

ผลของกรดเพอร์ออกซีแอซิติกต่อการควบคุมจุลินทรีย์และคุณภาพของใบตองสดตัดแต่งพร้อมใช้
ระหว่างการเก็บรักษา

Effects of Peroxyacetic Acid on Microbial Control and Quality of Fresh-cut Banana Leaves During Storage

วรัมพร กุลเจริญทรัพย์¹ กานดา หวังชัย^{1,2} และ อุษาวดี ชนสูตร^{1,2}

Varumporn Kuljaroenub, Kanda Wangchai and Usawadee Chanasut

Abstract

The effects of peroxyacetic acid (PA) on microbial control and quality of fresh-cut banana leaves during storage were studied. Fresh-cut Tane banana leaves were inoculated with $10^8 \log_{10}$ CFU/ml of *Escherichia coli* then sanitized with 80 ppm peroxyacetic acid solution for 30 minutes and distilled water was used as the control treatment. Fresh-cut banana leaves were air dried and put in polyethylene bag before stored at 5 ± 2 °C and 27 ± 2 °C. The results showed that sanitization with PA solution effectively reduced and delayed the microbial growth during storage. It did not affect the quality of fresh-cut banana leaf such as %weight loss, colour changed and chlorophyll contents. However, some disorders were found on the banana leaves during storage such as bleaching and softening. These disorders were found on fresh-cut banana leaves that storage at 5 ± 2 °C. The disorder such as yellowing, black spot and bleaching were found during storage at 27 ± 2 °C. The shelf-life of fresh-cut banana leaves storage at 5 ± 2 °C was 12 days but the shelf-life of fresh-cut banana leaves storage at 27 ± 2 °C was 3 days.

Keywords: sanitization, low temperature storage, microbial reduction

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิติก (peroxyacetic acid; PA) ต่อการเจริญของจุลินทรีย์และคุณภาพของใบตองตานีสดตัดแต่งพร้อมใช้ในช่วงการเก็บรักษา โดยนำแผ่นใบตองตานีสดตัดแต่งมาล้างฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย PA ความเข้มข้น 80 ppm เป็นระยะเวลา 30 นาที และใช้ชุดที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 และ 27 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่า การล้างด้วยสารละลาย PA สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ในช่วงการเก็บรักษา โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพของแผ่นใบตองสดตัดแต่งพร้อมใช้ เช่น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด การเกิดโรค การเปลี่ยนแปลงสี และปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงการเก็บรักษา แต่พบลักษณะผิดปกติ คือ ใบตองสดตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส มีขอบใบบริเวณรอยตัดแห้งและสีซีดจางลงจนเป็นสีขาว ส่วนใบตองสดตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส แผ่นใบตองเปลี่ยนสีจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองทั่วทั้งแผ่นอย่างรวดเร็วและเกิดจุดสีดำนบนแผ่นใบ ใบตองสดตัดแต่งมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียสได้ 12 วัน และมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียสได้ 3 วัน

คำสำคัญ : การล้างฆ่าเชื้อ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การลดปริมาณจุลินทรีย์

คำนำ

ใบตอง เป็นวัสดุธรรมชาติที่นิยมนำมาใช้ในการบรรจุอาหารและบรรจุหีบห่อ การผลิตใบตองในรูปแบบผลิตภัณฑ์สดตัดแต่งให้มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานของผู้บริโภคนั้น สามารถตอบสนองความต้องการและเพิ่มความสะอาดสบายของผู้บริโภคโดยกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สดตัดแต่งพร้อมใช้นั้นคุณภาพของวัตถุดิบมีความสำคัญมาก เพราะมีโอกาสปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้ในหลายขั้นตอน รวมถึงการตัดแต่งผลิตภัณฑ์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้บริโภค ทำให้ผลิตภัณฑ์มีบาดแผล ง่ายต่อการเข้าทำลายและการเจริญของจุลินทรีย์ เกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น และส่งผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษาและอายุการใช้งาน การส่งออกผลิตภัณฑ์ด้านอาหารไปยังตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะในทวีปยุโรป ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP และ ไม่มีสารพิษตกค้าง ไม่มีจุลินทรีย์ก่อโรคปนเปื้อน และเกณฑ์มาตรฐานของ *Escherichia coli* (*E. coli*) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสะอาด

¹ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, 239 Suthep district, Meung, Chiang Mai 50200.

² สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่. 50200.

² Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Technology Innovation Center. Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

ของอาหาร (sanitation indicator) ต้องมีไม่เกิน 10 MPN (Most Probable Number) /g. (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ในกระบวนการผลิตจึงต้องมีการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในขั้นตอนก่อนการตัดแต่ง หรือหลังการตัดแต่ง ก่อนการเก็บรักษาและวางจำหน่าย โดยก่อนหน้านี้ วรรณพร และคณะ (2559) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อชนิดต่างๆต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ *E. coli* ที่ปลูกถ่ายลงบนแผ่นใบตองตานีสดตัดแต่งพร้อมใช้ พบว่า การล้างแผ่นใบตองสดด้วยสารละลาย PA ความเข้มข้น 80 ppm เป็นเวลา 30 นาที หลังจากตัดแต่งเป็นผลิตภัณฑ์สดพร้อมใช้ มีประสิทธิภาพลดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด การศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารละลาย PA ในการควบคุมจุลินทรีย์และผลต่อคุณภาพของใบตองสดตัดแต่งพร้อมใช้ระหว่างการเก็บรักษา โดยคาดว่าผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในขั้นตอนการเก็บรักษาก่อนการวางจำหน่าย เพื่อควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์สดตัดแต่งพร้อมใช้ในระหว่างการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายได้

อุปกรณ์และวิธีการ

นำใบตองตานีสดมาคัดคุณภาพ ตัดเป็นแผ่นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว นำมาปลูกถ่ายเชื้อ *E. coli* ความเข้มข้น $10^8 \log_{10}$ CFU/ml ฝึ่งให้หมาดแล้วล้างด้วยสารละลาย PA ความเข้มข้น 80 ppm เป็นระยะเวลา 30 นาที ฝึ่งให้แห้งแล้วบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene: LDPE) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C และ 27 ± 2 °C สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บรักษาทุกๆ 3 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา และตรวจสอบปริมาณ *E. coli* ทั้งก่อนและภายหลังการเก็บรักษา พร้อมทั้งประเมินอายุการเก็บรักษาของใบตองสดตัดแต่งพร้อมใช้

ผลการทดลอง

แผ่นใบตองสดตัดแต่งทั้งที่ผ่านการล้างทำความสะอาดด้วยสารละลาย PA และนำกลั่นก่อนบรรจุถุง LDPE มีอายุเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C ได้นานถึง 12 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C ได้เพียง 3 วัน สารละลาย PA สามารถควบคุมการเพิ่มปริมาณ *E. coli* บนแผ่นใบตองสดตัดแต่งได้ โดยแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่ล้างด้วยน้ำกลั่น ก่อนเก็บรักษา มีปริมาณ *E. coli* 15.45 CFU/cm^2 หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C เป็นเวลา 15 วันและที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C เป็นเวลา 6 วัน มีปริมาณ *E. coli* เพิ่มขึ้นเป็น 104.34 และ 238.29 CFU/cm² ตามลำดับ ส่วนแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่ล้างด้วยสารละลาย PA ก่อนเก็บรักษา มีปริมาณ *E. coli* 0.12 CFU/cm^2 หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C เป็นเวลา 15 วันและที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C เป็นเวลา 6 วัน มีปริมาณ *E. coli* เพิ่มขึ้นเป็น 21.49 และ 133.14 CFU/cm² ตามลำดับ (Figure 1) ซึ่งปริมาณ *E. coli* ที่พบบนแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่ล้างด้วยน้ำกลั่นมากกว่าแผ่นใบตองที่ล้างด้วยสารละลาย PA อย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95% การล้างใบตองสดตัดแต่งด้วยสารละลาย PA ไม่มีผลต่อคุณภาพบางประการระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดและปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C และ 27 ± 2 °C ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและคลอโรฟิลล์บีที่วัดได้บนแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่ล้างด้วยสารละลาย PA มีค่าต่ำกว่าแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่ล้างด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95% ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C (Figure 2)

การล้างด้วยสารละลาย PA มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกบางประการ พบว่า แผ่นใบตองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C เป็นเวลา 15 วัน ขอบใบมีลักษณะแห้งและสีซีดจางลงจนเห็นเป็นสีขาว (Figure 3-A.) แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C เป็นเวลา 6 วัน แผ่นใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เกิดจุดสีดำกระจายบนแผ่นใบ ขอบใบแห้งและสีซีด ส่วนใบตองตัดแต่งที่ล้างด้วยน้ำกลั่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 °C เป็นเวลา 15 วัน พบว่าขอบใบมีสีซีดจางลงเช่นกัน แต่หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C แผ่นใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เกิดจุดสีดำกระจายบนแผ่นใบ ขอบใบแห้งและเปลี่ยนเป็นสีดำ (Figure 3-B.)

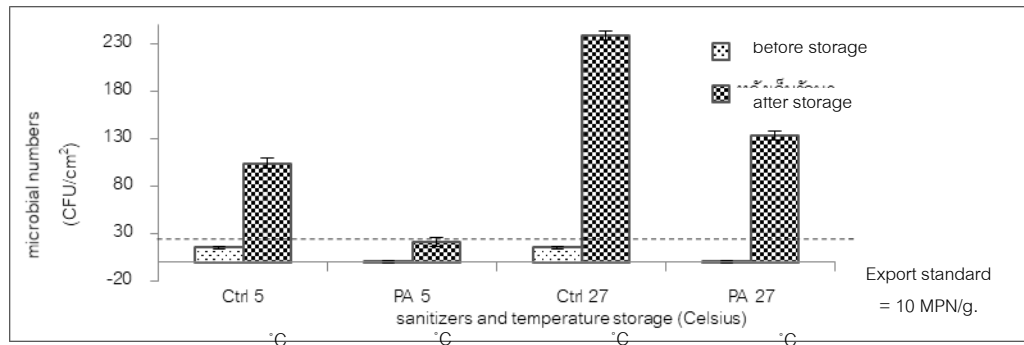


Figure 1 Change of microbial population on the fresh-cut banana leaf after sanitized with 80 ppm PA solution and storage at 5 ± 2 °C for 15 days or 27 ± 2 °C for 6 days.

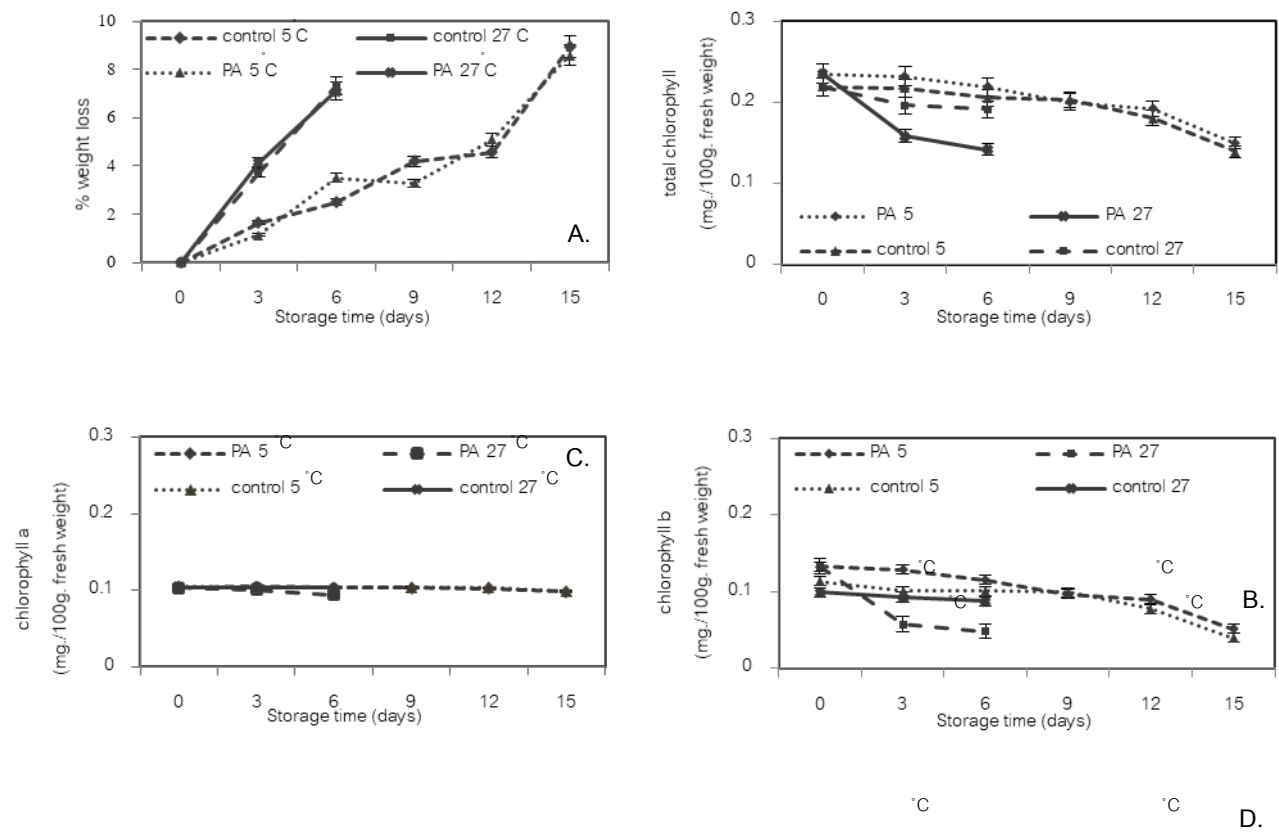


Figure 2 Effects of PA on % weight loss (A.) total chlorophyll content (B) chlorophyll a content (C) and chlorophyll b content (D.) of fresh-cut banana leaf storage at 5 ± 2 °C for 15 days and 27 ± 2 °C for 6 days.

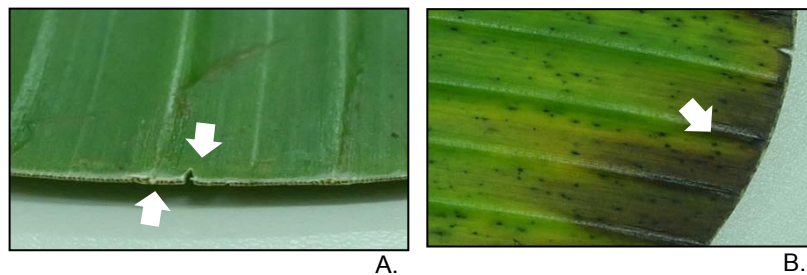


Figure 3 Bleaching of cutting area after 15 days storage at 5 ± 2 °C (A.) and leaf yellowing & black spot after storage at 27 ± 2 °C for 6 days (B.)

วิจารณ์ผล

การล้างแผ่นใบตองสดตัดแต่งด้วยสารละลาย PA ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเพิ่มจำนวนของ *E. coli* ในระหว่างเก็บรักษาได้ แม้ว่ายังคงมีการเจริญเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ซึ่ง *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่มีการสร้างแคปซูลที่ทนทานต่อการล้างทำความสะอาดและพร้อมเจริญเมื่อสภาวะเหมาะสม สอดคล้องกับ Lopez-Galvez *et al.* (2013) ที่ได้ล้างผักกาดแก้วสดตัดแต่งพร้อมใช้ ด้วยสารฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 7 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ค่อยๆเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และ Beltran *et al.* (2005) ศึกษาผลของสารฆ่าเชื้อชนิดต่างๆต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ในมันฝรั่งแผ่นสดพร้อมบริโภค โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 14 วัน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ ค่อยๆเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกัน แม้ว่า *E. coli* ยังมีการเจริญระหว่างเก็บรักษา แต่ปริมาณ *E. coli* ที่พบบนแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่ล้างด้วยสารละลาย PA ทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 °C ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการส่งออกของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งต้องพบ *E. coli* ไม่เกิน 10 MPN (Most Probable Number) /g.

สาเหตุหลักของการหมดอายุการเก็บรักษา คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกและการเกิดโรค ใบตองเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ขอบใบซีดขาวหรือมีสีน้ำตาล และฉีกขาด แผ่นใบมีจุดสีดำ ซึ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการเกิดสีเหลืองของแผ่นใบตอง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ภายในใบ การล้างแผ่นใบตองสดตัดแต่งด้วยสารละลาย PA ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและคลอโรฟิลล์บีต่ำกว่าการล้างด้วยน้ำกลั่นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27±2 °C อาจเนื่องจากสารละลาย PA เป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรง อาจส่งผลต่อเยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์และทำให้คลอโรฟิลล์ในใบตองสลายตัวได้เร็วขึ้น นอกจากนี้การล้างทำความสะอาดด้วยสารฆ่าเชื้อยังส่งผลให้เกิดการฟอกสีบริเวณรอยตัดแต่งที่สัมผัสกับสารฆ่าเชื้อโดยตรง ซึ่งสารละลาย PA เป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรง เซลล์ของใบตองบริเวณที่ถูกตัดแต่งถูกทำลาย และง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้บริเวณดังกล่าวมีสีซีดจางลง แฉกและเกิดการฉีกขาด เช่นเดียวกับการศึกษาของจอมขวัญ และนิธิยา (2556) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลาย PA และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ผิวของผลไม้แกะสลัก พบว่า แครอทแกะสลักที่ล้างด้วยสารละลาย PA ความเข้มข้น 80 ppm ร่วมกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5% และเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 0.25% มีสีซีดขาวหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 °C เป็นเวลา 12 วัน

สรุปผล

การล้างแผ่นใบตองสดตัดแต่งด้วยสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิติก (PA) ความเข้มข้น 80 ppm เป็นระยะเวลา 30 นาที ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5±2 องศาเซลเซียส) สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้ โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพของแผ่นใบตองสดตัดแต่งพร้อมใช้ เมื่อเก็บรักษาแผ่นใบตองสดตัดแต่งที่อุณหภูมิ 5±2 °C ได้เป็นระยะเวลา 12 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27±2 °C ได้เป็นระยะเวลา 3 วัน

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่เชื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย โครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย) สำหรับทุนสนับสนุนการศึกษาและการทำวิจัย และขอขอบคุณทุนเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คู่มือปฏิบัติการตรวจรับรองระบบการจัดการคุณภาพ: การปฏิบัติที่ดีสำหรับพืช (GAP). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ และ นิธิยา รัตนานันท์. 2556. โครงการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 144 หน้า.
- วรัมพร กุลเจริญทรัพย์, กานดา หวังชัย และอุษาวดี ชนสูตร. 2559. ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อบางชนิดต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์บนแผ่นใบตองสดตัดแต่ง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3 (พิเศษ): 13-18.
- Beltran, D., M. V. Selma, J. A. Tudela and M. I. Gil. 2005. Effect of difference sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest Biology Technology* 37: 37-46.
- Lopez-Galvez, F., P. Ragaert, L. A. Palermo, M. Eriksson and F. Devlieghere. 2013. Effect of new sanitizing formulations on quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Postharvest Biology and Technology* 85: 102-108.