

ผลของน้ำร้อนและเอทีฟอนต่อคุณภาพของมะระจีนตัดแต่ง

Effects of Hot Water Treatment and Ethephon on Quality of Fresh-cut Bitter Gourd

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ¹ ประมิต จิตรมาตรา¹ สุภัญญา เอี่ยมลลอ¹ และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์¹
Uthairatanakij, A.,¹ Jitmas, P.,¹ Aiemla-or, S.¹ and Jitareerat P.,¹

Abstract

One major problem in fresh fruits and vegetables is chlorophyll degradation. Heat treatment has reported to delay chlorophyll loss. Thus, this research focused on the effects of hot water dip on peel color change of fresh-cut bitter gourd cv. 'Keaw Yok No. 16'. Fruits were cleaned and divided into 4 treatments: 1) Hot water dip at 55 °C for 2 min. (HW), 2) 150 ppm ethephon dip followed by HW, 3) HW followed by ethephon dip and 4) Tap water dip (control). Thereafter, fruits were cut into 5 x 6 cm pieces before being packed in foam trays and over wrapped with PVC film. All treatments were stored at 10 °C. HW could significantly maintain chlorophyll better than the other treatments. Chlorophyll loss was related to chlorophyllase activity. In addition, HW tended to reduce respiration rate and ethylene production of fresh-cut bitter gourd. The results suggested that ethylene induced yellowing and HW could delay chlorophyll loss of fresh-cut bitter gourd.

Keywords: hot water treatment, fresh-cut bitter gourd, ethephon

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญของผักและผลไม้ในระหว่างการวางจำหน่าย ได้แก่การเกิดสีเหลืองหรือการสูญเสียคลอโรฟิลล์ มีรายงานว่าการใช้ความร้อนสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการจุ่มน้ำร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของมะระจีนตัดแต่งพร้อมบริโภค นำผลมะระจีนพันธุ์เขียวหยก เบอร์ 16 มาล้างทำความสะอาดแล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ 1) จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที 2) จุ่มเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม แล้วตามด้วยการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที 3) จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แล้วตามด้วยการจุ่มในเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม และ 4) จุ่มน้ำประปา (ชุดควบคุม) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วหั่นเป็นชิ้นขนาด 5 x 6 เซนติเมตร และบรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพีวีซี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า มะระจีนที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ การให้สารเอทีฟอนก่อนหรือหลังการจุ่มน้ำร้อนกระตุ้นให้มะระจีนสูญเสียคลอโรฟิลล์มากที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส นอกจากนี้การจุ่มน้ำร้อนมีแนวโน้มลดการหายใจและการผลิตเอทิลีนของชิ้นมะระจีนตัดแต่งเปรียบเทียบกับชุดควบคุมดังนั้นเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้มะระจีนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้นและการจุ่มน้ำร้อนสามารถชะลอการเกิดสีเหลืองได้

คำสำคัญ: การจุ่มน้ำร้อน มะระจีนตัดแต่ง เอทีฟอน

คำนำ

มะระจีน (*Momordica charantia* Linn.) เป็นผลิตผลอีกชนิดหนึ่งที่มีความนิยม เพราะมีสารประกอบฟีนอลที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพทางด้านการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Kubola and Siriamornpun, 2008) เป็นที่ทราบกันดีว่าผลมะระจีนเมื่อเข้าสู่ระยะสุกจะมีการอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงขึ้น (Zheng, 1986) ทำให้ผลมะระจีนมีการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นปัญหาด้านคุณภาพที่สำคัญของผลมะระจีนหลังการเก็บเกี่ยว (Kays and Hayes, 1978; Zheng, 1986) Costaa *et al.* (2005) รายงานว่าการให้สารเอทีฟอนเร่งการสูญเสียคลอโรฟิลล์ในดอกบร็อคโคลี่ การจุ่มผลิตผลสดหลายชนิดในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลิตผลสดได้ เช่น Zhang *et al.* (2009) พบว่าการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเปลี่ยนแปลงสีในบร็อคโคลี่ และ Yang *et al.* (2009) พบว่าการจุ่มผลมะเขือเทศในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศา

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล, แขวงท่าข้าม, เขตบางขุนเทียน, กรุงเทพฯ 10150

¹ Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8, Tientalay, Rd, Bangkhuntien, Bangkok, 10150

เซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำได้ นอกจากนี้การจุ่มผักโขมในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 หรือ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3.5 นาที ช่วยชะลอการเกิดสีเหลืองในบร็อคโคลี ได้ (Gomez *et al.*, 2008) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการวิจัยผลของเอทีฟอนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของมะระจีนตัดแต่งพร้อมบริโภครวมทั้งการชะลอการเสื่อมสภาพด้วยการใช้ความร้อน ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเอทีฟอนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะระจีนตัดแต่งพร้อมบริโภครวมทั้งการชะลอการเสื่อมสภาพด้วยการจุ่มน้ำร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมะระจีนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ มะระจีนพันธุ์เขียวหยุก เบอร์ 16 ที่เก็บเกี่ยวในระยะเจริญเต็มวัยทางการค้า หลังจากล้างทำความสะอาดแล้วแบ่งผลมะระออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ 1) จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที 2) จุ่มเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม แล้วตามด้วยการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที 3) จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แล้วตามด้วยการจุ่มในเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม และ 4) จุ่มน้ำประปา (ชุดควบคุม) หลังจากฝั่งให้แห้งแล้วหั่นเป็นชิ้นขนาด 5 x 6 เซนติเมตร และบรรจุในภาชนะปิดด้วยฟิล์มพีวีซี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างทุก 3 วัน เพื่อวิเคราะห์อัตราการหายใจและการผลิตเอทีฟอน ปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase, Chlase)

ผล

จากการศึกษาพบว่าขึ้นมะระจีนตัดแต่งที่ได้รับเอทีฟอนมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอ และ บี ลดลงอย่างรวดเร็วและมากกว่าขึ้นมะระจีนตัดแต่งที่ไม่ได้รับเอทีฟอน โดยขึ้นมะระจีนตัดแต่งก่อนเก็บรักษามีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเท่ากับ 3.91 mg/100g FW และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 9 พบว่าขึ้นมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มสารละลายเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม ก่อนหรือหลังการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 0.90 และ 0.97 mg/100g FW ตามลำดับ (Figures 1A, B, C) อย่างไรก็ตามการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ช่วยลดการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาของขึ้นมะระจีนตัดแต่งได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับขึ้นมะระจีนตัดแต่งในชุดควบคุม (Figure 1A) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (Figures 1 B และ C) ขึ้นส่วนมะระจีนตัดแต่งก่อนเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 1.84 units/mg protein ในระหว่างการเก็บรักษา กิจกรรมของเอนไซม์ Chlase ในมะระจีนตัดแต่งทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเพิ่มสูงสุดในวันที่ 9 โดยกิจกรรมของเอนไซม์ Chlase ขึ้นมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มสารละลายเอทีฟอนความเข้มข้น 150 พีพีเอ็มแล้วแช่น้ำร้อน มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุด เท่ากับ 4.17 units/mg protein และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขึ้นมะระจีนตัดแต่งในชุดควบคุมและมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการแช่น้ำร้อนเพียงอย่างเดียว (Figure 1D) แต่อย่างไรก็ตามขึ้นมะระจีนตัดแต่งชุดทดลองมีอัตราการหายใจเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากับ 12.73 mgCO₂/kg.h หลังจากนั้นอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขึ้นมะระจีนตัดแต่งบริเวณส่วนหัวผลที่ผ่านการจุ่มสารละลายเอทีฟอนความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม แล้วนำมาแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีอัตราการหายใจสูงสุด รองลงได้แก่ ขึ้นมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มสารละลายเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม หลังจากแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที (91.36 และ 71.40 mgCO₂/kg.h ตามลำดับ) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับขึ้นมะระจีนที่ไม่ผ่านและผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที (54.46 และ 50.14 mgCO₂/kg.h ตามลำดับ) ขึ้นมะระจีนตัดแต่งมีการหายใจมากที่สุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยพบว่าขึ้นมะระจีนตัดแต่งบริเวณส่วนหัวผลที่ผ่านการจุ่มสารละลายเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม แล้วนำมาแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีอัตราการหายใจสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ (162.49 mgCO₂/kg.h) เมื่อเปรียบเทียบกับขึ้นมะระจีนที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ซึ่งมีอัตราการหายใจน้อยที่สุด (107.02 mgCO₂/kg.h) จากนั้นขึ้นมะระจีนตัดแต่งมีการหายใจลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 9 (Figure 2A)

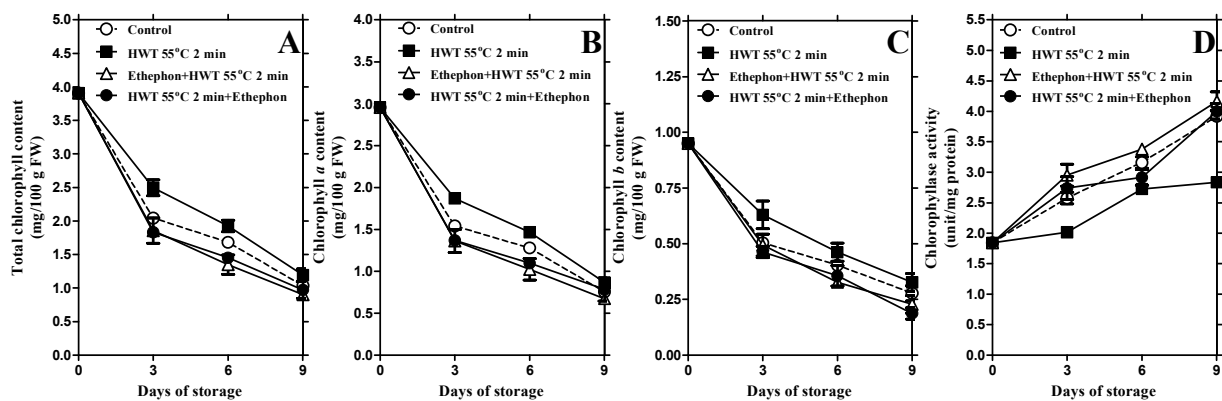


Figure 1 Changes in total chlorophyll (A), chlorophyll a (B) and b (C) levels and chlorophyllase activities (D) of fresh-cut bitter melon cv. 'Keaw Yok No. 16' during storage at 10 °C

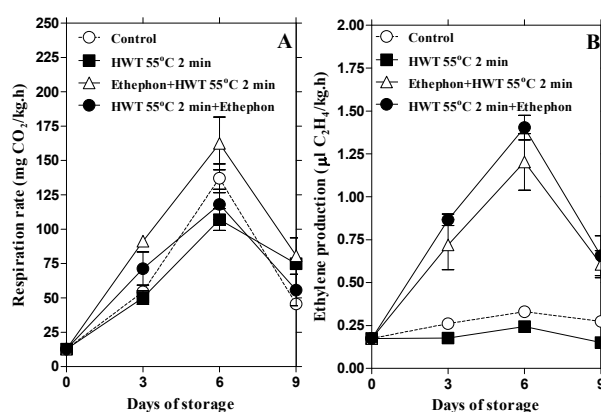


Figure 2 Changes in respiration rate and ethylene production in fresh-cut bitter melon cv. 'Keaw Yok No. 16' during storage at 10 °C

อัตราการผลิตเอทิลีนก่อนเก็บรักษาของชิ้นส่วนมะระจีนตัดแต่งเท่ากับ $0.17 \mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ หลังจากนั้นปริมาณเอทิลีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 โดยชิ้นมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ก่อนหรือหลังจุ่มสารละลายเอทิฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงที่สุด 1.41 และ $1.20 \mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นมะระจีนตัดแต่งที่ไม่ผ่านและผ่านแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 9) พบว่า ชิ้นมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงมากที่สุด เท่ากับ $0.15 \mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิ้นมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มสารละลายเอทิฟอน ความเข้มข้น 150 ppm ก่อนหรือหลังแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที (0.61 และ $0.66 \mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ตามลำดับ) (Figure 2B)

วิจารณ์ผลการทดลอง

สารละลายเอทิฟอนมีคุณสมบัติในการปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนซึ่งสามารถกระตุ้นให้พืชเกิดการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้น และเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาต่างๆ ของพืชได้ (Taiz and Zeiger, 1991) Kariola *et al.* (2004) รายงานว่า Chlase เป็นเอนไซม์ที่ตอบสนองต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับพืชและตอบสนองต่อเอทิลีนจากภายนอก โดยกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสภาวะเครียด โดยกิจกรรมของเอนไซม์ Chlase ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ เอ ไปเป็น คลอโรฟิลล์ไลด์ เอ (chlorophyllide a) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ของพืช การตอบสนองต่อเอทิลีนของมะระจีนตัดแต่งพบว่ามะระจีนตัดแต่งที่ได้รับเอทิฟอนความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม มีกิจกรรมของเอนไซม์ Chlase สูงกว่ามะระจีนตัดแต่งในชุดควบคุมหรือมะระจีนที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เพียงอย่างเดียว ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด หรือคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ในชิ้นมะระจีนตัดแต่งระหว่างการเก็บรักษา โดยมะระจีนตัดแต่งที่ได้รับเอทิฟอนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่ามะระจีนในชุดควบคุม การแช่มะระ

จีนตัดแต่งในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ก่อนการเก็บรักษาสามารถชะลอการลดลงของคลอโรฟิลล์ได้นอกจากนี้มะระจีนทั้งที่จุ่มเอทีฟอน ความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม ก่อนหรือหลังการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามะระจีนตัดแต่งในชุดควบคุมหรือมะระจีนที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เพียงอย่างเดียว Klein and Lurie (1991) และ Suzuki *et al.* (2005) รายงานว่าความร้อนที่เหมาะสมมีส่วนช่วยในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ เช่น เอนไซม์ oxidase, transferase และ hydrolase เป็นต้น และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทิลีนของผลิตผล เช่น ACC synthase และ ACC oxidase ทำให้ผลิตผลมีอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำ มะระตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาทีก่อนหรือหลังการจุ่มเอทีฟอนความเข้มข้น 150 พีพีเอ็ม มีอัตราการหายใจและปริมาณการผลิตเอทิลีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงอาจกล่าวได้ว่าเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้มะระจีนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้นและการจุ่มน้ำร้อนสามารถชะลอการเกิดสีเหลืองได้

สรุป

มะระจีนตัดแต่งมีการตอบสนองต่อเอทีฟอน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับมะระจีนตัดแต่งในชุดควบคุม หรือมะระจีนตัดแต่งที่ผ่านการแช่น้ำร้อนเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้มะระจีนตัดแต่งที่ได้รับเอทีฟอนมีอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีนและกิจกรรมของเอนไซม์ Chlase สูงกว่ามะระจีนตัดแต่งในชุดควบคุมหรือมะระจีนที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

- Costa, M.L., P.M. Civello, A.R.Chavesa and G.A. Martinez. 2005. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 °C. *Postharvest Biology and Technology* 35: 191–199.
- Gomez, C., P. Da Silva, E. Chimbombi, J. Kim, E. Castell-Perez and R.G. Moreira. 2008. Electron-beam irradiation of fresh broccoli heads (*Brassica oleracea* L. *italica*). *LWT—Food Science and Technology* 41: 1828–1833.
- Kariola, T., G. Brader, J. Li and E. T. Palva. 2005. Chlorophyllase 1, a damage control enzyme, affects the balance between defense pathway in plants. *The Plant Cell* 17: 282–294.
- Kays, S.J. and M.J. Hayes. 1978. Induction of ripening in the fruits of *Momordica charantia* L. by ethylene. *The base of the economic pyramid (BOP) Agriculture* 55: 167–172.
- Klein, J.D and S. Lurie. 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. *Postharvest News and Information* 2: 881–883.
- Kubola, J. and S. Siriamornpun. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf stem and fruit fraction extracts *in vitro*. *Food Chemistry* 110: 881–890.
- Suzuki, Y., T. Asoda, Y. Matsumoto, H. Terai and M. Kato. 2005. Suppression of the expression of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in harvested broccoli with high temperature treatment. *Postharvest Biology and Technology* 36: 265–271.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*, 3rd edited, Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, USA, 792 pages.
- Yang, J., M. Fu, Y. Zhao and L. Mao. 2009. Reduction of chilling injury and ultrastructural damage in cherry tomato fruits after hot water treatment. *Agricultural Sciences in China* 8: 304–310.
- Zhang, Z., K. Nakano and S. Maezawa. 2009. Comparison of the antioxidant enzymes of broccoli after cold or heat shock treatment at different storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 54: 101–105.
- Zheng, L. 1986. Primary approach on the postharvest physiology of balsam pear. M.S. Thesis. Beijing Vegetable Research Center, Beijing.