

## การปรับปรุงคุณภาพมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีแสงอัลตราไวโอเล็ตซี Improvement Quality of Fresh-Cut 'Kaew Kamin' Mango Fruit by UV-C Technology

พัชรินทร์ แก้วอินทร์<sup>1</sup> จีรวรรณ กิตติยศประดิษฐ์<sup>1</sup> และ สุรัสวดี พรหมอยู่<sup>1,2\*</sup>  
Patcharin Kaew-in<sup>1</sup>, Jeerawan Kittiyokpadit<sup>1</sup> and Surassawadee Promyou<sup>1,2\*</sup>

### Abstract

Mango (*Mangifera indica* L.) fruit cv. Kaew Kamin has become a popular commercial fresh-cut product of Thailand because of its firm texture, yellow flesh, sweet and sour taste at unripening stage. However, its storage life is limited due to rapid change in fresh weight, colorization, firmness and odour, then the quality becomes unacceptable by consumers. Thus, the objective of this research was to investigate the possibility of using UV-C illumination for quality improvement in fresh-cut 'Kaew Kamin' mango fruit. Fresh-cut mango fruits were treated with three different UV-C dosages, 0 (control), 2.2, 4.4 and 6.6 KJ.m<sup>-2</sup> and then stored at 12 °C for 5 days. The results showed that all UV-C illumination dosages were highly effective in maintaining ascorbic acid and carotenoid content in fresh-cut mango fruit than the control (untreated UV-C). Moreover, fresh-cut mango fruit treated with UV-C illumination at 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> could significantly reduce fungal decay, delay flesh softening and browning while UV-C illumination at 4.4 and 6.6 KJ.m<sup>-2</sup> induced weight losses and increased browning intensity. No significant differences in total soluble solids and titratable acidity were detected in fresh-cut mango fruit treated with UV-C and the control during storage. Therefore, UV-C illumination at 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> treatment could maintain the better quality and fresh-cut Kaew Kamin mango fruit had higher overall quality from sensory evaluation.

**Keywords:** 'Kaew Kamin' mango fruit, Fresh-cut fruit, UV-C

### บทคัดย่อ

มะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นเป็นสินค้าในรูปแบบผลไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภคที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย เนื่องจากเนื้อมีความกรอบ มีสีเหลือง รสชาติหวานอมเปรี้ยวขณะที่ผลยังดิบอยู่ อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดเรื่องอายุการเก็บรักษาสั้น สูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนสีของเนื้อ ความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว และเกิดกลิ่นผิดปกติจนทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แสงยูวีซีในการปรับปรุงคุณภาพมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภค โดยให้แสงยูวีซีแก่เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่ระดับความเข้มแสง 0 (ชุดควบคุม) 2.2 4.4 และ 6.6 KJ.m<sup>-2</sup> เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 5 วัน พบว่า ทุกระดับความเข้มแสงยูวีซีมีประสิทธิภาพในการรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิก และแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคได้มากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้ให้แสงยูวีซี นอกจากนี้การให้แสงยูวีซีความเข้มแสง 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> สามารถลดอาการเน่าเสีย ซะลดอาการเน่าเนิมและการเกิดสีน้ำตาล ขณะที่การให้แสงยูวีซีความเข้มแสง 4.4 และ 6.6 KJ.m<sup>-2</sup> ชักนำไปเกิดการสูญเสียน้ำหนักและการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคที่ให้แสงยูวีซีกับชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการให้แสงยูวีซีที่ระดับความเข้มแสง 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> สามารถช่วยคงคุณภาพและได้คะแนนผลจากการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยรวมของเนื้อมะม่วงแก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด

**คำสำคัญ:** มะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น, เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค, แสงยูวีซี

### คำนำ

ผลไม้หั่นพร้อมบริโภคกำลังได้รับความนิยมต่อผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน เนื่องจากสามารถบริโภคได้ทันที สะดวกและประหยัดเวลา โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นซึ่งกำลังเป็นที่นิยม เพราะมีลักษณะเด่นด้านเนื้อมีความกรอบ สีเหลืองสดใส

<sup>1</sup> คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร สกลนคร 47000

<sup>1</sup> Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon 47000

<sup>2</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Commission of Higher Education, Bangkok 10400

รสชาติหวานอมเปรี้ยวขณะที่ผลยังดิบอยู่ แต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องอายุการเก็บรักษาสั้น และสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว หากศึกษาหาวิธีการพัฒนาคุณภาพมะม่วงแก้วขมิ้นตัดแต่งสดพร้อมบริโภคให้สามารถเก็บรักษา หรือมีอายุการวางจำหน่ายได้นานขึ้น น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการขายผลไม้ตัดแต่งสดพร้อมบริโภค จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การใช้แสงยูวีซีสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเสื่อมสภาพของผลิตผลสดทางการเกษตรได้หลายชนิด เช่น มะม่วง (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2001) สตรอเบอรี่ (Marquenie *et al.*, 2002) และพริกหวาน (Promyou and Supapvanich, 2013) อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลของการใช้แสงยูวีซีต่อคุณภาพผลไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภคยังมีอยู่ในขอบเขตจำกัด งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาความเป็นไปได้ของแสงยูวีซีต่อการปรับปรุงคุณภาพมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นตัดแต่งสดพร้อมบริโภค

### อุปกรณ์และวิธีการ

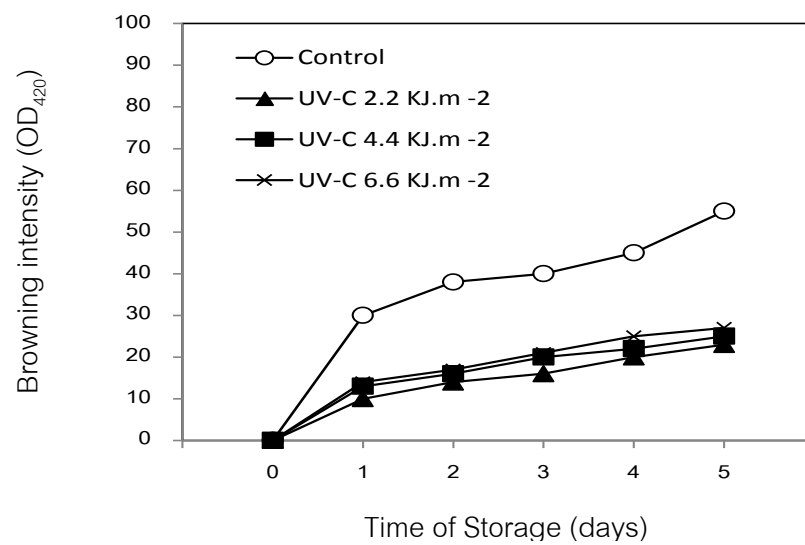
มะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นความแก่ 80% คัดเลือกผลที่มีสภาพที่สมบูรณ์มีน้ำหนักผลประมาณ 300 กรัม ไม่มีตำหนิ และไม่พบการเข้าทำลายของโรคและแมลง นำผลมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกออก หั่นเนื้อมะม่วงเป็นชิ้นขนาด 3x5x1 cm บรรจุใส่ถาดโฟม นำไปให้แสงยูวีซีระดับความเข้มแสง 0 (ชุดควบคุม) 2.2, 4.4 และ 6.6 KJ.m<sup>-2</sup> โดยให้แสงยูวีซีเป็นเวลา 0, 30, 60 และ 90 นาที ตามลำดับ บนเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นทั้ง 2 ด้าน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% เป็นเวลา 5 วัน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) โดยในแต่ละทรีทเมนต์มี 12 ซ้ำๆ ละ 1 ชิ้นเนื้อมะม่วงบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (AOAC, 1997) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (Hornero-Mendez and Miguez-Mosquera, 2001) การเกิดสีน้ำตาล (Browning intensity) สกัดโดยสารละลายเอทานอล 65% กรองเอาสารละลายที่สกัดได้ด้วยกระดาษ Whatman No.1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm และประเมินคุณภาพจากประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ ความกรอบ และรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ โดยใช้ผู้ชิมที่ได้รับการฝึกฝน 6 คน มีการให้คะแนน จาก 1-9 (ไม่ชอบ-ชอบมากที่สุด) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

### ผล

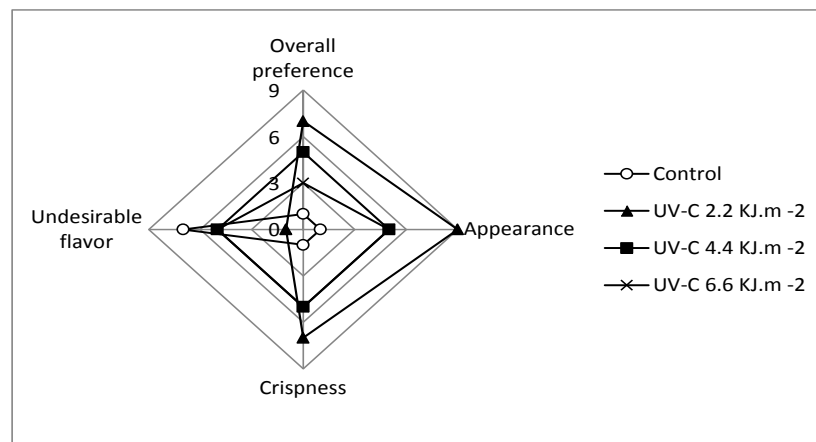
ผลการศึกษาการให้แสงยูวีซีต่อคุณภาพมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภค ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C เป็นเวลา 5 วัน พบว่า เนื้อมะม่วงตัดแต่งที่ให้แสงยูวีซี 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> สูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดเท่ากับ 0.75% ในขณะที่เนื้อมะม่วงตัดแต่งที่ให้แสงยูวีซี 4.4 และ 6.6 KJ.m<sup>-2</sup> สูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดเท่ากับ 1.63 และ 1.65% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่ให้แสงยูวีซี 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> ยังสามารถคงความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่ให้และไม่ให้แสงยูวีซี เนื้อมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภคที่ให้แสงยูวีซีที่ระดับ 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกและแคโรทีนอยด์สูงที่สุด คือ 40.63 mg./100 g.FW และ 1.85 OD<sub>450</sub>/100 g.FW ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุมและแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 1) ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm พบว่าแสงยูวีซีสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อมะม่วงแก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภคได้โดยเกิดอาการเพียง 20% ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ขณะที่เนื้อมะม่วงแก้วขมิ้นหั่นชิ้นพร้อมบริโภคชุดควบคุมเกิดอาการสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาเกิดอาการสูงถึง 60% (Figure 1) ผลการประเมินคุณภาพจากประสาทสัมผัสด้วยการชิม พบว่าเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่ให้แสงยูวีซี 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> ได้รับคะแนนความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ และความกรอบสูงที่สุด แต่รสชาติที่ไม่พึงประสงค์มีคะแนนต่ำที่สุด (Figure 2)

**Table 1** Changes in weight loss, firmness, TSS, TA, ascorbic content and carotenoid content of untreated and UV-C treated fresh-cut 'Kaew Kamin' mango fruit during storage at 12 °C for 5 days

Treatments	Weight loss (%)	Firmness (N)	TSS (%)	TA (%)	Ascorbic content (mg./100 g.FW)	Carotenoid content (OD 450/100 g. FW)
Control	0.66b	0.65b	12.2a	0.88a	20.08c	0.93b
UV-C 2.2 KJ.m <sup>-2</sup>	0.75b	0.92a	12.8a	0.85a	40.63a	1.85a
UV-C 4.4 KJ.m <sup>-2</sup>	1.63a	0.52b	12.4a	0.89a	33.32b	1.52a
UV-C 6.6 KJ.m <sup>-2</sup>	1.65a	0.64b	12.0a	0.90a	31.05b	1.67a
CV (%)	11.68	19.82	18.21	22.90	27.03	26.66



**Figure 1** Browning intensity (OD<sub>420</sub>/100gFw) of untreated and UV-C treated fresh-cut 'Kaew Kamin' mango fruit during storage at 12 °C



**Figure 2** Sensory quality of untreated and UV-C treated fresh-cut 'Kaew Kamin' mango fruit during storage at 12 °C

### วิจารณ์ผล

ผลการศึกษาแสงยูวีซีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นพันธุ์พื้นเมือง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C พบว่าการให้แสงยูวีซีความเข้มแสง 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> สามารถคงคุณภาพมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นตัดแต่งสดพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด โดยเฉพาะคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่ยังคงความแน่นเนื้อ และชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิก และแคโรทีนอยด์ในมะม่วงตัดแต่งสดพร้อมบริโภคได้มากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้ให้แสงยูวีซี ได้รับคะแนนผลการประเมินทางประสาทสัมผัส และไม่ส่งผลกระทบต่ออายุเสียน้ำหนักสด การให้แสงยูวีซีแก่ผลิตภัณฑ์เป็นการให้ความร้อนจากแสงความยาวคลื่นสั้นอาจไปกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ในระบบต้านอนุมูลอิสระส่งผลให้ชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ เช่นเดียวกับการรายงานของ Promyou and Supapvanich (2013) พบว่าแสงยูวีซีที่ระดับความเข้มแสง 6.6 KJ/m<sup>2</sup> มีผลทำให้ชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด คงความแน่นเนื้อ เพิ่มการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพประเภทแคโรทีนอยด์ ปริมาณรวมสารต้านอนุมูลอิสระ ในผลพริกหวานระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C และชะลอการสลายตัวของปริมาณรวมสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณกรดแอสคอร์บิก และกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์เอนไซม์ catalase และ superoxide dismutase ส่งผลให้ลดการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผลพริกหวานได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานในพืชอีกหลายชนิดที่แสงยูวีซีช่วยกระตุ้นการสร้างหรือการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มแคโรทีนอยด์และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น Liu et al. (2009) รายงานว่าผลมะเขือเทศที่ให้แสงยูวีซีหลังเก็บเกี่ยวทำให้มีปริมาณสารไลโคปีนเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าผลที่ไม่ได้รับแสง ส่วนในองุ่นที่ได้รับแสง UV-C พบว่ามีการสะสมสารประกอบฟีนอลในกลุ่ม resveratrol เพิ่มขึ้น (Gonzalez-Barrio et al., 2006)

### สรุป

การให้แสงยูวีซีความเข้มแสง 2.2 KJ.m<sup>-2</sup> สามารถคงคุณภาพของมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นพันธุ์พื้นเมืองได้ดีที่สุดในด้านลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลออาการเน่าเนิมและการเกิดสีน้ำตาล อีกทั้งช่วยรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิก และแคโรทีนอยด์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 5 วัน และได้คะแนนผลการประเมินทางคุณภาพประสาทสัมผัสโดยรวมมากที่สุด

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณกองบริหารงานวิจัยและบริการวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th ed.). USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., C.Y. Wang, J.G. Buta and D.T. Krizek. 2001. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36: 767-773.
- Gonzalez-Barrio, R., D. Beltran, E. Cantos, M.I. Gil, J.C. Espin and F.A. Tomas-Barberan. 2006. Comparison of ozone and UV-C treatments on the postharvest stibenoid monomer, dimer and trimer induction in var. 'Superior' white table grapes. *J. Agric. Food Chem.* 54: 4222-4228.
- Hornero-Méndez, D. and M.I. Miguez-Mosquer. 2001. Rapid spectrophotometric determination of red and yellow isochromic carotenoid fractions in paprika and red pepper oleoresins. *J. Agric.Food Chem.* 49:3584-3588.
- Liu, L.H., D. Zabarar, L.E. Bennett, D. Aguas and B.W. Woonton. 2009. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chem.* 115: 495-500.
- Marquenie, D., C.W. Michiels, A.H. Geeraerd, A. Schenk, C. Soontjens, J.F. Van Impe and B.M. Nicolai. 2002. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. *Int. J. Food Microbiol.* 73: 187-196.
- Promyou, S. and S. Supapvanich. 2013. Chilling injury alleviation in 'Golden Bell' sweet pepper caused by UV-C treatment. *Acta Hort.* 1011: 357-362.