Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 62-65 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 62-65 (2561)

การชะลอการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอล และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงมังคุดโดยการฉายรังสียูวีบี

Delaying of the Change in Phenolic Content and Chlorophyll Derivatives in Calyx of Magosteen by UV-B Irradiation

ณัฐวุฒิ คงพูน[1] นาโอกิ ยามาอูชิ[2] และสมัคร แก้วสุกแสง[3]

Natthawut Kongpoon[1], Naoki Yamauch[2] and Samak Kaewsuksaeng[3]

Abstract

Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) is an economical crop of Thailand. Postharvest quality change is a rapid of color change in calyx and peel. It is caused by a change of phenolic compound and their effects on degradation of chlorophyll derivatives in the calyx of mangosteen which unacceptable of consumer and reduce the value that usually occurs. Therefore, this research was to investigate the delay of the in phenolic content and chlorophyll derivatives in calyx of magosteen by UV-B irradiation with UV-B doses 45 kJ m^{-2} and then kept in darkness at ambient temperature (25±4 $^{\circ}$C). UV-B doses of 45 kJ m^{-2} maintained the green calyx and delayed the change of peel color with a phenol content as α-mangostein, epicatechin and catechins as 373.40, 122.88 and 6.34 µg/gFW, respectively, compare with control in the last day of storage. UV-B doses of 45 kJ m^{-2} found significantly the reduction of the enzyme polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) activity associated browning in calyx of magosteen during storage than control. Conclusion, UV-B of 45 kJ m^{-2} effectively suppressed chlorophyll degradation of chlorophyll derivatives include chlorophyllide *a*, pheophorbide *a*, 13^2-hydroxychlorophyll *a* and pheophytin *a* in the calyx of mangosteen.

Keywords: Mangosteen, Phenolic content, Chlorophyll derivatives

บทคัดย่อ

มังคุดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย แต่มักพบการเกิดปัญหาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวคือ การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงและสีเปลือกผลอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอล และการสลายตัวของอนุพันธ์คลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงมังคุด ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและมีมูลค่าลดลง วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ศึกษาผลของการฉายรังสียูวีบีต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอล และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์เพื่อควบคุมสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงมังคุดโดยการนำผลมาฉายรังสียูวีบีที่ความเข้ม 45 กิโลจูลย์ต่อตารางเมตร เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ฉายรังสียูวีบี (ชุดควบคุม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±4 องศาเซลเซียส) ในที่มืด พบว่าที่ความเข้ม 45 กิโลจูลย์ต่อตารางเมตร รักษาสีเขียวของกลีบเลี้ยง และชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลในกลีบเลี้ยงมังคุดได้แก่ α-mangostein, epicatechin และ catechin ระหว่างการเก็บรักษาได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 373.40, 6.34 และ 122.88 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด ตามลำดับ และยังลดกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลได้แก่ polyphenol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) ในกลีบเลี้ยงมังคุด นอกจากนี้การฉายรังสียูวีบีที่ความเข้ม 45 กิโลจูลย์ต่อตารางเมตร สามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และปริมาณอนุพันธุ์ของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllide *a*, pheophorbide *a*, 13^2-hydroxychlorophyll *a* และ pheophytin *a* ในกลีบเลี้ยงผลมังคุด

คำสำคัญ: มังคุด, สารประกอบฟีนอล, อนุพันธุ์คลอโรฟิลล์

[1] หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พัทลุง 93210

[1] Program of Biotechnology, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung Campus 93210 Thailand

[2] บัณฑิตวิทยาลัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยยามากุชิ โยชิดะ 1677-1 ยามากุชิ ญี่ปุ่น 753-8515

[2] Graduate School of Science and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 1677-1 Yoshida, Yamaguchi 753-8515, Japan

[3] สาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พัทลุง 93210

[3] Department of Plant Science, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung Campus 93210 Thailand

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่การผลิตมังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) ได้แก่ นนทบุรี จันทบุรี สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาส พังงา และพัทลุง ซึ่งปัจจุบันโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้แถบจังหวัดนครศรีธรรมราช มีเนื้อที่การผลิตมังคุดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สำหรับตลาดการส่งออกจะอยู่ในแถบเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น เวียดนาม และประเทศในแถบตะวันออกกลาง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) อย่างไรก็ตามยังพบปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวของมังคุดได้แก่ ส่วนของกลีบเลี้ยงและขั้วผลเกิดการเหี่ยว และเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาลซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลอย่างรวดเร็ว (Piriyavinit *et al.,* 2011) และการสูญเสียสีเขียวเกิดขึ้นมีสาเหตุจากการสลายตัวของสารสีคลอโรฟิลล์ ถูกกระตุ้นโดยกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllase, Mg-dechelatease, chlorophyll-degrading peroxidase และ pheophytinase (Kaewsuksaeng *et al.,* 2011) ปัจจุบันมีการฉายรังสี Ultraviolet B (UV-B) ซึ่งมีความยาวคลื่นอัลตราไวโอเลทเท่ากับ 280-315 นาโนเมตร ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้พืชเกิดภาวะเครียด (stress treatment) และมีผลยับยั้งบางกระบวนการเมตาบอลิซึมในพืช มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยว เช่น มะนาว และบร็อคโคลี่ สามารถชะลอการเหลืองและปรับปรุงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Aiamla-or *et al.,* 2010) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจึงนำมาสู่การประยุกต์ใช้ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลและอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงมังคุดโดยการฉายรังสียูวีบีเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงมังคุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมังคุดที่ใช้ในการทดลองได้จากสหกรณ์นครผักและผลไม้ จำกัด จังหวัดนครศรีธรรมราช อยู่ในระยะที่ 2 (ผลมีจุดประสีชมพูกระจายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของผล และมีค่า a*/b* เท่ากับ 0.44) คัดเลือกผลมังคุดที่มีขนาดผลสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิหรือบาดแผล จากนั้นทำความสะอาดโดยใช้ผ้าชุบน้ำเช็ด วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) แต่ละการทดลองมี 10 ซ้ำ ซ้ำละ 30 ผล หลังจากนั้นนำผลไปฉายรังสียูวีบีที่ความเข้ม 45 kJ m^{-2} แล้วใส่กล่องทางการค้า เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±4 องศาเซลเซียส) ในที่มืดเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลง ปริมาณสารประกอบฟีนอลได้แก่ α-mangostein, epicatechin และ catechin ด้วยเครื่อง HPLC ที่ความยาวคลื่น 370 นาโนเมตร รวมไปถึงปริมาณอนุพันธุ์ของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllide a, pheophorbide *a*, 13^2-hydroxychlorophyll *a* และ pheophytin *a* ในกลีบเลี้ยงมังคุด ทุกๆ 3 วัน (Yamauchi and Watada, 1991)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ในกลีบเลี้ยงพบสารประกอบฟีนอลได้แก่ α-mangostein, epicatechin และ catechin (Figure 1) ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในชุดการทดลองที่ฉายรังสียูวีบีที่ความเข้ม 45 kJ m^{-2} สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของสารประกอบฟีนอลทั้งสามชนิดได้ดีกว่าชุดควบคุม และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) (Figure 2 และ Figure 3) และยังลดกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลได้แก่ PPO และ POD ในกลีบเลี้ยงได้ (Figure 3) ซึ่งจากรายงานการวิจัยการศึกษาทางพฤกษเคมีแสดงให้เห็นว่าเปลือกผลมังคุดมีสารประกอบโพลิฟีนอลเป็นองค์ประกอบเคมี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอนุพันธ์ของแซนโทน (xanthone derivatives) เช่น α-, β-, γ-mangostein และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ (Piriyavinit *et al.,* 2011) จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ากลีบเลี้ยงของมังคุดมีสารประกอบกลุ่มโพลิฟีนอลนี้ด้วยได้เช่นเดียวกับบริเวณเปลือกผล ซึ่งเป็นสารตั้งต้นทำให้เกิดสีน้ำตาลบริเวณกลีบเลี้ยงมังคุด

นอกจากนี้การฉายรังสียูวีบีที่ความเข้ม 45 kJ m^{-2} ยังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอนุพันธุ์ของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllide *a* pheophorbide *a* 13^2-hydroxychlorophyll a และ pheophytin *a* ในกลีบเลี้ยงได้ดีกว่าชุดควบคุม (Figure 4) ซึ่งการฉายรังสียูวีบีเป็นวิธีการที่ทำให้ผลิตผลเกิดภาวะเครียด ส่งผลให้เกิดการยับยั้งหรือการชะลอกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยเฉพาะคลอโรฟิลล์เอ (Yamauchi and Watada, 1991) และยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องได้แก่ chlorophyllase, chlorophyll-degrading peroxidase และ pheophytinase (Kaewsuksaeng *et al.,* 2011) เช่นเดียวกันกับ Kaewsuksaeng *et al.* (2011) การฉายรังสียูวีบีในมะนาวพันธุ์ตาฮิติ ที่ระดับความเข้ม 19.0 kJ m^{-2} สามารถลดกิจกรรมเอนไซม์ chlorophyllase, Mg-dechelation, chlorophyll-degrading peroxidase และ pheophytinase รวมทั้งชะลอการลดลงปริมาณอนุพันธุ์ของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllide *a*, pheophorbide *a*, 13^2-hydroxychlorophyll *a* และ pheophytin a ได้ดีกว่าชุดควบคุม

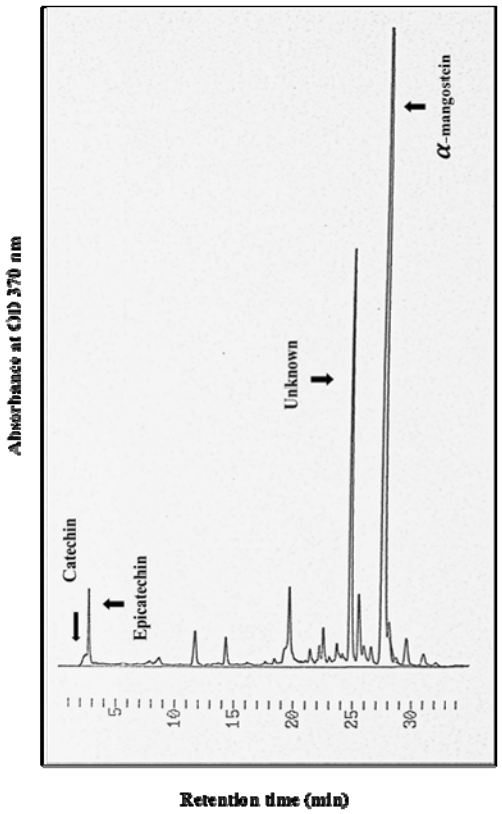

Figure 1 Chromatograms of phenolic content as α-mangostein, epicatechin and catechin of mangosteen calyx

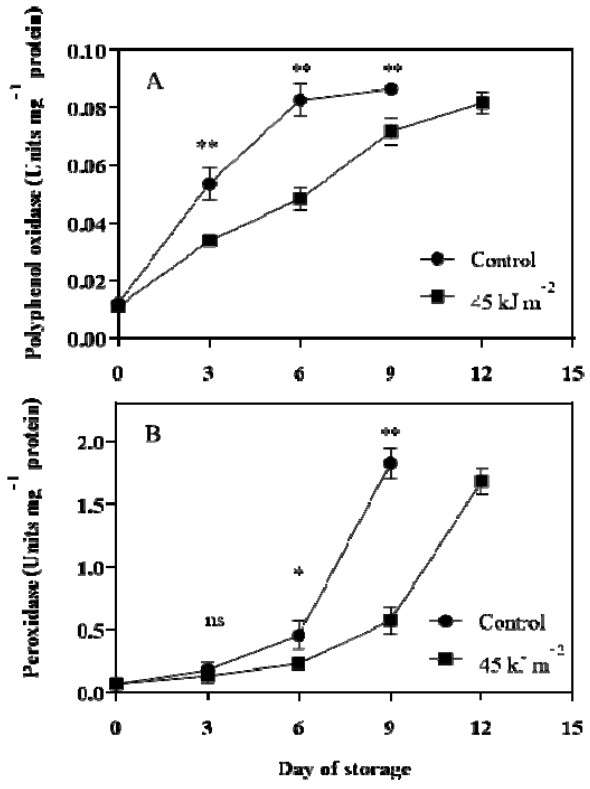

Figure 3 Changes in as polyphenol oxidase (A) and peroxidase (B) of mangosteen calyx during storage

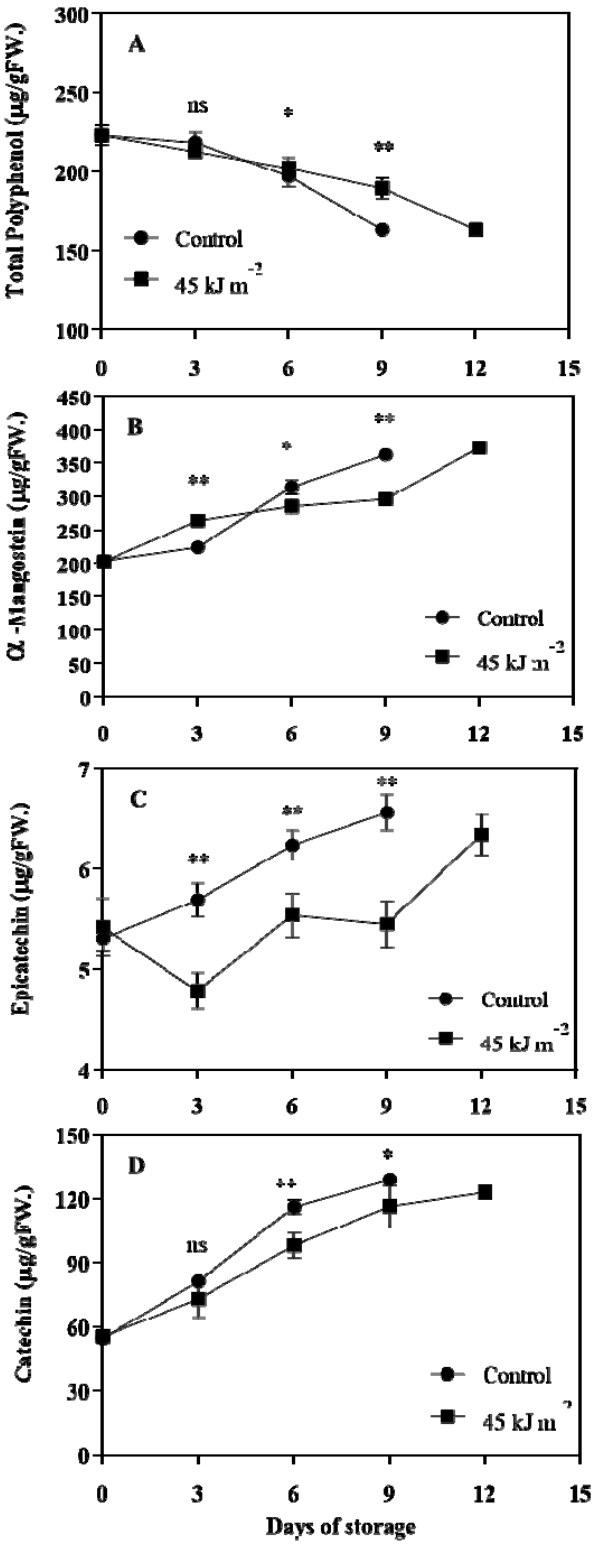

Figure 2 Changes in phenolic content (A) α-mangostein (B), epicatechin (C) and catechin (D) of mangosteen calyx during storage

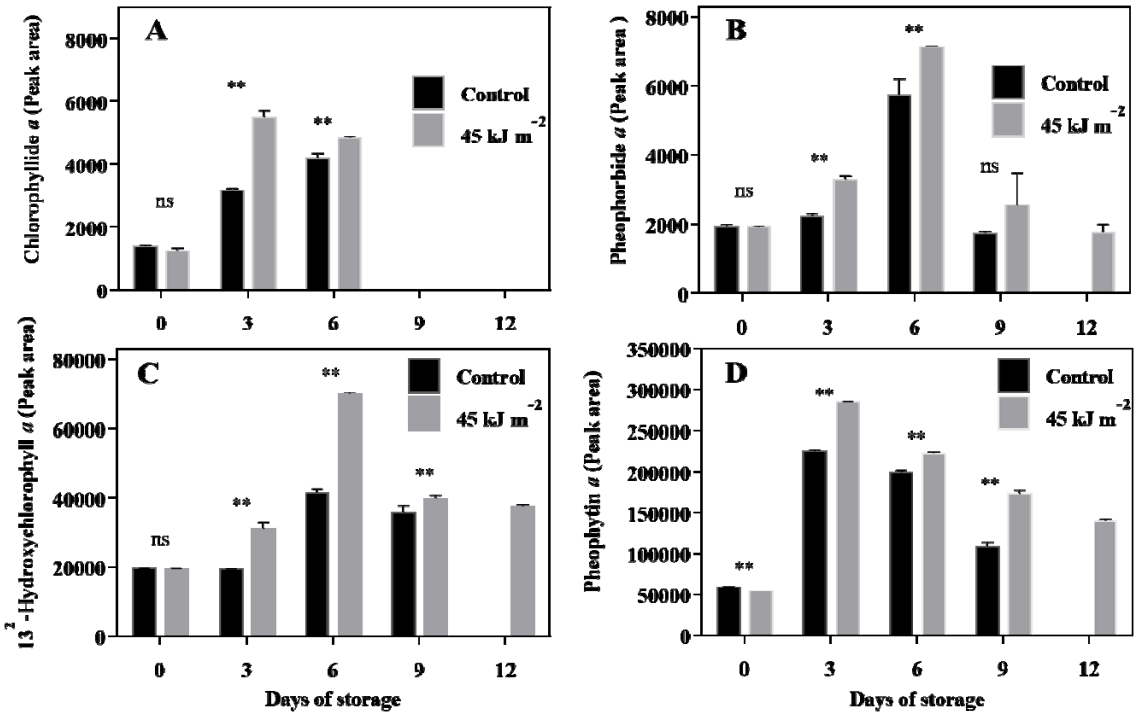

Figure 4 Changes in Chlorophyll derivatives as chlorophyllide a (A), pheophorbide a (B), 13^2-hydroxychlorophyll *a* (C) and iheophytin a (D) of mangosteen calyx during storage.

สรุปผลการทดลอง

การฉายรังสียูวีบีที่ความเข้ม 45 kJ m^{-2} ให้กับผลมังคุดระยะที่ 2 ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเขียวเป็นสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงผลมังคุด และชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลได้แก่ α-mangostein, epicatechin และ catechin และกิจกรรมเอนไซม์ PPO และ POD รวมถึงชะลอการลดลงของปริมาณอนุพันธุ์ของคลอโรฟิลล์ได้แก่ chlorophyllide *a* pheophorbide *a* 13^2-hydroxychlorophyll *a* และ pheophytin *a* ได้ดีกว่าชุดควบคุมระหว่างการเก็บรักษานาน 12 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) รหัสโครงการ MSD 59I0006 และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund) (TRF) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

Aiamla-or, S., S. Kaewsuksaeng, M. Shigyo and N. Yamauchi. 2010. Impact of UV-B on chlorophyll degradation and chlorophyll-degrading enzyme activities in stored broccoli (*Brassica oleracea* L. Italica Group) florets. Food chemistry 120: 645–651.

Kaewsuksaeng, S., Y. Urano, S. Aiamla-or, M. Shigyo and N. Yamauchi. 2011. Effect of UV-B irradiation on chlorophyll-degrading enzyme activities and postharvest quality in stored lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 61: 124-130.

Piriyavinit, P., S. Ketsa and W.G. Doorn. 2011. 1-MCP extends the storage and shelf life of mangoteen (*Gracinia mangostana* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 61: 15-20.

Yamauchi, N. and A. E. Watada. 1991. Regulate chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. Journal of the American Society for Horticultural Science 116: 58-62.