

## ประสิทธิภาพของการจุ่มน้ำร้อนต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ ตัดแต่งพร้อมบริโภค

Efficacy of Hot Water on Browning Reduction of Fresh-cut Mango cv. 'Nam Dok Mai'

ณิชภาพท แก้วมณี<sup>1</sup> มณฑนา บัวหนอง<sup>1,2</sup> และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย<sup>1,2</sup>

Nichapat Keawmanee<sup>1</sup>, Mantana Buanong<sup>1,2</sup> and Panida Boonyaritthongchai<sup>1,2</sup>

### Abstract

The major problem of fresh-cut mango on shelf life and storage is browning symptom on the cut surface leading to a shorter shelf life and unacceptable by consumers. Efficiency of hot water on reducing browning symptom of fresh-cut mango cv. 'Nam Dok Mai' was investigated. Mango fruits were dipped in hot water 45 and 50°C for 30 and 60 min, separately. After that they were cooled down then the mangoes were peeled and cut into pieces and packed in semi-rigid packaging covered with lid and stored at 4 °C for 6 days. The results showed that the color changes expressed as lightness (L\*) and Hue angle of all treatments were decreased and total color difference ( $\Delta E$ ) was increased throughout of storage without significant difference. Hot water treatment of 50 °C for 30 min maintained the firmness of fresh-cut mango during storage. The mangoes treated with 45 and 50 °C for 30 min revealed the browning intensity and browning score lower than control set during storage. Fresh cut mango treat with hot water of 45 and 50°C for 30 min had the storage life for 4 days while as the other treatments can be stored for 2 days, its was evaluated by acceptable score from consumers.

**Keywords:** Browning, Fresh-cut mango, Hot water

### บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญของเนื้อมะม่วงสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคในระหว่างการวางจำหน่ายและการเก็บรักษาคือการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเป็นผลทำให้การวางจำหน่ายสั้นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการใช้น้ำร้อนต่อการลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำผลมะม่วงสุกที่ผ่านการคัดเลือกวัยและขนาดเท่ากัน นำมาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที หลังจากนั้น นำมาลดอุณหภูมิโดยจุ่มในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นลอกเปลือก และหั่นชิ้น บรรจุใส่กล่องพลาสติกแบบกึ่งคงรูปมีฝาปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อมะม่วงสุกตัดแต่งได้แก่ ค่า L\* และ Hue angle มีแนวโน้มลดลงในทุกทรีตเมนต์ และค่าการเปลี่ยนแปลงของสี ( $\Delta E$ ) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มะม่วงที่จุ่มด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของชิ้นมะม่วงได้ นอกจากนี้มะม่วงที่จุ่มด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด โดยวัดจากค่าความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) และคะแนนการเกิดสีน้ำตาล (browning score) นอกจากนี้สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 4 วัน ในขณะที่มะม่วงสุกตัดแต่งทรีตเมนต์อื่นเก็บรักษาได้ 2 วัน

**คำสำคัญ:** การเกิดสีน้ำตาล เนื้อมะม่วงสุกตัดแต่งพร้อมบริโภค น้ำร้อน

### คำนำ

มะม่วงสุกตัดแต่งพร้อมบริโภค (Fresh cut mango) เป็นการนำมะม่วงมาผ่านกระบวนการล้าง ลอกเปลือกและหั่นตัดแต่งเป็นชิ้นให้พร้อมต่อการบริโภค เพื่อเป็นการตอบสนองต่อวิถีชีวิตของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ต้องการความเร่งด่วน แต่ปัญหาที่สำคัญของการผลิตมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค ได้แก่ ในกระบวนการตัดแต่งทำให้เนื้อเยื่อของมะม่วงถูกทำลาย สาร

<sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียน ชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

<sup>2</sup>Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkok, Bangkok 10150, Thailand

<sup>3</sup>ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400

<sup>4</sup>Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand

ต่างๆ ภายในเซลล์ไหลออกมาบริเวณรอยแผลที่เกิดจากการตัดแต่ง เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเช่น การเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากเอนไซม์บริเวณส่วนที่ถูกตัดแต่ง การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ และเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้อายุการเก็บรักษาที่สั้น การชะลอการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยวมีหลายวิธีการ โดยการใช้ความร้อนเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยว และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค การใช้ความร้อนก่อนหรือหลังกระบวนการตัดแต่งสามารถชะลออัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การทำงานของเอนไซม์ต่างๆ การสูญเสียความแน่นเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงของสี (Loaiza-Velarde and Saltveit, 2001; Lurie, 2006; Rodriguez *et al.*, 2005; Saltveit, 2000, 2001, 2005; Steiner *et al.*, 2006) Obando-Ulloa *et al.* (2015) พบว่าผลพีชพันธุ์ 'Ryan Sun' ที่จุ่มในน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาตัดแต่ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 วัน สามารถรักษาความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงของสี และชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยพิจารณาจากคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของจุ่มน้ำร้อนต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

### อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ใช้มะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความแน่นเนื้อ 10-13 นิวตัน โดยการวัดความแน่นเนื้อทั้งผลแบบไม่ทำลาย (Non-destructive Limited Compression Technique) ทำการล้างผลมะม่วงด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งลมให้แห้ง นำมะม่วงมาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที หลังจากนั้นนำมาลดอุณหภูมิ โดยจุ่มในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นปอกเปลือก และหั่นชิ้น (ตัดตามขวางของผลจำนวน 8 ชิ้นต่อหนึ่งผล) บรรจุใส่กล่องพลาสติกแบบกึ่งคงรูปมีฝาปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองทุกๆ 2 วัน ดังนี้ ตรวจสอบค่าสี  $L^*$ , Hue angle และ  $\Delta E$  โดย colorimeter รุ่น CR-400 ยี่ห้อ Konica minolta ค่าความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) โดยวัดการดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร คะแนนการเกิดสีน้ำตาล (browning score) โดยการให้คะแนนมีหลักเกณฑ์ดังนี้ คะแนน 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล คะแนน 3 คือ เกิดสีน้ำตาลอ่อนร้อยละ 1-25 คะแนน 5 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลางร้อยละ 26-50 คะแนน 7 คือ สีน้ำตาลเข้มร้อยละ 51-75, คะแนน 9 คือ สีน้ำตาลเข้มมากร้อยละ 76-100 ค่าความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงตัดแต่ง และคะแนนการยอมรับโดยรวม โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Hedonic Scaling 9 point มีหลักเกณฑ์ดังนี้ คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 2 คือ ไม่ชอบมาก คะแนน 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง คะแนน 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย คะแนน 5 คือ เฉยๆ คะแนน 6 คือ ชอบเล็กน้อย คะแนน 7 คือ ชอบปานกลาง คะแนน 8 คือ ชอบมาก และคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ Duncan's Multiple Range (DMRT) จำนวน 4 ซ้ำ

### ผล

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการจุ่มน้ำร้อนต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณผิวของมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคทุกที่รีตเมนต์มีค่า  $L^*$  และ Hue angle ลดลงตลอดการเก็บรักษา แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า  $L^*$  และค่า Hue angle ที่ลดลงแสดงถึงชั้นมะม่วงมีสีน้ำตาลคล้ำเพิ่มมากขึ้น (Fig. 1 A และ B) มะม่วงที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของชั้นมะม่วง ( $\Delta E$ ) (Fig. 1C) ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น แสดงให้เห็นว่าที่รีตเมนต์ดังกล่าวมีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่ามะม่วงที่รีตเมนต์ค่าความเข้มของสีน้ำตาล (browning intensity) (Fig. 2B) ในมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนทุกที่รีตเมนต์ ยกเว้นที่รีตเมนต์ที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ สำหรับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงตัดแต่ง โดยมีเส้นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคที่คะแนน 4.9 ซึ่งประเมินจากการให้คะแนนของผู้บริโภคจำนวน 40 คน ถ้าได้คะแนนสูงกว่า 4.9 แสดงถึงการไม่ยอมรับของผู้บริโภค พบว่ามะม่วงตัดแต่งที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลต่ำ 4.9 คะแนน (Fig. 3A) แสดงให้เห็นว่าที่รีตเมนต์ดังกล่าวมีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าที่รีตเมนต์อื่น เช่นเดียวกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคซึ่งมีเส้นเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภคที่คะแนน 5 ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 5 แสดงถึงการไม่ยอมรับของผู้บริโภค (Fig. 3B) พบว่าที่รีตเมนต์ที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงกว่า 5 คะแนน และมีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 4

วัน เมื่อเทียบกับที่รีตเมนต์อื่นที่มีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน นอกจากนี้ที่รีตเมนต์ที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชุดที่รีตเมนต์อื่นตลอดอายุการเก็บรักษา (Fig. 2A)

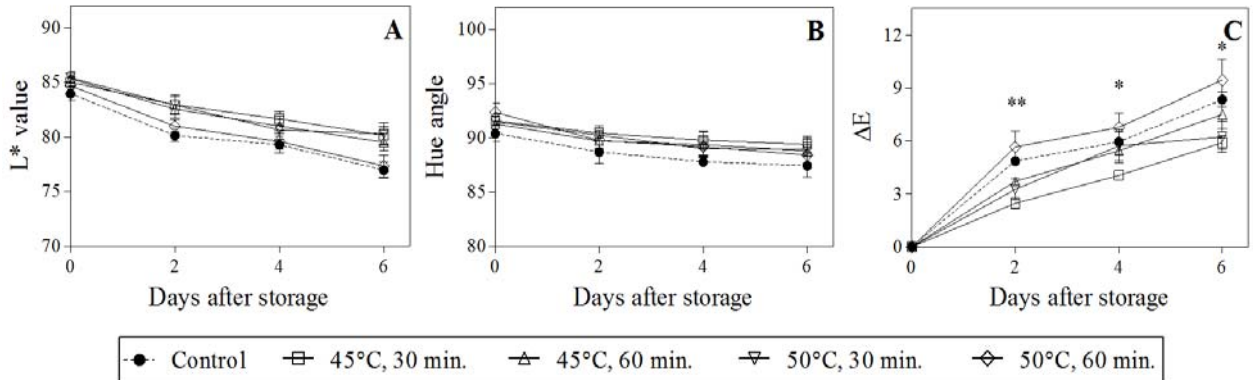


Figure 1 L\* value (A), Hue angle (B) and ΔE (C) of mango cv. Nam Dok Mai non treated (control) and treated with hot water at 45°C and 50°C for 30 and 60 min. and then cutting and packing into semi rigid packaging covered with lid then stored at 4°C for 6 days.

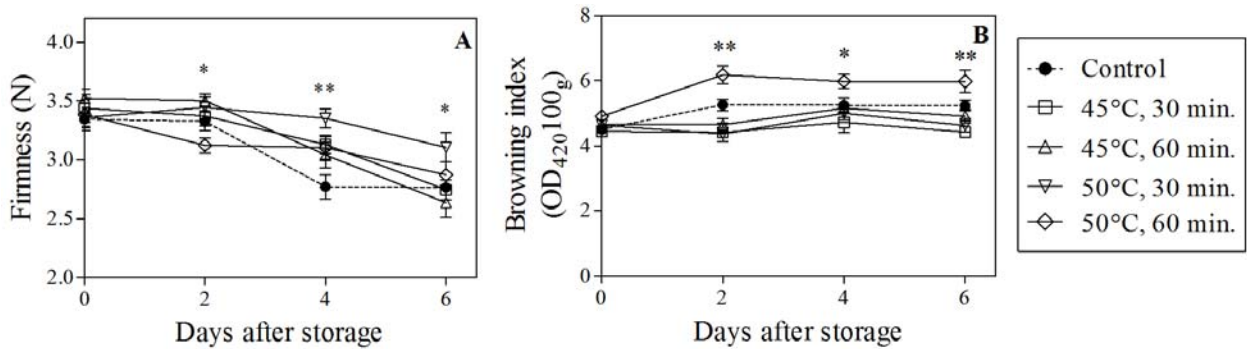


Figure 2 Firmness (A) and Browning intensity (B) of mango cv. Nam Dok Mai non treated (control) and treated with hot water at 45°C and 50°C for 30 and 60 min. and then cutting and packing into semi rigid packaging covered with lid then stored at 4°C for 6 days.

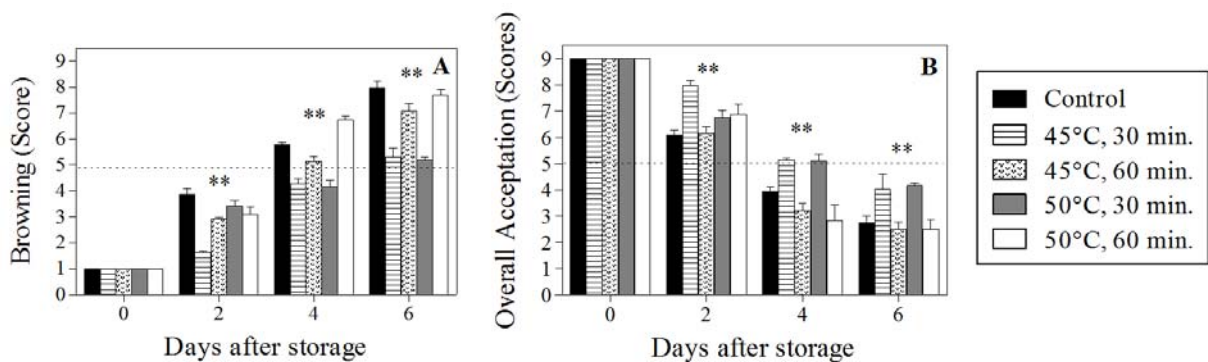


Figure 3 Browning score (A) and Overall acceptance scores (B) of mango cv. Nam Dok Mai non treated (control) and treated with hot water at 45°C and 50°C for 30 and 60 min. and then cutting and packing into semi rigid packaging covered with lid then stored at 4°C for 6 days.

### วิจารณ์

มะม่วงที่จุ่มในน้ำที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด ในขณะที่มะม่วงที่จุ่มในน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลที่ขึ้นมะม่วงตัดแต่งมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการจุ่มมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของของขึ้นมะม่วงตัดแต่ง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ

Poubol *et al.* (2018) พบว่าฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองตัดแต่งที่จุ่มในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เกิดอาการผิดปกติ คือ เกิดอาการสีน้ำตาลที่ขึ้นฝรั่งตัดแต่ง มีปริมาณวิตามินซีลดลง และมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่สูงที่สุด เมื่อผลิตผลได้รับความร้อนมากเกินไปอาจทำให้เกิดการร่วงไหลของของเหลวภายในเซลล์ เช่น บร็อคโคลี่ตัดแต่ง (Lemoine *et al.*, 2009) ซึ่งของเหลวที่ร่วงไหลออกมานี้ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตผลตัดแต่ง การใช้ความร้อนเป็นวิธีที่ทำให้ผลิตผลอยู่ในสภาวะ stress เมื่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมผลิตผลจะมีการสังเคราะห์ heat shock protein ขึ้นมา ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันไม่ให้โปรตีนเสียหาย ป้องกันการตายของเซลล์ ป้องกันการถูกทำลายของเซลล์เมมเบรน (Sreedhar *et al.*, 2004) ชะลออัตราการหายใจและการผลิตฮอร์โมน (โดยเฉพาะเอทิลีน) ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ การสูญเสียความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสี นอกจากนี้ยังการลดอาการบาดเจ็บจากการสะท้อนหนาว และการพัฒนาของเชื้อรา (Loaiza-Velarde and Saltveit, 2001; Lurie, 2006; Rodríguez *et al.*, 2005; Saltveit, 2000, 2001, 2005; Steiner *et al.*, 2006) จากงานวิจัยของ Sivakumar and Fallik (2013) พบว่าการใช้น้ำที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพในผลิตผลได้ เช่น ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเซลล์ ในพริกและมันฝรั่ง

### สรุป

มะม่วงที่จุ่มในน้ำที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถชะลอการเกิดสีในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ เมื่อเก็บรักษาในกล่องพลาสติกกึ่งสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน

### คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS) มหาวิทยาลัยกิงปู ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Lemoine, M.L., P. Civello, A. Chaves and G. Martinez. 2009. Hot Air Treatment delays senescence and maintains quality of fresh-cut broccoli florets during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology* 42: 1076-1081.
- Loaiza-Velarde, J.G. and M.E. Saltveit. 2001. Heat shocks applied either before or after wounding reduced browning of lettuce leaf tissue. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 126: 227-234.
- Lurie, S. 2006. The effect of high temperature treatment on quality of fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* 712: 158-164.
- Obando-Ulloa, J. M., V. Jimenez, A. Machuca-Vargas, J. C. Beaulieu, R. Infante and V. H. Escalona-Contreras. 2015. Effect of hot water dips on the quality of fresh-cut Ryan Sun peaches. *IDESIA (Chile)* 33: 13-26.
- Poubol, J., C. Techavuthiporn and S. Kanlayanarat. 2018. Guava fruit treated with hot water on microbiological quality of fresh-cut 'Kimju' and 'Pan Srithong' guava. *International Food Research Journal* 25(3): 903-907.
- Rodríguez, S., R.M. Casóliba, A.G. Questa and P. Felker. 2005. Hot water treatment to reduce chilling injury and fungal development and improve visual quality of two *Opuntia ficus indica* fruit clones. *Journal of Arid Environments* 63: 366-378.
- Saltveit, M. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biology and Technology* 21: 61-69.
- Saltveit, M. 2001. Chilling injury is reduced in cucumber and rice seedlings and in tomato pericarp discs by heat-shocks applied after chilling. *Postharvest Biology and Technology* 21: 169-177.
- Saltveit, M. 2005. Influence of heat shocks on the kinetics of chilling induced ion leakage from tomato pericarp discs. *Postharvest Biology and Technology* 36: 87-92.
- Sivakumar, D. and E. Fallik. 2013. Influence of heat treatments on quality retention of fresh and fresh-cut produce. *Food Reviews International* 29(3):294-320.
- Sreedhar, A.S., S. Csaba and C. Peter. 2004. Inhibition of Hsp90: a new strategy for inhibiting protein kinases. *Biochimica et Biophysica Acta* 1697: 233-242.
- Steiner, A., M. Abreu, L. Correia, S. Beirao-da-Costa, E. Leitao, M. Beirao-da-Costa, J. Empis and M. Moldao-Martins. 2006. Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach. *European Food Research and Technology* 22: 217-222.