Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 219 - 222 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 219 - 222 (2567)

ปริมาณรังสียูวี-บีและยูวี-ซีที่เหมาะสมเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพของผลแตงกวาในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
Optimal Doses of UV-B and UV-C to Delay Senescence of Cucumber Fruit during Storage at Room Temperature

สุกัญญา เอี่ยมลออ[1] นพพล เลิศวัฒนาสกุล[2] วิศณีย์ โพธิ์หล้า[1] อารักษ์ ธีรอำพน[1] และศตวรรษ เตชะทัต[1]
Sukanya Aiamla-or, Noppon Lertwattanasakul, Wisanee Pola, Arak Tira-umphon and Satawat Tachatat

Abstract

The objective of this experiment was to investigate the effects of UV-B and UV-C irradiation suitable for postharvest quality of cucumbers during storage at room temperature (27±2 °C, 75 ± 2% relative humidity) were studied. Cucumber fruits were harvested at commercial maturity stage and irradiated with low UV-B dose of 0.54-1.61 kJ/m^2, medium dose of 2.58-8.04 kJ/m^2, and high dose of 19.80-99.00 kJ/m^2 or UV-C at low dose of 0.20-0.60 kJ/m^2, medium dose of 0.80-2.58 kJ/m^2 and high dose of 5.18-10.35 kJ/m^2. Cucumbers without UV irradiation served as control fruits. All experimental batches of cucumber fruits were packed in corrugated boxes and stored at room temperature. Cucumbers were randomly picked and inspected daily during storage by measuring changes in peel color, fresh weight loss, and wilting. The results showed that cucumbers exposed to high doses of irradiation had an effect on peel color change from green to yellow, weight loss, and wilting of fruits but cucumbers irradiated with low dose of 0.54 kJ/m^2 UV-B and 0.20 kJ/m^2 UV-C showed the best results in reducing weight loss, delay the changes of peel color and fruit wilting during storage at room temperature. Irradiated UV-B and UV-C cucumbers may change in content of active substances, therefore, further study should be conducted on the content of some important substances.
Keywords: cucumber, UV-B, UV-C, weight loss, postharvest

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสียูวี-บีและรังสียูวี-ซีที่เหมาะสมต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลแตงกวาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 ± 2) โดยเก็บเกี่ยวแตงกวาที่ระยะความแก่ทางการค้าและนำมาฉายรังสียูวี-บีปริมาณต่ำ 0.54-1.61 kJ/m^2 ปริมาณกลาง 2.58-8.04 kJ/m^2 และปริมาณสูง 19.80-99.00 kJ/m^2 หรือยูวี-ซีปริมาณต่ำ 0.20-0.60 kJ/m^2, ปริมาณกลาง 0.80-2.58 kJ/m^2 และปริมาณสูง 5.18-10.35 kJ/m^2 ผลที่ไม่ได้รับการฉายรังสียูวีใช้เป็นชุดควบคุม แตงกวาทุกชุดการทดลองบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สุ่มผลแตงกวามาตรวจสอบคุณภาพทุกวันในระหว่างการเก็บรักษา ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การสูญเสียน้ำหนักสดและการเหี่ยว พบว่าผลที่รับการฉายรังสีปริมาณสูงเร่งการเปลี่ยนสีเปลือกผลแตงกวาจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การสูญเสียน้ำหนักและการเหี่ยวของผล แต่แตงกว่าที่รับการฉายรังสียูวี-บีปริมาณต่ำ 0.54 kJ/m^2 และยูวี-ซี ปริมาณต่ำ 0.20 kJ/m^2 สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและการเหี่ยวของผลแตงกวาได้ดีสุดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อย่างไรก็ตาม แตงกวาที่ได้รับการฉายรังสียูวี-บีและรังสียูวี-ซี อาจมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป
คำสำคัญ: แตงกวา รังสียูวี การสูญเสียน้ำหนัก หลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

ผลแตงกวา (*Cucumis sativus* L.) มีน้ำเป็นองค์ประกอบของเซลล์มาก มีคุณค่าทางอาหารสูง มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น Tannin, Polyphenol, Glycosides และ Resins สามารถพบสาร Cucurbitacin B ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านการ

[1] สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
[1] Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Suranaree Sub-District, Muang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima 30000
[2] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2] Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, 50 Ngamwongwan Rd, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

อักเสบและเกิดมะเร็งในคนได้ (Uthapala *et al*., 2020) ผลแตงกวาที่เก็บเกี่ยวมาในระยะผลอ่อนจึงมีอัตราการหายใจและการคายน้ำสูงทำให้ผลปรากฏอาการเหี่ยวง่าย โดยเฉพาะบริเวณขั้วผล สีเปลือกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ตัวอย่างแนวทางในการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตสดโดยการใช้ UV เช่น การศึกษาการใช้ UV-C กับบร็อคโคลี่ โดย Costa *et al*. (2006) ฉายรังสี UV-C ปริมาณ 4, 7, 10 หรือ 14 kJ/m^2 ให้กับบร็อคโคลี่ พบว่าบร็อคโคลี่ที่ได้รับรังสี UV-C ปริมาณ 10 kJ/m^2 มีการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุด เนื่องจาก UV-C ลดการดำเนินไปของกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในบร็อคโคลี่ นอกจากนี้ Barka *et al*. (2000) ศึกษาพบว่าการใช้ UV-C ปริมาณ 3.7 และ 10 kJ/m^2 ลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการอ่อนนุ่มของผนังเซลล์พืช ทำให้คงความแน่นเนื้อของผลมะเขือเทศได้ ในขณะที่ Vicente *et al*. (2005) และ Nutthachai *et al*. (2008) พบว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวหรืออาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพริกหวานและกล้วยหอมเนื่องจากอุณหภูมิต่ำเกิดขึ้นน้อยในผลพริกหวานและผลกล้วยที่ได้รับการฉายรังสี UV-C สำหรับการรายงานการใช้ UV-B กับงานด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปรากฏครั้งแรก โดย Aiamla-or *et al*. (2010, 2019) พบว่าการใช้ UV-B ปริมาณ 9.5 kJ/m^2 กระตุ้นการเสื่อมสภาพของบร็อคโคลี่ให้เร็วขึ้น แต่ปริมาณ UV-B ที่ 19-56 kJ/m^2 ลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และ Mewis *et al*. (2012) พบว่า Glucosinolates ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมาในบร็อคโคลี่ถูกชักนำให้เพิ่มสูงขึ้นในต้นอ่อนบร็อคโคลี่ที่ได้รับรังสี UV-B ปริมาณ 0.3-1 kJ/m^2 การศึกษาของ Srilaong *et al*. (2011) พบว่ามะนาวที่ได้รับการฉายรังสี UV-B ปริมาณ 19 kJ/m^2 ชะลอการเสื่อมสภาพและการเน่าเสียของมะนาวในระหว่างการเก็บรักษาได้ จากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นว่าพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีการตอบสนองกับ UV ในปริมาณที่แตกต่างกัน การนำ UV มาใช้ในยังมีการศึกษาในวงที่จำกัดและยังไม่มีการศึกษาการใช้ UV กับผลแตงกวา ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำ UV มาใช้สำหรับการยืดอายุของผลแตงกวาหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมผลผลิต

เก็บเกี่ยวแตงกวาพันธุ์เซนเจลที่ระยะความแก่ทางการค้า น้ำหนักผล 35-50 กรัม ความยาว 8-10 ซม จากฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นำมาคัดเลือกผลที่ไม่มีตำหนิปราศจากการเข้าทำลายของแมลงและศัตรูพืช คัดผลที่มีสีผลสม่ำเสมอและคัดเลือกผลขนาดใกล้เคียงกัน ล้างทำความสะอาดและจุ่มสารละลาย Sodium hydrochloride ความเข้มข้น 50 mg/L นาน 5 นาที หลังจากนั้นผึ่งให้แห้ง นำมาฉายรังสียู UV-B ปริมาณต่ำ 0.54-1.61 kJ/m^2 ปริมาณกลาง 2.58-8.04 kJ/m^2 และปริมาณสูง 19.80-99.00 kJ/m^2 หรือ UV-C ปริมาณต่ำ 0.20-0.60 kJ/m^2, ปริมาณกลาง 0.80-2.58 kJ/m^2 และปริมาณสูง 5.18-10.35 kJ/m^2 ผลที่ไม่ได้รับการฉายรังสีใช้เป็นชุดควบคุม แยกแตงกวาที่อยู่ในแต่ละชุดทดลองโดยกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับบรรจุผักและผลไม้ และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2%

2. การตรวจวัดคุณภาพผลผลิต

การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนการเหี่ยวของผล (1-5 คะแนน จากไม่เหี่ยวถึงเหี่ยวมากที่สุด) การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผล วัดสีเปลือกโดยใช้เครื่อง Color meter ทำการวัดจำนวน 3 จุดต่อผล และแสดงออกเป็นค่า hue (hue angle) ซึ่งหมายถึงสีต่าง ๆ ของผลผลิต โดยที่ค่า hue มีค่าเป็น 0°, 90°, 180° หรือ 270° หมายถึงเปลือกผลมีสีแดง เหลือง เขียว หรือน้ำเงิน ตามลำดับ และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลเมื่อเปรียบเทียบจากวันแรกก่อนการเก็บรักษา

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) ชุดทดลองละ 15 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis System, SAS, version 9.1) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผล

ค่า hue ของเปลือกแตงกวาที่ได้รับการฉายรังสี UV-B ปริมาณต่ำถึงสูง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแตงกวาชุดควบคุมและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษานาน 5 วัน ส่วนแตงกวาที่รับการฉายรังสี UV-C ปริมาณตั้งแต่ 0.4 kJ/m^2 ขึ้นไปทำให้ค่า hue มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงระหว่างทำการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แตงกวาที่ได้รับการฉายรังสี UV-C ปริมาณ 0.2 kJ/m^2 มีค่า hue เปลี่ยนแปลงลดลงน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างในชุดควบคุม (Figure 1A, 1B) ผลจากการศึกษาทำให้ทราบว่าการฉายรังสี UV-B ที่ปริมาณต่ำ-สูงไม่

มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ซึ่งตรงกันข้ามกับผลที่ได้รับการฉายด้วยรังสี UV-C ที่มีผลทำให้สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้น โดยเฉพาะปริมาณรังสี UV-C ตั้งแต่ 0.4 kJ/m^2 ขึ้นไป อาจเป็นเพราะว่ารังสี UV-C เป็นรังสีที่มีความยาวสั้นกว่า UV-B แต่ให้พลังงานสูง พลังงานที่สูงไม่เหมาะสมสำหรับแตงกวามีผลกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และเร่งการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ของเปลือกผล ทำให้เปลือกผลมีสีเขียวลดลงและมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า hue ที่เปลี่ยนแปลงลดลง

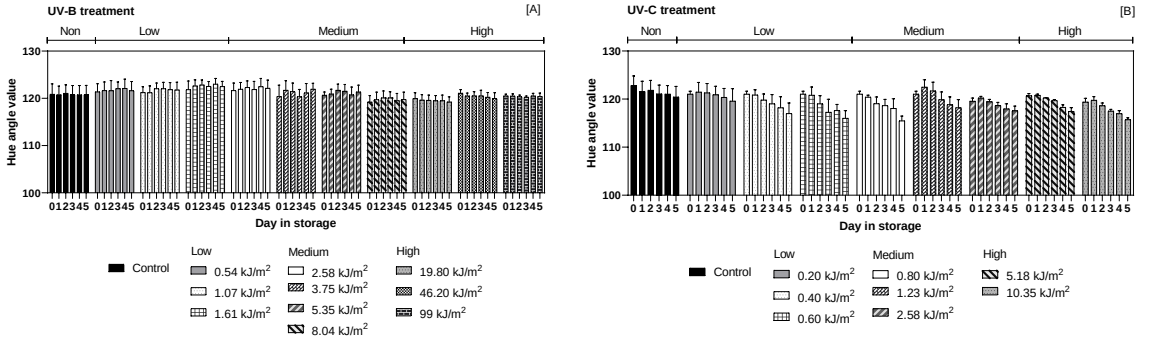

Figure 1. Changes of hue angle value of cucumber peel with UV-B (A) and UV-C (B) irradiation during storage at 27±2 °C, 75% relative humidity. Fruits without UV irradiation were served as control samples.

ผลการศึกษาดังกล่าว ให้ผลแตกต่างจากการฉายรังสี UV-C ให้กับบร็อคโคลี่ปริมาณ 10 kJ/m^2 ที่ให้ผลยังยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และการฉายรังสี UV-B ปริมาณ 19 kJ/m^2 ให้มะนาวชะลอเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมะมาวได้ในระหว่างการเก็บรักษา (Costa *et al*., 2006; Srilaong *et al*., 2011) อาจเป็นเพราะพืชมีการตอบสนองต่อปริมาณรังสีแตกต่างกัน พบว่าผลแตงมีการสูญเสียน้ำหนักเข้าใกล้ 5% แสดงอาการเหี่ยวนิ่ม แตงในชุดควบคุม มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเข้าใกล้ 5% ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลที่รับการฉายรังสี UV-B ปริมาณต่ำ 0.54, 1.07, 1.61 kJ/m^2 สูญเสียน้ำหนักเข้าใกล้ 5% ในวันที่ 4, 4 และ 5 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และผลที่รับการฉายรังสี UV-B ปริมาณกลาง 2.58, 3.75, 5.35 และ 8.04 kJ/m^2 สูญเสียน้ำหนักเข้าใกล้ 5% ในวันที่ 2, 4, 2 และ 3 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และเมื่อผลแตงได้รับปริมาณรังสี UV-B ปริมาณเพิ่มสูงขึ้นผลมีการสูญเสียน้ำหนักเข้าใกล้ 5% เร็วขึ้น พบว่าในผลที่รับการฉายรังสี UV-C สูญเสียน้ำหนักของผลเข้าใกล้ 5% เร็วกว่าผลที่รับ UV-B แต่ผลที่รับการฉายรังสี UV-C ปริมาณ 0.2 kJ/m^2 สูญเสียน้ำหนักเข้าใกล้ 5% ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ช้ากว่าแตงกวาในชุดควบคุม 1 วัน (Figure 2A, 2B) จากการศึกษาทำให้ทราบว่า การฉายรังสี UV-B และ UV-C ปริมาณเหมาะสมสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของของผลได้ ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักมีความสอดคล้องกับคะแนนการเหี่ยวของผล โดยแสดงใน Figure 3A และ Figure 3B

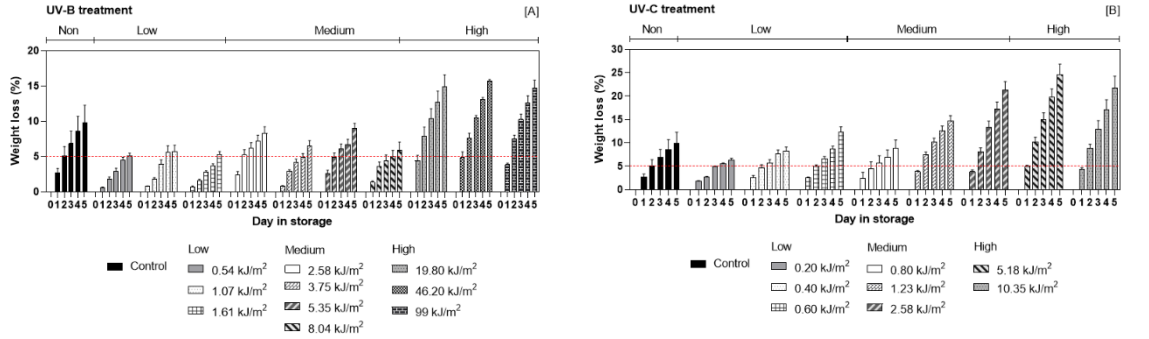

Figure 2. Changes of weight loss of fresh cucumber with UV-B (A) and UV-C (B) irradiation during storage at 27±2 °C, 75% relative humidity. Fruits without UV irradiation were served as control samples.

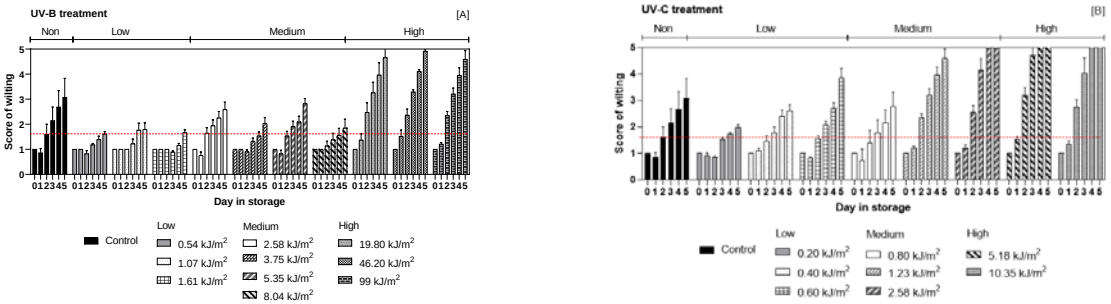

Figure 3. Wilting score of fresh cucumber with UV-B (A) and UV-C (B) irradiation during storage at 27±2 °C, 75% relative humidity. Fruits without UV irradiation were served as control samples.

สรุป

การฉายรังสีปริมาณสูงเร่งการเปลี่ยนสีเปลือกผลแตงกวาจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ทำให้ผลแตงกวามีการสูญเสียน้ำหนักและเกิดการเหี่ยวของผล แต่การฉายรังสี UV-B ปริมาณ 0.54 kJ/m^2 และ UV-C ปริมาณ 0.20 kJ/m^2 ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและชะลอการเหี่ยวของผลแตงกวาได้ดีสุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

คำขอบคุณ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ทำการทดลอง ขอบคุณคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีสำหรับการอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนให้ดำเนินการวิจัยภายใต้ทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (FF3-302-66-12-12 (B))

เอกสารอ้างอิง

Aiamla-or, S., S. Kaewsuksaeng, M. Shigyo 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 (3): 645-651.

Aiamla-or, S., M. Shigyo and N. Yamauchi. 2019. UV-B treatment controls chlorophyll degradation and related gene expression in broccoli (*Brassica oleracea L. Italica* Group) florets during storage. Scientia Horticulturae 243: 524-527.

Barka, E.A., S. Kalantari, J. Makhlouf and J. Arul. 2000. Impact of UV-C irradiation on cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 667-67.

Costa, M.L., A.R. Vicente, P.M. Civello, A.R. Chaves and G.A. Martinez. 2006. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. Postharvest Biology and Technology 39: 204-210.

Mewis, I., M. Schreiner, C.N. Nguyen, A. Krumbein, C. Ulrichs, M. Lohse and R. Zrenner. 2012. UV-B irradiation changes specifically the secondary metabolite profile in broccoli sprouts: induced signaling overlaps with defense response to biotic stressors. Plant Cell Physiology 53: 1546-1560.

Nutthachai, P., Y. Sekozawa, S. Sugaya and H. Gemma. 2008. A possible role and mode of action of UV-C illumination on inducing chilling stress tolerant in banana peel. Acta Horticultural 837: 313-320.

Srilaong, V., S. Aiamla-or, A. Soontornwat, M. Shigyo and N. Yamauchi. 2011, UV-B Irradiation retards chlorophyll degradation in Lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit, Postharvest Biology and Technology 59: 110-112.

Uthapala, T.G.G., R.A.U.J. Marapana, K.P.C., Lakmini and D.C. Wettimuny. 2020. Nutritional Bioactive Compounds and Health Benefits of Fresh and Processed Cucumber (*Cucumis Sativus* L.). Sumerianz Journal of Biotechnology 3 (9): 75-82.

Vincente, A.R., C. Pineda, L. Lemoine, P.M. Civello, G.A. Martinez and A.R. Chaves. 2005. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper, Postharvest Biology and Technology 35: 69-78.