

ผลของโซเดียมคลอไรต์ต่อศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชัน
บางชนิดในระหว่างการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคน้ำจิ้ม
Effect of Sodium Chlorite on Total Antioxidant Capacity and Some Antioxidant Contents During
Browning of Fresh-cut 'Kimju' Guava Fruit

อธิวัฒน์ ชุ่มแยม¹ กุลธิดา ชนาภิมุข¹ จำนอง อุทัยบุตร¹ และ กอบเกียรติ แสงนิล¹
Athiwat Chumyam¹, Kultida Chanapimuk¹, Jamnong Uthaibutra¹ and Kobkiat Saengnil¹

Abstract

Postharvest disorders of fruits are likely caused by an imbalance in antioxidant levels in the fruit tissues. Browning is one of the major problems in quality loss and decrease in shelf life of fresh-cut guava fruits. The objective of this study was to investigate the effect of sodium chlorite (SC) on total antioxidant capacity (TAC) and some antioxidant contents during browning of 'Kimju' guava fruit. Sliced guava fruits were dipped in 0 (control), 0.05, 0.10 and 0.20% (w/v) SC for 10 minutes, then packed in polypropylene bag and stored at 25±1°C for 48 hours. It was found that antioxidant contents including total phenolic (TP), ascorbic acid (ASA), vitamin E and total glutathione contents as well as TAC analyzed by DPPH and ABTS radical scavenging methods, gradually decreased throughout the storage time. The decrease was in accordance with the increase in browning index. Dipping in SC induced the increased TP, ASA, vitamin E and total glutathione contents and TAC which was associated with less browning of guava fruit during storage. SC at 0.10 and 0.20% (w/v) were most effective for the increase in antioxidant contents and enhanced TAC. This study indicated that the enhanced antioxidant capacity by SC treatment alleviated browning in fresh-cut guava fruit during storage.

Keywords: Total antioxidant capacity, 'Kimju' guava fruit, Sodium chlorite

บทคัดย่อ

อาการผิดปกติหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้มักมีสาเหตุจากความไม่สมดุลของระดับสารต้านออกซิเดชันในเนื้อเยื่อผลไม้ อาการสีน้ำตาลที่เนื้อผลฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพและลดอายุการวางจำหน่าย วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาผลของโซเดียมคลอไรต์ต่อศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันบางชนิดในระหว่างการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคน้ำจิ้ม โดยการจุ่มชิ้นเนื้อผลฝรั่งลงในสารละลายโซเดียมคลอไรต์ 4 ระดับความเข้มข้นคือ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.10 และ 0.20% (w/v) เป็นเวลา 10 นาที บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 25±1 °ซ เป็นเวลา 48 ชม. พบว่าปริมาณสารต้านออกซิเดชันบางชนิด ได้แก่ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอนทั้งหมด รวมทั้งศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชัน ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าลดลงเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การลดลงสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของดัชนีการเกิดสีน้ำตาล การจุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรต์มีผลเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอนทั้งหมด และศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษา โดยโซเดียมคลอไรต์ความเข้มข้น 0.10 และ 0.20% (w/v) ให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มปริมาณของสารต้านออกซิเดชันเหล่านี้ และกระตุ้นศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชัน การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการจุ่มเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นในสารละลายโซเดียมคลอไรต์กระตุ้นศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันให้สูงขึ้น ทำให้สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคน้ำจิ้มระหว่างการเก็บรักษาได้

คำสำคัญ: ศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชัน, ผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคน้ำจิ้ม, โซเดียมคลอไรต์

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

อาการผิปกติหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้มักเกิดจากความไม่สมดุลของระดับหรือปริมาณของสารต้านออกซิเดชันและอนุมูลอิสระในเนื้อเยื่อของผลไม้ การสะสมอนุมูลอิสระในปริมาณมากเกินไปก่อให้เกิดความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบชีวโมเลกุล ซึ่งทำลายทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ของเนื้อเยื่อผลไม้จนปรากฏอาการผิปกติให้เห็นในเวลาต่อมา ในสภาวะที่พืชเกิดความเครียดจากสภาพแวดล้อมภายนอกจะกระตุ้นให้เซลล์มีการสร้างและสะสมอนุมูลอิสระมากขึ้นจนทำให้ศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันลดลง เซลล์เกิดความเสียหายจากออกซิเดชันและอาจก่อให้เกิดอาการผิปกติตามมา โดยศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันแสดงถึงประสิทธิภาพของเซลล์ในการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่เกิดจากการทำงานของสารต้านออกซิเดชันในกลุ่มที่ไม่ใช่เอนไซม์ ได้แก่ สารประกอบฟีนอล วิตามินซี วิตามินอี กลูตาไธโอน และแคโรทีนอยด์ เป็นต้น ที่ทำหน้าที่กำจัดและลดปริมาณอนุมูลอิสระ

การเกิดสีน้ำตาล (browning) ของผลไม้เป็นอาการผิปกติที่เกิดจากพืชได้รับความเครียดและทำให้เกิดความเสียหายจากออกซิเดชัน ซึ่งมีรายงานว่าศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันของพืชลดต่ำลงสัมพันธ์กับอาการสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาผลไม้หลายชนิด ได้แก่ ลิ้นจี่ แอปเปิล พลัม และลำไย (Duan *et al.*, 2007; Aguayo *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2006; Chomkitichai *et al.*, 2014) รวมทั้งในเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคของไทยก็มีปัญหาการเกิดสีน้ำตาลเช่นกัน โดยทำให้คุณภาพด้อยลงและมีอายุการวางจำหน่ายสั้นลง ซึ่งทางคณะผู้วิจัยพบว่าการจุ่มในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ (SC) สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ดี แต่ยังไม่มีการศึกษากลไกของ SC ในเรื่องศักยภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระและปริมาณสารต้านออกซิเดชันในระหว่างการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งพันธุ์กิมจูซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมาก ดังนั้นรายงานวิจัยนี้จึงมีประโยชน์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการลดการเกิดสีน้ำตาลและรักษาคุณภาพของผลไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภคทั้งฝรั่งและผลไม้ชนิดอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในระยะแก่เต็มที่เชิงการค้า (อายุประมาณ 120 วันหลังดอกบาน) ขนาดผลใกล้เคียงกัน ไม่มีรอยโรคและแมลงเข้าทำลาย ซื้อมาจากสวนของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ นำผลฝรั่งมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วผ่าครึ่งผลตามยาว และคว้านเอาเมล็ดออก ตัดแบ่งเนื้อผลออกเป็น 16 ชิ้น (หนาชิ้นละประมาณ 1.5 เซนติเมตร) นำเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นมาจุ่มในสารละลาย SC ความเข้มข้น 4 ระดับ ดังนี้ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.1 และ 0.2% (w/v) เป็นเวลา 10 นาที ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ถูถ่วง 120 กรัม ความเข้มข้นละ 18 ถู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ± 1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% เป็นเวลา 48 ชม. สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อผลในแต่ละชุดความเข้มข้นในช่วงเวลาที่ 0, 6, 12, 24, 36 และ 48 ของการเก็บรักษา มาวิเคราะห์เรื่องการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภค จากดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (BI) (Jiang and Li, 2001) ศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH และ ABTS radical scavenging และปริมาณสารต้านออกซิเดชันบางชนิด ได้แก่ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอนทั้งหมด (Chomkitichai *et al.*, 2014) ทั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ชิ้นรวมเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นทั้งหมด 432 ชิ้น โดยวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 15 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดลองในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2559 ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการทดลอง

ระหว่างการเก็บรักษาเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคมีศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และอนุมูลอิสระ ABTS ลดต่ำลงทุกชุดการทดลอง อย่างไรก็ตามเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลาย SC ความเข้มข้น 0.05-0.2% (w/v) มีค่าศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันทั้ง 2 วิธีสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่วันที่ 6 จนถึงวันที่ 48 โดยชุดความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% ให้ผลดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1A and 1B) ในขณะที่ BI ของชิ้นผลชุดควบคุมมีค่าต่ำใน 12 ชั่วโมงแรก และเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาที่ 24-48 การจุ่มในสารละลาย SC มีผลลด BI ของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นได้ โดยที่ความเข้มข้น 0.1-0.2% (w/v) ลด BI ได้ดีกว่าความเข้มข้น 0.05% (w/v) (Figure 1C)

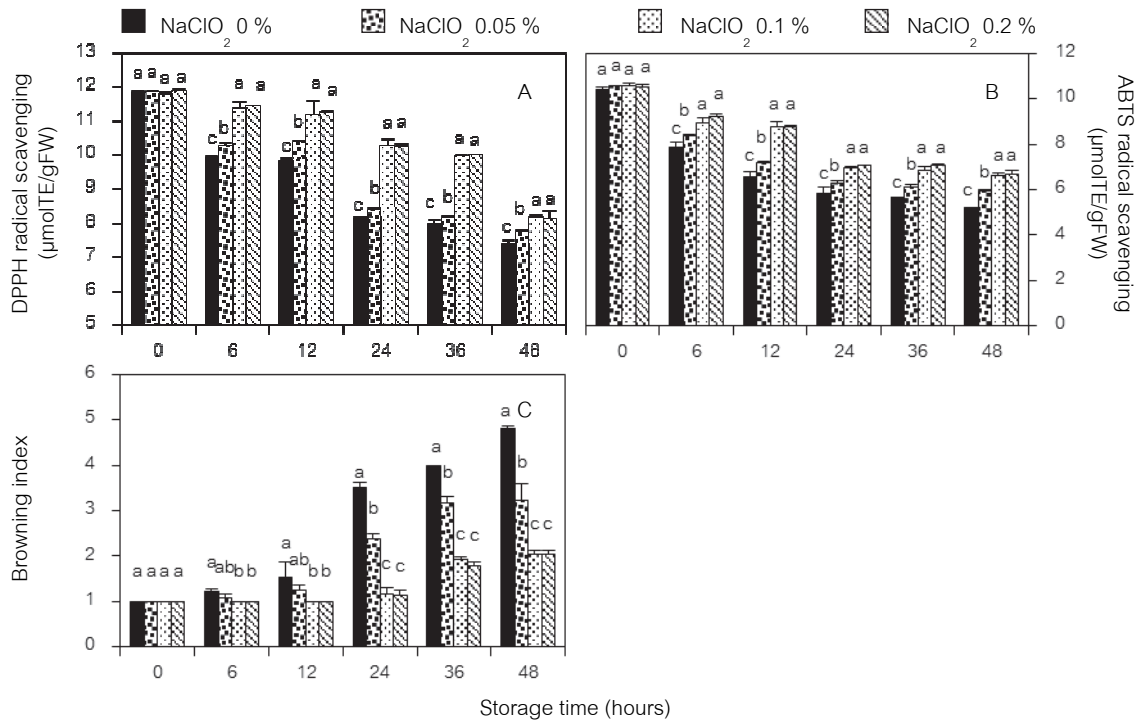


Figure 1 Changes in DPPH (A) and ABTS (B) radical scavenging activities and browning index (C) of 'Kimju' guava fruit during storage at 25±1°C for 48 hours. Bars (standard deviation) with the same letter in each sampling time are not significantly different. (n=3).

เมื่อพิจารณาปริมาณสารต้านออกซิเดชันทั้ง 4 ชนิดของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้น พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 24 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นลดลง ในขณะที่ปริมาณกรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอน ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การจุ่มเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นในสารละลาย SC ความเข้มข้น 0.05-0.2% (w/v) ทำให้เนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอน สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่วันที่ 6 จนถึงวันที่ 48 โดยชุดความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% ให้ผลดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2)

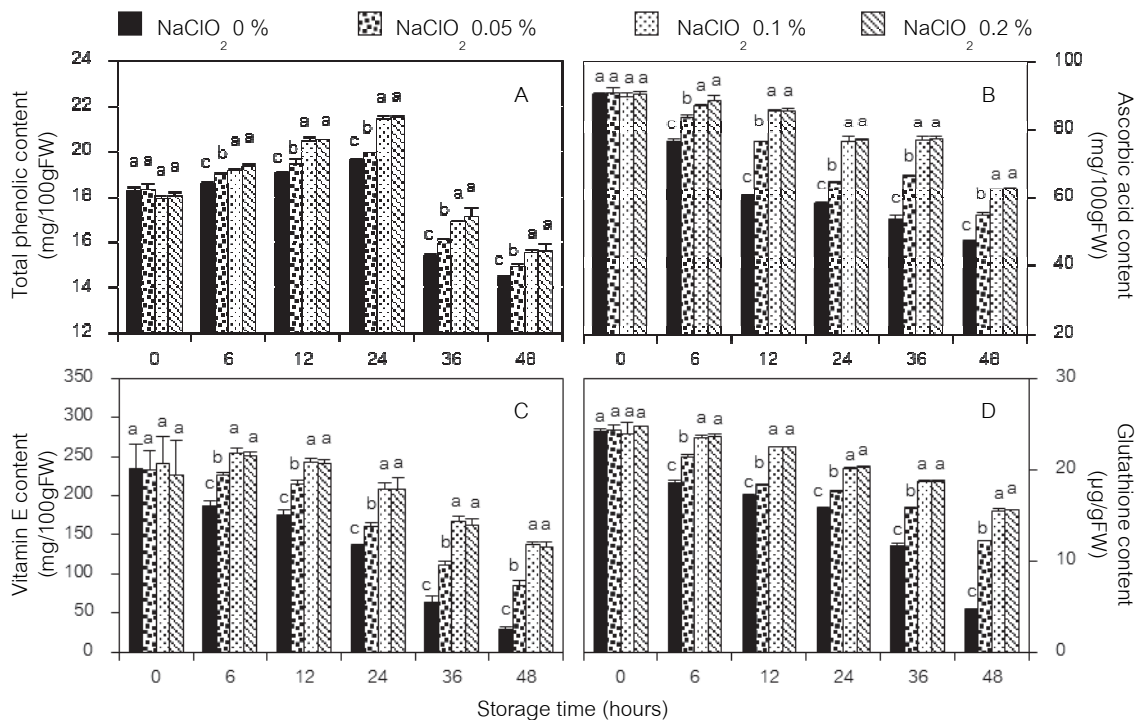


Figure 2 Changes in total phenolic (A), ascorbic acid (B), vitamin E (C) and glutathione (D) contents of 'Kimju' guava fruit during storage at 25±1°C for 48 hours. Bars (standard deviation) with the same letter in each sampling time are not significantly different. (n=3).

วิจารณ์ผล

ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH และ ABTS radical scavenging ของเนื้อผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้น ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับรายงานการวิจัยที่ผ่านมาในผลลิ้นจี่ พลับ ลำไย และแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภคที่พบว่าการลดลงของศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลที่เพิ่มมากขึ้นบริเวณเปลือกหรือเนื้อผล (Duan *et al.*, 2007; Chen *et al.*, 2006; Aguayo *et al.*, 2010; Chomkitichai *et al.*, 2014) ซึ่งศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันนี้เป็นผลมาจากการทำงานของสารต้านออกซิเดชันกลุ่มที่ไม่ใช่เอนไซม์ที่พบได้ทั่วไปในเซลล์พืชและทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในระหว่างที่พืชมีความเครียด เป็นตัวให้อิเล็กตรอน หรือ H^+ แก่อนุมูลอิสระ จนไม่มีฤทธิ์ให้เกิดออกซิเดชันทำลายเซลล์ (Blokhina *et al.*, 2003; Gill and Tuteja, 2010; Sharma *et al.*, 2012) ในการทดลองนี้พบว่าสารต้านออกซิเดชัน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอน ในเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นมีปริมาณลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสันนิษฐานว่าถูกนำไปใช้ในการกำจัดอนุมูลอิสระต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาและไม่เพียงพอต่อการกำจัดอนุมูลอิสระที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในช่วงหลัง ส่งผลให้ศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันหรือกำจัดอนุมูลอิสระลดลง จนทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลตามมา

การจุ่มเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นในสารละลาย SC มีผลเพิ่มศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชัน ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี และกลูตาไธโอน และการลดลงของการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้น สันนิษฐานว่า SC กระตุ้นให้เซลล์มีการสร้างสารต้านออกซิเดชันมากขึ้น ส่งผลให้ศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้น มีผลต่อเนื่องให้อนุมูลอิสระที่ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ลดลง (สิริวิชญ์ และคณะ, 2558) รวมทั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล และกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสและเพอร์ออกซิเดสลดต่ำลง จนทำให้ในที่สุดสามารถลดและชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลได้ (สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2558)

สรุป

ศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูลดลงสัมพันธ์กับดัชนีการเกิดสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น การจุ่มเนื้อผลในสารละลาย SC สามารถเพิ่มศักยภาพรวมในการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชัน รวมทั้งสามารถลดและชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อผลฝรั่งหั่นชิ้นพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูได้ โดยสารละลาย SC ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% (w/v) ให้ผลดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- สิทธิศักดิ์ อินทรสิทธิ์, กุลธิดา ชนาภิมุข, อธิวัฒน์ ชุ่มแย้ม, จ่านงค์ อุทัยบุตร และกอบเกียรติ แสงนิล. 2558. การลดการเกิดสีน้ำตาลของผลฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูโดยไซเตียมคลอไรด์. วิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ): 56-59.
- สิริวิชญ์ โชติกะคาม, อธิวัฒน์ ชุ่มแย้ม, จารุณี จุงกลาง และกอบเกียรติ แสงนิล. 2558. การลดความเสียหายของเมมเบรนระหว่างการเก็บรักษาของผลฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูโดยไซเตียมคลอไรด์. วิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ): 64-67.
- Aguayo, E., R. Cecili, R. Stanley and A. Woolf. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. *Postharvest Biology and Technology* 57: 52-60.
- Blokhina, O., E. Virolainen and K.V. Fagerstedt. 2003. Antioxidant, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annual Review of Plant Biology* 91: 179-194.
- Chen, J.Y., P.F. Wen, W.F. Kong, O.H. Pan, J.C. Zhan, J.M. Li, S.B. Wan and W.D. Huang. 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. *Postharvest Biology and Technology* 40: 64-72.
- Chomkitichai, W., B. Faiyue, P. Rachtanapun, J. Uthaibutra and K. Saengnil 2014. Enhancement of the antioxidant defense system of post-harvested 'Daw' longan fruit by chlorine dioxide fumigation. *Scientia Horticulturae* 178: 138-144.
- Duan, X., G. Wu and Y. Jiang. 2007. Evaluation of the antioxidant properties of litchi fruit phenolics in relation to pericarp browning prevention. *Molecules* 12: 759-771.
- Gill, S.S. and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plant. *Plant Physiology and Biochemistry* 48: 909-930.
- Jiang, Y. and Y. Li. 2001. Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry* 73: 139-143.
- Sharma, P., A.B. Jha, R.S. Dubey and M. Pessaraki. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Botany* 2012: 1-26.