Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 229–232 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 229-232 (2560)

ผลของสาร Kojic acid ต่อการเกิดสีน้ำตาลของลองกองหลังการเก็บเกี่ยว
Effect of Kojic Acid on Browning of Longkong after Harvest

อินทิรา ลิจันทร์พร[1]
Intira Lichanporn[1]

Abstract

The effect of kojic acid on browning of longkong after harvest was studied. Fruit were dipped in 1 mM kojic acid for 1 min and 4 mM kojic acid for 3 min compared with the control. Fruit were dried and packed in plastic containers and stored at 13°C, 90-95 RH. Longkong dipped in 1 mM kojic acid for 1 min and 4 mM kojic acid for 3 min had less browning score, total phenolic compounds and polyphenol oxidase (PPO) than the control but the L* value showed the higher than the control. However, the longkong between dipped and non-dipped with kojic acid were no significant difference of browning score during storage.

Keywords: Longkong, kojic acid, polyphenoloxidase

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของสาร kojic acid ต่อการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำผลลองกองมาจุ่มสาร kojic acid ความเข้มข้น 1 mM นาน 1 นาที และความเข้มข้น 4 mM นาน 3 นาที เปรียบเทียบกับผลลองกองที่ไม่จุ่มสาร kojic acid(ชุดควบคุม) ผึ่งผลลองกองให้แห้งและบรรจุในตะกร้าพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90-95 พบว่าผลลองกองที่จุ่มในสาร kojic acidความเข้มข้น 1 mM นาน 1 นาที และความเข้มข้น 4 mM นาน 3 นาที มีการเกิดสีน้ำตาล สารประกอบฟีนอลิค และกิจกรรมเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) น้อยกว่าผลลองกองในชุดควบคุม แต่มีค่า L* สูงกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตามผลลองกองทั้งที่จุ่มและไม่จุ่มสาร kojic acid มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา

คำสำคัญ: ลองกอง kojic acid เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

บทนำ

ปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวผลลองกองส่วนใหญ่เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือก ผลเหี่ยว และร่วงหลุดจากช่อผล ไม่เป็นที่ดึงดูดสายตาของผู้บริโภคจนถึงหมดสภาพการซื้อขาย การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกมีสาเหตุมาจากสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในเซลล์พืชซึ่งเป็นซับสเตรตในการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase, PPO) ในสภาพที่มีออกซิเจนได้เป็นสารควิโนน ซึ่งจะรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ และเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้น การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลสามารถทำได้ด้วยการยับยั้งหรือลดบทบาทของเอนไซม์ PPO สารเคมีหลายชนิดที่นิยมนำมาใช้ลดการเกิดสีน้ำตาล เช่น กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิคซึ่งเป็นสารที่มีความปลอดภัยกับผู้บริโภค นอกจากนี้มีรายงานว่ามีการใช้สาร kojic acid ในการลดการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นแอปเปิ้ล (Son *et al*., 2001) โดยสาร kojic acid เป็นสารที่ถูกพบในอาหารหมักดองของชาวญี่ปุ่น นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาเอนไซม์ PPO ที่สกัดจาก เห็ด มันฝรั่ง แอปเปิ้ล กุ้ง โดยนำมาทดสอบกับสาร kojic acid ซึ่งพบว่าสารนี้ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ได้ดีเท่ากับเป็นการยับยั้งเอนไซม์ส่งผลให้ไม่เกิดสีน้ำตาลขึ้น (Chen *et al*., 1991a, 1991b) ตามการศึกษานี้พบว่า kojic acid ยังแสดงบทบาทในการยับยั้งแบบแข่งขันกับสารประกอบฟีนอล ได้แก่ chlorogenic acid และ catechol ในมันฝรั่ง และแอปเปิ้ล Iyidogan and Bayindirli (2004) ได้ศึกษาผลของความแตกต่างของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลต่อกระบวนการเกิดสีน้ำตาลในน้ำแอปเปิ้ลพันธุ์ Amasya โดยการเปรียบเทียบค่าสี พบว่าการใช้ Kojic acid ที่ความเข้มข้น 0-4 mM มีประสิทธิภาพในการเป็นตัวยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการใช้ร่วมกันกับ L-cystein และ 4-hexylresorcinol สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้ถึงร้อยละ 89.2 ใน 24 ชั่วโมงของการเก็บรักษาแต่ยังไม่มีการนำมาใช้กับผลลองกอง ดังนั้น การนำสารดังกล่าวมาใช้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาแก้ไขปัญหาการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยวได้

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12130
[1] Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi , Bangkok 12130

อุปกรณ์และวิธีการ

นำลองกองจากสวนในจังหวัดจันทบุรี เก็บเกี่ยวผลลองกองโดยนับอายุของผล คือนับจากผลเริ่มเปลี่ยนสีประมาณ 15-25 วัน (นพรัตน์, 2528) ใช้กรรไกรตัดขั้วช่อผลแล้วบรรจุลงในกล่องโฟม ขนส่งทางรถตู้ปรับอากาศ นำผลลองกองมาตัดเป็นลูกเดี่ยว และคัดแยกผลที่มีตำหนิออก เลือกผลลองกองบริเวณกลางช่อผล นำมาล้างด้วยน้ำผสมโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ความเข้มข้น 200 ppm ผึ่งให้แห้ง และนำไปจุ่มสาร kojic acid ที่ความเข้มข้นในช่วง 0-4 mM (Iyidogan and Bayindirli, 2004) และระยะเวลาในการจุ่มตั้งแต่ 0-5 นาที คัดเลือกความเข้มข้นและระยะเวลาที่ดีที่สุด 2 ความเข้มข้น ที่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกองได้โดยให้เป็นคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของเปลือก (นพรัตน์, 2528) และนำความเข้มข้น และเวลาดังกล่าวมาใช้ในการทดลอง โดยนำผลลองกองที่เตรียมได้จากข้างต้น มาจัดการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) ดังนี้ วิธีการที่ 1ไม่จุ่มสาร kojic acid วิธีการที่ 2 จุ่มด้วยสาร kojic acid ความเข้มข้น 1 mM นาน 1 นาที วิธีการที่ 3 จุ่มด้วยสาร kojic acid ความเข้มข้น 4 mM นาน 3 นาที ผึ่งผลลองกองให้แห้ง บรรจุในตะกร้าพลาสติก นำผลลองกองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90-95 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทุก 3 วัน ได้แก่ คะแนนการเกิดสีน้ำตาล โดยคะแนน 0 = ไม่เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลองกอง 2 = เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลองกองน้อยกว่า 25% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด 4 = เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลองกอง 25% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด 6 = เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลองกอง 26-49% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด 8 = เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลองกอง 50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด 10 = เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลองกองมากกว่า 50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก วัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี (colorimeter) (ยี่ห้อ Minolta, รุ่น CR-300) โดยให้หัววัดแนบสัมผัสกับผิวหน้าของผลิตผลมากที่สุด และรายงานผลในระบบสี Hunter's scale โดยค่า L* เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 กรณีที่ ค่า L* เท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว ค่า L* เท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ ปริมาณ total phenol content ของเปลือกผล (Singleton *et al*., 1999) และการวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) (Duan *et al*., 2007; Jiang, 2000)

ผลและวิจารณ์

ผลลองกองในทุกชุดการทดลองมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา โดยผลที่จุ่มด้วย 1 mM kojic acid นาน 1 นาที และ 4 mM kojic acid นาน 3 นาที มีแนวโน้มการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าซึ่งสอดคล้องกับค่า L* โดยผลที่จุ่มสาร 1mM kojic acid นาน 1 นาที และ 4 mM kojic acid นาน 3 นาที มีค่า L* ลดลงอย่างช้าๆ โดยมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจาก Kojic acid เป็นสาร reducing agent ซึ่งทำหน้าที่ยับยั้งเอนไซม์ (Chen *et al*., 1991a, b) จากรายงานของ Son *et al*. (2001) พบว่าสาร kojic acid แสดงการยับยั้งเอนไซม์สูงที่สุดในชิ้นแอปเปิ้ลที่เกิดสีน้ำตาล เมื่อทดสอบด้วยสารประกอบ ฟีนอล (caffeic, chlorogenic, cinnamic,coumalic, ferulic, gallic และ kojic) นักวิจัยหลายคนได้ศึกษาเอนไซม์ PPO ในเห็ด มันฝรั่ง แอปเปิ้ลกุ้งขาว และกุ้งลอบเตอร์ โดยให้ทำปฏิกิริยากับสาร kojic acid พบว่าสามารถยับยั้งเอนไซม์ PPO ได้ และยังพบว่า kojic acid แสดงการยับยั้งแบบแข่งขันในกระบวนการออกซิเดชั่นของ chlorogenic acid และ catechol ในมันฝรั่ง และแอปเปิ้ลที่มีเอนไซม์ PPO อยู่ สารประกอบเหล่านี้แสดงการยับยั้งแบบชนิดผสมในกุ้งขาว และกุ้งลอบเตอร์ที่มีเอนไซม์ PPO อยู่เมื่อใช้ DL-beta-3,4-dihydroxyphenylalanine และ catechol เป็นสารตั้งต้น จากผลการทดลองพบว่าผลลองกองที่จุ่มสาร 1 mM kojic acid นาน 1 นาที และ 4 mM kojic acid นาน 3 นาที มีเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 3 และต่อมามีกิจกรรมลดลงไม่แตกต่างกัน โดยมีกิจกรรมน้อยกว่าชุดควบคุมตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของเปลือกลองกองที่จุ่มผลลองกองด้วยสาร 1 mM kojic acid นาน 1 นาที และ 4 mM kojic acid นาน 3 นาที ก็มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดน้อยกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้ สาร kojic acid เป็นที่รู้กันว่ามีประสิทธิภาพในการจับกับโลหะ และ organometallic compounds (Marwaha *et al*.,1994; Sallam *et al*., 1990) อิออนของสาร kojic acid และอนุพันธ์ มีคุณลักษณะเป็น bidentate ligands ที่เชื่อมโยงกับ iron (III) ใน carbonyl และ phenolic hydroxyl oxygens (Sima *et al*., 1993) ความสามารถในการจับกับโลหะของ kojic acid และอนุพันธุ์ยังใช้เป็นสารต้านจุลินทรย์ เชื้อรา และสารต้านมะเร็ง (Bala´zˇ *et al*., 1993; Bransova *et al*., 1995;Novotny *et al*., 1999; Uher *et al*., 2000) ได้

สรุป

การจุ่มผลลองกองในสาร kojic acid ทั้งสองความเข้มข้นคือ 1 mM นาน 1 นาที และ 4 mM นาน 3 นาที มีผลรักษาความสว่าง (ค่า L*) ของสีเปลือก และลดกิจกรรมเอนไซม์ PPO แต่ไม่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลในผลลองกอง

คำขอบคุณ

ขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนทุนในการวิจัย และการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นพรัตน์ พันธุวนิช. 2528. การเจริญเติบโตของผลดัชนีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 98 หน้า.

Bala´zˇ, Sˇ., E. Urdik, R. Ujhelyova, D. Valigura, M. Uher, M. Veverka, V. Koneč ný, J. Adamcová, P. Michalík and J. Brtko. 1993. Biologically important physicochemical properties of kojic acid derivatives. Collection of Czech Chemical Communications 58: 693–701.

Bransova, J., J. Brtko, M. Uher and L. Novotny. 1995. Antileukemic activity of 4-pyranone derivatives. International Journal of Biochemistry & Cell Biology 27: 701–706.

Chen, J.S., R.S. Rolle, M.R. Marshall and C.I. Wei. 1991a. Comparison of phenoloxidase activity from Florida sping lobster and Western Australia lobster. Journal of Food Science 56: 154-157.

Chen, J.S., C.I. Wei and M.R. Marshall. 1991b. Inhibition mechanism of kojic acid on polyphenol oxidase. Journal of Agricultural Food Chemistry 39: 1897–1901.

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.

Iyidogan, N.F and A. Bayindirli. 2004. Effect of L-cysteine, kojic acid and kojic acid combination on inhibition of enzymatic browning in Amasya apple juice. Journal of Food Engineering 62: 299-304.

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.

Marwaha, S. S., J. Kaur and G.S. Sohdi. 1994. Organomercury (II) complexes of kojic acid and maltol: Synthesis, characterisation and biological studies. Journal of Inorganic Biochemistry 54: 67–74.

Novotny, L., P. Rauko, M. Abdel-Hamid and A. Vachalkova. 1999. Kojic acid – a new leading molecule for a preparation of compounds with an anti-neoplastic potential. Neoplasma 46: 89–92.

Sallam, S. A., S.S. Haggag and M.S. Masoud. 1990. Thermodynamic parameters of ionization of kojic acid and its coordinating behavior towards transition metals. Thermochimica Acta 168: 1–7.

Sˇima, J., B. Chochulova´, M. Veverka, J. Maka´nˇova´, M. Hajsˇelova´ and A. Bradiakova´. 1993. Efficiency of the photoreduction of iron (III) complexes with kojic acid derivatives. Polish Journal of Chemistry 67: 1369–1374.

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.

Son, S.M., K.D. Moon and C.Y. Lee. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. Food Chemistry 73: 23-30.

Uher, M., M. Chalabala and J. Cˇizˇma´rik. 2000. Kojic acid and its derivatives as potential therapeutic agents. Cˇeska´slovenska´ farmacie 49: 288–298.

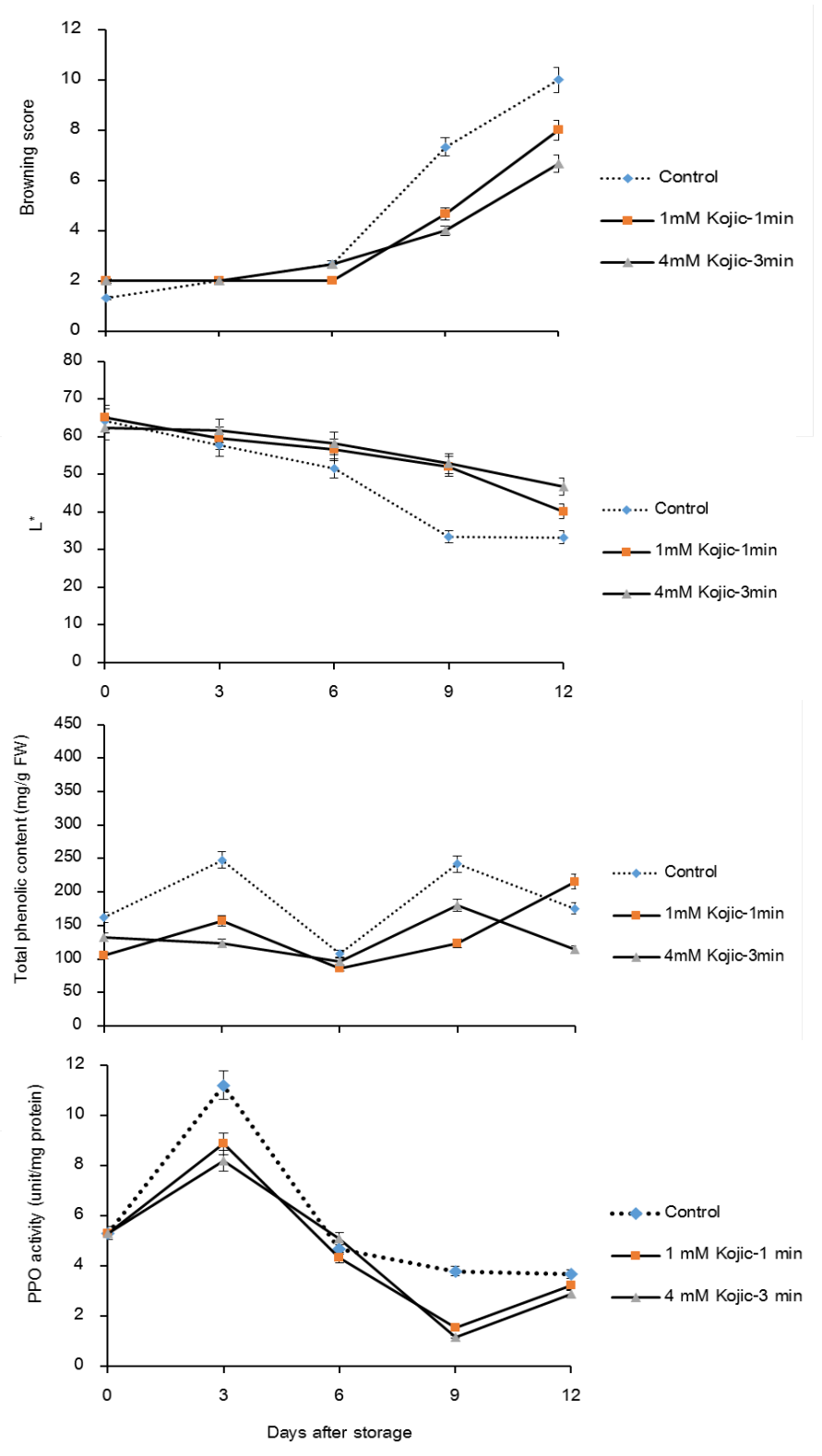

Figure 1 Change in browning score, L* value, total phenolic content and PPO activity of longkong dipped in 1 mM Kojic for 1 min and 4 mM Kojic for 3 min, compared with the control. Longkong stored at 13°C, 90-95% RH.