

ผลของ Salicylic acid ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ Effect of Salicylic acid on Postharvest Quality of Mango cv. Nam Dok Mai

สุวรรณา บุญญาวงษ์¹ วาริช ศรีละออง¹ หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติ¹ และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์¹
Suwanna Boonyawong¹, Varit Srilaong¹, Hataitip Nimitkeatki¹ and Sirichai Kanlayanarat¹

Abstract

The effect of Salicylic acid on postharvest quality and storage life of Mango (*Mangifera indica* L. cv. Num Dok Mai) was investigated. Mango was dipped in with 0 (control), 0.5 and 1.0 mM Salicylic acid and then stored at 8 and 13 °C, 90% RH. Salicylic acid at 0.5 mM delayed fruit ripening, retarded ethylene production and induced the activities of enzymatic antioxidants namely, superoxide dismutase (SOD) and catalase. The storage life of mango fruit at 8 °C was 30 days while at 13 °C was 25 days. However, dipped mango which treated with salicylic acid had the storage life similar as control treatment.

Keywords: Salicylic acid, superoxide dismutase (SOD), catalase

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าของสาร Salicylic acid ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยการจุ่มด้วย Salicylic acid ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิโมล โดยเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 พบว่ามะม่วงที่ทำการจุ่มด้วย Salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมล สามารถรักษาคุณภาพ ลดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โดยมีผลในการชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และเพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ SOD และ catalase ได้ดีกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้จุ่ม Salicylic acid ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 25 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามกลุ่มควบคุมมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกับกลุ่มที่จุ่มด้วยสาร Salicylic acid

คำสำคัญ : สาร Salicylic acid เอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) เอนไซม์ catalase

คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่ได้รับความนิยมสำหรับผู้บริโภคทั้งใน และต่างประเทศอย่างแพร่หลาย มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีศักยภาพการส่งออกสูง แต่เนื่องจากปัญหาที่สำคัญภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผล เพราะมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางสรีรวิทยาและชีวเคมีเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง โดยปกติการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดได้ (สายชล เกตุษา, 2528) แต่อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการรักษาคุณภาพของผลิตผลสด

Salicylic acid (SA) เป็นสารประกอบ Phenolic อย่างง่าย มีความสำคัญต่อการต้านทานโรคของพืช และยังมีผลต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช เช่น การเปิด-ปิดของปากใบ การงอกของเมล็ด การแสดงออกของเพศ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับกระบวนการสังเคราะห์ และการทำงานของเอทิลีน (Raskin, 1992) จากการศึกษาของ Srivastava และ Dwivedi (2000) พบว่าการใช้ SA สามารถชะลอการสุกของกล้วยได้โดยมีผลต่อการชะลออัตราการหายใจ และมีผลยับยั้งการสังเคราะห์หรือการทำงานของเอทิลีน นอกจากนี้การให้ SA ในข้าวโพด มีผลต่อการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ (antioxidative enzyme) (Janda et al., 1999) นอกจากนี้ความเข้มข้นของ SA ที่ใช้มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระเช่นกัน ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ SA ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ที่เกี่ยวข้องกับ antioxidant system ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วง เพื่อเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย และปรับปรุงคุณภาพของมะม่วงเพื่อการจำหน่ายและส่งออกต่อไป

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

¹ Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok, 10140

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ใช้ในการทดลองทำการเก็บเกี่ยวจากสวนจังหวัดกาญจนบุรี คัดเลือกผลที่มีความสม่ำเสมอ และแยกผลที่มีตำหนิออก หลังจากนั้นนำมาวางห่อคว่ำลงเพื่อให้ยางที่กั้นมะม่วงไหลออกจนหมด จากนั้นจึงนำผลมะม่วงที่เตรียมไว้มาจุ่มในสารละลาย acetyl salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับคือ 0 (ชุดควบคุม) 0.5 และ 1 mM แล้วนำมะม่วงบรรจุในตะกร้าพลาสติกและคลุมด้วยพลาสติกชนิด LLDPE เจาะรู และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ทำการสุ่มผลมะม่วงมาตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 5 วัน โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน กิจกรรมของเอนไซม์ SOD และเอนไซม์ catalase ในการศึกษานี้มีการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (FCRD) โดยทำการทดลอง 4 ซ้ำ

ผล

อัตราการหายใจผลมะม่วงที่จุ่มในสารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 0 (control) 0.5 และ 1 มิลลิโมล แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นอัตราการหายใจมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามะม่วงที่จุ่มด้วยกรด Salicylic 0.5 มิลลิโมล มีอัตราการหายใจต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ทั้งสองระดับอุณหภูมิ (Fig. 1a,b) ส่วนอัตราการผลิตเอทิลีนของผลมะม่วงทุกชุดการทดลอง ไม่พบการผลิตเอทิลีนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสไม่แสดงผล ส่วนมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสพบว่าในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษาไม่พบการผลิตเอทิลีน หลังจากนั้นอัตราการผลิตเอทิลีนในทุกชุดการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งมะม่วงในชุดควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามะม่วงที่จุ่มด้วย SA (Fig. 1c)

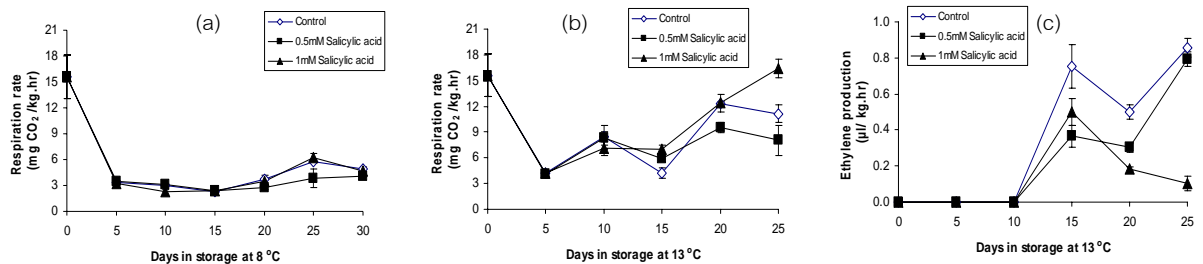


Figure 1 Respiration rate of mango 'Nam Dok Mai' dipped in 0, 0.5 and 1 mM Salicylic acid storage at (a) 8°C (b) 13°C and (C) ethylene production of mango storage at 13 °C, 95% RH.

กิจกรรมเอนไซม์ SOD ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าทุกชุดการทดลอง มีค่าลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา หลังจากวันที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ SOD มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยมีการเพิ่มขึ้นอีกในวันที่ 15 และค่อยๆลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา หลังจากวันที่ 10 ของการเก็บรักษา กิจกรรมเอนไซม์ SOD ของมะม่วงชุดควบคุมมีค่าต่ำกว่ามะม่วงที่จุ่มด้วย SA (Fig. 2a) ส่วนมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามะม่วงที่จุ่มด้วย SA มีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD สูงมากและสูงกว่าชุดควบคุม โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามะม่วงที่จุ่มด้วย SA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมล มีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD สูงที่สุด รองลงมาคือมะม่วงที่จุ่มด้วยกรด Salicylic 1 มิลลิโมล ส่วนชุดควบคุม มีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD ต่ำที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Fig. 2b)

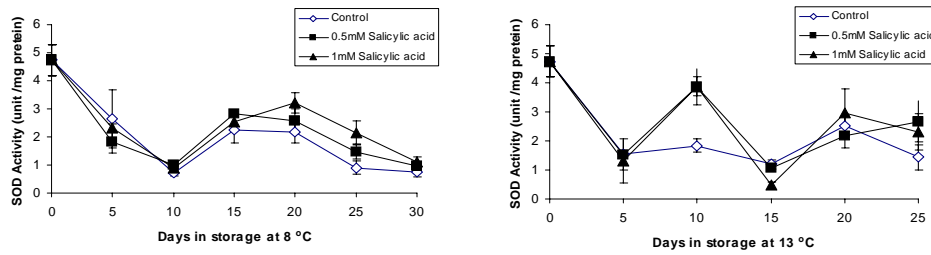


Figure 2. SOD activity of mango 'Nam Dok Mai' dipped in 0, 0.5 and 1 mM Salicylic acid storage at (a) 8°C and (b) 13°C, 95% RH.

กิจกรรมเอนไซม์ catalase ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าทุกชุดการทดลอง มีค่าลดลงจากวันแรก จนถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ catalase มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอีกครั้งตั้งแต่วันที่ 10 ของการเก็บรักษาและเพิ่มขึ้นสูงมากในวันที่ 20 ของการเก็บรักษามะม่วงที่จุ่มด้วย SA ความเข้มข้น 1 มิลลิโมล ที่สุด รองลงมาคือมะม่วงที่จุ่มด้วยกรด Salicylic 0.5 มิลลิโมล ส่วนชุดควบคุม มีกิจกรรมของเอนไซม์ catalase ต่ำที่สุด หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีกิจกรรมของเอนไซม์ catalase ลดลงในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Fig.3a) ส่วนกิจกรรมเอนไซม์ catalase ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามะม่วงที่จุ่มด้วย SA มีกิจกรรมของเอนไซม์ catalase สูงมากและสูงกว่าชุดควบคุม หลังจากนั้นพบว่าทุกชุดการทดลองกิจกรรมของเอนไซม์ catalase มีค่าลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีกิจกรรมเอนไซม์ค่อนข้างต่ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Fig.3b)

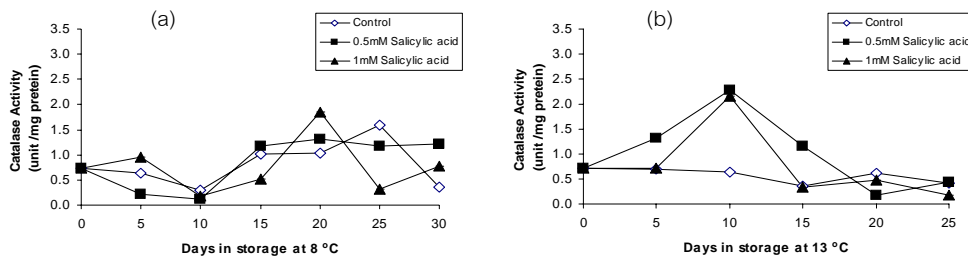


Figure 3. Catalase activity of mango 'Nam Dok Mai' dipped in 0, 0.5 and 1 mM salicylic acid storage at (a) 8°C and (b) 13°C, 95% RH.

วิจารณ์ผล

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีน ของมะม่วงได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้ผลิตผลลดอัตราการหายใจและกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆลดลง (สายชล เกตุษา, 2528) มะม่วงที่จุ่มสารละลาย SA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมล มีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุด ซึ่งจากการศึกษาของ Srivastava และ Dwivedi (2000) พบว่าการใช้ SA สามารถชะลอการสุกของกล้วยได้โดยมีผลต่อการชะลออัตราการหายใจ และมีผลยับยั้งการสังเคราะห์หรือการทำงานของเอทิลีน นอกจากนี้อนุพันธ์ของกรด Salicylic (Acetyl Salicylic Acid) ยังมีผลในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในเนื้อเยื่อของลูกแพร์ สาลี (Leslie และ Romani, 1986) ส่วนยอดของต้นถั่ว แอปเปิล และ ไฮโปโคทิลของถั่วเขียว (Romani, 1989) มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส สามารถกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ SOD และ catalase ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 และ 8 องศาเซลเซียสสามารถเก็บได้นานถึง 25 และ 30 วันตามลำดับ เนื่องจากเอนไซม์ SOD และ catalase เป็น enzymatic antioxidant ที่มีความสำคัญในการสร้างความต้านทานต่อการเกิดอาการระคายเคือง สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บรักษา (Lacan และ Baccou, 1998) โดยผลิตภัณฑ์จะมีการกำจัดอนุมูลอิสระ (superoxide radical) โดยการทำงานของเอนไซม์ SOD (Burriss, 1960) ซึ่งการสะสมของอนุมูลอิสระ เป็นตัวปลดปล่อย hydroxyl anions ที่สามารถเข้าทำลายไขมันที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ (Wang, 1995) SA มีผลในการเหนี่ยวนำให้พืชมีการเพิ่มของกิจกรรมเอนไซม์นี้ซึ่งจะพบว่า ที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่จุ่มใน

สารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิโมล มีกิจกรรมของเอนไซม์สูง ในขณะที่ชุดควบคุมมีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD ก่อนข้างต่ำ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Rao และคณะ (1997) จากการใช้ SA กับ *Arabidopsis* พบว่าที่ความเข้มข้นของ SA ช่วง 0.5-5 มิลลิโมล สามารถเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ SOD ได้ ส่วนเอนไซม์ catalase ทำหน้าที่ในการกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทำให้ผลิตภัณฑ์คงคุณภาพได้ และหลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ catalase ก็ลดลงจนถึงสุดการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากสารตั้งต้นคือ H_2O_2 ลดปริมาณลงมาก จนไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ของพืชได้ถึงแม้กิจกรรมของเอนไซม์ catalase จะลดลง แต่กิจกรรมของเอนไซม์ SOD ก็ยังมีซึ่งเอนไซม์ ซึ่งทั้งสองตัวนี้มีผลในการกำจัดอนุมูลอิสระเหมือนกัน โดยการทำงานร่วมกันของระบบเอนไซม์ได้แก่ SOD จะทำงานร่วมกับเอนไซม์ catalase โดยเอนไซม์ SOD ทำการเปลี่ยนอนุมูลอิสระเป็น H_2O_2 จากนั้นเอนไซม์ catalase จะทำการเปลี่ยนเป็นโมเลกุลของน้ำและออกซิเจนซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ ซึ่งจากการศึกษาของ Janda และคณะ (1999) พบว่า SA ลดกิจกรรมของเอนไซม์ catalase ได้ แต่ไม่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ SOD ในเมล็ดถั่วที่มีการใช้ SA ก็ให้ผลเช่นเดียวกันคือ ลดกิจกรรมของเอนไซม์ catalase (Srivastava et al., 1998)

สรุป

มะม่วงที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 พบว่ามะม่วงที่ทำการจุ่มด้วย SA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมล สามารถรักษาคุณภาพ ลดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โดยมีผลในการชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และเพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ SOD และ catalase ได้ดีกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้จุ่ม Salicylic acid ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 25 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามมะม่วงในชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกับมะม่วงที่จุ่มด้วยสาร SA

เอกสารอ้างอิง

- สายชล เกตุษา, 2528, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรม แห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 364 หน้า.
- Burris, R.H., 1960, Hydrogenperoxide (Peroxidase and Catalase), In Encyclopedia of Plant Physiology, Vol. 12, Edited by Ruhland, W., Berlin, Springer-Verlage, pp. 365-400.
- Janda, T., Szaalai, G., Tari, I. and Paldi, E., 1999, "Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.)", Plant Planta, Vol. 208, pp. 175-180.
- Leslie, C.A. and Romani, R.J., 1986, "Salicylic acid: a new inhibitor of ethylene biosynthesis", Plant Cell Rep., Vol. 5, pp. 144-146.
- Lucan, D., and Baccou, J.C., 1998, "High levels of antioxidant enzymes correlate with delay senescence in nonnetted muskmelon fruits", Planta, Vol. 204, pp. 377-382.
- Rao, M.V., Paliyath, G., Ormrod, D.P., Murr, D.P., Watkins, C.B., 1997, "Influence of salicylic acid on H_2O_2 production, oxidative stress and H_2O_2 -metabolizing enzymes". Plant Physiology, Vol. 115, pp. 137-149.
- Raskin, I., 1992, "Role of salicylic acid in plants", Annual Review of Plant Physiology, Plant Molecular Biology, 43, pp. 439-463.
- Romani, R.J., Hess, B.M. and Leslie, C.A., 1989, "Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple discs and other plant tissues", J. Plant Growth Regul., Vol. 8, pp. 63-69.
- Srivastava M.K. and Dwivedi U.N., 1998, "Salicylic acid modulates glutathione metabolism in pea seedlings", Journal of Plant Physiology, Vol. 153, pp. 409-414.
- Srivastava, M.K. and Dwivedi, U.N., 2000, "Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid", Plant Science, Vol. 158, pp. 87-96.
- Wang, C.Y., 1995, "Effect of temperature preconditioning on catalase, peroxidase and superoxide dismutase in chilled zucchini squash", Postharvest Biology and Technology, Vol. 5, pp. 67-76.