ผลของการฉายรังสียูวีบีต่อคุณภาพของกล้วย Cavendish
Effect of UV-B Irradiation on Quality of Cavendish Banana

สิรินันทน์ สุขทวี[1] อายากะ โนริมูระ[2] อายาโก คาโต[2] นาโอกิ ยามาอุจิ[2] และ วาริช ศรีละออง[1]
Sirinan Suktawee[1], Ayaka Norimura[2], Ayako Kato[2], Naoki Yamauchi[2] and Varit Srilaong[1]

Abstract

Banana (*Musa* spp.) is an important fruit in Thailand as it shows highly efficient production and potential for exportation. Unfortunately, bananas are easily damaged and susceptible to defective symptoms during transportation such as bruising postharvest disease and chilling injury which are all major problems of banana export. Therefore, the aim of this work was to study the effects of UV-B irradiation on the quality of Cavendish bananas. Immature and mature bananas were irradiated with various UV-B dosages, ranging from 0 – 14.29 kJ•m^{-2}, and stored at 4°C. The results revealed that treatment with UV-B dosages of 1.71 – 14.29 kJ•m^{-2} and 2.25 – 4.56 kJ•m^{-2} caused damage symptom on peels of mature and immature bananas, respectively. When mature and immature fruits were irradiated with UV-B dosages of 0.23–0.70 kJ•m^{-2}and 0.23–1.35 kJ•m^{-2}, respectively, peels appeared to have chilling injury symptoms. However, UV-B dosage of 0.34 kJ•m^{-2} on immature bananas reduced weight loss and severity of chilling injury. The severity level of chilling injury correlated with maintained contents of polyphenol and o-diphenol. In addition, the total peroxide content was steadily altered in bananas treated with UV-B at dosages of 0.34 kJ•m^{-2}. Peroxide was found to correlate with decreased ascorbic acid content. This revealed the role of ascorbic acid in helping to prevent accumulation of peroxide in cells.

Keywords: UV-B radiation, ripening stage, chilling injury

บทคัดย่อ

กล้วย (*Musa* spp.) เป็นผลไม้ที่สำคัญของประเทศไทยทั้งยังมีศักยภาพในการผลิตและการส่งออก ปัญหาที่พบในการส่งออก ได้แก่ รอยช้ำ โรคหลังการเก็บเกี่ยว และอาการสะท้านหนาว ในระหว่างการขนส่ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสียูวีบีต่อคุณภาพของกล้วย Cavendish โดยฉายรังสียูวีบีความเข้ม 0 -14.29 kJ•m^{-2} ในกล้วย 2 ระยะ คือ กล้วยดิบ และกล้วยสุก จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4ºC ผลการทดลองพบว่าการฉายรังสียูวีบีในกล้วยสุกที่ระดับความเข้ม 1.71 - 14.29 kJ•m^{-2} และในกล้วยดิบที่ระดับความเข้ม 2.25 - 4.56 kJ•m^{-2} ส่งผลให้เปลือกกล้วยเกิดความเสียหาย ส่วนการฉายรังสียูวีบีในกล้วยสุกที่ระดับความเข้ม 0.23 - 0.70 kJ•m^{-2} และในกล้วยดิบที่ระดับความเข้ม 0.23 - 1.35 kJ•m^{-2} พบว่ากระตุ้นให้เกิดอาการสะท้านหนาว บนเปลือกกล้วย อย่างไรก็ตามพบว่า การฉายรังสียูวีบีในกล้วยดิบที่ระดับความเข้ม 0.34 kJ•m^{-2} ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวบนเปลือกกล้วยซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบพอลิฟีนอล และ ออร์โท-ไดฟีนอล ที่มีค่าคงที่ในเปลือกกล้วย นอกจากนี้การฉายรังสียูวีบีที่ระดับความเข้ม 0.34 kJ•m^{-2} ส่งผลให้มีปริมาณเพอร์ออกไซด์ทั้งหมดคงที่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดแอสคอร์บิก ที่มีค่าลดลงเนื่องจากกรดแอสคอร์บิก ทำหน้าที่ป้องกันการสะสมเพอร์ออกไซด์ในเซลล์

คำสำคัญ: รังสียูวีบี ระยะการสุกแก่ อาการสะท้านหนาว

คำนำ

กล้วยเป็นผลไม้เขตร้อนที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ อีกทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ปัญหาที่สำคัญในการส่งออกกล้วยเพื่อบริโภคเป็นกล้วยผลสด คือ การเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (<10 ºC) (Manjiri and Vinod, 1984) ลักษณะอาการสะท้านหนาว ในกล้วย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีที่ผิวเปลือกผิดปกติ การบ่มไม่สุกในผลดิบ การแข็งตัวของเนื้อเยื่อส่วนของ Placenta และการสูญเสียกลิ่นและรส (Grierson *et al*., 1967) ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ จึงก่อให้เกิดความเสียหายทั้งด้านคุณภาพ ปริมาณ และมูลค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย การลดอาการสะท้านหนาวในกล้วยมีหลายวิธี เช่น การจุ่มในน้ำร้อน การใช้บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศ (Nguyen *et al*., 2004) และการใช้สาร 1-Methlicyclopropene (Huang *et al*., 2012)

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[1] Division of Postharvest Technology, Scholl of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140
[2] Faculty of Agriculture, Yamaguchi University, Yoshida, Yamaguchi 753-8515, Japan

เป็นต้น Pongprasert *et al*. (2011) พบว่าการฉายรังสียูวีซีกับกล้วยสามารถลดอาการสะท้านหนาวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ ในขณะที่การฉายรังสียูวีบี สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ของบร็อคโคลี่ (Aiamla-or *et al*., 2010) รักษาคุณภาพ และส่งเสริมการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระของมะเขือเทศ (Liu *et al*., 2010) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการยับยั้งการเกิดอาการสะท้านหนาวในกล้วยโดยใช้รังสียูวีบี ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสียูวีบีต่อการยับยั้งการเกิดอาการสะท้านหนาวในกล้วยที่ระยะผลดิบและผลสุก

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการขนส่งกล้วยที่มีระยะการสุกแตกต่างกัน 2 ระยะ ได้แก่ กล้วยผลดิบ และกล้วยผลสุก จากบริษัทส่งออกมายังห้องปฏิบัติการ นำมาตัดแบ่งเป็นผล แล้วทำการจุ่มกล้วยในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 1 นาที ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาทำการฉายรังสีที่ระดับความเข้มต่างๆ (Table 1) หลังจากการฉายรังสีทำการเก็บรักษากล้วยในที่มืดอุณหภูมิ 4ºC เป็นเวลา 8 วัน โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว-แดง (a*) ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ปริมาณเพอร์ออกไซด์ทั้งหมด ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ตามวิธีของ Roe *et al*. (1948) ปริมาณสารประกอบพอลิฟีนอล (Polyphenol) โดยใช้ folin-Ciocalteu reagent และปริมาณออร์โท-ไดฟีนอล (o-diphenol) โดยใช้ Arrow reagent ตามวิธีการของ Singleton and Rossi (1965)

Table 1 Doses of UV-B irradiation

Ripening Stage	UV-B dose (kJ•m^{-2})
Mature fruit (yellow peel)	0.23, 0.34, 0.35, 0.45, 0.53, 0.70, 1.71, 2.38, 3.42, 4.77, 9.53,14.29
Immature fruit (green peel)	0.23, 0.34, 0.45, 0.69, 0.90, 1.35, 2.25, 4.56

ผล

การฉายรังสียูวีบีที่ระดับความเข้ม 0.23 – 0.70 kJ•m^{-2} และ 1.71 – 14.29 kJ•m^{-2} แก่กล้วยสุก มีผลทำให้กระตุ้นการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกกล้วย และก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลกล้วยตามลำดับ (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่า L* และค่า b* การฉายรังสียูวีบีให้กับกล้วยดิบที่ระดับความเข้ม 1.35 - 4.56 kJ•m^{-2} และที่ระดับความเข้ม 0.23 และ 0.45 – 0.90 kJ•m^{-2} กระตุ้นการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกกล้วยเช่นเดียวกัน (Figure 2) ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่า L* และค่า a* ที่มีค่าลดลง อย่างไรก็ตามการฉายรังสียูวีบีในกล้วยดิบ ที่ความเข้ม 0.34 kJ•m^{-2} พบว่าการเกิดอาการสะท้านหนาว และการเปลี่ยนแปลงค่า L* และ a* ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Figure 3) ขณะที่การฉายรังสียูวีบีช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผล และแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 4)

Figure 1 Change in the peel of mature banana fruits treated with UV-B and stored at 4ºC for 3 days

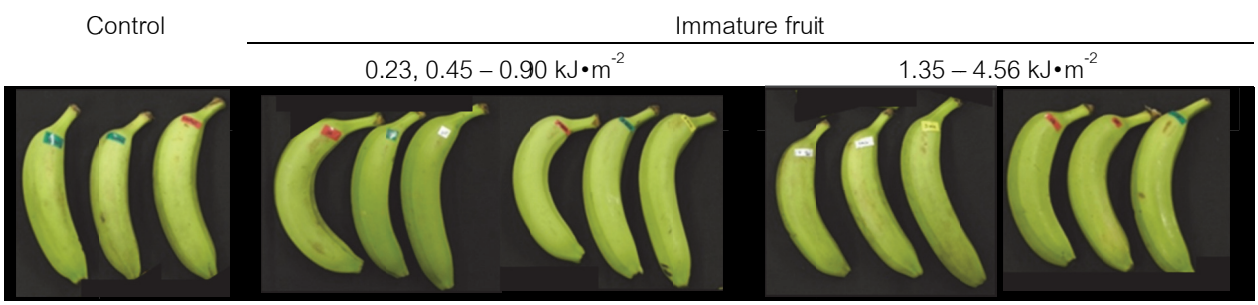

Figure 2 Change in the peel of immature banana fruits treated with UV-B and stored at 4ºC for 3 days

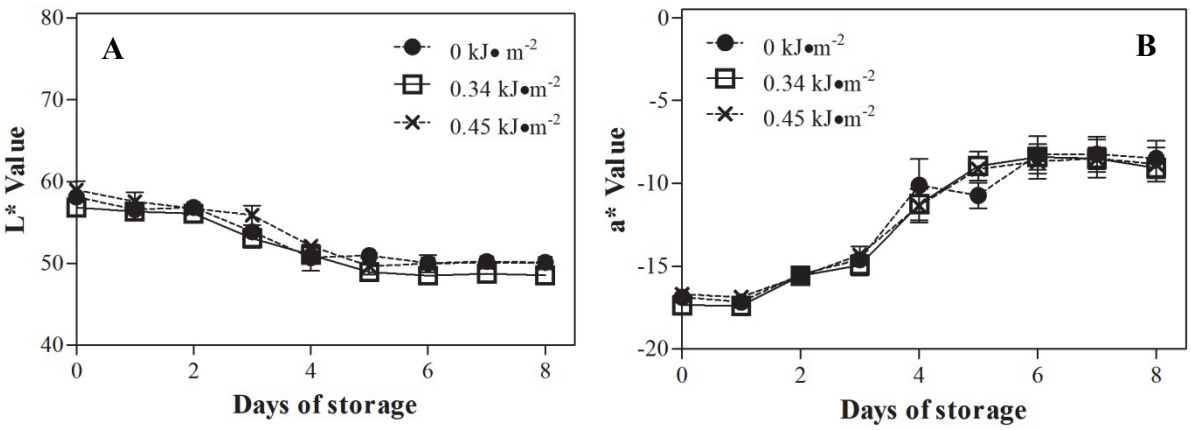

Figure 3 Change in *L** value (A) and *a** value (B) of immature banana fruits treated with UV-B at dose 0.34 and 0.45 kJ•m^{-2} and stored at 4ºC

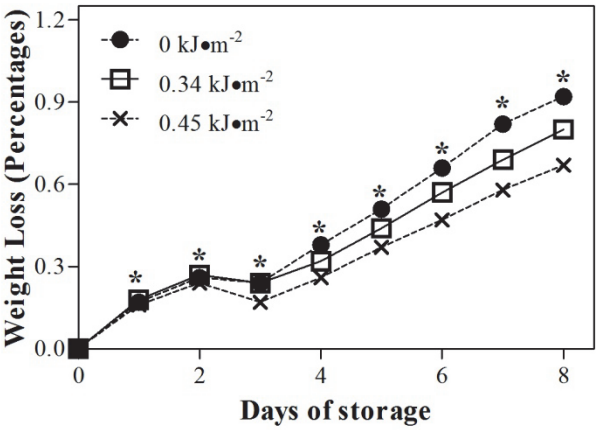

Figure 4 Change in weight loss of immature banana fruits treated with UV-B at dose 0.34 and 0.45 kJ•m^{-2} and stored at 4ºC

สารประกอบพอลิฟีนอล มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยทั้งในชุดควบคุม และในกล้วยดิบที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 0.34 kJ•m^{-2} อย่างไรก็ตามผลกล้วยดิบที่ผ่านการฉายรังสีมีปริมาณสารประกอบพอลิฟีนอล มากกว่าชุดควบคุมในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ปริมาณสารประกอบออร์โท-ไดฟีนอล มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาแล้วลดลงในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 5) ปริมาณเพอร์ออกไซด์ทั้งหมดและปริมาณกรดแอสคอร์บิก ในกล้วยดิบชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ขณะที่กล้วยที่ทำการฉายรังสียูวีบีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ทั้งหมดเพิ่มเล็กน้อยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Figure 6)

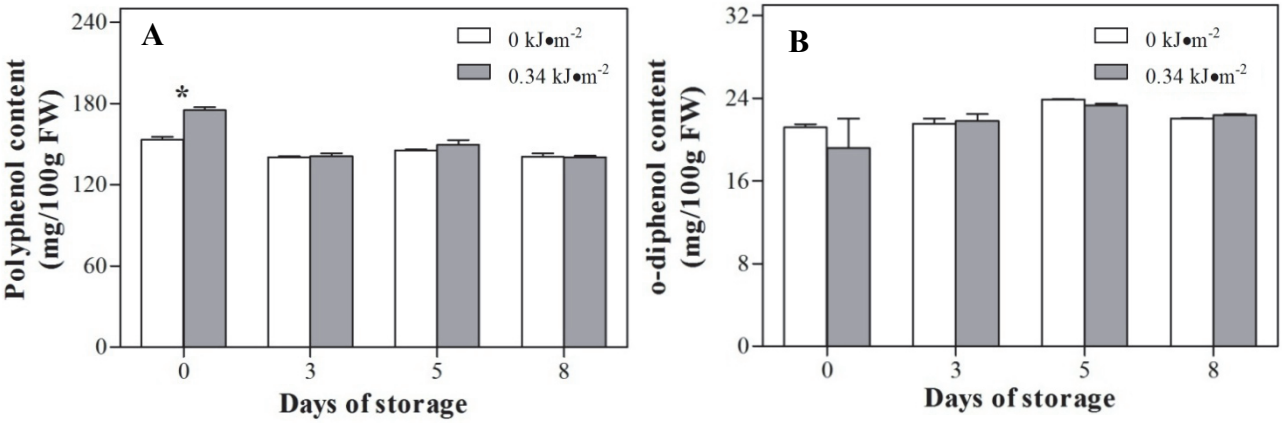

Figure 5 Change in polyphenol (A) and *o*-diphenol (B) content of immature banana fruits treated with UV-B and stored at 4ºC

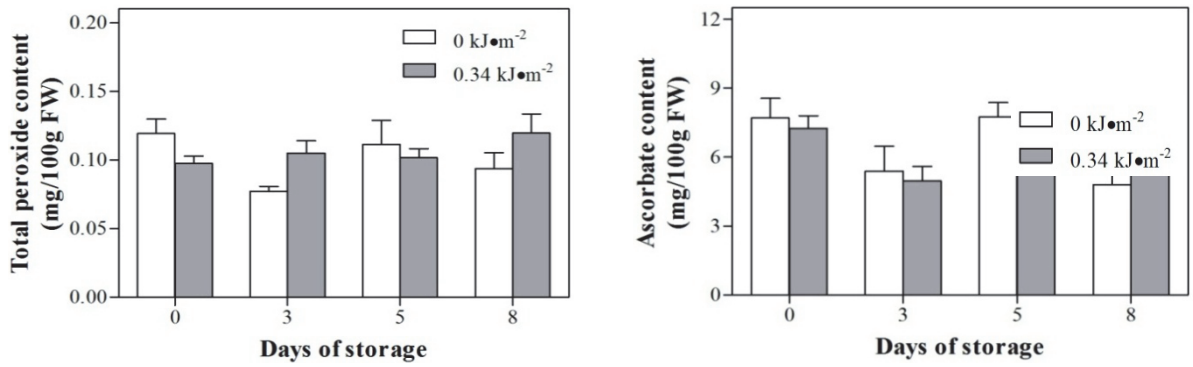

Figure 6 Change in total peroxide (A) and ascorbic acids (B) content of immature banana fruits treated with UV-B and stored at 4ºC

วิจารณ์ผล

ผลการทดลองฉายรังสียูวีบีในกล้วยสุกทุกระดับความเข้ม และการฉายรังสียูวีบีในกล้วยดิบที่ความเข้ม 0.23 และ 0.45 – 4.56 kJ•m^{-2} ก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของเปลือกกล้วย สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าสี ที่มีแนวโน้มค่าสีน้ำตาลแดงเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากรังสียูวีบีก่อให้เกิดอันตรายกับสิ่งมีชีวิต ได้แก่ การทำลายส่วนของดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมัน และเนื้อเยื่อต่างๆ (Hollosy, 2002) อีกทั้งกล้วยสุกมีความอ่อนนุ่ม การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการสุก ส่งผลต่อเนื้อเยื่อของกล้วยทำให้ไม่ทนต่อการฉายรังสี อย่างไรก็ตามการฉายรังสียูวีบีในกล้วยดิบที่ระดับความเข้ม 0.34 kJ•m^{-2} สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ เนื่องจากการฉายรังสียูวีบีช่วยรักษาปริมาณสารประกอบพอลิฟีนอล และปริมาณเพอร์ออกไซด์ทั้งหมดให้มีค่าคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้การฉายรังสียูวีบีในกล้วยสุกและกล้วยดิบทุกระดับความเข้ม การสูญเสียน้ำหนักลดลง เป็นผลมาจากรังสียูวีบีลดการเปิดของปากใบ (Dai *et al*., 1995) ส่งผลให้ลดการสูญเสียน้ำในผลิตผล

สรุป

การฉายรังสียูวีบีในกล้วย ทุกระดับความเข้มช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก แต่ก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผิวเปลือก อย่างไรก็ตามการฉายรังสียูวีบีในกล้วยดิบที่ระดับ 0.34 kJ•m^{-2} สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว เนื่องมาจากการฉายรังสียูวีบีมีผลต่อสารประกอบฟีนอล และปริมาณเพอร์ออกไซด์ทั้งหมด ระหว่างการเก็บรักษากล้วยที่อุณหภูมิต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก Japan Student Services Organization (JASSO) ตลอดจน พี่ เพื่อน และน้องในมหาวิทยาลัยยามากุจิ และสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

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

Dai, Q., P. Shaobing, C. Q. Arlene and V. S. Benito. 1995. Effects of UV-B radiation on stomatal density and opening in rice (*Oryza sativa* L.). Ann. Bot. 76: 65–70.

Grierson, E.B., W. Grierson and J. Soule. 1967. Chilling injury in tropical fruit. I. Bananas (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* cv. Lacatan). Proc. Trop. Reg.Am. Soc. Hort. Sci. 11: 82–94.

Hollosy, F. 2002. Effects of ultraviolet radiation on plant cells. Micron 33: 179-197.

Huang, S., L.Taotao, J. Guoxiang, X. Weiping, C. Shaodong, J. Yueming and D. Xuewu. 2012. 1-Methylcyclopropene reduces chilling injury of harvested okra (*Hibiscus esculentus* L.) pods. Scientia Horticulturae. 141:42-46.

Liu, C., H. Xiaoxu, C. Luyun, L. Xianying, Y. Tiejin and J. Zhenhui. 2011. Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. Postharvest Biology and Technology 59: 232-237.

Manjiri, V. T. and M. V.Vinod. 1984. Peroxidase and Chilling injury in banana fruit. J. Agric.Food.Chem. 32: 1352-1354.

Nguyena, T. B. T., K. Saichol and G. W. van Doorn. 2004. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. Postharvest Biology and Technology 31: 313–317.

Pongprasert, N., S. Yoshihiko, S. Sumik and G .Hiroshi. 2011. A novel postharvest UV-C treatment to reduce chilling injury (membrane damage, browning and chlorophyll degradation) in banana peel. Scientia Horticulturae 130: 73-77.

Roe, J.H., B. M. Milles, J. M. Oesterling and M. C. Damron. 1948. The determination of diketo-l-gulonic acid, dehydro-l-ascorbic acid and l-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. J. Biol. Chem. 174: 201–208.

Singleton, V.L. and J.R. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomonolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16: 144–158.