Agric. Sci. Innov. J. 55 : 2 (Suppl.) : 39 - 42 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 2 (พิเศษ) : 39 - 42 (2567)

การใช้แกลบเป็นวัสดุดูดซับเพื่อควบคุมการปล่อยสารเมทิลซาลิไซเลตต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยน้ำว้า
Application of Rice Husks as Adsorbent for Controlling Release of Methyl Salicylate Compound on the Postharvest Quality of 'Namwa' Banana Fruit

ชลิดา ชลไมตรี[1] อภิชัย เจนจบ[2] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[2,3] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[2,3] และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[4]
Chalida Cholmaitri[1], Apichai Jenjob[2], Apiradee Uthairatanakij[2,3], Pongphen Jitareerat[2,3] and Natta Laohakunjit[4]

Abstract

'Namwa' bananas have a short shelf life due to fast ripening. Therefore, the objective of this research was to study the effect of an adsorbent material from rice husk-methyl salicylate (RH-MeSA) on the quality of 'Namwa' banana fruit during storage. Methyl salicylate (MeSA: 1 mmol/L) was prepared, added to rice husk (RH) at a ratio of 3:1 and incubated at 25 °C for 24 h to reach equilibrium. Then, three grams of RH-MeSA were weighed and put in filter paper No. 1. before use. Bananas at 75% mature-green stage were cut into small clusters with 2 fingers per cluster and put in a perforated polypropylene box (4 holes, 2 mm i.d.) together with RH-MeSA compared with a cotton ball containing MeSA and a non-treated banana served as the control. All treatments were kept at 13 °C for 12 days. Results showed that RH-MeSA decreased ethylene production, delayed respiration rate, reduced fresh weight loss, maintained firmness, retarded the increase in total soluble solids. Furthermore, RH-MeSA delayed 'Namwa' banana ripening better than the cotton ball containing MeSA and the control treatments by 3 and 6 days, respectively.

Keywords: 'Namwa' bananas, rice husk, methyl salicylate

บทคัดย่อ

กล้วยน้ำว้ามีอายุการเก็บรักษาสั้นเนื่องจากสุกงอมเร็ว ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิไซเลต (RH-MeSA) ต่อคุณภาพของผลกล้วยน้ำว้าในระหว่างเก็บรักษา โดยเตรียมสารเมทิลซาลิไซเลต (MeSA: 1 มิลลิโมล/ลิตร) เติมลงในแกลบที่อัตราส่วน 3:1 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล จากนั้นชั่งแกลบ-เมทิลซาลิไซเลต จำนวน 3 กรัม ใส่ในกระดาษกรองเบอร์ 1 ก่อนนำไปใช้ นำกล้วยน้ำว้าที่ระดับความแก่ 75 เปอร์เซ็นต์ มาตัดเป็นหวีย่อย หวีละ 2 ผล วางลงในกล่องโพลีโพรพิลีนเจาะรู (4 รู ขนาด 2 มิลลิเมตร) พร้อมกับวางแกลบ-เมทิลซาลิไซเลต เปรียบเทียบกับสำลีที่มีสารเมทิลซาลิไซเลต และกล้วยที่ไม่ให้สาร (ชุดควบคุม) และนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน พบว่า การใช้แกลบ-เมทิลซาลิไซเลตสามารถลดการผลิตเอทิลีน ชะลออัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำหนักสด ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ ชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มากกว่านั้น กล้วยน้ำว้าที่มีแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตสามารถชะลอการสุกได้ดีกว่ากล้วยในชุดที่มีสำลีชุบสารเมทิลซาลิไซเลตและกล้วยในชุดควบคุมเป็นเวลา 3 และ 6 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: กล้วยน้ำว้า การสุก แกลบ เมทิลซาลิไซเลต

[1]ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
[1]Scientific Equipment and Research Division, Kasetsart University Research and Development Institute (KURDI), Kasetsart University,
50 Ngamwongwan road, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน)
49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
[2]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien),
49 Tientalay 25, Tha Kham, Bangkhuntien, Bangkok, 10150, Thailand
[3]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400
[3]Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division,
Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, 10400, Thailand
[4]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน)
49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
[4]Division of Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien),
49 Tientalay 25, Tha Kham, Bangkhuntien, Bangkok, 10150, Thailand

คำนำ

กล้วยน้ำว้านิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากปลูกง่ายและให้ผลผลิตสูงตลอดทั้งปี แต่ปัญหาสำคัญที่พบ คือ กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ประเภท climacteric ซึ่งเมื่อผลเริ่มสุกจะมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น ทำให้สุกเร็ว เน่าเสียรวดเร็ว และมีอายุการเก็บรักษาสั้น ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่สามารถรับประทานได้ทัน จากรายงานการใช้สารชะลอการสุก เช่น สารเมทิลซาลิไซเลต พบว่า เมทิลซาลิไซเลตสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลไม้ได้ โดยอาศัยกลไกการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase ในระหว่างกระบวนการสุก (Zhang *et al.,* 2020) มีรายงานการใช้เมทิลซาลิไซเลตชะลอการสุกของผลมะเขือเทศ (Min *et al.,* 2018) และผลกล้วยไข่ (Chotikakham *et al.,* 2019) ส่วนมากนิยมนำสารเมทิลซาลิไซเลตมาใช้โดยวิธีการจุ่ม ซึ่งอาจมีข้อจำกัดในเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในระหว่างการจุ่ม หรือวิธีการรมไอสารระเหย ซึ่งต้องรมในระบบปิด (closed chamber) ต้องใช้พื้นที่เยอะ ค่าใช้จ่ายสูงและใช้ระยะเวลานาน อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีการควบคุมการปลดปล่อยสารเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ โดยใช้ตัวดูดซับจากวัสดุที่มีในประเทศ หาง่าย ราคาถูก เช่น แกลบ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแล้วยังสามารถลดการนำเข้าวัสดุดูดซับจากต่างประเทศได้อีกด้วย ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่น่าสนใจในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของสินค้าเกษตร และตอบโจทย์ความพึงพอใจของผู้บริโภค ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตต่อคุณภาพของผลกล้วยน้ำว้าระหว่างการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิซิเลต

นำแกลบมาบดด้วยเครื่องบด ยี่ห้อ Cuisinart SG-10 HK แล้วอบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และนำมาทำให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 96 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.250-0.177 มิลลิเมตร จากนั้นเตรียมเมทิลซาลิไซเลตความเข้มข้น 1 มิลลิโมล/ลิตร เติมลงในแกลบที่อัตราส่วน 3:1 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล จากนั้นชั่งแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตจำนวน 3 กรัม ใส่ในกระดาษกรองเบอร์ 1 ก่อนนำไปใช้

2. การเตรียมผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลกล้วยน้ำว้าที่ระดับความแก่ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ จากสวนเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ภายหลังเก็บเกี่ยวคัดเลือกผลกล้วยน้ำว้าที่ปราศจากตำหนิและไม่มีโรค ทำการตัดกล้วยเป็นหวีย่อย หวีละ 2 ผล ล้างน้ำให้สะอาดและแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ 200 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 5 นาที ผึ่งให้แห้ง จากนั้น นำกล้วยน้ำว้า 2 ผล วางลงในกล่องโพลีโพรพิลีนเจาะรู (4 รู ขนาด 2 มิลลิเมตร) พร้อมกับวางแกลบ-เมทิลซาลิไซเลต เปรียบเทียบกับสำลีที่มีสารเมทิลซาลิไซเลต และกล้วยที่ไม่ให้สาร (ชุดควบคุม) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน

3. การตรวจวัดคุณภาพของผลผลิต

- วิเคราะห์อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (Shimadzu GC-2014)
- วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักสดจากการชั่งน้ำหนักผลกล้วยในวันเริ่มต้นจนกระทั่งผลสุก นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด จากสูตร เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด = $\frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น-น้ำหนัก ณ วันที่วิเคราะห์}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$
- วิเคราะห์ความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่อง Texture analyzer (TA-XT plus) แบบกดทะลุ-เจาะ โดยใช้หัวเจาะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และทำการทดสอบที่ความเร็ว 5 มิลลิเมตร/วินาที แสดงผลในหน่วยนิวตัน (N)
- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Digital handheld refractometer (Atago PAL-1) แสดงผลในหน่วยองศาบริกซ์ (° Brix)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ชุดทดลองละ 6 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System (SAS; version 9.0) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อ $p \leq 0.05$

ผลการทดลอง

ผลกล้วยน้ำว้าที่มีวัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตสามารถลดการผลิตเอทิลีนและชะลออัตราการหายใจและได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่มีสำลีชุบสารเมทิลซาลิไซเลต และกล้วยในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกล้วยในชุดควบคุมมีการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจสูงสุดในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา เท่ากับ 0.38 ไมโครลิตร/กิโลกรัม/ชั่วโมง และ 10.37 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ ขณะที่ผลกล้วยน้ำว้าที่มีแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตมีการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจต่ำที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 1A and B) สอดคลองกับการสูญเสียน้ำหนักสด พบว่า ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 12) ผลกล้วยที่มีแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด เท่ากับ 1.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผลกล้วยที่มีสำลีชุบสารเมทิลซาลิไซเลต (1.50 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่กล้วยในชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด เท่ากับ 2.20 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1C) มากกว่านั้น พบว่า ผลกล้วยน้ำว้าที่มีแกลบ-เมทิลซาลิไซเลต มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 2A) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากล้วยในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2B) และวัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตสามารถชะลอการสุกของผลกล้วยน้ำว้าได้ดีกว่าในชุดที่มีสำลีชุบสารเมทิลซาลิไซเลตและชุดควบคุมเป็นเวลา 3 และ 6 วัน ตามลำดับ (Figure 2C)

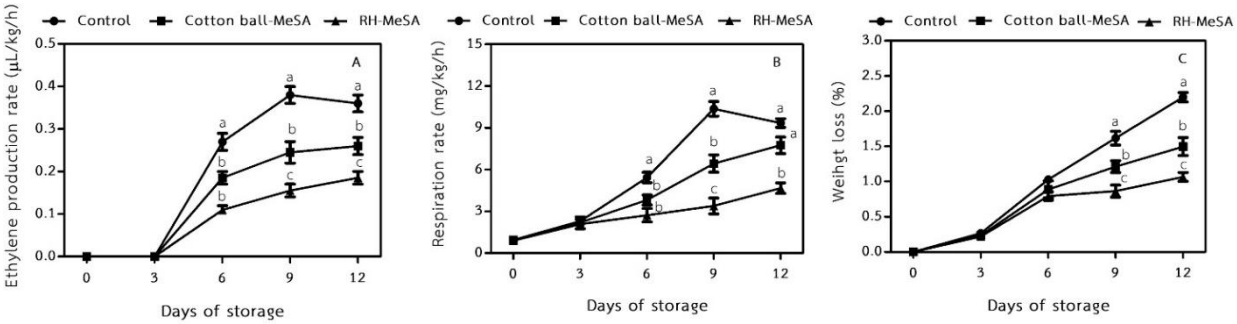

Figure 1 Ethylene production (A), respiration rate (B), and weight loss (C) of 'Namwa' banana fruit during storage at 13 °C for 12 days.

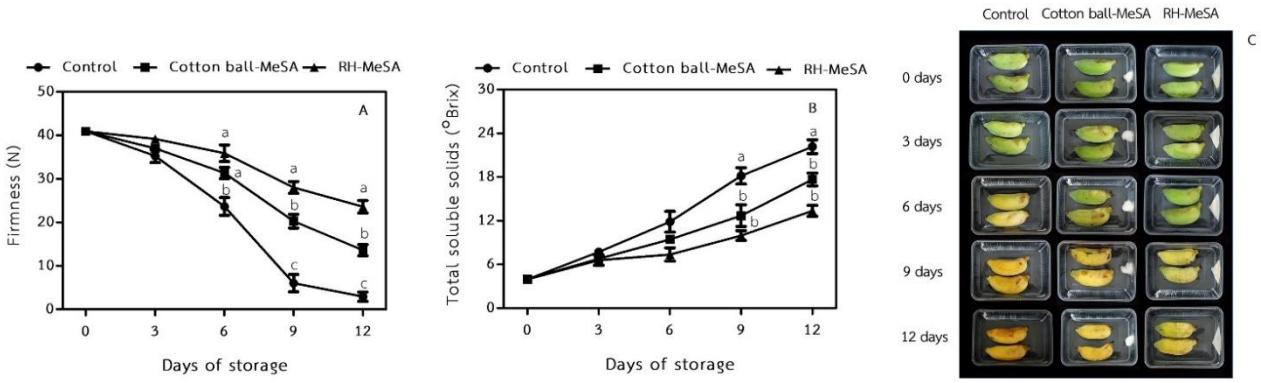

Figure 2 Firmness (A), total soluble solids (B), and shelf life of 'Namwa' banana fruit during storage at 13 °C for 12 days.

วิจารณ์ผลการทดลอง

วัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิไซเลตสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลกล้วยน้ำว้าระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสได้ เนื่องจากแกลบมีโครงสร้างเป็นรูพรุน ประกอบไปด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนินและซิลิกอนไดออกไซด์ ทำให้มีคุณสมบัติเป็นวัสดุดูดซับหรือ carrier ที่ดีได้ (Yefremova *et al.,* 2023) นอกจากนี้ เมทิลซาลิไซเลตมีประสิทธิภาพในรักษาคุณภาพและยืดอายุการวางจำหน่ายของผลิตผลหลายชนิด เช่น เชอร์รีหวาน (Giménez *et al.,* 2016) และลูกแพร์ (Zhang *et al.,* 2020) เป็นต้น แต่เมทิลซาลิไซเลทอยู่ในรูปของเหลวและวิธีการนำมาใช้ค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้น การเปลี่ยนสารเมทิลซาลิไซเลตให้อยู่ในรูปของผงร่วมกับการใช้เทคนิคการควบคุมการปล่อยสารอาจสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการชะลอการสุกของผลไม้ระหว่างการเก็บรักษาได้ จากผลการทดลอง พบว่า การใช้แกลบ-เมทิลซาลิไซเลตสามารถชะลอการผลิตเอทิลีนของผลกล้วยน้ำว้าได้ดีที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแกลบมีรูพรุนสามารถยอมให้สารเมทิลซาลิไซเลตแทรกซึมผ่านเข้าไปได้และปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ (Cholmaitri *et al.,* 2020; Cholmaitri *et al.,* 2022) และไปรบกวนการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการ

สร้างเอทิลีนของผลไม้ ทำให้การผลิต เอทิลีนชาลง (Zhang *et al.,* 2020) ส่งผลให้กล้วยมีอัตราการหายใจลดลงด้วย ดังนั้นจึงสามารถชะลอการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์และคงความแน่นเนื้อได้ นอกจากนี้เมทิลซาลิไซเลตช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการย่อยสลายผนังเซลล์ เช่น เอนไซม์ polygalacturonase และ pectin-methylesterase (Jia *et al.,* 2023) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ ให้เกิดชาลงจึงสามารถชะลอการสุกทำให้เปลี่ยนแปงไปเป็นน้ำตาลได้ช้า (Sinanoglou *et al.,* 2023)

สรุป

การใช้วัสดุดูดซับจากแกลบ-เมทิลซาลิไซเลต อัตรา 3 กรัม ต่อกล้วยน้ำว้า 2 ผลที่บรรจุในกล่องโพลีโพรพิลีนเจาะรู 4 รู สามารถชะลอการผลิตเอทิลีน ลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำหนักสด ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ และชะลอการเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ทำให้เก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้าได้มากกว่า 12 วัน ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) และบริษัท นูกรีน จำกัด (ประเทศไทย) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสารพิษ ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University, Japan

เอกสารอ้างอิง

Cholmaitri, C., A. Uthairatanakij, N. Laohakunjit, P. Jitareerat and W. Mingvanish. 2020. Controlled release of methyl salicylate by biosorbents delays the ripening of banana fruit. PeerJ Materials Science 2: e12.

Cholmaitri, C., A. Uthairatanakij, N. Laohakunjit, P. Jitareerat and W. Mingvanish. 2022. Controlled release sachet of methyl salicylate from rice husk absorbents for delayed ripening in ‘Namwa’ bananas. Food Packaging and Shelf Life 32: 100861.

Chotikakham, S., B. Faiyue, J. Uthaibutra and K. Saengnil. 2019. Effects of methyl salicylate on senescent spotting and hydrogen peroxide concentration in ripening ‘Sucrier’ bananas. Acta Horticulturae 1245:115-122.

Giménez, M.J., J. Valverde, D. Valero, P. Zapata, S. Castillo and M. Serrano. 2016. Postharvest methyl salicylate treatments delay ripening and maintain quality attributes and antioxidant compounds of ‘Early Lory’ sweet cherry. Postharvest Biology and Technology 117: 102-109.

Jia, K., W. Wang, Q. Zhang and W. Jia. 2023. Cell wall integrity signaling in fruit ripening. International Journal of Molecular Sciences 24(4): 4054.

Min, D., F. Li, X. Zhang, P. Shu, X. Cui, L. Dong, C. Ren, D. Meng and J. Li. 2018. Effect of methyl salicylate in combination with 1-methylcyclopropene on postharvest quality and decay caused by *Botrytis cinerea* in tomato fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture 98(10): 3815-3822.

Sinanoglou, V.J., T. Tsiaka, K. Aouant, E. Mouka, G. Ladika, E. Kritsi, S.J. Konteles, L. Alexander, P. Zoumpoulakis, I.F. Strati and D. Cavouras. 2023. Quality assessment of banana ripening stages by combining analytical methods and image analysis. Applied Sciences 13(6): 3533.

Yefremova, S., A. Kablanbekov, B. Satbaev and A. Zharmenov. 2023. Rice husk-based adsorbents for removal of metals from aqueous solutions. Materials (Basel) 16(23): 7353.

Zhang, H., L. Zhao, C. Fan, P. Wang, M. Cui, L. Liu, H. Yang and W. Junjie. 2020. Impact of methyl salicylate on storage quality, ethylene action, and protein profiling of ‘Zaosu’ pear (*Pyrus bretschneideri*). Scientia Horticulturae 264: 109196.