

ผลของแคลเซียมแอสคอร์เบตต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว
Effect of Calcium Ascorbate on Browning of Longkong Fruit Peel After Harvest

อินทิรา ลิจันทรพร¹ นันท์ชนก นันทะไชย¹ ปาลิดา ตังอนุรัตน์¹ และอัญชลินทร์ สิงห์คำ¹
Intira Lichanporn¹, Nanchanok Nanthachai¹, Palida Tangnurat¹ and Auchalin Singkhum¹

Abstract

The effect of calcium ascorbate on browning of longkong fruit peel after harvest was studied. The fruits were dipped in 8% calcium ascorbate solution for 1 and 3 min and were compared with the untreated fruits (control). The treated fruits were air-dried and placed in plastic containers and then stored at 13 °C, 90-95 RH for 12 days. The results showed that the longkongs dipped in calcium ascorbate solution for 1 and 3 min had decreased browning, with a lower browning score than the control after 12 days in storage. The browning scores were 0.48, 0.63 and 0.87, respectively. The longkongs dipped in calcium ascorbate solution for 1 and 3 min showed a delayed color change (L^*) more than the control fruits. The polyphenol oxidase (PPO) activity and total phenolic compound content of the longkongs dipped in calcium ascorbate solution for 3 min was lower than those of the control. The dipped fruits had a PPO activity of 2.25 units/mg protein and a total phenolic compound content of 149.52 mg GAE/L compared with the control which had the corresponding values of 3.67 units/mg and 175.48 mg GAE/L.

Keywords: Longkong, calcium ascorbate, polyphenol oxidase

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของแคลเซียมแอสคอร์เบต ที่มีต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำผลลองกองจุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น 8% เป็นเวลา 1 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับผลลองกองที่ไม่จุ่มสารละลาย (ชุดควบคุม) ผลลองกองให้แห้ง วางในตะกร้าพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 เป็นเวลา 12 วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลลองกองที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต ทั้ง 1 และ 3 นาที เกิดสีน้ำตาลลดลงโดยมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าผลลองกองที่ไม่จุ่มสารในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 0.48, 0.63 และ 0.87 ตามลำดับ การจุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต เป็นเวลา 1 และ 3 นาที ชะลอการเปลี่ยนแปลงสี (L^*) ของเปลือกได้มากกว่าการไม่จุ่มในสารละลาย กิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) และสารประกอบฟีนอลของผลลองกองที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต เป็นเวลา 3 นาที มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม ผลลองกองที่จุ่มในสารละลายมีกิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 2.25 unit/mg protein และสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 149.52 mg GAE/L เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีกิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเท่ากับ 3.67 unit/mg protein และสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 175.48 mg GAE/L ตามลำดับ

คำสำคัญ: ลองกอง, แคลเซียมแอสคอร์เบต, เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส

คำนำ

ปัญหาการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลองกองถือเป็นปัญหาที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาในการซื้อขาย รวมทั้งเป็นปัญหาในการส่งออก การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกมีสาเหตุมาจากสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในเซลล์พืชซึ่งเป็นซับสเตรตในการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase, PPO) ในสภาพที่มีออกซิเจนได้เป็นควิโนน ซึ่งจะรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ และเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้น การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลสามารถทำได้ด้วยการยับยั้งหรือลดบทบาทของเอนไซม์ PPO มีสารเคมีหลายชนิดที่นิยมนำมาใช้ลดการเกิดสีน้ำตาล เช่น แคลเซียมแอสคอร์เบต เป็นสารที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปแอมป์เปิดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และคงคุณภาพ ยืดอายุชั้นแอมป์เปิด (Gorny, 2004) นอกจากนี้ แคลเซียมแอสคอร์เบต มีคุณสมบัติในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งใช้กันอย่างกว้างขวางในด้าน

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12130

¹ Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Bangkok 12130

สุขาภิบาล เช่นเดียวกับ คลอรีน โอโซน และคลอรีนไดออกไซด์ (Luo, 2007; He *et al.*, 2008) Aguayo *et al.* (2010) ได้ศึกษาการจุ่มขึ้นแอปเปิลในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตที่ความเข้มข้น 0, 2, 6, 12 และ 20% (w/w) เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติและสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นเวลา 28 วัน ที่ 4 องศาเซลเซียส พบว่าการจุ่มขึ้นแอปเปิลในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต ที่ความเข้มข้น 6 และ 12% เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 21-28 วัน นอกจากเกลือแคลเซียมจะป้องกันการเกิดสีน้ำตาลแล้วยังช่วยป้องกันการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ถึง 13% นาน 3 สัปดาห์ที่ 10 องศาเซลเซียส (Fan *et al.*, 2005) และการจุ่มแอปเปิลในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต ลดการเน่าได้ถึง 21 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Wang *et al.*, 2007) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาผลของแคลเซียมแอสคอร์เบตที่มีต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลขององุ่นหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ผลองุ่นจากสวนในจังหวัดจันทบุรี เก็บเกี่ยวผลขององุ่นหลังจากผลเริ่มเปลี่ยนสีประมาณ 15-25 วัน หรือ 12-13 สัปดาห์หลังดอกบาน (นพรัตน์, 2528) ใช้กรรไกรตัดขั้วข้อผลแล้วบรรจุลงในกล่องโฟม ขนส่งทางรถตู้ปรับอากาศ นำข้อผลขององุ่นมาตัดเป็นผลเดี่ยว และคัดแยกผลที่มีตำหนิออก เลือกผลขององุ่นบริเวณกลางข้อผล นำผลองุ่นมาจุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต ที่ความเข้มข้นในช่วง 0-12 % (Aguayo *et al.*, 2010) และระยะเวลาในการจุ่มตั้งแต่ 0-5 นาที คัดเลือกความเข้มข้นและระยะเวลาที่ดีที่สุด 2 ความเข้มข้น ที่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของผลขององุ่นได้โดยให้เป็นคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของเปลือก (นพรัตน์, 2528) และนำความเข้มข้น และเวลาดังกล่าวมาใช้ในการทดลอง โดยนำผลขององุ่นมาจัดการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ดังนี้ วิธีการที่ 1 ไม่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต วิธีการที่ 2 จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นและระยะเวลาที่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้มากที่สุดอันดับ 1 วิธีการที่ 3 จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นและระยะเวลาที่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้มากที่สุดอันดับ 2 ผึ่งผลขององุ่นให้แห้ง บรรจุในตะกร้าพลาสติก นำผลขององุ่นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90-95 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทุก 3 วัน ได้แก่ คะแนนการเกิดสีน้ำตาล โดย 0 = ไม่เกิดสีน้ำตาล ในขณะที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 = เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลน้อยกว่า 25%, 25%, 26-49%, 50% และมากกว่า 50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก วัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี (colorimeter) (ยี่ห้อ Minolta, รุ่น CR-300) โดยให้หัววัดแนบสัมผัสกับผิวหน้าของผลิตผลมากที่สุด และรายงานผลในระบบสี Hunter's scale โดยค่า L* เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 กรณีที่ค่า L* เท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว ค่า L* เท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) (Duan *et al.* 2007; Jiang, 2000) และปริมาณ total phenol content ของเปลือกผล (Singleton *et al.*, 1999)

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองนำผลขององุ่นจุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12% ระยะเวลา 1 และ 3 นาที พบว่าผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายดังกล่าว ความเข้มข้น 8 % ระยะเวลา 1 และ 3 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด (ไม่ได้แสดงข้อมูล) จึงนำมาทำการทดลองศึกษาผลของแคลเซียมแอสคอร์เบตต่อการเกิดสีน้ำตาลของผลขององุ่น พบว่าผลขององุ่นในทุกชุดการทดลองมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบต นาน 3 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสูงกว่าผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายดังกล่าว นาน 1 นาที L* ของผลขององุ่นมีค่าลดลงโดยเฉพาะในชุดควบคุมมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่ผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 8% นาน 1 และ 3 นาที มีค่า L* ลดลงอย่างช้าๆ โดยมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การใช้แคลเซียมแอสคอร์เบตลดการเกิดสีน้ำตาลและการเน่าได้ (Fallahi *et al.*, 1997) เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์มีความเสถียรโดยแคลเซียมจะอยู่ในรูปแคลเซียมเพคเตต จึงเพิ่มความเต่งของมิดเดิลลามেলাและผนังเซลล์ และป้องกันเอนไซม์โพลีฟอสฟอไรเนส (Poovaiah, 1986) เอนไซม์ PPO ของเปลือกขององุ่นในชุดควบคุมมีกิจกรรมค่อนข้างคงที่ใน 3 วันแรก หลังจากนั้นกิจกรรมลดลงจนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงกว่าผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 8% นาน 3 นาที ตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 8% นาน 1 นาที มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นสูงกว่าชุดควบคุม และผลขององุ่นที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 8% นาน 3 นาที ในวันที่ 3 ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลในช่วงแรก และต่อมามีกิจกรรมลดลงต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในวันสุดท้ายของการ

เก็บรักษา เป็นไปได้ว่าแอสคอร์เบตที่เป็นส่วนผสมในแคลเซียมไปยับยั้งเอนไซม์ PPO โดยตรงหรือลดกระบวนการออกซิเดชันของอโทไดฟีนอลบริเวณผิวที่เกิดบาดแผลก่อนเปลี่ยนเป็นอโทควิโนน ซึ่งรวมกันเป็นพอลิเมอร์ขนาดใหญ่เกิดเป็นสีน้ำตาล (Vasmos-Vigyazo, 1981) สารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเปลือกผลลองกองในชุดควบคุม มีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 หลังจากนั้นปริมาณลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 9 ต่อมาปริมาณลดลงจนถึงวันสุดท้าย ในขณะที่ผลลองกองที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 8% นาน 1 นาที มีปริมาณเพิ่มขึ้นและต่อมามีปริมาณลดลงซึ่งจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหลังวันที่ 9 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามสารประกอบฟีนอลทั้งหมดก็มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุมตลอดอายุการเก็บรักษา ทั้งนี้ปริมาณสารประกอบฟีนอลนั้นอยู่ภายใต้อิทธิพลของพันธุ์ และระยะเวลาการเก็บรักษา และการใช้แคลเซียมแอสคอร์เบตอาจไปลดปริมาณสารประกอบฟีนอลในผลลองกองลงด้วย

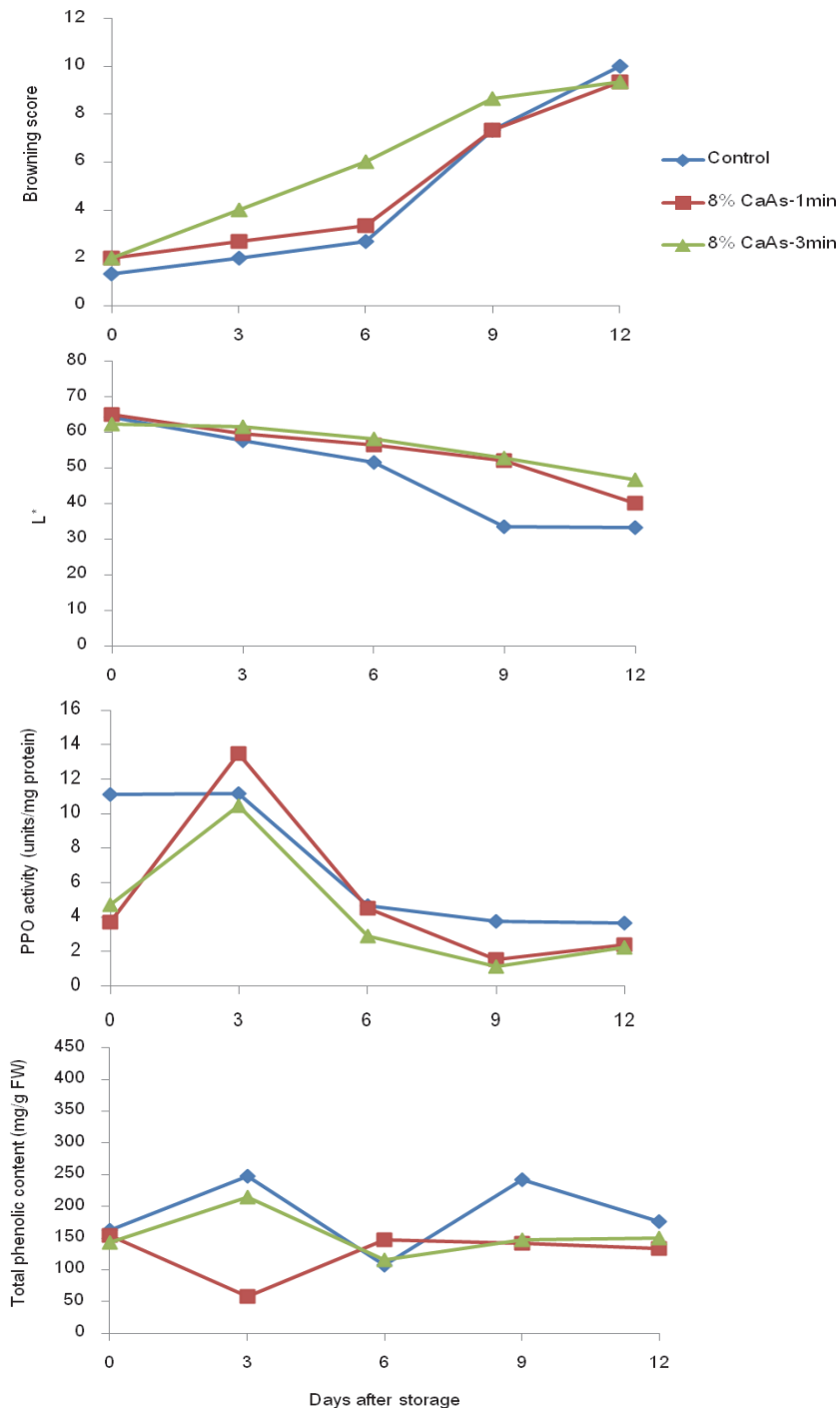


Figure 1 Changes in browning score, L*, PPO activity and total phenolic content of longkongs dipped in 8% calcium ascorbate solution for 1 and 3 min compared with the control during storage at 13 °C, 90-95%RH.

สรุป

การจุ่มผลล่องกองในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตทั้ง 1 และ 3 นาที ไม่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาล แต่มีแนวโน้มว่าการจุ่มผลล่องกองในสารละลายดังกล่าว นาน 3 นาที มีค่าการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยกว่าชุดควบคุม

คำขอบคุณ

ขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนทุนในการวิจัย และการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- นพรัตน์ พันธุนิธิ. 2528. การเจริญเติบโตของผล ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลล่องกอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 98 น.
- Aguayo, E., C. Requejo-Jackman, R. Stanley and A. Woolf. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. *Postharvest Biology and Technology* 57: 52-60.
- Duan, X., X. Su, Y. You, H. Qu, Y. Li and Y. Jiang. 2007. Effect of nitric oxide on pericarp browning of harvested longan fruit in relation to phenolic metabolism. *Food Chemistry* 104: 571-576.
- Fallahi, E., W.S. Conway, K.D. Hickey and C.E. Sams. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortScience* 32: 831-835.
- Fan, X., B.A. Niemera, J.P. Mattheis, H. Zhuang and D.W. Olson. 2005. Quality of freshcut apple slices as affected by low-dose ionizing radiation and calcium ascorbate treatment. *Journal of Food Science* 70: S143-S148.
- Gorny, J. R. 2004. New opportunities for fresh-cut apples. *Fresh Cut* 11: 14-15.
- He, Q., Y. Luo and P. Chen. 2008. Elucidation of the mechanism of enzymatic browning inhibition by sodium chlorite. *Food Chemistry* 110: 847-851.
- Jiang, Y. M. 2000. Role of anthocyanins, polyphenol oxidase and phenols in lychee pericarp browning. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:305-310.
- Luo, Y. 2007. Challenges facing the industry and scientific community in maintaining quality and safety of fresh-cut produce. *Acta Horticulturae* 746: 131-138.
- Poovaiah, B.W. 1986. Role of Ca in prolonging the storage life of fruits and vegetables. *Food Technology* 40: 86-89.
- Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299:152-178.
- Vamos-Vigyazo, L. 1981. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15(1): 49-127.
- Wang, H., H. Feng and Y. Luo. 2007. Control of browning and microbial growth on fresh-cut apple by sequential treatment of sanitizers and calcium ascorbate. *Journal of Food Science* 72: M1-M7.