Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 386-389 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 386-389 (2556)

ประสิทธิภาพของไอระเหยเอทานอล ต่อการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลหม่อน (*Morus alba* L.) พันธุ์เชียงใหม่ระหว่างการวางจำหน่าย

Efficacy of Ethanol Vapor on Quality Changes of Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit cv. 'Chiang Mai' During Display on the Shelf

พฤกษ์ ชูสังข์[1] วิโรจน์ แก้วเรือง[2] ชัยรัตน์ เตชะวุฒิพร[3] พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,4]และ เฉลิมชัย วงษ์อารี[1,4]

Preuk Choosung[1], Wiroje Kaewruang[2], Chairat Techavuthiporn[3], Panida Boonyaritthongchai[1,4] and Chalermchai Wongs-Aree[1,4]

Abstract

Mulberry fruit cv. 'Chiang Mai' is popularly grown for fresh consumption due to its beauty, taste and high nutritional value. However, it has a shelf-life of one day after harvest because of its delicacy, fast senescence and mold infection. There have been reports about inhibition of microbial growth on fresh-cut fruit using ethanol vapor. The aim of this experiment was to study efficacy of ethanol vapor on decay and quality changes of fresh mulberry fruit held at shelf temperature (10 ^{O}C). Mulberry fruits were harvested at 75% maturity from an orchard in Phetchabun province and brought to laboratory in Kamnun Chul Farm Company. Fruits were packed in polyethylene terephthalate (PET) plastic boxes containing cotton balls with 0, 25, 50, 75 and 100 %ethanol and kept at 10 ^{O}C and 90-95% RH. The results showed that the fruits in the box containing cotton ball absorbing 0 %ethanol exhibited fungal infection in one day. There was no fungal growth in the other treatments throughout 5 days in storage. However, liquid leak occurred on the fruit surface. Sensory evaluation revealed that the fruits in the box containing a cotton ball with 25 % ethanol had the highest level of consumer acceptance.

Keywords: Ethanol vapor, Mulberry fruit

บทคัดย่อ

ผลหม่อนพันธุ์ 'เชียงใหม่' นิยมปลูกเพื่อผลิตผลหม่อนรับประทานสดเนื่องจากผลสวย รสชาติดี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่มีอายุการวางจำหน่ายสั้นไม่เกิน 1 วันหลังเก็บเกี่ยว เนื่องจากโครงสร้างที่บอบบาง สูญเสียง่าย และพบการเข้าทำลายของเชื้อรา จากรายงานการใช้ไอระเหยของเอทานอลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีในผลิตผลตัดแต่งสด การทดลองนี้จึงทำการศึกษาผลของไอระเหยเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเน่าเสียและคุณภาพของผลหม่อนสด ณ อุณหภูมิชั้นวางจำหน่าย (10 องศาเซลเซียส) โดยใช้ผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ระยะห่าม(ผลสีดำแดง)จากแปลงปลูกในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ มาทำการทดลองที่บริษัทไร่กำนันจุล คุ้นวงศ์ บรรจุผลหม่อนลงในกล่องพลาสติกชนิด polyethylene terephthalate (PET) ที่มีสำลีจุ่มสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 0, 25, 50, 75 และ 100 % แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซนต์ พบว่าผลหม่อนที่บรรจุพร้อมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 0 % มีการเจริญของเชื้อราในภายใน 1 วัน ขณะที่ที่ความเข้มข้นอื่นๆไม่พบการเจริญของเชื้อราตลอดการเก็บรักษา 5 วัน แต่พบการรั่วไหลของของเหลวบริเวณผิวของผลหม่อน ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผลหม่อนที่บรรจุในกล่องที่มีสำลีจุ่มสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 25 % มีการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด

คำสำคัญ: ไอระเหยเอทานอล, ผลหม่อน

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1] Division of Postharvest Technology, School of Natural resources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien campus, Bangkok 10150, Thailand

[2] กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

[2] Department of Sericulture, Ministry for Agriculture and Cooperatives, Bangkok 10150, Thailand

[3] สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยคริสเตียน นครปฐม 73000

[3] Division of Food Technology and Nutrition, College of Allied Health Science, Christian University, Nakhonpathom 73000, Thailand

[4] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[4] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on higher Education, Bangkok 10400, Thailand

คำนำ

ผลหม่อน (mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* ผลหม่อนเป็นผลกลุ่ม ผลสุกจัดจะมีรสหวานไม่เปรี้ยว สีม่วงดำเข้มเนื่องจากมีสารสีจำพวกสารแอนโทไซยานินสะสมในปริมาณมาก วิตามินบี วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง มีการสนับสนุนการปลูกหม่อนผลสดในเชิงพานิชย์ โดยใช้หม่อนพันธุ์เชียงใหม่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก ปัจจุบันบริษัทไร่กำนันจุล คุ้นวงศ์ ซึ่งประกอบธุรกิจหม่อนไหมและเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรคุณภาพดี ได้มีการส่งเสริมการปลูกหม่อนเพื่อจำหน่ายผลสดและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลาย พบว่าผลหม่อนมีศักยภาพที่สามารถทำรายได้ปีละประมาณ 200-300 ล้านบาท แต่ผลหม่อนมีช่วงระยะการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้น และหลังการเก็บเกี่ยวผลจะเน่าเสียง่าย เนื่องจากผลมีลักษณะอ่อนนุ่ม และบอบช้ำง่าย ผลหม่อนซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีอายุ 1-2 วัน (ธิติพันธุ์, 2549) นอกจากนี้ยังพบการเข้าทำลายของเชื้อรา ภายหลังการเก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (พฤกษ์, 2554 ; วสันต์, 2546)

มีรายงานว่าการใช้ไอระเหยของเอทานอลสามารถลดการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาและรักษาคุณภาพทางด้านการยอมรับของผลแอปเปิล (Berger and Drawert, 1984; Zhang *et al*., 2007) ลดการเสื่อมสภาพของผลมะนาว (Yuen *et al*., 1995) ในส่วนที่ได้รับความสนใจในการศึกษาคือ ระบบควบคุมการปล่อยไอระเหยที่มีคุณสมบัติต้านทานการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (antimicrobial volatile, AVs) ระบบนี้มีการปล่อยไอระเหยจากระบบควบคุม (controlled release system) ไปยังบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีไอระเหยที่มีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาสูงขึ้น สาร AVs นั้นจัดเป็นสารเคมีจำพวก GRAS (generally recognized as safe) มีรายงานว่าการใช้ซองควบคุมการปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลที่บรรจุเอทานอลเหลว (95% v/v) ปริมาณ 1.5 ml สามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของยีสต์และราในระบบในมะละกอตัดแต่ง อีกทั้งผู้บริโภคส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (รุ่งรัตน์ และคณะ, 2553)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไอระเหยของเอทานอลต่อการเสื่อมเสียคุณภาพและการยืดอายุการวางจำหน่ายของผลหม่อน

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ระยะห่าม (สีแดงปนดำ) จากแปลงปลูกในพื้นที่ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงเช้า และขนส่งมายังแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไร่นายจุล คุ้นวงศ์ จำกัด ด้วยรถขนส่งของบริษัทฯ จากนั้นทำการคัดแยกผลที่มีลักษณะไม่พึงประสงค์ อันได้แก่ ผลแตก ผลช้ำ และสีที่ไม่สม่ำเสมอ รวมถึงปราศจากโรคและแมลง แล้วบรรจุผลลงในกล่องพลาสติกชนิด polyethylene terephthalate (PET) ขนาด 750 มิลลิลิตร ที่รองด้วยแผ่นฟองน้ำหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 15 ผลต่อกล่อง ร่วมกับสำลีที่ชุ่มด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 25, 50, 75 และ 100 % วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ/กล่อง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซนต์ และสุ่มตัวอย่างปกติมาวิเคราะห์ทุกวัน ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ(SS) กรดที่ไทเทรตได้(TA) ค่าSS/TA การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอล สารแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH-difference (Giusti and Wrolstad, 2000) สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ferric reducing ability of plasma (FRAP) ตามวิธีของ Slinkard and Singleton (1977) อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค และการประเมินทางประสาทสัมผัส

ผล

จากการศึกษาผลของไอระเหยเอทานอล ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการวางจำหน่ายของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ พบว่าผลหม่อนที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้นสูงกว่า 25 % ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเกิดโรคอย่างสมบูรณ์ (Figure 1A) แต่ผลหม่อนที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 75 % มีการสูญเสียน้ำหนักสดสูงที่สุด รองลงมาคือความเข้มข้น 100, 50, 25 และ 0 % ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล) แต่อย่างไรก็ตามผลหม่อนที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 25 % และชุดควบคุมสามารถเปลี่ยนสีให้เข้มขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว และเมื่อพิจารณาคุณภาพด้านเคมีพบว่า ผลหม่อนที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 0 และ 25 % มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในวันที่ 3 แต่ที่ความเข้มข้น 25 มีการลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในชุดที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 75 และ 100 % พบลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค (Figure 1D) และพบว่าทุกชุดการทดลอง การลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่าSS/TA ของทุกชุดการทดลองเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 3 ยกเว้นชุดการทดลองที่บรรจุร่วมกับ

สำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 75 % มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 2 ขณะเดียวกันค่าพีเอชของน้ำคั้นของชุดที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 0 และ 25 % มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 3 ที่ความเข้มข้น 75 และ 100 % มีค่าลดลง และที่ความเข้มข้น 50 % มีค่าที่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (Figure 1E) ในด้านของปริมาณสารสำคัญพบว่า ทุกชุดการทดลองมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอล ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารแอนโทไซยานิน ในวันที่ 3 และลดลงในวันที่ 4 และ 5 ตามลำดับ (Figures 1B, C และ G) ด้านคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลหม่อนที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลความเข้มข้น 25 % ได้รับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสดีที่สุด ทั้งด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่น และความอ่อนนุ่ม รองลงมาคือ ชุดควบคุม, 50,75 และ 100 % ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล)

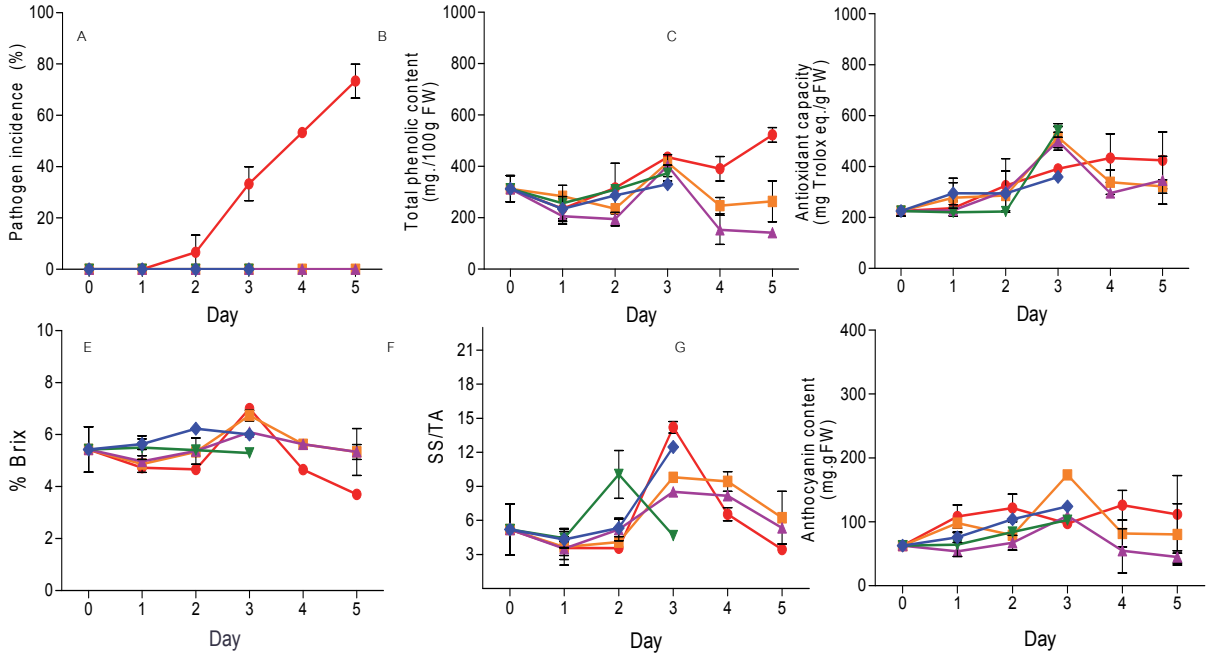

Figure 1 Effect of ethanol on pathogen incidence (A), phenolic compound content (B), antioxidant capacity (C), total soluble solid content (E), SS/TA (F) and anthocyanin content (G) in mulberry fruits displayed on the shelf.

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพบว่า ผลหม่อนที่บรรจุร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลที่ความเข้มข้น 25% ขึ้นไปสามารถชะลอการเน่าจากเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากไอของเอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงเป็นพิษต่อเชื้อรา โดยยับยั้งการงอกของสปอร์ (Bai *et al*., 2011) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอล และสารต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นสูงในขณะที่เกิดโรคเข้าทำลายด้วยกระบวนการป้องกันตนเอง (Dumas-Gaudot *et al*., 1992) ในด้านของคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการบรรจุผลหม่อนร่วมกับสำลีที่จุ่มเอทานอลที่ความเข้มข้น 25% ทำให้การยอมรับของผู้บริโภค มีมากขึ้นทั้งในด้านรูปลักษณ์ภายนอก กลิ่น รสชาติ และความอ่อนนุ่ม โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 25% เนื่องจากไอระเหยของเอทานอลสามารถชะลอการสุก/การเสื่อมสภาพที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และรสชาติ (Kelly and Saltveit, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับการชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลหม่อน ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณสารแอนโทไซยานิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ที่ความเข้มข้นสูงกว่า 75% พบการรั่วไหลของของเหลวสีแดง และมีกลิ่นเอทานอลรุนแรง เนื่องจากการใช้เอทานอลที่ความเข้มข้นสูง ทำให้โครงสร้างของเซลล์ถูกทำลาย และยังทำให้เกิดการสูญเสียรสชาติเนื่องจากเอทานอลที่ซึมผ่านผิวของผลไม้เข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อ (Plotto *et al*., 2006)

สรุป

ไอระเหยจากเอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 25 % สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ และยังทำให้คะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสดีขึ้น เนื่องจากผลหม่อนสามารถพัฒนากลิ่นรส และรักษาลักษณะปรากฏที่อุณหภูมิชั้นวางจำหน่ายได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ไร่กำนันจุล คุ้นวงศ์ จำกัดที่สนับสนุนผลหม่อน และห้องปฏิบัติการ สำนักประสานงานโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สนับสนุนทุนวิจัย และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

ธิติพันธ์ จันทรพิมพ์. 2549. การเก็บรักษาหม่อนสดพันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba* var. Chiangmai). การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปัทมาภรณ์ สุ์ขบุญพันธ์. 2546. ดัชนีการเก็บเกี่ยวของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba* var. Chiangmai). การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พฤกษ์ ชูสังข์. 2553. ผลของความบริบูรณ์และวัสดุบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษาของผลหม่อน. การเรียนรู้อิสระ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

รุ่งรัตน์ จันทคาศ, ปรารถนา พิมสุตตะ, วิภา ผลจันทร์ และวีรเวทย์ อุทโธ. 2554. การพัฒนาระบบควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลในการบรรจุแบบบรรยากาศดัดแปรเชิงแอคทีฟ สำหรับมะละกอตัดสด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (1 พิเศษ) : 635-638.

วสันต์ นุ้ยภิรมย์. 2545. หม่อนรับประทานผลและการแปรรูป. สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 74 หน้า.

Berger, R.G. and F. Drawert. 1984. Changes in the composition of volatiles by post-harvest application of alcohols to Red Delicious apples. J. Sci. Food Agric. 35: 1318-1325.

Bai, J., A. Plotto, R. Spotts, N. Rattanapanone. 2011. Ethanol vapor and saprophytic yeast treatment reduce decay and maintain quality of intact and fresh-cut sweet cherries. Journal of Postharvest Biology and Technology 62 : 204-212.

Dumas-Gaudot, E., V. Furlan, J. Grenier, A. Asselin. 1992. New acidic chitinase isoforms induced in tobacco roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Mycorrhiza 1: 133–6.

Giusti, M.M. and R.E. Wrolstad. 2000. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Vis spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry Unit F1.2 John Wiley & Sons, Inc.

Kelly, M.O. and Jr. M.E Saltveit. 1988. Effect of endogenously synthesized and exogenously applied ethanol on tomato fruit ripening. J. Plant Physiol. 88: 143-147.

Plotto, A., J. Bai, J.A. Narciso, J.K. Brecht and E.A. Baldwin. 2006. Ethanol vapor prior to processing extends fresh-cut mango storage by decreasing spoilage, but does not always delay ripening. J. Postharvest Bio. Technol. 31: 177-182.

Slinkard, K. and V.L. Singleton. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture 28: 49–55.

Yuen, C.M., J.E. Paton, R. Hanawati, and L.Q. Shen. 1995. Effect of ethanol, acetaldehyde and ethyl formate vapor on the growth of *Penicilium italicum* and *P. digiatum* on oranges. J. Hort. Sci. 70: 81-84.

Zhang, W.S., X. Li, X.X. Wang, G.Y. Wang, J.T. Zheng, D.C. Abeysinghe, I.B. Ferguson and K.S. Chen. 2007. Vapor treatment alleviates postharvest decay and maintains fruit quality in Chinese bayberry. Postharvest Biol. Technol. 46: 195-198.