

การกำจัดเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะโดยการตัดขั้วและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการป้องกัน  
การเกิดผลสีน้ำตาล

Elimination of *Thrips palmi* Karny from harvested eggplant by removing stem and calyx  
and comparison of efficiency of anti-browning solutions to prevent browning in minimally  
processed eggplant

อมรา ชินภูติ<sup>1/</sup> เนตรา สมบูรณ์แก้ว<sup>1/</sup> สุพี วนศิริกุล<sup>1/</sup>

บทคัดย่อ

การกำจัดเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะโดยการตัดขั้วและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการ  
ป้องกันการเกิดผลสีน้ำตาล มีจุดประสงค์เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟในมะเขือเปราะเพื่อส่งออกโดยการตัดขั้ว และป้องกันการ  
การเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัดด้วยสารละลายชนิดต่างๆ โดยดำเนินงานที่สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บ  
เกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2554 โดยนำมะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยด จาก  
จังหวัดกาญจนบุรี มาคัดเลือกคุณภาพ ทำความสะอาด และตรวจนับเพลี้ยไฟที่ติดมากับผล และตัดขั้วมะเขือ  
เปราะ จากนั้นแบ่งมะเขือเปราะที่ตัดขั้วแล้ว (จำนวน 2,310 ผล) เป็น 11 กลุ่มโดยการสุ่มแบบสมบูรณ์ แต่ละกลุ่ม  
ผ่านกรรมวิธีต่างกัน คือ 1).น้ำกลั่นอุณหภูมิห้อง 2).น้ำกลั่นอุณหภูมิ 15°C 3).น้ำกลั่นอุณหภูมิ 60°C ตามด้วยน้ำ  
กลั่นอุณหภูมิ 15°C 4).สารละลายเกลือ 0.5% 5).สารละลายกรดซิตริก 0.25% + กรดแอสคอร์บิก 1.0% 6).  
สารละลายกรดแอสคอร์บิก 1.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% 7).สารละลาย EDTA (sodium salt) 0.2% 8).  
สารละลายกรดแอสคอร์บิก 1.5% + กรดออกซาลิก 0.02% 9).สารละลายกรดออกซาลิก 0.1 % 10).สารละลาย  
กรดอะซิติก 0.25% + เกลือ (NaCl) 0.25% และ 11).ไม่จุ่มสารใด (ชุดควบคุม) โดยจุ่มในสารละลายแต่ละ  
กรรมวิธีเป็นเวลา 5 นาที เมื่อผึ่งให้มะเขือเปราะแห้งแล้ว จึงนำบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน (พีอี) และเก็บ ณ อุณหภูมิ  
15°C บันทึกการเปลี่ยนแปลงสี น้ำหนักและความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 18 วัน จากการ  
ตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟด้วยกล้องกำลังขยายสูง ไม่พบเพลี้ยไฟในมะเขือเปราะตัดขั้วในทุกกรรมวิธี โดยมะเขือ  
เปราะตัดแต่งที่แช่ด้วยสารตามกรรมวิธีที่ 2, 6 และ 7 ยังคงมีความแน่นเนื้อสูง ซึ่งสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนัก  
ของมะเขือเปราะจากกรรมวิธีที่ 2, 3, และ 6 มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น รอยตัดแต่งของมะเขือ  
เปราะในกรรมวิธีที่ 2 และ 6 ยังมีค่าความสว่าง (L\*) สูง และ ค่าการเพิ่มขึ้นของสีน้ำตาล (hue; h°) น้อย ดังนั้น  
การแช่ด้วยน้ำเย็น 15 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 2) และการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก 1.5 % +  
แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% (กรรมวิธีที่ 6) สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือเปราะตัดแต่งได้ดีในระยะเวลา  
18 วัน ตามลำดับ

<sup>1/</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

## คำนำ

เพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi* Karny หรือ cotton thrips; ภาพที่ 1) ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย สามารถทำลายพืชโดยการใช้อปากที่เป็นแท่งเขี้ยวทำลายเนื้อเยื่อ แล้วจึงดูดน้ำเลี้ยง ทำให้บริเวณผลมะเขือเปราะที่ถูกดูดน้ำเลี้ยงเกิดรอยดำน เมื่อผลโตขึ้นทำให้คุณภาพผลผลิตต่ำ สำหรับส่วนอื่นๆ ทำให้ใบมีรอยแผลสีน้ำตาล ยอด ดอก ตาอ่อนไม่เจริญเติบโต หากเป็นในระยะพืชขาดน้ำอาจจะทำให้พืชตายได้ โดยทั่วไปเพลี้ยไฟมักอาศัยอยู่บริเวณซั้วผลมะเขือเปราะ ดังนั้นหากตัดซั้วผลทิ้ง แหล่งที่อยู่ของเพลี้ยไฟจะถูกกำจัดไปด้วย ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าจะสามารถลดปริมาณเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะได้



ภาพที่ 1 เพลี้ยไฟที่พบบนผลมะเขือเปราะ

การตัดแต่งทำให้เนื้อเยื่อของมะเขือเปราะเกิดการฉีกขาด ซึ่งนอกจากจะทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายเซลล์ได้ง่ายแล้ว ยังทำให้สารประกอบภายในเซลล์ อาทิ เอนไซม์ น้ำและสารฟีนอล มีโอกาสออกมาภายนอกเซลล์และทำปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อม เช่น ก๊าซออกซิเจน ปฏิกิริยาร่วมระหว่างเอนไซม์ สารฟีนอลและออกซิเจน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มะเขือเปราะตัดแต่งเกิดเป็นสีน้ำตาล (browning) ส่งผลต่ออายุการวางจำหน่าย ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการศึกษาเพื่อลดปัญหาการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ตัดแต่งหลายวิธีการ เช่น การจุ่มในน้ำร้อนแบบรวดเร็ว (hot water branching) การใช้สารต่อต้านการเกิดสีน้ำตาล (anti-browning agents) และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

การจุ่มผักและผลไม้ในน้ำร้อนแบบรวดเร็วสามารถชะลออัตราการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลได้ (enzymatic browning) โดย Jing *et al.* (2008) รายงานว่าการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ระยะเวลา 0.5

นาที่ สามารถรักษาค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และสีแดง ( $a^*$ ) บนผิวของผลสตรอเบอร์รี่ที่ตัดแต่งได้ และยังสามารถคงความแน่นเนื้อและลดการเกิดโรคได้ในระยะเวลา 14 วันของการเก็บรักษา

สารต่อต้านการเกิดสีน้ำตาล สามารถจำแนกได้ 4 ประเภท (Barbosa-Cánovas *et al.*, 2003) ได้แก่ 1). สารที่กำจัดก๊าซออกซิเจน อาทิ กรดแอสคอร์บิก (AsC) และสารประกอบซัลไฟท์ ซึ่งสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลใน ลีนจีปอกเปลือก (AsC 2% w/v) ที่ 4°C เป็นเวลา 24 วัน (Shah และ Nath, 2008) และแก้วปอกเปลือก (โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์;  $Na_2S_2O_5$  200 ppm) ที่ 10°C เป็นเวลา 14 วัน (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004) 2). สารที่สามารถรวมตัวกับโลหะ (มีอยู่มากในเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส; PPO ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล) อาทิ EDTA และฟอสเฟต ซึ่ง EDTA สามารถลดการเกิดสีคล้ำในเนื้อโอโวคาโตได้มากกว่า 4 สัปดาห์ ที่ อุณหภูมิ 4°C (Soliva *et al.*, 2001) 3). สารที่ให้ความเป็นกรด อาทิ กรดซิตริกและกรดฟอสฟอริก จะช่วยลด อัตราการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งปกติจะทำงานได้ดีในช่วง pH 5.0-8.0 (Barbosa-Cánovas *et al.*, 2003) โดย กรดซิตริกสามารถลดการเปลี่ยนสีผักและผลไม้ตัดแต่งหลายประเภท เช่น แห้วและมะม่วง (Trongpanich, 1997 และ Kader, 2008 ตามลำดับ) และ 4). สารที่ยับยั้งเอนไซม์ ได้แก่ aromatic carboxylic acids เช่น กรดออกซาลิกและกรดทาร์ทาริก โดยพบว่าสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิ้ลหั่นชิ้น ได้ดีกว่ากรดแอสคอร์บิกหรือกรดซิตริก (Son *et al.*, 2001) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าสารละลายที่ได้จากการผสมสารมากกว่า 1 ชนิด นอกจากจะ เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าเดิมแล้ว ยังช่วยลดอัตราการเกิดโรคและคงความแน่นเนื้อให้ ผักและผลไม้ตัดแต่งได้อีกด้วย (Apintanapong *et al.*, 2007 และ Kader, 2008)

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อกำจัดเพกทินในมะเขือเปราะเพื่อส่งออกโดยการตัดชำ และ ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัดด้วยสารละลายชนิดต่างๆ

## วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. มะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยด
2. สารต้านการเกิดสีน้ำตาล (anti-browning agent) ได้แก่ กรดซิตริก กรดออกซาลิก กรดอะซิติก กรด เอธิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก (EDTA) กรดแอสคอร์บิก แคลเซียมคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารเคมี จาก Fisher ประเทศอังกฤษ และ Merck ประเทศเยอรมันนี
3. อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เช่น ตูเย็น เครื่องชั่ง ถังน้ำ ถูพลาสติก

### วิธีการ

ทำการทดลองกำจัดเพกทินที่ติดมากับมะเขือเปราะโดยตัดชำมะเขือเปราะทั้งและทำการแช่มะเขือเปราะ ที่ตัดชำในสารละลายชนิดต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (Browning) โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ/ วันบันทึกการทดลอง/ กรรมวิธี/ จำนวน 11 กรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แช่น้ำอุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที

- กรรมวิธีที่ 2 แช่ในน้ำอุณหภูมิ 15°C นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 3 แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C นาน 30 วินาทีตามด้วยแช่น้ำเย็น 15°C นาน 4 นาที 30 วินาที
- กรรมวิธีที่ 4 แช่ในเกลือแกง (NaCl) 0.5% นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 5 แช่ในกรดซิตริก 0.25% + กรดแอสคอร์บิก 1.0% นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 6 แช่ในกรดแอสคอร์บิก 1.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl<sub>2</sub>) 0.5% นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 7 แช่ใน EDTA 0.2% นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 8 แช่ในกรดแอสคอร์บิก 1.5 % + กรดออกซาลิก 0.02 % นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 9 แช่ในกรดออกซาลิก 0.1 % นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 10 แช่ในกรดอะซิติก 0.25% + เกลือแกง (NaCl) 0.25% นาน 5 นาที
- กรรมวิธีที่ 11 ชุดควบคุมไม่แช่สารใดๆ

นำมะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยดจากแปลงเกษตรกร อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี มายังห้องปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร (สวป.) โดยรถบรรทุกสี่ล้อขนาดเล็กไม่ปรับอากาศ และถึง สวป.ภายในวันเดียวกับวันเก็บเกี่ยว นำมะเขือเปราะเก็บที่ 15°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อลดอุณหภูมิภายในผล (pre-cooling) หลังจากนั้นคัดเลือกเฉพาะผลที่ดีไม่มีอาการของโรค สุ่มแยกมะเขือเปราะ 60 ผลเพื่อตรวจการปนเปื้อนของเปลือกไฟ และนำมะเขือเปราะทั้งหมดล้างทำความสะอาดในน้ำประปาอุณหภูมิห้อง

จัดแบ่งมะเขือเปราะที่ผ่านขั้นตอนการล้างทำความสะอาด จำนวน 2,310 ผล ออกเป็น 11 กลุ่มโดยวิธีการสุ่ม แต่ละกลุ่มมีมะเขือเปราะจำนวน 210 ผล จากนั้นทำการตัดขั้วและกลีบขั้วผลในแต่ละกลุ่มด้วยมีด จุ่มมะเขือเปราะด้านรอยตัดลงในน้ำเปล่า (ระดับน้ำสูงจากพื้นภาตประมาณ 1.5 เซ็นติเมตร) และจุ่มในสารละลายต้านการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ ตามกรรมวิธีที่ 1 ถึง 11 เมื่อจุ่มสารละลายครบเวลาที่กำหนด นำมะเขือเปราะแช่ด้วยกระดาษเพื่อกำจัดน้ำส่วนเกินที่เกาะที่รอยตัด สุ่มมะเขือเปราะในแต่ละกลุ่ม ครั้งละ 10 ผล เพื่อชั่งน้ำหนักและบรรจุลงในถุงพลาสติกโพลีเอธิลีน (PE) ที่ปิดผนึกได้ (ถุงซิปป) หนา 50 ไมโครเมตร หลังจากนั้นนำมะเขือเปราะที่บรรจุแล้วทั้งหมดเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 15°C โดยวางคละแต่ละกรรมวิธีกระจายให้ทั่วตู้เย็น เป็นเวลา 18 วัน

ตรวจนับจำนวนผลมะเขือเปราะที่มีการปนเปื้อนเปลือกไฟ โดยตรวจการปนเปื้อนเปลือกไฟด้วยกล้องกำลังขยายสูง ยี่ห้อ Olympus รุ่น BH-2 และทำการตรวจคุณภาพมะเขือเปราะระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) สปีบริเวณรอยตัด (เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-400 ระบบ L\* C\* h°) และความแน่นเนื้อ (เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Sinclair IQ™ ยี่ห้อ Sinclair รุ่น SIQ-FT) ทำการตรวจในวันที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 ของการเก็บรักษา

**เวลาและสถานที่** ธันวาคม 2553 – กันยายน 2554  
สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

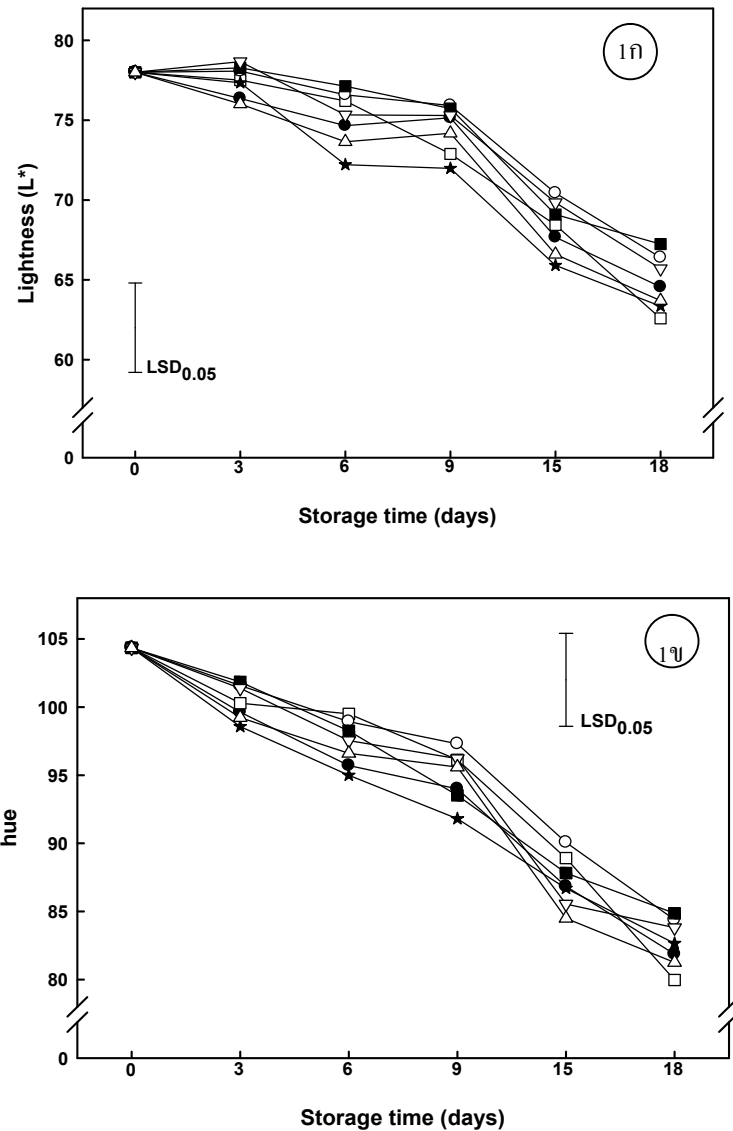
### ผลการทดลองและวิจารณ์

การตรวจสอบเปลือกไฟในมะเขือเปราะจำนวน 60 ผลด้วยกล้องกำลังขยายสูง พบเปลือกไฟบริเวณขั้วผลในมะเขือเปราะ จำนวน 41 ผล หรือคิดเป็น 68.3% เมื่อนำมะเขือเปราะทั้ง 60 ผลล้างด้วยน้ำสะอาด พบว่ามะเขือเปราะที่ล้างน้ำแล้ว มีเปลือกไฟบนเปลือกจำนวน 9 ผล หรือคิดเป็น 15.0% ดังนั้นการล้างด้วยน้ำสะอาดจึงสามารถลดจำนวนเปลือกไฟบนผลมะเขือเปราะได้ แต่ไม่สามารถกำจัดเปลือกไฟได้ทั้งหมดโดยยังพบเปลือกไฟบริเวณขั้วผลเมื่อตรวจสอบจำนวนเปลือกไฟในมะเขือเปราะจำนวน 60 ผลที่ถูกตัดขั้ว ไม่พบการปนเปื้อนของเปลือกไฟในมะเขือเปราะทุกผล ดังนั้นการทดสอบเบื้องต้นนี้ สรุปได้ว่าการตัดขั้วผลสามารถกำจัดเปลือกไฟในมะเขือเปราะได้ อย่างไรก็ตามปรากฏสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดซึ่งอาจทำให้มะเขือเปราะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบเพื่อชะลอการเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดที่ขั้วของมะเขือเปราะด้วยสารละลายชนิดต่างๆ 11 ชนิด พบว่ารอยตัดที่ขั้วมะเขือเปราะในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ยความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าสี (hue;  $h^\circ$ ) ในการทดลองนี้หากค่าลดลงหมายถึงเกิดสีน้ำตาลมากขึ้น) เป็น 78.00 และ 104.35 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $15^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 18 วัน มะเขือเปราะในทุกกรรมวิธีมีค่า  $L^*$  และ  $h^\circ$  ลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา (ภาพที่ 1ก และ 1ข) โดยวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย  $L^*$  เท่ากับ 62.34 และ  $h^\circ$  เท่ากับ 80.46 มะเขือเปราะที่ผ่านกรรมวิธีที่ 1 2 3 4 6 7 และ 9 (ตารางที่ 1) มีค่า  $L^*$  และ  $h^\circ$  สูงกว่ากรรมวิธีที่ 5 8 10 และ 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) อย่างไรก็ตามค่า  $L^*$  และ  $h^\circ$  ในมะเขือเปราะจากกรรมวิธีที่ 1 2 3 4 6 7 และ 9 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยตัวอย่างจากกรรมวิธีที่ 4 มีค่าเฉลี่ย  $L^*$  และ  $h^\circ$  สูงที่สุด คือ 73.62 และ 95.12 ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 การที่บริเวณรอยตัดของมะเขือเปราะมีค่า  $L^*$  และ  $h^\circ$  ลดลง แสดงว่าบริเวณรอยตัดมีการสร้างรงควัตถุสีน้ำตาล (brown pigment) มากยิ่งขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาร่วมระหว่างสารประกอบฟีนอล ได้แก่ chlorogenic acid, caffeic acid, coumaric acid, cinnamic acid derivatives (Barbosa-Cánovas *et al.*, 2003) เอนไซม์กลุ่มฟีนอลเลส (phenolase) เช่น โพลีฟีนอล ออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) และออกซิเจน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นโครงสร้างเซลล์อ่อนแอลง ทำให้สารสำคัญต่างๆ รวมถึงสารประกอบฟีนอลและเอนไซม์รั่วไหลออกจากเซลล์ในปริมาณมากขึ้น จึงเป็นโอกาสให้เกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศมากยิ่งขึ้น รวมถึงปริมาณของสารต่อต้านการเกิดสีน้ำตาลในกรรมวิธีต่างๆ ลดลง เนื่องจากถูกนำไปใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในช่วงต้นของการเก็บรักษา

จากการทดลองพบว่ามะเขือเปราะตัดแต่งสูญเสียน้ำหนัก (%) เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในวันสุดท้ายมะเขือเปราะตัดแต่งมีค่าสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 0.375% นอกจากนี้พบว่าตัวอย่างจากกรรมวิธีที่ 1 2 6 และ 10 มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมะเขือเปราะที่ผ่านกรรมวิธีที่ 2 มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดตลอดระยะเวลา 18 วัน โดยมีค่าเฉลี่ย 0.135% ความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะตัดขั้วทุกๆ กรรมวิธีในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามี ค่า Sinclair Firmness Index (SFI) เฉลี่ย 17.47 และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตลอดระยะเวลา 18 วัน มะเขือเปราะจากกรรมวิธีที่ 6 2 และ 7 มีความแน่นเนื้อสูงสุด ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยทั่วไปการสูญเสียน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับความแน่นเนื้อของผลิตผล หากมีการสูญเสียน้ำหนักมากจะทำให้ความแน่นเนื้อมีค่าน้อย หรือผลิตผลนิ่มมากขึ้น เนื่องจากในมะเขือเปราะมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่า 80% (จริงแท้, 2541) น้ำหนักที่

สูญเสียไปเกือบทั้งหมดคือน้ำในผลิตภัณฑ์ น้ำส่วนมากจากมะเขือเปราะตัดชิ้นจะซึมผ่านรอยแผลบริเวณขั้วและอีกส่วนหนึ่งจะถูกปลดปล่อยโดยกระบวนการหายใจ ซึ่งมีปัจจัยกระตุ้นที่สำคัญ คือ อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (จรัสแท้, 2549) ผลจากการทดลองนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าใน การทดลองของ Gonzalez-Aguilar และคณะ (2004) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมะเขือเปราะในการ ทดลองนี้ ถูก บรรจุในถุง PE ที่มีความหนา 50 ไมโครเมตร ( $\mu\text{m}$ ) ใอน้ำภายในถุงจึงซึมออกสู่ภายนอกได้ช้ากว่า ทำให้น้ำถูกดึงออกจากผลมะเขือเปราะในอัตราที่ช้ากว่า



ภาพที่ 1 [1ก.] การเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L\*) และ [1ข.] ค่าสีน้ำตาล (hue) บริเวณรอยตัดของมะเขือเปราะจากกรรมวิธีที่ 1 (●) กรรมวิธีที่ 2 (○) กรรมวิธีที่ 3 (□) กรรมวิธีที่ 4 (■) กรรมวิธีที่ 6 (▽) กรรมวิธีที่ 7 (★) และกรรมวิธีที่ 9 (△) ที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 18 วัน (กำหนดให้ LSD แสดงค่า

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หากจุดสัญลักษณ์มีค่าต่างกันน้อยกว่าค่า  $LSD_{0.05}$  แสดงว่าจุดสัญลักษณ์เหล่านั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ละจุดสัญลักษณ์คือค่าเฉลี่ยของมะเขือ 30 ผล)

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยความสว่าง ( $L^*$ ) และสี ( $h^\circ$ ) ของรอยตัด การสูญเสียน้ำหนัก (%) และความแน่นเนื้อ (SFI) ของมะเขือเปราะจากกรรมวิธีต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $15^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 18 วัน

กรรมวิธี	ความสว่าง ( $L^*$ )	สี (hue; $h^\circ$ )	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	ความแน่นเนื้อ (SFI)
1. น้ำอุณหภูมิห้อง	73.19	94.84	0.155	17.944
2. น้ำ $15^\circ\text{C}$	73.01	94.93	0.125	18.037
3. น้ำร้อน + น้ำเย็น	72.96	94.96	0.496	17.861
4. น้ำเกลือ 0.5%	73.62	95.12	0.359	17.639
5. สารละลายกรดซิตริก 0.25% + กรดแอสคอร์บิก 1.0%	71.35	91.14	0.513	17.269
6. สารละลายกรดแอสคอร์บิก 1.5% + $\text{CaCl}_2$ 0.5%	72.88	94.87	0.288	18.602
7. สารละลาย EDTA 0.2%	73.30	93.59	0.480	18.269
8. สารละลายกรดแอสคอร์บิก 1.5% + กรดออกซาลิก 0.02%	71.20	92.58	0.504	17.380
9. สารละลายกรดออกซาลิก 0.1%	72.44	93.67	0.478	17.704
10. สารละลายกรดอะซิติก 0.25% + เกลือ 0.25%	67.24	85.19	0.339	17.861
11. ไม่จุ่มสารใดๆ (ชุดควบคุม)	70.03	92.54	0.403	17.796
$LSD_{0.05}$	1.532	2.091	0.2318	0.6055
CV (%)	8.0	8.4	20.8	12.7

เมื่อเปรียบเทียบมะเขือเปราะจากทุกๆ กรรมวิธีพบว่า มะเขือเปราะที่ผ่านกรรมวิธีที่ 2 และ 6 มีสีที่รอยตัดสว่างและไม่คล้ำ โดยมีค่า  $L^*$  และ  $h^\circ$  สูง มีความแน่นเนื้อสูง และมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่ 2 และ 6 เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัดบริเวณขั้วและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวในมะเขือเปราะตัดแต่ง ณ อุณหภูมิ  $15^\circ\text{C}$  เป็นระยะเวลา 18 วัน อย่างไรก็ตามกรรมวิธี

ที่ 2 มีการเตรียมสารละลายที่สะดวกและประหยัดกว่ากรรมวิธีที่ 6 โดยสารละลายกรดแอสคอร์บิกและแคลเซียมคลอไรด์สำหรับกรรมวิธีที่ 6 มีต้นทุนเฉลี่ย 49.25 บาทต่อการเตรียมสารละลาย 1 ลิตร ดังนั้นกรรมวิธีที่ 2 คือ น้ำอุณหภูมิ 15°C นอกจากเป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพแล้ว ยังมีความสะดวกและประหยัดมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

### สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การตัดข้าวและกลีบข้าวมะเขือเปราะสามารถกำจัดเพลี้ยไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจุ่มมะเขือเปราะที่ตัดข้าว ในน้ำเย็น 15°C นาน 5 นาที สามารถชะลอกการเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัดและรักษาความแน่นเนื้อในมะเขือเปราะตัดแต่ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 18 วัน อย่างไรก็ตามสารละลายกรดแอสคอร์บิก 1.5% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% มีประสิทธิภาพในการชะลอกการเกิดสีน้ำตาลและรักษาความแน่นเนื้อได้ แต่มีขั้นตอนการเตรียมและต้นทุนของสารละลายมากกว่าการใช้น้ำอุณหภูมิ 15°C ดังนั้นการชะลอกการเกิดสีน้ำตาลด้วยน้ำเย็น 15°C จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้งานในเชิงพาณิชย์

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการและผลการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟที่ปนเปื้อนในมะเขือเปราะสำหรับการส่งออกไปยังประเทศที่มีระเบียบควบคุมสินค้าเกษตร โดยเฉพาะประเทศที่ห้ามไม่ให้มีการปนเปื้อนของแมลง ในผลิตผลเกษตร



## เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. พิมพ์ครั้งที่2. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กำแพงแสน, นครปฐม. 396 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. *ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช*. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.
- Apintanapong, M., Cheachumluang, K., Suansawan, P. and Thongprasert, N. 2007. Effect of antibrowning agents on banana slices and vacuum-fried slices. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5: 151-157.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Fernández-Molina, J.J., Alzamora, S.M., Tapia, M.S., López-Malo, A. and Chanes, J. 2003. *Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas*. Technical Manual FAO Agricultural Services Bulletin 149. Available online: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4358E/y4358e00.htm#Contents>, Accessed on: 5 February 2012

- Gonzalez-Aguilar, G.A., Ruiz-Cruz, S., Cruz-Valenzuela, A. and Rodriguez-Felix, W. 2004. Physical and quality change of eggplant treated with anti-browning agent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37: 367-376.
- Jing, W., Tu, K., Shao, X. F., Su, Z.P., Zhao, Y., Wang, S. and Tang, J. 2008. Effects of Hot Water Rinsing and Brushing Treatments on Postharvest Decay and Quality of Strawberry. *Journal of Food Science*, 29: 481-485.
- Kader, A.A. 2008. Fresh-cut mangoes as a value-added product (Literature review and interviews). Available online: [http://www.mango.org/media/31003/fresh\\_cut\\_report.pdf](http://www.mango.org/media/31003/fresh_cut_report.pdf), Accessed on: 7 January 2012.
- Shah, N.S. and Nath, N. 2008. Change in qualities of minimally processed litchis: Effect of anti-browning agents, osmo-vacuum drying and moderate vacuum packaging. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie-Food Science and Technology*, 41: 660-668.
- Soliva, R.C., Elez, P., Sebastián, M. and Martín, O. 2001. Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1: 261-268.
- Son, S.M., Moon, K.D. and Lee, C.Y. 2001. Inhibitory effects of various anti-browning agents on apple slices. *Journal of Food Chemistry*, 73: 23-30.
- Trongpanich, K., Vachanavinich, K., Smanmit, A., Manassiripen, P. and Phawsungthong, U. 1997. Effect of anti-browning solutions on qualities of peeled water chestnut. *Proceedings of the 6th Asean Food Conference*, Singapore. pp. 686-691.



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะปรากฏของรอยตัดของมะเขือเปราะตัดชิ้นที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ น้ำอุณหภูมิ 15°C น้ำอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30°C) น้ำร้อนตามด้วย น้ำเย็น สารละลายเกลือ สารละลายกรดแอสคอร์บิกและกรดซิตริก สารละลายกรดแอสคอร์บิกและแคลเซียมคลอไรด์ สารละลายกรดเอธิลีนไดเอไมเตตระอะซีติก (EDTA) สารละลายกรดแอสคอร์บิกและกรดออกซาลิก สารละลายกรดอะซีติกและเกลือ และไม่จุ่มในสารละลายใดๆ (ชุดควบคุม) ณ วันที่ 18 ของการเก็บรักษา ที่ 15°C

## ภาคผนวก 2

### ตารางสถิติ

#### ตาราง ANOVA

ตารางผนวก 1 ค่าความสว่าง (L\*) บริเวณรอยตัดตัวของมะเขือเปราะในการทดลองการกำจัดเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะโดยการตัดหัวและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการป้องกันการเกิดผลสีน้ำตาล

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Anti-browning solutions	10	2285.13	228.51	10.30	<.001
Storage time	6	42283.18	7047.20	317.71	<.001
Anti-browning solutions x Storage time	60	4876.51	81.28	3.66	<.001
Residual	2233	49530.37	22.18		
Total	2309	98975.19			

ตารางผนวก 2 ค่าสี (hue; h°) บริเวณรอยตัดหัวของมะเขือเปราะในการทดลองการกำจัดเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะโดยการตัดหัวและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการป้องกันการเกิดผลสีน้ำตาล

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Anti-browning solutions	10	42557.10	4255.67	5.93	<.001
Storage time	6	159703.29	26617.18	37.11	<.001
Anti-browning solutions x Storage time	60	93287.92	1554.76	2.17	<.001
Residual	2233	1601837.01	717.29		
Total	2309	1897385.23			

ตารางผนวก 3 ค่าการสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเปราะตัดแต่งในการทดลองการกำจัดเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะโดยการตัดหัวและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการป้องกันการเกิดผลสีน้ำตาล

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Anti-browning solutions	10	10.42	1.05	5.93	<.001
Storage time	6	84.31	14.05	80.04	<.001
Anti-browning solutions x Storage time	60	22.89	0.38	2.17	<.001
Residual	154	27.04	0.18		
Total	230	144.66			

ตารางผนวก 4 ค่าการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะตัดแต่งในการทดลองการกำจัดเพลี้ยไฟบนมะเขือเปราะโดยการตัดหัวและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการป้องกันการเกิดผลสีน้ำตาล

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Anti-browning solutions	10	103.39	10.34	3.25	<.001
Storage time	6	801.07	133.51	41.95	<.001
Anti-browning solutions x Storage time	60	304.09	5.07	1.59	0.012
Residual	154	490.18	3.18		
Total	230	1698.73			