Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 284-287 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 284-287 (2555)

การใช้ฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโน: เทคนิคใหม่ในการชะลอการสุกของกล้วยหอม

Using of 1-MCP Micro- and Nano- Bubbles as a Novel Postharvest Technique for Delaying Postharvest Ripening of Banana Fruit

ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ[1, 2] พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1] และ วาริช ศรีละออง[1]
Nutthachai Pongprasert[1, 2], Panida Boonyaritthongchai[1] and Varit Srilaong[1]

Abstract

This study aimed to investigate the application of micro- and nano- bubbles technology for postharvest handling. The preparations of 1-MCP designed for use as aqueous micro- and nano- bubbles (MNBs) solutions have been formulated. Bananas were dipped or sprayed with 30 ppb aqueous 1-MCP micro- and nano- bubbles (1-MCP-MNBs) then stored at 25°C. 1-MCP-MNBs were effective in delaying postharvest ripening of banana fruit. They reduced the respiration rate and ethylene production. Moreover, 1-MCP-MNBs delayed the yellowing and maintained firmness of banana fruits during storage. These results indicated that 1-MCP-MNBs can be used as an alternative method for delaying the postharvest ripening of banana fruits and application for other commodities needs to be in vestigated further.

Keywords: banana, 1-MCP micro- and nano- bubbles, delayed ripening

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดนาโนและไมโคร เพื่อใช้ทางด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยทำให้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) อยู่ในรูปของฟองก๊าซขนาดเล็ก ที่มีขนาดไมโครและนาโนกระจายตัวอยู่ในของเหลวเพื่อใช้แทนวิธีการรมซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน ทำการทดลองโดยจุ่มหรือสเปรย์ผลกล้วยหอมด้วยน้ำที่มีฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโน (ความเข้มข้น 30 ppb) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เทคนิคนี้สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยหอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน และคงความแน่นเนื้อของผลกล้วยหอมในระหว่างการเก็บรักษาได้ นอกจากนี้ยังชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกซึ่งเป็นผลมาจากการชะลอการสลายของคลอโรฟิลล์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโนมาใช้ในการชะลอการสุกของผลกล้วยหอม และควรที่พัฒนาวิธีการเพื่อประยุกต์ใช้กับผลิตผลอื่นได้อีกต่อไป

คำสำคัญ: กล้วยหอม ฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโน การชะลอการสุก

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 49 ซ.เทียนทะเล 25 ถ.บางขุนเทียน - ชายทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 49 Soi Tienthale 25, Tienthale Rd., Thakam, Bangkhuntein, Bangkok 10150
[2] สถาบันการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
[2] Learning Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140

คำนำ

กล้วยเป็นผลไม้เขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นพืชที่ปลูกง่าย มีคุณค่าทางอาหารสูง ทำให้ความต้องการของตลาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปัญหาที่พบในการส่งออกกล้วยไปต่างประเทศ คือ คุณภาพและอายุการเก็บรักษา เนื่องจากกล้วยจัดเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสุกที่นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ เนื่องจากในช่วงระยะการสุกนี้ผลกล้วยมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทธิลีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้เกิดการเร่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีและสรีรวิทยาต่างๆ มากมาย ซึ่งนำไปสู่การเสื่อมสภาพและเกิดการสูญเสียในที่สุด ดังนั้นการศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการชะลอการสุกของผลกล้วยดังกล่าวจึงนับว่ามีความสำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเป็นอย่างยิ่ง วิธีการชะลอการสุกในผลไม้สามารถทำได้หลายวิธี การใช้ 1-methylcyclopropene (1-MCP) เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าจะสามารถช่วยชะลอการสุกในผลกล้วยได้ โดยกลไกในการยับยั้งกระบวนสุกของ 1-MCP นั้นเกี่ยวข้องกับการแย่งจับกับตัวรับเอทิลีนที่ส่งผลให้เกิดการยับยั้งกระบวนการส่งสัญญาณของกลไกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก ตลอดจนการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก การใช้ 1-MCP กับผลิตผลทางการเกษตรนั้นต้องทำในสภาวะปิดเพื่อป้องกันการรั่วซึมของ 1-MCP โดยจะใช้เวลาในการรมระหว่าง 1–24 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามได้มีรายงานใหม่เกี่ยวกับการพัฒนาการใช้ 1-MCP ในรูปของสารละลายเพื่อใช้ในการจุ่มหรือฉีดพ่นทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (Choi และ Huber, 2008) โดยในสภาวะปกติ 1-MCP ที่อยู่ในสถานะก๊าซจะมีความสามารถในการละลายในตัวกลางที่เป็นของเหลวได้น้อย ดังนั้นวิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้สาร 1-MCP ในปริมาณมากกว่าปกติ ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดไมโครและนาโน (micro- and nano- bubbles, MNBs) มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย โดยคุณสมบัติเด่นของ MNBs คือมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง และมีความคงตัวอยู่ได้นานในตัวกลางที่เป็นของเหลว ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการละลายของก๊าซในของเหลว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยี MNBs ร่วมกับ 1-MCP ในรูปของฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโน (1-MCP-MNBs) เพื่อชะลอการสุกของผลกล้วยหอม

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมผลผลิต ในการทดลองนี้ใช้ผลกล้วยหอมในระยะ mature green ความแก่ประมาณ 80% จากตลาดขายส่งในกรุงเทพมหานคร ทันทีที่ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการทำการคัดเลือกผลที่ปราศจากโรค ตำหนิ และมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน โดยทำการแยกออกจากหวี เพื่อเตรียมใช้ในการทดลองต่อไป

การเตรียมระบบฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโน ทำการเตรียม 1-MCP (0.19% active ingredient, AnsiP®, Lytone Enterprise, Inc, Taiwan) ปริมาณ 0.95 มิลลิกรัม (active ingredient) โดยการบดให้เป็นผงเตรียมไว้ในบีกเกอร์ขนาดเล็ก หลังจากเติมน้ำกลั่นในปริมาณที่เหมาะสม นำบีกเกอร์ใส่ในภาชนะปิดสนิทปริมาตร 1.5 ลิตร และตั้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิปกติ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดทำการปล่อยอากาศผ่านเข้าไปยังด้านหนึ่งของภาชนะปิดสนิทด้วยอัตรา 1 มิลลิลิตร/นาที ส่วนทางออกอีกด้านต่อเข้ากับปั๊มน้ำเพื่อจ่ายให้กับ MNBs generator ที่จุ่มอยู่ในภาชนะที่บรรจุน้ำปริมาตร 30 ลิตร

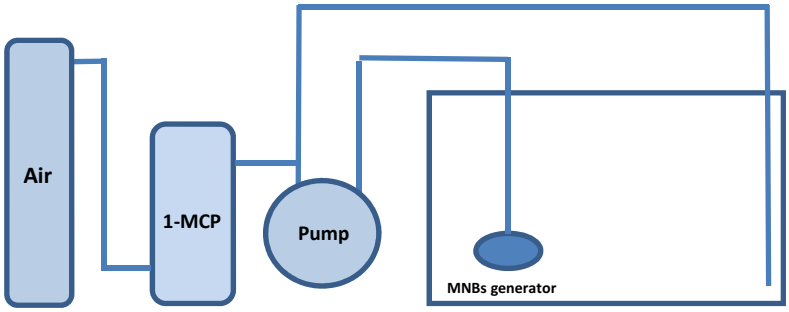

Figure 1 Schematic diagram of 1-MCP micro-nano bubbles generator used in this study

เมื่อระบบพร้อมทำงานทำการจุ่มผลกล้วยที่เตรียมไว้ในน้ำและทำการเปิดปั๊มเพื่อเริ่มผลิต 1-MCP-MNBs ซึ่งในการทดลองนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผลกล้วยหอมที่ทำการจุ่มในน้ำที่มีการเดินปั๊มเพื่อผลิต 1-MCP-MNBs ตลอดเวลาเป็นเวลา 15 นาที และผลกล้วยที่ฉีดพ่นด้วยน้ำที่มี 1-MCP-MNBs โดยหลังจากการจุ่มหรือฉีดพ่นเสร็จสิ้นให้ทำการผึ่งผลกล้วยให้แห้ง ใส่ในตระกร้าที่มีถุงพลาสติกคลุม และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน โดยทำการบันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงสี (hue angle value) ความแน่นเนื้อของผล อัตราการหายใจการผลิตเอทิลีน และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

ผลและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพบว่าผลกล้วยหอมในทุกการทดลองผลิตเอทิลีนสูงที่สุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา การผลิตเอทิลีนลดลงอย่างรวดเร็วอย่างต่อเนื่องจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Figure 2A) อย่างไรก็ตามผลกล้วยที่จุ่มหรือฉีดพ่นด้วย 1-MCP-MNBs ผลิตเอทิลีนน้อยกว่าชุดควบคุม โดยวิธีการจุ่มนั้นมีประสิทธิภาพในการลดการผลิตเอทิลีนมากที่สุด เช่นเดียวกับอัตราการหายใจ พบว่าผลกล้วยหอมในทุกชุดการทดลองมี climacteric peak ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาและการจุ่มผลกล้วยหอมใน 1-MCP-MNBs มีประสิทธิภาพในการลดอัตราการหายใจมากที่สุด (Figure 2B) Macnish *et al*. (2000) ศึกษาผลของ 1-MCP ในช่วงความเข้มข้น 0-15 ppm ที่มีต่อผลกล้วยหอมพันธุ์ Cavendish ที่ได้รับเอทิลีน 100 ppm พบว่าการที่ได้รับ 1-MCP 15 ppm สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 4.4 เท่า และ 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นที่ใช้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้โดย 1-MCP สามารถจับกับ ethylene binding site ได้แบบ irreversible แต่ผลกล้วยที่ได้รับ 1-MCP สามารถสุกได้เนื่องจากมีการสังเคราะห์ ethylene binding site ชนิดเดิมเพิ่มขึ้น จากรายงานของ Choi และ Huber (2008) ยังพบว่าการใช้ 1-MCP ในรูปแบบของสารละลายสามารถชะลอการสุกของมะเขือเทศได้

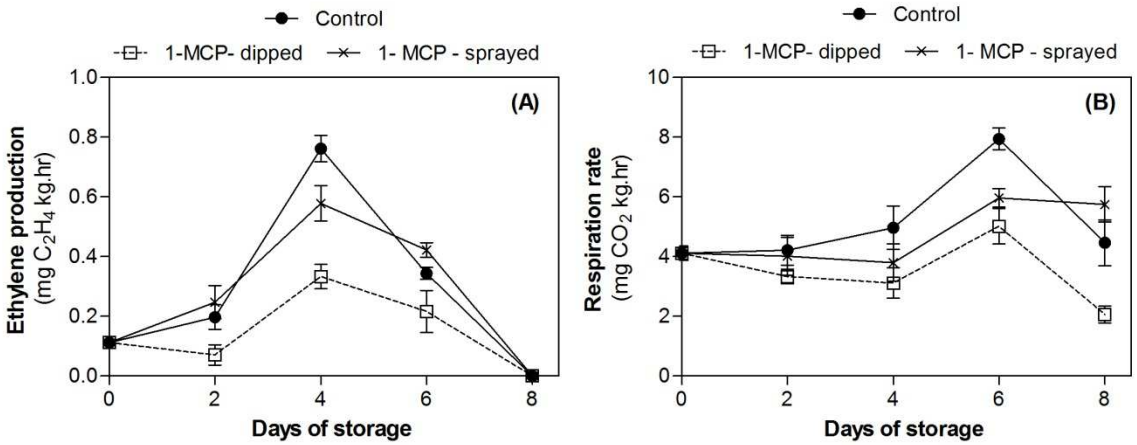

Figure 2 Changes in ethylene production (A) and respiration rate (B) of bananas treated with 1-MCP-MNBs then stored at 25°C for 8 days

นอกจากนี้ 1-MCP-MNBs ยังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกล้วยในระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยเมื่อพิจารณาจากค่า hue angle (H°) พบว่า ค่า H° ของเปลือกกล้วยในชุดควบคุมนั้นลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา แต่กล้วยในชุดการทดลองที่จุ่มหรือฉีดพ่นด้วย 1-MCP-MNBs นั้นมีค่า H° สูงกว่าตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (Figure 3A) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดที่พบว่า 1-MCP-MNBs นั้นสามารถลดการสลายของคลอโรฟิลล์ของเปลือกกล้วยในระหว่างการเก็บรักษา โดยวิธีการจุ่มนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดการเสื่อมของคลอโรฟิลล์ (Figure 3B)

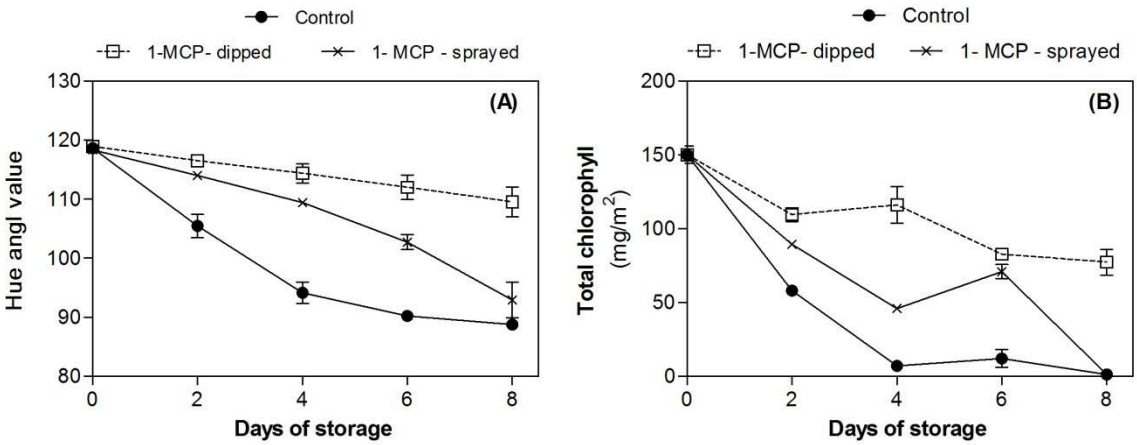

Figure 3 Changes in hue angle value (A) and total chlorophyll content (B) of banana fruits peel after treated with 1-MCP-MNBs then stored at 25°C for 8 days

ผลการทดลองที่พบว่า 1-MCP-MNBs สามารถชะลอการสุกของกล้วยในระหว่างการเก็บรักษาได้ ยังสามารถยืนยันโดยค่าความแน่นเนื้อของกล้วยหอมในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งกล้วยในชุดการทดลองที่จุ่มหรือฉีดพ่นด้วย 1-MCP-MNBs นั้นมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดการทดลองควบคุมตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (Figure 4)

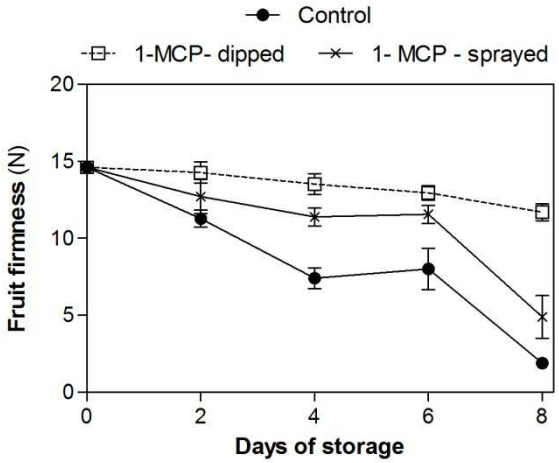

Figure 4 Changes in fruit firmness of bananas treated with 1-MCP-MNBs and stored at 25°C for 8 days

สรุปผล

จากผลการทดลองพบว่าเทคนิคใหม่ในการใช้ฟองก๊าซ 1-MCP ขนาดไมโครและนาโนนั้นมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เพื่อชะลอการสุกของผลกล้วยหอมตลอดจนผลิตผลชนิดอื่นๆ โดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ 1-MCP และลดปัญหาความยุ่งยากของการเตรียมระบบปิดเพื่อใช้รมในระบบปัจจุบัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในเชิงลึกต่อไปเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ ตลอดจนความเข้มข้นของ 1-MCP ที่ใช้ฉีดพ่น หรือระยะเวลาการจุ่มที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Choi,S.T. and D.J. Huber. 2008. Influence of aqueous 1-methylcyclopropene concentration, immersion duration, and solution longevity on the postharvest ripening of breaker-turning tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 49: 147-154.

Macnish, A.J., D.C. Joyce, P.J. Hofman, D.H. Simons and M.S. Reid. 2000. 1-Methylcyclopropene treatment efficacy in preventing ethylene perception in banana fruit and grevillea and waxflower flowers. Aust. J. Exp. Agric. 40: 471-481.