Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 440-443 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 440-443 (2553)

ผลของอุณหภูมิการแช่ต่อการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือเปราะตัดแต่งสด

Effect of Dipping Temperatures on Browning Symptom of Fresh-Cut Eggplant

จิตติมา จิรโพธิธรรม[1], **วนิสา คงเยือกเย็น**[2], **เกษรา น้ำใจดี**[2], **พงษ์นาถ นาถวรานันต์**[3] **และ อภิตา บุญศิริ**[1]
Jittimy Jiraphothithum[1], Wanisa Kongyougyen[2], Ketsara Namjaidee[2], Pongnart Nartwaranun[3] and Apita Bunsiri[3]

Abstract

Fresh-Cut eggplant quickly dipped for 10 seconds in the solution containing 1% ascorbic acid , 0.25% citric acid and 1% $CaCl_2$ at the different temperatures of RT (control), 30, 35, 40, 45 and 50 °C was studied. Wight loss, firmness, browning score, pulp color change (L* value), total phenolices, phenylalanine ammonia lyase (PAL), polyphenol oxidase (PPO) activities were determinied for 8 days. The results showed that the optimal temperature of solution at 50°C extended the shelf life of eggplant for 6 days. Eggplant dipped in the solution at 50°C had the highest firmness, L* value and total phenolices, but the lowest browning score, PAL and PPO activities.

Key word: hot solution dip, browning, fresh-cut eggplant

บทคัดย่อ

จากการจุ่มมะเขือเปราะตัดแต่งสดในสารผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิค 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกรดซิตริก 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม), 30, 35, 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส โดยจุ่มและยกขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 วินาที และวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ คะแนนการเกิดสีน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ จากค่าความสว่าง (L* value) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) และกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) เป็นเวลา 8 วัน พบว่ามะเขือเปราะตัดแต่งสดแช่ในสารละลายอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน นอกจากนี้มะเขือเปราะตัดแต่งสดที่แช่สารอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อ ค่า L* และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด แต่มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ต่ำที่สุด

คำสำคัญ การจุ่มสารละลายร้อน, การเกิดสีน้ำตาล, มะเขือเปราะตัดแต่งสด

คำนำ

มะเขือเปราะ เป็นผักชนิดหนึ่งที่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว (นิธิยา, 2545) ภายหลังจากการตัดแต่งหรือหั่นชิ้น ทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลง ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลนั้นอันมีสาเหตุมากจากการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลภายในผลิตผล (จริงแท้, 2546) ในมะเขือเปราะมีสารประกอบฟีนอลเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศและมีเอนไซม์ PPO เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยา hydroxylation ได้สารประกอบควิโนน และควิโนนเกิดการรวมตัวกับอากาศและมีเอนไซม์ PPO เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยา hydroxylation ได้สารประกอบควิโนน และควิโนนเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ได้เป็นสารสีน้ำตาล (นิธิยา, 2545) ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือเปราะตัดแต่งสด สามารถทำได้โดยการใช้ความร้อนอย่างเดียวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมห่อตัดแต่งสดได้ โดยความร้อนกระตุ้นการสังเคราะห์ heat shock protein ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PAL เกิดได้ช้าลง (Saltveit และคณะ, 2000) หรือการใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมีกลุ่ม GRAS ได้แก่ กรดแอสคอร์บิคและอนุพันธ์ของกรดแอสคอร์บิคกรดซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารซัลไฟต์ต่าง ๆ Roura

[1] ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[1] Postharvest Technology Center/PHTIC, RDI-KPS, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhon Pathom 73140
[2] โปรแกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จ.นครปฐม 73000
[2] Program of Science and Food Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000
[3] โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จ.นครปฐม 73000
[3] Program of Agriculture, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000

และคณะ (2008) พบว่า การใช้กรดแอสคอร์บิค 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับ ความร้อน 50 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิ้ลสไลด์ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิของสารละลาย ที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือเปราะตัดแต่งสด

อุปกรณ์และวิธีการ

มะเขือเปราะระยะอ่อนคัดขนาดใกล้เคียงกันนำมาล้างทำความสะอาด ทำการตัดแต่งโดย 1 ผลผ่าออกเป็น 4 ชิ้น จากนั้นจุ่มในสารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิค 1 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม), 30, 35, 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส และยกขึ้นทั้นที โดยใช้เวลาประมาณ 10 วินาที จากนั้นจึงลดอุณหภูมิในน้ำเย็นอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซับน้ำให้แห้งด้วยกระดาษชำระก่อนบรรจุถาดโฟมขนาด 12x12 เซนติเมตรถาดละ 150 กรัม และหุ้มด้วยพลาสติกพีวีซีหนา 13 ไมโครเมตร นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน บันทึกผลทุก ๆ 2 วัน ดังนี้ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่อง firmness tester ขนาด 1 กิโลกรัม ใช้หัววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เซนติเมตร แทงลงไปในเนื้อมะเขือเปราะลึก 0.5 เซนติเมตร คะแนนการเกิดสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับแผ่นภาพมาตรฐาน (ดัดแปลงจาก Jiang และ Fu, 1997) การเปลี่ยนค่าสี (L* value) ด้วยเครื่อง Minolta CR400 ผลิตในประเทศญี่ปุ่น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 9kตามวิธการของ Singleton และ Rossi (1965) กิจกรรมของเอนไซม์ PAL ตามวิธีการของ Faragher และ Chalmers (1977) และ PPO ตามวิธีการของ Benjamin และ Montgomery (1973) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ (ถาด) และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์

มะเขือเปราะตัดแต่งสดแช่สารละลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 วัน โดยมะเขือเปราะตัดแต่งสดที่แช่สารละลายอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด รองลงมา คือ ที่อุณหภูมิห้อง (Fig 1A) การทดลองยังพบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่สารละลายยิ่งเพิ่มสูงขึ้น มะเขือเปราะตัดแต่งสดกลับมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิดังกล่าวนี้ ช่วยให้แคลเซียมสามารถแพร่เข้าสู่ภายในเนื้อเยื่อของมะเขือเปราะได้มากกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ เป็นผลให้ค่าความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะตัดแต่งสดที่แช่สารละลายอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อสูงสุด (Fig 1B) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อัครรัตน์ (2551) ที่จุ่มมะละกอดิบเส้นในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าการใช้สารละลายอุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพคตินบริเวณผนังเซลล์เกิดปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนซิลบนสาย polygalacturonides และประจุคู่ของแคลเซียม เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมเพคเตท ซึ่งไม่ละลายน้ำ (รัชฎา และนัฏชรี, 2548) ผนังเซลล์มีความแข็งแรงเป็นผลให้ค่าความแน่นเนื้อสูงขึ้น

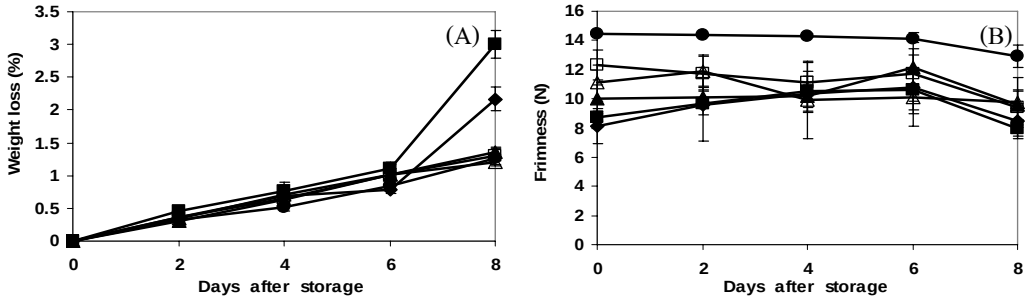

Figure 1 Percentage of weight loss (A) and firmness (B) of fresh-cut eggplant quickly dipped in solution at RT (◆), 30 (■), 35 (□), 40 (▲), 45 (△) and 50°C (●)

เมื่อให้ผู้ประเมินทั้งหมด 6 คน ให้คะแนนการเกิดสีน้ำตาล โดยระดับที่ยอมรับได้มีค่าไม่มากกว่า 2 คะแนน (≤2) พบว่า มะเขือเปราะตัดแต่งสดที่แช่สารอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีระดับคะแนนที่ผู้ประเมินยอมรับได้ 6 วัน สำหรับการใช้ความร้อน (30 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส) และชุดควบคุม มีระดับคะแนนที่ยอมรับได้ 4 และ 2 วัน ตามลำดับ (Fig 2A) ทั้งนี้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า L* โดยพบว่า มะเขือเปราะตัดแต่งสดที่ใช้ความร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มของค่า L* สูงกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ (Fig 2B) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้ความร้อนที่ 50 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้กรดแอสคอร์บิค 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล โดยการยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ PAL ที่สร้างขึ้นมาใหม่ได้ ทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลลดน้อยลง (จริงแท้, 2549 ; Roura และคณะ, 2008)

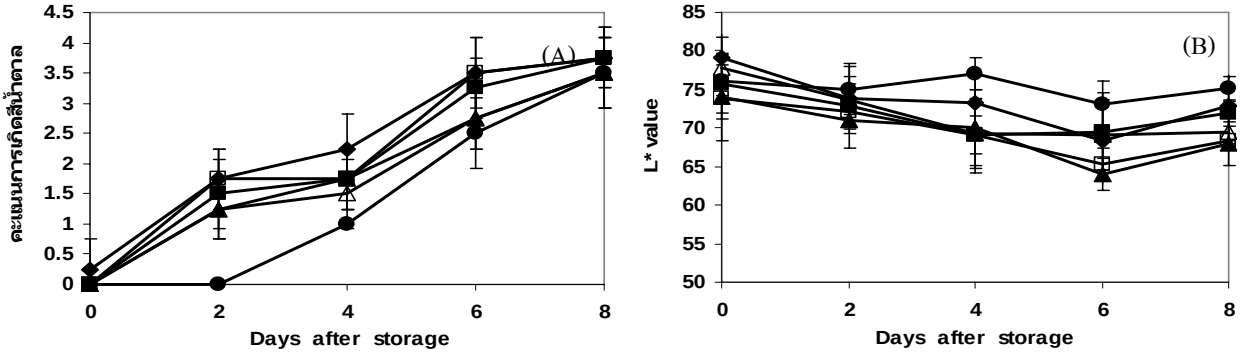

Figure 2 Browning score (A) and L* value (B) of fresh-cut eggplant quickly dipped in solution at RT (◆), 30 (■), 35 (□), 40 (▲), 45 (△) and 50° C (●)

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในทุกทรีตเมนต์มีค่าลดลงตลอดระยะเวลา 8 วัน ของการเก็บรักษา โดยมะเขือเปราะตัดแต่งสดที่แช่สารอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีปริมาณฟีนอลิกสูงที่สุด (Fig 3) ทั้งนี้เนื่องมาจากมะเขือเปราะตัดแต่งสดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ฟีนอลิกถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ การทดลองพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ในทุกทรีตเมนต์เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ทั้งนี้เป็นเพราะการตัดแบ่งมะเขือเปราะออกเป็นชิ้นเป็นการสร้างบาดแผลให้กับผลิตผล ทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ PAL และ PPO ใน 2 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นจึงลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ Tomas-Barberan และคณะ (1997) พบว่าหลังจากผลิตผลเกิดบาดแผลใน 24 ชั่วโมง เอนไซม์ PAL จะถูกกระตุ้นให้สังเคราะห์เพิ่มขึ้น 2-6 เท่า ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และหลังจากนั้นกิจกรรมมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา และพบว่ามะเขือเปราะตัดแต่งสดที่ให้ความร้อนมีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ต่ำกว่าชุดควบคุม (Fig 4A และ 4B ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ความร้อนที่ใช้นั้นกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนชนิดหนึ่งที่เรียก heat shock protein ขึ้นมา มีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ลดลง

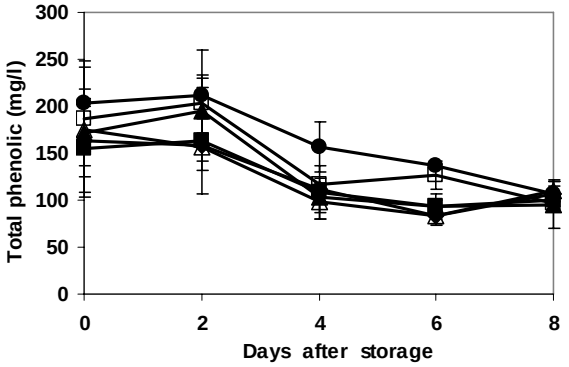

Figure 3 Total phenolices of fresh-cut eggplant quickly dipped in solution at RT (◆), 30 (■), 35 (□), 40 (▲), 45 (△) and 50°C (●)

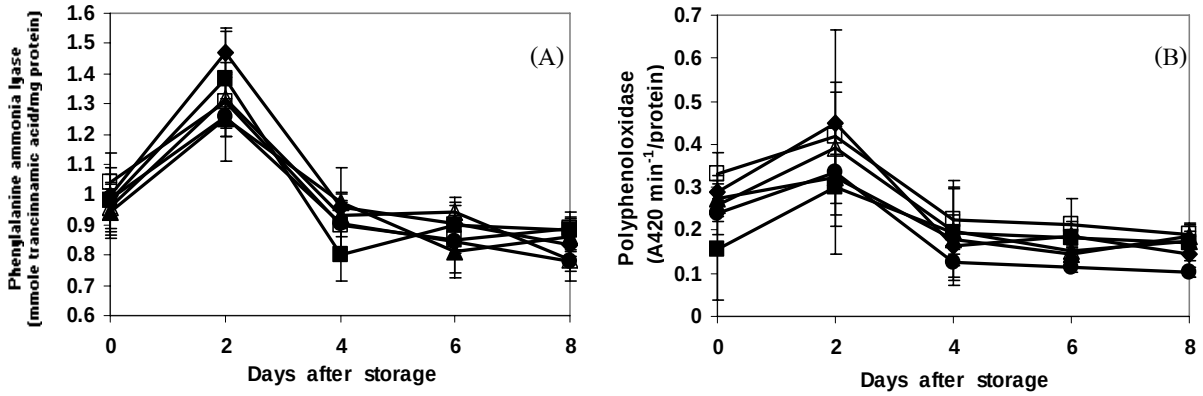

Figure 4 PAL activities (A) and PPO activities (B) of fresh-cut eggplant quickly dipped in solution at RT (◆), 30 (■), 35 (□), 40 (▲), 45 (△) and 50°C (●)

สรุปผลการทดลอง

มะเขือเปราะตัดแต่งสดแช่ในสารละลาย GRAS อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน เนื่องจากยังคงมีคะแนนสีน้ำตาลในระดับที่ยอมรับได้ (≤2) และมีค่าความแน่นเนื้อ ค่า L* และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่า แต่มีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ต่ำกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ

คำนิยม

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้สนับสนุนงบประมาณ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สารเคมี

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

_____. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. นครปฐม.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

รัชฎา ตั้งวงศไชย และนัฏชรี ศรีบูรณศร. 2548. ผลไม้ตัดแต่งและการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์. http//www.tistr-foodprocess.net/fruit_dry.html. (25 พฤษภาคม 2551)

อัครรัตน์ ไชยธรรม. 2551. การศึกษาผลของความร้อนและแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะละกอดิบเส้น พร้อมปรุง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Benjamin, N.D., Montgomery, M.W., 1973. Polyphenol oxidase of Royal Ann Cherries: purification and characterization. J. Food Sci. 38, 799–806.

Faragher, J.D., Chalmers, D.J., 1977. Regulation of anthocyanin synthesis in apple skin. III. Involvement of phenylalanine ammonia-lyase. Aust. J. Plant Physiol. 4, 133–141

Roura, S.I., L. Pereyra and C.E del Valle. 2008. Phenylalanine ammonia lyase activity in fresh cut lettuce subjected to the combined action of hest mild shock and chemical additives. LWT. 41: 919-924.

Saltveit, M.E. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. Postharvest Biol. and Technol. 21: 61-69.

Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphosyntungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16 :144-157.

Tomas-Barberan, F. A., M. I. Gil-Munoz, M. Castaner, F. Artes and M. E. Saltveit. 1997. Effect of selected browning inhibitors on phenolic metabolism in stem tissue of harvested lettuce. J. Agric and Food Chem . 45: 583–589.

Jiang, Y. and J. Fu. 1997. Inhibition of polyphenol oxidase and the browning control of litchi fruit by glutathione and citric acid. J. Food Chem. 62: 49 – 52.