุกจุดที่ทำการปลูกเชื้อและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผลเฉลี่ย 2.63 ซม. ส่วนมะละกอที่ใช้ระยะเวลา 5, 10, 15 ชั่วโมง มีจำนวนรอยบาดแผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.5, 0.1 และ 0.1 รอยแผล ตามลำดับ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผลเฉลี่ย 0.65, 0.15, 0.1 ซม. ตามลำดับ ส่วนที่ใช้ระยะเวลา 20-40 ชั่วโมง ไม่พบรอยบาดแผลเลย อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ระยะเวลารมไอน้ำส้มสายชูตั้งแต่ 10-40 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในจำนวนรอยแผลและเส้นผ่านศูนย์กลาง (ตารางที่ 4, รูปที่ 4)

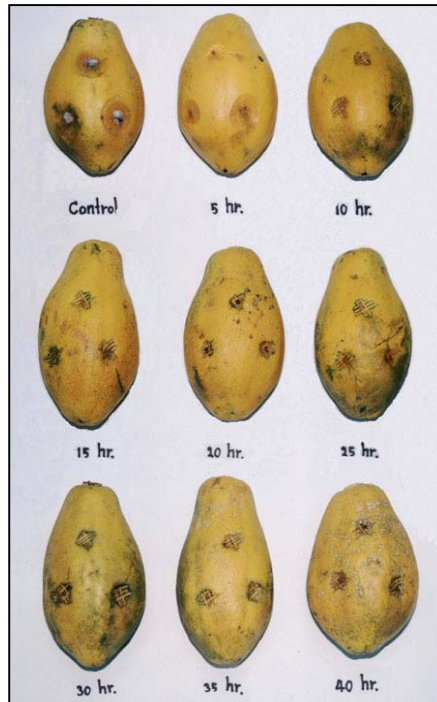
**ตารางที่ 4** แสดงจำนวนรอยแผลเฉลี่ย และเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผลเฉลี่ย (ซม.) ของมะละกอที่ปลูกเชื้อ *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 แผล แล้วรมด้วยไอน้ำส้มสายชูหมักปริมาตร 3 ml ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการรมไอน้ำส้มสายชู (ชั่วโมง)	การเกิดโรคที่ผลมะละกอหลังการปลูกเชื้อ <sup>1/</sup>	
	จำนวนรอยแผลเฉลี่ย <sup>2/</sup>	เส้นผ่านศูนย์กลางรอยบาดแผลเฉลี่ย <sup>2/</sup>
Control (0)	3 c	2.62±0.1 c
5	0.5±0.2 b	0.65±0.3 b
10	0.1±0.1 a	0.15±0.2 a
15	0.1±0.1 a	0.1±0.1 a
20	0 a	0 a
25	0 a	0 a
30	0 a	0 a
35	0 a	0 a
40	0 a	0 a

<sup>1/</sup> ปลูกเชื้อ 3 จุด ต่อ 1 ผล

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 10 ซ้ำ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตามการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01



รูปที่ 4 แสดงผลการรมไอน้ำส้มสายชูหมัก ปริมาตร 3 ml ที่ระยะเวลาต่างๆ

#### อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าไอของกรดอะซิติกสามารถลดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลูกพีชจากเชื้อ *Monilinia fructicola* ได้ (Sholberg, 1996) จึงมีผู้นำน้ำส้มสายชูมาใช้แทนเนื่องจากในน้ำส้มสายชูมีกรดอะซิติกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ทั้งมีราคาถูกและระเหยง่ายกว่า และการใช้วิธีรมไอน้ำนั้นเนื่องจากในสถานะแก๊สจะผ่านเข้า membrane ของสปอร์เชื้อราที่อยู่บนผิวผลไม้เพื่อไปยับยั้งการทำงานของสปอร์เชื้อราได้ง่ายกว่าการชุบ (Sholberg, 2000)

การทดลองรมมะละกอด้วยไอน้ำส้มสายชู 2 ชนิด คือ น้ำส้มสายชูหมัก, น้ำส้มสายชู อสร. และ Glacial acetic acid เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับไอน้ำส้มสายชู แล้วตรวจดูการเกิดโรคที่ผิวผลมะละกอ โดยการนับจำนวนบาดแผลและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบาดแผล พบว่าน้ำส้มสายชูสามารถลดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอได้ คือพบจำนวนจุดแผลที่เกิดจากการติดเชื้อน้อยมาก (เฉลี่ย 0.2-0.6) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เฉลี่ย 5.8) เมื่อทำการปลูกเชื้อ *Colletotrichum* sp. ลงบนผิวผลมะละกอจำนวน 3 แผลต่อผล แล้วนำมารมด้วยไอน้ำส้มสายชู 2 ชนิด และ glacial acetic acid พบว่าทั้ง 3 กลุ่มให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ได้เลือกน้ำส้มสายชูหมักไปทำการทดลองต่อ เนื่องจากพบจำนวนรอยแผลน้อยที่สุด และจากการทดลองหาปริมาณและระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมด้วยไอน้ำส้มสายชูหมัก พบว่าที่ปริมาณ 3 ml เกิดจำนวนรอยแผลที่เกิดการติดเชื้อน้อยมาก ในขณะที่มะละกอที่รมด้วยน้ำส้มสายชูปริมาณ 10 ml ขึ้นไป ไม่พบการเน่าเสียจากเชื้อเลย แต่พบรอยไหม้ดำบนผิวผลมะละกอ เนื่องจากปริมาณของน้ำส้มสายชูมากเกินไปจึงเกิดการควบแน่นบนผิวผลมะละกอ ส่วนเวลาที่น้อยที่สุดและสามารถควบคุมการเน่าเสียของเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรมไอน้ำส้มสายชูนาน 20 ชั่วโมง ในการทดลองนี้จึงกล่าวได้ว่าไอน้ำส้มสายชูสามารถลดการเน่าเสียของมะละกอได้และมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ชนิดของน้ำส้มสายชู ปริมาตรและระยะเวลาในการรมที่เหมาะสม



### เอกสารอ้างอิง

- เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช และประสิทธิ์ ชุติชูเดช. 2540. การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะละกอ. แก่นเกษตร 25(3):120-131.
- Arul, J. 1994. Emerging technologies for the control of postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. p.1-10 in : C.L. Wilson and M.E. Wisniewski (eds.). Biological Control of Postharvest Diseases: Theory and Practice. CRC Press, Inc., New York.
- Sankat, C.K. and Maharaj, R. 1997. Papaya. *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. p.167-185
- Sholberg, P.L. 2000. The use of vinegar vapor to reduce postharvest decay of harvested fruit. HortScience. 35:898-903.
- Sholberg, P.L. and A.P. Gaunce. 1996. Fumigation of stone fruit with acetic acid to control postharvest decay. Crop Prot. 15:681-686