

## ประสิทธิภาพของสารสกัดจากรังไหมต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค Effectiveness of Silkworm Cocoon Extract on Preventing Browning Incidence in Fresh-Cut Mango cv. 'Nam Dok Mai'

ชลิตา ฉิมวาริ<sup>1,2</sup> สุริยพันธ์ สุภาพวานิช<sup>3</sup> เฉลิมชัย วงษ์อารี<sup>1,2</sup> ชัยรัตน์ เดชวุฒิปพร<sup>3</sup> รัชชา เทพษร<sup>4</sup> และ พนิดา บุญยฤทธิ์ธงไชย<sup>1,2</sup>  
Chimvaree, C.<sup>1,2</sup>, Supapvanich, S.<sup>3</sup>, Wongs-Aree, C.<sup>1,2</sup>, Techavuthiporn, C.<sup>3</sup>, Tepsorn, R.<sup>4</sup> and Boonyaritthongchai, P.<sup>1,2</sup>

### Abstract

This study was to investigate the effectiveness of sericin extracted from silkworm cocoon to prevent browning incidence in fresh-cut mango cv. 'Nam Dok Mai'. Ripe mango pieces were immersed in hydrolysate and non-hydrolysate sericin, and in distilled water for 1 minute. All treatments were placed in semi-rigid package and stored at 10±2°C, 80-90% RH for 4 days. Results showed that both types of sericin could effectively delay the increases of flesh browning incidence greater than the other treatments. The lightness (L\*) values of sericin treatments were higher and the browning scores were lower than that of the control, but there was not significant difference between two types of sericin. Hydrolyzed and non-hydrolyzed treated mango revealed the lower activity of PPO and higher total phenolic content than the control during storage. Sericin treatments had the storage life for 4 days while non-treated fruit had the storage life for 1 day.

**Keywords:** Fresh cut fruit, Sericin, Browning Incidence

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของโปรตีนเซรีซินซึ่งสกัดได้จากรังไหมต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำชิ้นมะม่วงสุก มาจุ่มลงในสารละลายเซรีซินไฮโดรไลเสส และนอนไฮโดรไลเสส เปรียบเทียบกับไม่จุ่มสาร (ชุดควบคุม) นาน 1 นาที จากนั้นบรรจุลงในกล่องพลาสติกกึ่งคงรูปมีฝาปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 เป็นเวลา 4 วัน ผลการทดลองพบว่า สารเซรีซินทั้งสองชนิดสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยมีค่าความสว่างของสีเนื้อ (L\*) สูง และค่าคะแนนการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่ามะม่วงชุดควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างมะม่วงที่จุ่มสารเซรีซินทั้งสองชนิด ชิ้นมะม่วงชุดที่จุ่มสารเซรีซินทั้งสองชนิดมีกิจกรรมเอนไซม์ PPO ต่ำกว่ามะม่วงชุดควบคุม และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา และมะม่วงที่จุ่มสารเซรีซินทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษาได้ 1 วัน

**คำสำคัญ:** ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค เซรีซิน การเกิดสีน้ำตาล

### คำนำ

มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค คือ มะม่วงที่ผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การล้าง การปอก การหั่น การตัดแต่ง ซึ่งการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนข้างต้นทำให้สารต่าง ๆ ภายในเซลล์ออกมาบริเวณรอยแผลที่เกิดจากการตัดแต่ง ส่งผลต่อการเร่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี เกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดแต่ง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และเกิดการเจริญ

<sup>1</sup> สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 49 ถนนเทียนทะเล 25 บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 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, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

<sup>3</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กทม. 10400

<sup>4</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand.

<sup>5</sup> ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

<sup>6</sup> Department of Agricultural Education, Faculty of industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 1 Soi Chalokkrung 1, Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520

<sup>7</sup> ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

<sup>8</sup> Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Centre, Pathumthani 12121

ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้อย่างรวดเร็ว (Clemente และ Pastore, 1998) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นในการหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงสุกตัดแต่งพร้อมบริโภค เซริซินเป็นโปรตีนที่สกัดจากรังไหม ในด้านอุตสาหกรรมอาหาร มีการวิจัยนำเซริซินมาใช้ในการผลิตฟิล์มที่บริโภคได้ และการใช้เป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เนื่องจากคุณสมบัติที่สามารถจับตัวเป็นพอลิเมอร์ สามารถผสมกับสารโมเลกุลใหญ่ได้ดี มีลักษณะเป็นกัม และป้องกันการสูญเสียไอน้ำได้ดี (Sothornvit และ Chollakup, 2009; Sothornvit และคณะ, 2010) มีรายงานวิจัยพบว่าการเคลือบผิวแอปเปิ้ลตัดสดพร้อมบริโภค ด้วยสารเคลือบผิวเซริซินสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาได้เป็นอย่างดี (Thongsook และ Tiyaboonchai, 2011) การสกัดสารเซริซินออกจากรังไหมมีหลายวิธีการ ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเซริซินที่ได้ต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติของสารเซริซินที่สกัดจากรังไหมโดยมีระดับการไฮโดรไลซ์ที่แตกต่างกันต่อการลดการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

มะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่มีคุณภาพดี นำมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรทิ้งไว้ให้แห้ง เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมากับมะม่วง ผึ่งให้แห้งแล้วนำมาปอกเปลือกและหั่นตามขวาง 4 ชั้นต่อมะม่วงครึ่งผล นำมาแบ่งชุดทดลองดังนี้ ชุดควบคุม (มะม่วงไม่ได้จุ่มสารใดๆ) จุ่มด้วยสารละลาย non-hydrolysed sericin ความเข้มข้นร้อยละ 2 และจุ่มด้วยสารละลาย hydrolysed sericin ความเข้มข้นร้อยละ 2 บรรจุในกล่องพลาสติกแบบ semi-rigid packaging ขนาด 11.5 × 17 × 4.5 เซนติเมตร บรรจุ 4 ชั้นต่อกล่อง นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ (1 กล่องต่อซ้ำ) ทำการบันทึกผลการทดลองทุกวัน ได้แก่ คะแนนการเกิดสีน้ำตาล (คะแนนการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองตัดแต่งพร้อมบริโภคอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน โดย 0 = ไม่เกิดสีน้ำตาลเลยของพื้นที่ผิวทั้งหมด คะแนน 1 = เกิดสีน้ำตาลอ่อนร้อยละ 1-25 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด 2 = เกิดสีน้ำตาลปานกลางร้อยละ 26-50 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด 3 = เกิดสีน้ำตาลเข้มร้อยละ 51-75 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด และ 4 = เกิดสีน้ำตาลเข้มมากร้อยละ 76-100 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด) การเปลี่ยนแปลงสีค่า กิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

### ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าคะแนนการเกิดสีน้ำตาลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1 A) การเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงตัดแต่งเริ่มเกิดในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลสูงกว่าชุดที่จุ่มเซริซินทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ( $p \leq 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม พบว่าคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงที่จุ่มในสารละลายโปรตีนเซริซินทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และพบว่าค่าความสว่าง  $L^*$  ของทุกชุดทดลองมีแนวโน้มลดลง (มะม่วงมีสีน้ำตาลมากขึ้น) (Figure 1 B และ 3) โดยในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า การลดลงของค่าความสว่างในมะม่วงที่จุ่มในสารละลายโปรตีนเซริซินเกิดช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้จุ่มสารละลายโปรตีนเซริซินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ในขณะที่ค่า  $L^*$  ของมะม่วงที่จุ่มในสารละลายโปรตีนเซริซินทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ non-hydrolysed และ hydrolysed ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

กิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ของชุดควบคุมเพิ่มขึ้นในวันแรกของการเก็บรักษาและหลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในวันเริ่มต้นการเก็บรักษา พบว่าเนื้อมะม่วงชุดควบคุมมีกิจกรรมเอนไซม์ PPO สูงที่สุดเท่ากับ 0.49 unit/mg protein ในขณะที่มะม่วงจุ่ม non-hydrolysed และ hydrolysed มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO ต่ำกว่าเท่ากับ 0.26 unit/mg protein และเนื้อมะม่วงจุ่มสารเซริซินทั้งสองชนิดมีกิจกรรมเอนไซม์ PPO ต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามพบว่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของเนื้อมะม่วงที่จุ่มในสารละลายโปรตีนเซริซินทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Figure 2 A) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา พบว่ามะม่วงชุดควบคุม และมะม่วงที่จุ่ม non-hydrolysed sericin มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่ามะม่วงที่จุ่ม hydrolysed sericin และในวันที่ 3 พบว่ามะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่ามะม่วงจุ่มเซริซินทั้งสองชนิด (Figure 2 B)

### วิจารณ์ผล

มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารเซริซินสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ การจุ่มมะม่วงในสารละลายโปรตีนเซริซินสามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO ได้ เป็นผลมาจากการจับตัวกันระหว่างเซริซินและซับสเตรทของการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลตามที่กล่าวมาข้างต้น เซริซินมีคุณสมบัติเป็นตัวยับยั้งเอนไซม์ PPO (Kato et al., 1998) เซริซินสามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO ได้ 2 ทาง โดยทำปฏิกิริยากับ o-quinones และทำหน้าที่เป็นคีเลติงเจนต์ (Kahn, 1985; Goetghebeur และ

Kermasha, 1996) เนื่องจากเซรีซินประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลสูง ซึ่งหมู่ไฮดรอกซิลมีสมบัติเป็นคีเลตติ้งเจนท์ที่ดีโดยจะไปจับกับทองแดงที่บริเวณเร่งของเอนไซม์ PPO ทั้งนี้โลหะทองแดงเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของเอนไซม์ PPO ดังนั้นการที่เซรีซินมีสมบัติดังกล่าวจึงส่งผลช่วยในการลดการเกิดสีน้ำตาลได้ อย่างไรก็ตามพบว่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของเนื้อมะม่วงที่จุ่มในสารละลายโปรตีนเซรีซินทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากสมมติฐานเซรีซินชนิด hydrolysate จะมีประสิทธิภาพในการลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าชนิด non-hydrolysate เนื่องจากการไฮโดรไลซ์ด้วยความร้อนจะทำให้โมเลกุลของเซรีซินมีขนาดเล็กลง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นสารคีเลตติ้งเจนท์ เช่นเดียวกับ Thongsook และ Tiyaboonchai (2011) รายงานว่าสารละลายเซรีซินที่ผ่านการไฮโดรไลสสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าสารละลายเซรีซินที่ไม่ผ่านการไฮโดรไลส อย่างไรก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างในด้านการลดการเกิดสีน้ำตาล ทั้งนี้เมื่อนำเซรีซินทั้งสองชนิดไปตรวจสอบขนาดน้ำหนักโปรตีนด้วยวิธี SDS-PAGE พบว่ามีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน (ไม่แสดงข้อมูล) อาจเนื่องจากกระบวนการที่ใช้ในการไฮโดรไลสไม่เพียงพอที่จะย่อยขนาดโมเลกุลของเซรีซินให้เล็กลง ส่งผลให้เซรีซินที่ผ่านการไฮโดรไลซ์ด้วยความร้อนไม่ได้มีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งสีน้ำตาล ความรุนแรงของการเกิดสีน้ำตาลในพีชขึ้นอยู่กัปริมาณสารประกอบฟีนอลและกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง Nguyen et al. (2003) รายงานว่า การเก็บรักษากล้วยที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เปลือกกล้วยเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหลังจากเก็บรักษา 3 วัน มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO, PAL และมีความรุนแรงของการเกิดสีน้ำตาลมากขึ้น ขณะที่ปริมาณของสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นเนื่องจากสารประกอบฟีนอลอาจจะถูกนำมาใช้ในการเกิดสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลาย non hydrolysed sericin และสารละลาย hydrolysed sericin ช่วยป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่มีออกซิเจนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากเซรีซินมีคุณสมบัติเป็นฟิล์มสามารถลดการผ่านเข้าออกของออกซิเจน และเซรีซินยังมีคุณสมบัติเป็นสารคีเลตติ้งเจนท์ สามารถลดสะสมสารสีน้ำตาลได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้จุ่มสาร

#### สรุปผล

สารละลายเซรีซินทั้งแบบ non-hydrolysate และ hydrolysate sericin มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO และลดการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

#### คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และขอขอบคุณ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University, Japan ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- Clemente, E. and Pastore, G.M., 1998, Peroxidase and Polyphenoloxidase, the Importance for Food Technology, Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos, 32: 167-171.
- Goeighebeur, M. and Kermasha, S., 1996, Inhibition of Polyphenol Oxidase by Copper Metallothionein from *Aspergillus niger*, Phytochemistry, 42: 935-940.
- Kahn, V., 1985, Effect of Protein, Protein Hydrolyzate and Amino Acids on Dihydroxyphenolase Activity of Polyphenol Oxidase of Mushroom, Avocado and Banana, Journal of Food Science, 50: 111-115.
- Kato, N., Sato, S., Yamana, A., Yamada, H., Fuwa, N. and Nomura, M., 1998, Silk Protein, Sericin, Inhibits Lipid peroxidation and Tyrosinase Activity, Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 62: 145-147.
- Nguyen, T.B.T., Ketsa, S. and van Doorn, W.G., 2003, Relationship between Browning and the Activities of Polyphenol Oxidase and Phenylalanine Ammonia Lyase in Banana Peel During Low Temperature Storage, Postharvest Biology and Technology, 30: 187-193.
- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P. and Glover, W., 1999, Phenolic Compounds and Their Role in Oxidant Processes in Fruits, Food Chemistry, 66: 41-436.
- Sothornvit, R. and Chollakup, R., 2009, Properties of Sericin-glucomannan Composite Films, International Journal of Food Science and Technology, 44: 1395-1400.
- Sothornvit, R., Chollakup, R. and Suwanruji, P., 2010, Extracted Sericin from Silk Waste for Film Formation, Songklanakarin Journal of Science and Technology, 32: 17-22.
- Thongsook, T. and Tiyaboonchai, W., 2011, Inhibitory Effect of Sericin on Polyphenol Oxidase and Its Application as Edible Coating, International Journal of Food Science and Technology, 46: 2052-2061.

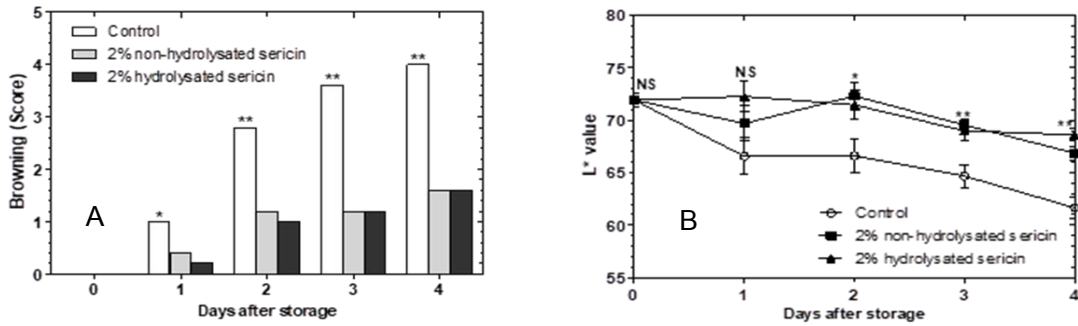


Figure 1 Browning score (A) L\* value (B) of fresh cut mango cv. Nam Dok Mai treated with non-hydrolysed sericin, hydrolysed sericin compared to non-treated mango (control) during storage at 10°C for 4 days.

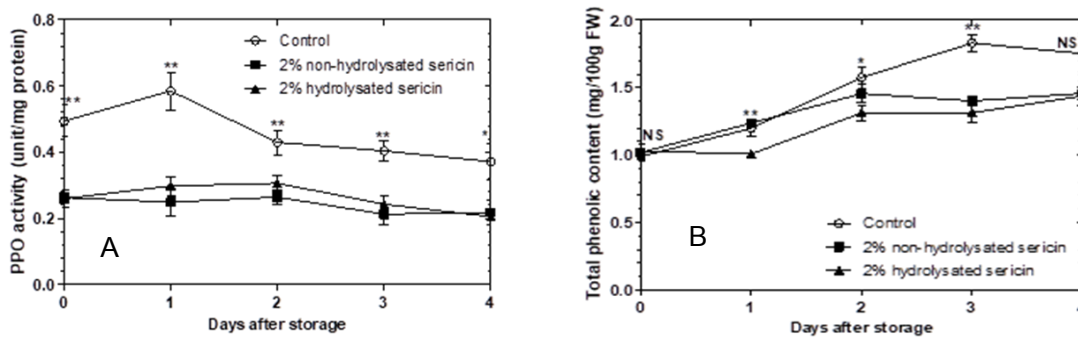


Figure 2 Polyphenol oxidase (PPO) activity (A) Total phenolic contents (B) of fresh cut mango cv. Nam Dok Mai treated with non-hydrolysed sericin, hydrolysed sericin compared to non-treated mango (control) during storage at 10°C for 4 days.

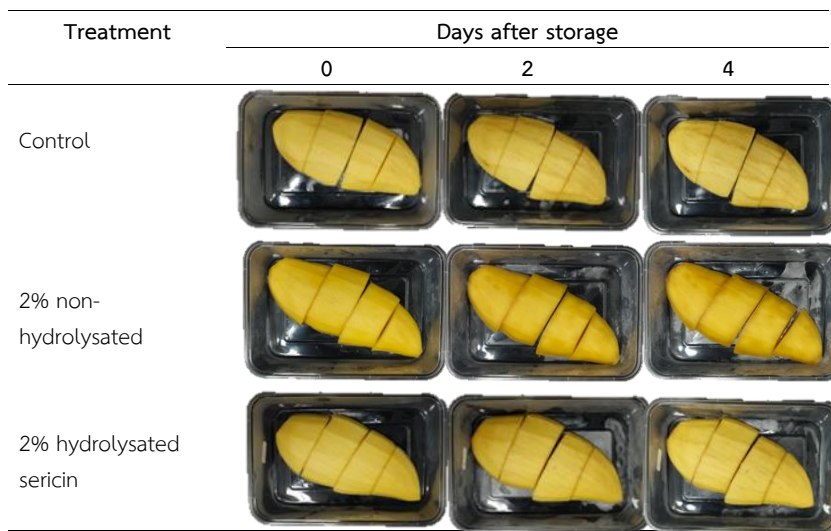


Figure 3 Appearance of fresh cut mango cv. Nam Dok Mai treated with non-hydrolysed sericin, hydrolysed sericin compared to non-treated mango (control) during storage at 10°C for 4 days.