

# Postharvest Newsletter

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2568



## เรื่องเต็มงานวิจัย

### ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของ ไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง

ตรีเนตร เกลี้ยงแก้ว<sup>1</sup> ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ<sup>1,2</sup> พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย<sup>1,2</sup> ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย<sup>1,2</sup>  
และวาริช ศรีละออง<sup>1,2</sup>

#### บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีการใช้ยอดอ่อนและฐานรองของดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn) เป็นอาหารมานาน จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเมล็ดกระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาผลิตไมโครกรีน โดยไมโครกรีนได้รับความนิยมและส่งเสริมให้เป็นแหล่งโภชนาการใหม่เนื่องจากมีระยะเวลาในการปลูกสั้นและอุดมไปด้วยสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง โดยเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ กล่อง clamshell ชนิด Polyethylene terephthalate (PET) (ชุดควบคุม) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) และ ถุง Polypropylene (PP) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่า การใช้ถุง LDPE มีลักษณะปรากฏ และสามารถชะลอการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดได้ดีที่สุดในขณะที่ไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงที่บรรจุในถุง PP มีความสดดีเช่นกัน แต่เริ่มพบกลิ่นผิดปกติในบรรจุภัณฑ์ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงที่บรรจุในกล่อง clamshell มีลักษณะเหี่ยว เกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด นำและมึกลิ่นเหม็นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ถุง LDPE สามารถนำไปใช้ในการจัดการโซ่อุปทานของการผลิตไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงได้

**คำสำคัญ:** กระเจี๊ยบแดง ไมโครกรีน บรรจุภัณฑ์อายุการเก็บรักษา

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตรและเทคโนโลยี (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว) คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กทม.10150

<sup>2</sup>ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400

สวัสดีครับ สำหรับ Postharvest Newsletter ฉบับนี้ เรานำเสนอเรื่องเต็มงานวิจัยเรื่อง ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง และมีบทความวิจัยอีก 2 เรื่อง ในส่วนของนานาสาระนำเสนอ บทความเรื่อง การพัฒนาเส้นใยนาโนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว โดย รศ.ดร.พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และคณะ ในส่วนของผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ นำเสนอเรื่อง แนวทางการจัดการเพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดสายโซ่อุปทาน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ผ่านระบบ Smart Device ในการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดย ดร.ปาริชาติ เทียนจุมพล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## เรื่องเต็มงานวิจัย

(ต่อจากหน้า 1)

### คำนำ

ไมโครกรีนเป็นต้นอ่อนที่สามารถบริโภคได้ทั้งต้นโดยปลูกมาจากเมล็ดผักและเมล็ดสมุนไพร ในปัจจุบันไมโครกรีนได้รับความนิยมอย่างมากในการบริโภค (Turner *et al.*, 2020) เนื่องจากอุดมไปด้วยสารประกอบสำคัญที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ไมโครกรีนจึงถูกนำมาใช้เป็นแหล่งโภชนาการใหม่โดยมีวัตถุประสงค์ในการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Renna and Paradiso, 2020) สำหรับในประเทศไทยนั้นมีการผลิตสมุนไพรหลายชนิดโดยกระเจี๊ยบแดงจัดเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคทั้งในเชิงอาหารและในเชิงยา จากคุณประโยชน์ของกระเจี๊ยบแดง คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเมล็ดกระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาผลิตเป็นไมโครกรีนที่มีรสชาติเหมือนกัยอดอ่อนของต้นกระเจี๊ยบแดงและสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารได้ อย่างไรก็ตามไมโครกรีนที่ผลิตจากเมล็ดพืชชนิดต่างๆ นั้น พบการเน่าเสียและการเสื่อมสภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ส่งผลต่อการวางจำหน่าย ดังนั้นจึงต้องมีการเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวังและใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อช่วยชะลอการเน่าเสียและการเสื่อมสภาพของไมโครกรีน (Treadwell *et al.*, 2010) สำหรับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ดัดแปรบรรยากาศ (MAP) นั้นพบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้หลายชนิด อย่างไรก็ตามการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิด MAP ต้องมีความเหมาะสมกับผลผลิตแต่ละชนิดเนื่องจากบรรยากาศดัดแปรที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์มีผลทั้งในแง่ของการรักษาคุณภาพและสามารถทำให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้เช่นกันหากมีความเข้มข้นของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสม (Wagner *et al.*, 2009) ดังนั้นการเลือกใช้ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจึงเป็น

ปัจจัยที่สำคัญสำหรับความสำเร็จของการเก็บรักษาแบบ MAP ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด MAP ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง

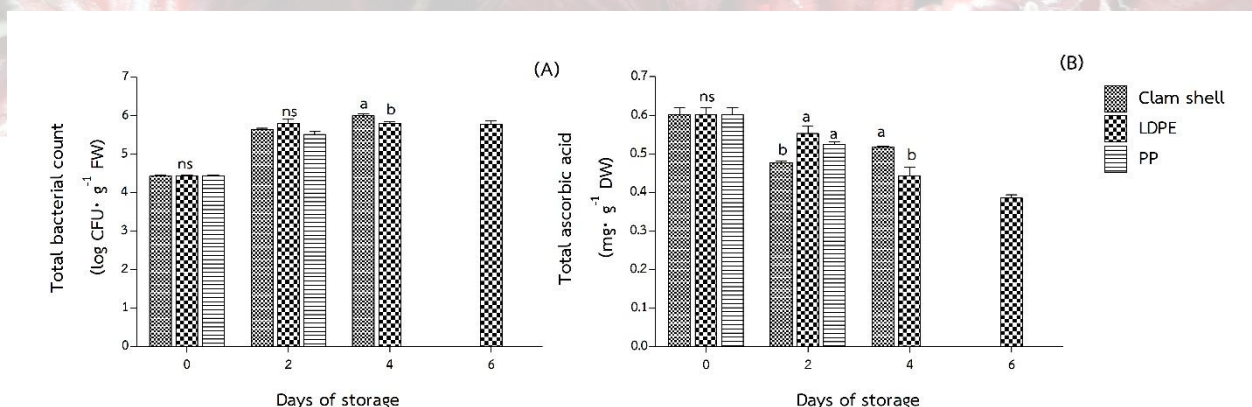
## อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมเมล็ดไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงเพาะเมล็ดในที่มืดควบคุมอุณหภูมิที่  $23 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 90 เป็นเวลา 4 วัน หลังจากนั้นปลูกภายใต้แสง LED สีน้ำเงิน (ความเข้มแสง  $70 \pm 5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นเก็บเกี่ยวและบรรจุในบรรจุภัณฑ์ (ปริมาณบรรจุ 40 กรัม) ดังนี้ กล่อง clamshell (ชุดควบคุม) ถุงชนิด Low density polyethylene (LDPE) และ ถุงชนิด Polypropylene (PP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 วัน เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยใช้ไมโครกรีน (10 กรัม) ผสมกับน้ำเกลือปราศจากเชื้อ (NaCl) ความเข้มข้น 0.85% ในถุง stomacher แล้วตีปั่นเป็นเวลา 1.5 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้จากการตีปั่น 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางเป็นลำดับด้วยน้ำเกลือปราศจากเชื้อ 0.85% แล้วปิเปตลงในอาหารเลี้ยงเชื้อและบ่มที่  $37 \text{ }^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานผลเป็นหน่วย  $\log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$  นอกจากนี้ทำการวัดความเข้มข้นของก๊าซในบรรจุภัณฑ์โดยใช้เครื่อง OXYBABY เพื่อวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ และวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด (Roe *et al.*, 1948) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ

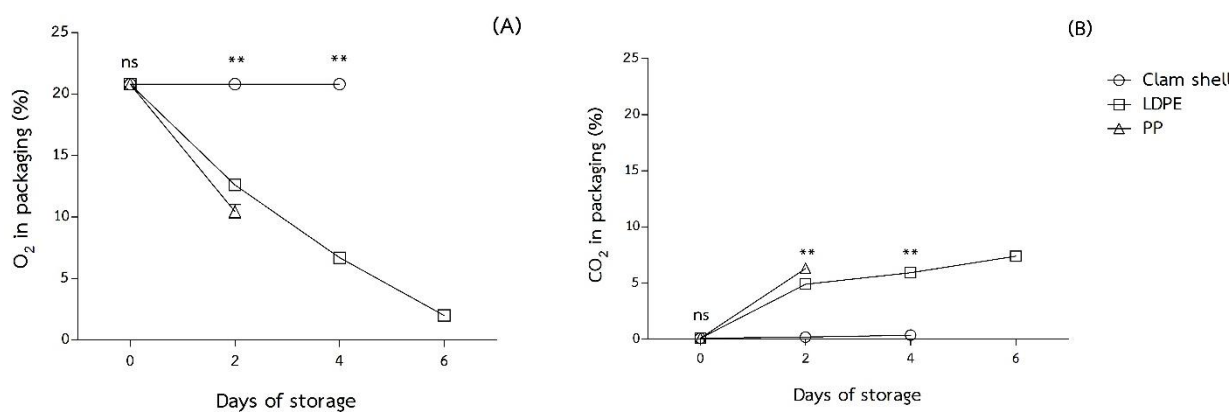
## ผลการทดลอง

จากการทดสอบผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงพบว่าการบรรจุในถุงชนิด PP มีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน หลังจากนั้นมักมีกลิ่นผิดปกติ ส่วนการเก็บรักษาในชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน เนื่องจากพบการเหลืองของใบและเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด ส่วนการบรรจุในถุง LDPE สามารถเก็บรักษาได้ 6 วัน หลังจากนั้นเริ่มพบการเหลืองของใบ (ไม่ได้แสดงผล) จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในไมโครกรีนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ไม่พบความแตกต่างของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในวันที่ 4 พบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดควบคุมเพิ่มขึ้นมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ( $6 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการบรรจุในถุง LDPE ( $5.80 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ) (Figure 1A) สำหรับปริมาณวิตามินซีทั้งหมดในไมโครกรีนพบว่ามีแนวโน้มลดลงในทุกชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษา (Figure 1B) โดยในวันที่ 2 พบว่าการใช้ถุงทั้ง 2 ชนิดสามารถชะลอการลดลงของวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามในวันที่ 4 พบการเพิ่มของปริมาณวิตามินซีทั้งหมดในชุดควบคุมโดยมีปริมาณมากกว่าไมโครกรีนที่บรรจุในถุง LDPE อย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีทั้งหมดของไมโครกรีนที่บรรจุในถุง LDPE มีค่าคงที่จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซในบรรจุภัณฑ์พบว่าในวันที่ 2 มีปริมาณ  $O_2$  ในบรรจุภัณฑ์ลดลงโดยพบ  $O_2$  ในถุง PP (10.43%) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับถุง LDPE (12.60%) ส่วนปริมาณ  $CO_2$  ในบรรจุภัณฑ์ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในถุง PP (6.30%) และถุง LDPE (4.90%) (Figure 2) หลังจากนั้นความเข้มข้นของก๊าซภายในถุง LDPE พบการลดลงของ  $O_2$  และการเพิ่มขึ้นของ  $CO_2$  อย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ในขณะที่ชุดควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซในบรรจุภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บรักษา



**Figure 1** Total bacteria count (A) and total ascorbic acid (B) of the red roselle microgreen kept in clamshell (control), LDPE bag and PP bag, and stored at 10°C. The vertical bars represent the average with  $\pm$  SE for four replicate samples and letters above the bars showed significant differences between treatments.



**Figure 2** Changes of  $O_2$  (A) and  $CO_2$  (B) concentration in clamshell (control), LDPE bag and PP bag during storage red roselle microgreen at 10 °C. The vertical bars represent the average with SE for four replicate samples and (\*\*) above the bars showed significant differences between treatments.

## วิจารณ์ผล

การเก็บรักษาไมโครกรีนภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าภายในบรรจุภัณฑ์มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีความชื้นสูงจากการหายใจ (Kou *et al.*, 2013) ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของแบคทีเรีย (Warriner *et al.*, 2003) จากผลการทดลองเก็บรักษาไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและการใช้ถุง LDPE พบว่าการใช้ถุง LDPE สามารถชะลอการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดได้ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO<sub>2</sub> และการลดลงของ O<sub>2</sub> ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของไมโครกรีนและชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่การเก็บรักษาในชุดควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ จึงพบการเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมากกว่า ซึ่ง Ghoola and Srividya (2020) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ในบรรยากาศปกตินั้นสอดคล้องกับการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์และสารอาหารจากไมโครกรีนทำให้อื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้การปนเปื้อนของแบคทีเรียอาจติดมาจากเมล็ดในระหว่างการงอกโดยแบคทีเรียสามารถเข้าสู่ไมโครกรีนได้ทางราก (Warriner *et al.*, 2003; Oms *et al.*, 2010) สำหรับไมโครกรีนที่บรรจุในถุง PP พบกลิ่นผิดปกติในบรรจุภัณฑ์นั้นอาจเกิดเนื่องจากถุงพลาสติก PP ที่ใช้ในการทดลองนี้มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซที่ต่ำ ในขณะที่ไมโครกรีนมีอัตราการหายใจสูงมากจึงส่งผลให้จำกัดการซึมผ่านของ O<sub>2</sub> เข้าสู่บรรจุภัณฑ์ ในขณะที่เดียวกันพบการสะสมปริมาณ CO<sub>2</sub> ที่มากในช่วงแรกของการเก็บรักษา ดังนั้นทำให้ไมโครกรีนเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน Zagory and Kadar (1988) รายงานว่า CO<sub>2</sub> ความเข้มข้นที่มากเกินไปในภาชนะบรรจุทำให้ผลผลิตเสื่อมสภาพ โดยปรากฏการณ์นี้เรียกว่า CO<sub>2</sub> injury ทำให้กลิ่นและลักษณะต่างๆ ทางกายภาพเปลี่ยนไป เช่น เกิดรอยข้ำ นอกจากนี้ปริมาณ O<sub>2</sub> ในบรรจุภัณฑ์ที่น้อยเกินไปอาจส่งผลให้เกิดสภาวะการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติเช่นกัน จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นหรือปริมาณก๊าซที่เหมาะสมภายในบรรจุภัณฑ์มีผลอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเก็บรักษา สำหรับปริมาณวิตามินซีนั้นมีการสูญเสียได้จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งจากการทดลองพบว่าการใช้ถุงชนิด LDPE ในการเก็บรักษาไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงมีแนวโน้มในการชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ O<sub>2</sub> ภายในถุงที่ลดลงจึงทำให้ชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ส่งผลต่อการสลายตัวของวิตามินซีในไมโครกรีน

## สรุป

ไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงที่เก็บรักษาไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ กล่อง clamshell (ชุดควบคุม) ถุง LDPE และถุง PP และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE สามารถชะลอการเพิ่มของแบคทีเรียทั้งหมดและรักษาคุณภาพทางกายภาพหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลา 6 วัน เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์อื่นๆ แสดงให้เห็นว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดถุง LDPE สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการโซ่อุปทานของการผลิตไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงได้

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University ประเทศญี่ปุ่น ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทงานวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- Ghoora, M. D. and N. Srividya. 2020. Effect of packaging and coating technique on postharvest quality and shelf life of *Raphanus sativus* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. microgreens. [Online]. Available Source: <https://www.mdpi.com/books/book/3354-ongoing-research-on-microgreens>. (27 June 2023).
- Kou, L., Y. Luo, T. Yang, Z. Xiao, E.R. Turner, G. E. Lester and M. J. Camp. 2013. Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. *Food Science and Technology* 51: 73-78.
- Oms, G., M. A. Rojas, L. A. Gonzalez, P. Varela, R. Soliva, M. I. H. Hernando and O. Martin. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit A review. *Postharvest Biology and Technology* 57: 139-148.
- Renna, M. and V. M. Paradiso. 2020. Ongoing Research on Microgreens: Nutritional Properties, Shelf-Life, Sustainable Production, Innovative Growing and Processing Approaches. [Online]. Available Source: <https://www.mdpi.com/books/book/3354-ongoing-research-on-microgreens>. (05 May 2023).
- Roe, J. H., M.B. Mills, M.J. Oesterling and C.M. Damron. 1948. The determination of diketo-l-gulonic acid, dehydro-z-ascorbic acid, and z-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine. *Journal of Biological Chemistry* 174: 201-208.
- Treadwell, D.D., R. Hochmuth, L. Landrum and W. Laughlin. 2010. Microgreens: A new specialty crop. [Online]. Available Source: <https://journals.flvc.org/edis/article/view/123356/124773>. (16 June 2023).
- Turner, E. R., Y. Luo and R. L. Buchanan. 2020. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: A review. *Journal of food science* 85: 870-882.
- Wagner, A. B., F. J. Dainello and J. M. Parsons. 2009. Chapter X: Harvesting and Handling. In J. G. Masabni, F. J. Dainello and S. Cotner (eds.). *Texas vegetable growers handbook* (4<sup>th</sup> ed). College Station, TX: Texas A and M University System. [Online]. Available Source: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/guides/texas-vegetable-growers-handbook/>. (23 June 2023).
- Warriner, K., F. Ibrahim, M. Dickinson, C. Wright and W.M. Waites. 2003. Internalization of human pathogens within growing salad vegetables. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews* 20: 117-136.
- Zagory, D. and A.A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology* 42: 70-77.

# ผลของการรม 1-MCP เพื่อรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าแบบแบ่งเป็นหวีย่อยสำหรับตลาดค้าปลีก

Yuni Kartika<sup>1</sup> ทันวาลี ศรีนนท์<sup>1,2</sup> ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ<sup>1,2</sup> และผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์<sup>1,2,\*</sup>

## บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการรม 1-Methylcyclopropene (1-MCP) เพื่อรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าแบบแบ่งเป็นหวีย่อยสำหรับตลาดค้าปลีก ทำโดยตัดกล้วยน้ำว้าเป็นหวีย่อย หวีละ 3-4 ผล และรมด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 250 และ 500 ppb ที่ 20 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง และนำไปเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจวิเคราะห์อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และคุณภาพของกล้วยทุก 3 วัน นาน 9 วัน ผลการทดลองพบว่า การรม 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500 ppb มีผลชะลอการสร้างเอทิลีน กล้วยที่ไม่ได้รม (ชุดควบคุม) ปรากฏอัตราการหายใจสูงสุดในวันที่ 3 และอัตราการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 6 ในขณะที่อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของกล้วยที่รม 1-MCP เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆระหว่างเก็บรักษา เป็นผลทำให้กล้วยที่รม 1-MCP เข้าสู่กระบวนการสุกและการชราภาพช้าเมื่อเทียบกับกล้วยชุดควบคุม การรม 1-MCP มีผลชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และช่วยรักษาความแน่นเนื้อของกล้วยได้ดี ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า 1-MCP ที่ 250 และ 500 ppb มีศักยภาพในการรักษาคุณภาพกล้วยน้ำว้าแบบแบ่งเป็นหวีย่อย ทำให้สามารถวางจำหน่ายในตลาดค้าปลีกได้นานขึ้น

**คำสำคัญ:** กล้วย สารยับยั้งเอทิลีน อัตราการหายใจ

<sup>1</sup>Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

<sup>2</sup>Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400

# การคงคุณภาพของพริกหวานสีแดงขายปลีกโดยใช้การเคลือบผิวสองชั้นด้วยไคโตซาน-แซลแลค

Lesego Obonye<sup>1</sup> จุฑามาศ พร้อมบุญ<sup>1</sup> วาริช ศรีละออง<sup>1,2</sup> พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย<sup>1,2</sup> อภิรดี อุทัยรัตนกิจ<sup>1,2</sup> และเฉลิมชัย วงษ์อารี<sup>1,2</sup>

## บทคัดย่อ

พริกหวานมีการสูญเสียอย่างรวดเร็วซึ่งนำไปสู่การเหี่ยวและการเน่าเสียในระหว่างการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการใช้สารเคลือบผิวรักษาคุณภาพผลพริกหวาน โดยเคลือบผลพริกหวานสีแดงวัยทางการค้าแบบชั้นเดียวด้วยไคโตซานเข้มข้น 1% หรือแซลแลคเข้มข้น 10% และการเคลือบผิวแบบ 2 ชั้นด้วย 1% ไคโตซาน ตามด้วย 10% แซลแลค เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้เคลือบผิว ในการจำลองวางจำหน่ายที่  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ผลพริกหวานอัตราการหายใจอยู่ในระดับกลาง ( $50\text{-}60 \text{ mg CO}_2/\text{kg/h}$ ) และผลิตเอทิลินที่ต่ำมาก โดยมีอัตราการการหายใจลดลงระหว่างการวางจำหน่ายโดยไม่มี ความแตกต่างระหว่างชุดทดลอง สีผิวอ้อมตัวมากขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับ Hue angle ที่ลดลงในทุกชุดการทดลองโดยผลที่ไม่ได้เคลือบผิวมีค่า  $L^*$  ลดลงอย่างรวดเร็ว ค่า  $\text{CO}_2$  ในโพรงของผลที่เคลือบผิวเพิ่มอยู่ในช่วง 5-6% และ  $\text{O}_2$  ในช่วง 12-15% ตั้งแต่วันที่ 3 ไปจนถึงวันที่ 12 (2%  $\text{CO}_2$  และ 16-17%  $\text{O}_2$  ในผลที่ไม่เคลือบ) ส่วนอะซีลตัลดีไฮด์สะสมมีค่าน้อยกว่า 4 ppm และไม่พบเอทานอลในผลที่เคลือบผิว ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้และสารประกอบฟีนอลในเนื้อแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงในทุกชุดทดลองและ ค่าแรงเฉือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในผลที่เคลือบผิว ส่วนค่า DPPH ของผลอยู่ในช่วง 81-123  $\mu\text{g TEA/g FW}$  นอกจากนี้ผลที่เคลือบด้วยแซลแลคทั้งแบบชั้นเดียวและ 2 ชั้น สามารถชะลอการสูญเสียได้ดี ซึ่งสัมพันธ์กับค่าคะแนนการเหี่ยว โดยผลที่เคลือบแบบ 2 ชั้นด้วยไคโตซาน-แซลแลคลดการเหี่ยวได้ดี ส่วนผลที่ไม่เคลือบผิวมีคะแนนการเหี่ยวเกิน 2 (จาก 4 คะแนน) ตั้งแต่วันที่ 6 ของการวางจำหน่าย

**คำสำคัญ:** *Capsicum annuum* L., non-climacteric การเหี่ยว การเคลือบผิว

<sup>1</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

<sup>2</sup>ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400



# การพัฒนาเส้นใยนาโนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในด้าน เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย<sup>1,2</sup> รชา เทพธร<sup>3</sup> สุริยัณห์ สุภาพวานิช<sup>4</sup> วาริช ศรีละออง<sup>1,2</sup>  
และปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา<sup>2</sup>



เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยนาโน (Nanofiber) โดยการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต (Electrospinning) เป็นเทคนิคที่ผลิตเส้นใยนาโนโดยการให้ประจุกับโมเลกุลของสารละลายพอลิเมอร์ จากนั้นบังคับให้สารละลายพอลิเมอร์จัดเรียงตัวเป็นอนุภาคทรงกลม และอาศัยความต่างศักย์ทางไฟฟ้าก่อให้เกิดแรงทางไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนอนุภาคของสารละลายพอลิเมอร์ให้เคลื่อนที่ไปยังอีกฝั่งหนึ่งซึ่งมีขั้วตรงข้าม ตามพื้นฐานของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากศักย์ไฟฟ้าขั้วบวกไปยังขั้วลบ ที่มีฉากรองรับเส้นใยอยู่ อนุภาคพอลิเมอร์จะยืดยาวขึ้นและประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างในลักษณะของเส้นใยนาโนบริเวณฉากรับซึ่งเป็นประจุตรงข้ามกับบริเวณแหล่งกำเนิดอนุภาคพอลิเมอร์ เส้นใยนาโนที่ได้มีสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น มีพื้นที่ผิวสูง มีความพรุนสูง สามารถดูดซับได้ดี เส้นใยนาโน (Nanofibers) ที่ผลิตด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง (Electrospinning) หรือเทคนิคการปั่นด้วยไฟฟ้าเป็นเส้นใยที่มีความละเอียดสูง มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมากกว่า 1,000 เท่า เมื่อเทียบกับเส้นใยในระดับไมโครเมตร มีความเป็นรูพรุนสูง น้ำหนักเบา ทำให้สามารถส่งผ่านของเหลวหรือแก๊สได้ดี ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลทั้งในด้านความแข็งแรงและความยืดหยุ่น (Nair *et al.*, 2004)

<sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

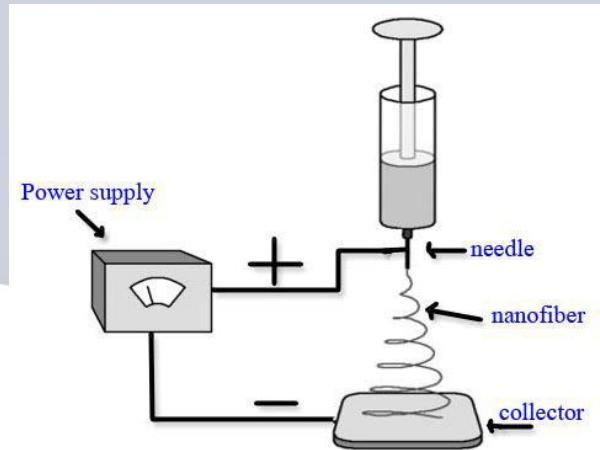
<sup>2</sup>ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร 10400

<sup>3</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี

<sup>4</sup>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## เทคนิคอิเล็กโตรสปินนิงใช้อุปกรณ์หลัก (รูปที่ 1) ดังนี้

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความต่างศักย์สูง (Power supply)
2. หลอดคะปิลลารี ที่ทำจากปิเปตหรือเข็มฉีดยา (Needle)
3. ฉากรับหรือแผ่นรองโลหะที่เป็นที่รองรับเส้นใย (Collector)

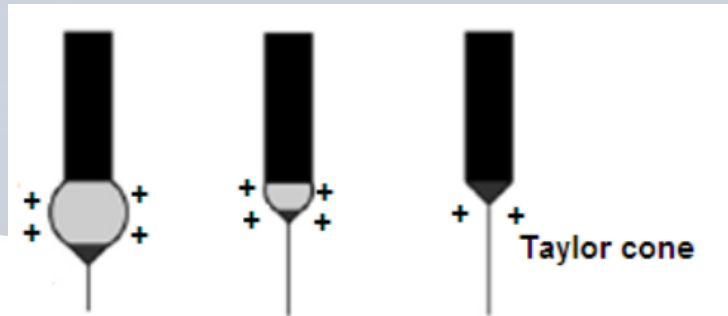


รูปที่ 1 ส่วนประกอบหลักของระบบการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต (Still, 2008)

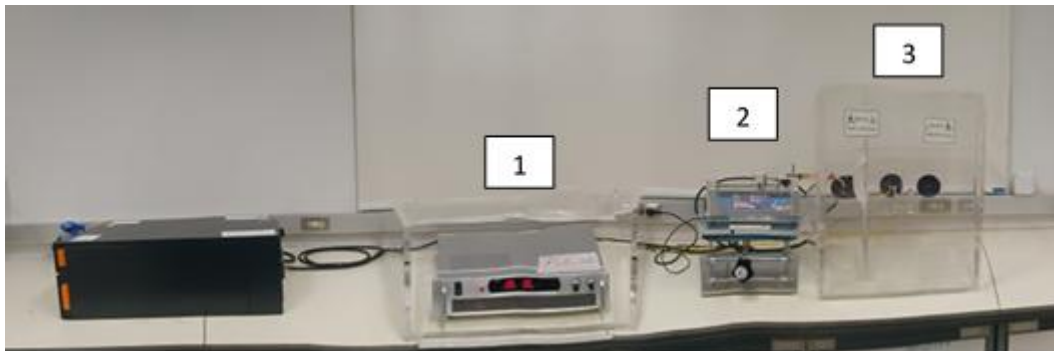
## หลักการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตแบบพื้นฐาน

การปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตมีอุปกรณ์หลักคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความต่างศักย์สูง (High voltage power supply) หลอดคะปิลลารีที่ทำจากเข็มฉีดยา (Capillary) และฉากรองรับ (Collector) ทำหน้าที่เป็นตัวรองรับเส้นใย เช่น แผ่นอะลูมิเนียม แท่นรองรับแบบลูกกลิ้ง เทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตแบบพื้นฐานจะให้ความต่างศักย์สูงกับสารละลายพอลิเมอร์หรือพอลิเมอร์เหลว เพื่อให้สารละลายพุ่งออกจากเข็มคะปิลลารีได้ ก่อนที่สารละลายพอลิเมอร์หรือพอลิเมอร์เหลวจะมาถึงฉากรองรับ ตัวทำละลายต้องระเหยออกไปก่อน สารละลายพอลิเมอร์หรือพอลิเมอร์เหลวเกิดการแข็งตัวกลายเป็นเส้นใยขนาดเล็กกองรวมกันอย่างไม่เป็นระเบียบบนแผ่นรอง ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยแบบไม่ถักทอ โดยปกติจะต่อขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งเข้าไปในสารละลายพอลิเมอร์และอีกขั้วหนึ่งต่อเข้ากับฉากรองรับ เมื่อเริ่มให้ประจุไฟฟ้าแก่ของเหลว ประจุจะเคลื่อนตัวไปบริเวณพื้นผิวของของเหลวนั้น เมื่อแรงของสนามไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหยดของเหลวที่ปลายคะปิลลารีจะเปลี่ยนรูปร่างจากครึ่งทรงกลมเป็นทรงกรวย เรียกว่า เทย์เลอร์โคน (Taylor cone) (รูปที่ 2) เมื่อเพิ่มความแรงทางไฟฟ้าที่มีค่ามากกว่าแรงตึงผิวของสารละลายพอลิเมอร์ที่พุ่งออกมาและทำให้ของเหลวพุ่งออกจากปลายเทย์เลอร์โคน สารละลายพอลิเมอร์ที่พุ่งออกมาจะเกิดความไม่เสถียร และเกิดการยืดตัวทำให้ลำของเหลวยาวขึ้นและเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลง ขณะเดียวกับที่ตัวทำละลายระเหยออกไปเหลือไว้แต่เส้นใยพอลิเมอร์ (อานุกาพและรวินทร์, 2548) เส้นใยที่ได้มีขนาดเล็กมากถึงระดับนาโนเมตร มีลักษณะประสานกันเป็นผืนแบบไม่ถักทอเกิดจากการซ้อนทับกันของเส้นใย ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยที่มีขนาดเล็ก โดยที่ขนาดของรูพรุนจะ

ขึ้นกับขนาดความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยที่ได้และระยะเวลาในการปั่นเส้นใย ทำให้เส้นใยมีรูปทรงขนาดเล็กมาก ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยเลือกใช้พอลิเมอร์และตัวแปรต่างๆที่เหมาะสม เส้นใยที่ได้จะมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง มีรูปทรงสูง และมีการเชื่อมต่อกันของรูปทรง จากสมบัติของเส้นใยที่ได้จึงเป็นที่น่าสนใจ เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น แผ่นกรองอนุภาคขนาดเล็กหรือชุดป้องกันสารเคมี วัสดุเชิงประกอบ (Composite material) วัสดุปิดแผล ระบบนำส่งยาหรือสารชีวภาพ โครงเลี้ยงเซลล์สำหรับวิศวกรรมเนื้อเยื่อ เป็นต้น



รูปที่ 2 หยดของเหลวบริเวณปลายหลอดอะปิลลารีเมื่อเพิ่มความแรงทางไฟฟ้า ในการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตแบบพื้นฐาน (Still, 2008)



รูปที่ 3 ชุดอุปกรณ์สำหรับการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต ประกอบไปด้วย (1) เครื่องให้ศักย์ไฟฟ้าสูง (2), ชุดควบคุมการให้สารละลาย (3) ตู้และฉากรับเส้นใย

ดังนั้นเส้นใยนาโนที่มีสมบัติเฉพาะตัวนี้จึงมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นแผ่นตัวพาไอระเหยหรือสารต่างๆที่ใช้ในด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ไม่ว่าจะเป็นสารยับยั้งการผลิเอทิลีน เช่น สาร 1-MCP และไอระเหยแอลกอฮอล์ เพื่อใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สด หรือผลิตผลสดตัดแต่งพร้อมบริโภค หรือจะใช้สำหรับผลิตวัสดุปลดปล่อยสารในกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ สารเมทิลจัสโมเนท ทั้งนี้สารเมทิลจัสโมเนทมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตและกระตุ้นการร่วงและการหลุดร่วงของใบ ยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญของราก มีผลต่อกระบวนการสุกของผลไม้ และนอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการเพิ่มความต้านทานให้กับพืชเพื่อตอบสนองต่อสิ่งรุกรานนอก เช่น บาดแผล การเข้าทำลายของโรคและแมลง ตลอดจนความเครียดต่างๆ (Cheong and Choi, 2003) ซึ่งได้มีการนำมาศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ในการรักษาคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลพืชสวนภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดในหัวผักกาด ซึ่งเป็นผลจากการที่สารเมทิลจัสโมเนทยับยั้งการงอกของใบและลดการคายน้ำ (Wang, 1998) และช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดในมะม่วงพันธุ์ Kent และ Tommy Atkins (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000; 2001) เป็นต้น

ทั้งนี้จนถึงปัจจุบันยังไม่พบงานวิจัยที่นำเอาเส้นใยนาโนซึ่งเตรียมด้วยเทคนิคอิเล็กโตรสปินนิงมาทำเป็นแผ่นตรึงสารเพื่อควบคุมการปลดปล่อยไอระเหยสารต่างๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดเกษตร แต่ในปี 2563 คณะผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยศึกษาเรื่องการพัฒนาต้นแบบแผ่นเส้นใยนาโนจากพอลิเมอร์เส้นใยธรรมชาติเพื่อใช้ร่วมกับบรรจุภัณฑ์ในการยืดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายผลิตผลสดเกษตร จึงได้เริ่มศึกษาและพัฒนาการผลิตเส้นใยอิเล็กโตรสปินปลดปล่อยไอระเหยเมทิลจัสโมเนท สำหรับใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดเกษตรต่าง ๆ เช่น ฝรั่ง และใบโหระพา และพบว่ามีความโน้มมนที่สามารถรักษาคุณภาพของผลิตผลได้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้ใช้เส้นใยปลดปล่อยเมทิลจัสโมเนท ดังนั้นการพัฒนาและประยุกต์ใช้เส้นใยนาโนปลดปล่อยสารต่างๆสำหรับบรรจุภัณฑ์ผักและผลไม้สด จึงเป็นรูปแบบที่น่าสนใจในการพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรในประเทศต่อไป ทั้งนี้การผลิตเส้นใยนาโนโดยวิธีการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิตเป็นกระบวนการผลิตเส้นใยที่มีประสิทธิภาพ และมีค่าใช้จ่ายน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตเส้นใยนาโนด้วยวิธีอื่น ๆ และมีคุณสมบัติของกระบวนการกักเก็บที่สามารถช่วยรักษาคุณภาพของสารออกฤทธิ์ไว้ได้นานกว่ากระดาษและวัสดุตัวพาอื่นๆ จึงเป็นกระบวนการผลิตที่สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดการผลิตเส้นใยปลดปล่อยสารต่างๆ เพื่อใช้สำหรับผลิตผลทางการเกษตรภายหลังการเก็บเกี่ยวต่อไปได้ในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง

- อานุภาพ รัตตรัตน์ และรวิรินทร์ สุทธะนันท์. 2548. การเตรียมเส้นใยพอลิสไตรีนขนาดเล็กโดยเทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต : การศึกษาสมบัติการส่งผ่านของเส้นใยเบื้องต้นเพื่อการประยุกต์ใช้ในการกรอง. โครงการพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรมคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Cheong, J. and Y.D. Choi. 2003. Methyl jasmonate as a vital substance in plants. *Trend in Genetics* 19: 409-413.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., J. Fortiz, R. Cruz, R. Baez and C.Y. Wang. 2000. Methyl jasmonate reduces Chilling injury and maintain postharvest quality of mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 515-519.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., J.G. Buta and C.Y. Wang. 2001. Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of “Kent” mangoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 1244-1249.
- Nair, L.S., S. Bhattacharyya and C.T. Laurencin. 2004. Development of novel tissue engineering scaffolds via electrospinning. *Expert Opinion Biological Therapy* 4: 659-668.
- Still, T.J. and H.A. Recum. 2008. Electrospinning: Applications in drug delivery and tissue engineering. *Biomaterials* 29: 1989-2006.
- Wang, C.Y. 1998. Methyl jasmonate inhibits postharvest sprouting and improves storage quality of radishes. *Postharvest Biology and Technology* 14: 179-183.



## แนวทางการจัดการเพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดสายโซ่อุปทาน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ผ่านระบบ Smart Device ในการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์

หัวหน้าโครงการวิจัย : ดร.ปาริชาติ เทียนจุมพล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการบูรณาการระหว่าง : ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดสายโซ่อุปทาน โดยสำรวจและประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานและทรัพยากร ในกระบวนการผลิต การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ของผักเมืองหนาวในภาคเหนือสามชนิด ได้แก่ ผักกะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี และผักกาดหอมห่อ โดยใช้พื้นที่โรงคัดบรรจุมูลนิธิโครงการหลวงศูนย์แม่แฮ ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวง และเกษตรกรในภาคเหนือมากกว่า 200 ราย

โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ผ่านระบบ Smart Device ด้วย application smart GHG ที่พัฒนาและปรับปรุงข้อมูลขึ้นสำหรับการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนของกระบวนการผลิต และใช้แบบสอบถามในการรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว จนกระทั่งตลาดปลายทาง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาขั้นตอนที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอน

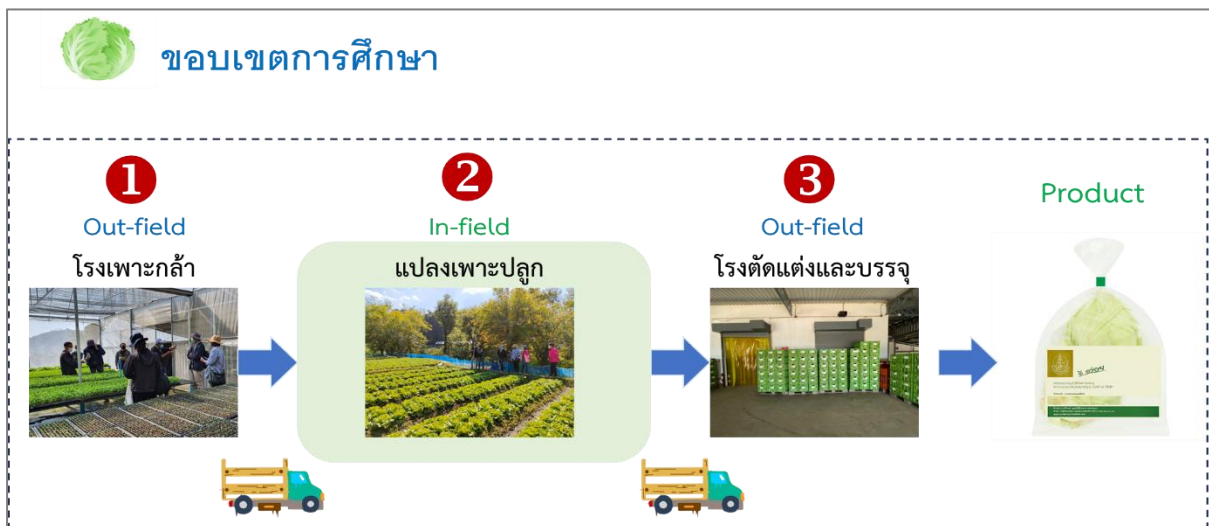
พบว่ากระบวนการที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเป็นกระบวนการผลิตในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และสารเคมีควบคุมกำจัดโรคและแมลงในการผลิตโดยเฉลี่ยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากกว่า 1.5-2 kg CO<sub>2</sub>eq ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการของเกษตรกรแต่ละราย ในขณะที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน

ขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและโรงคัดบรรจุ มีการปล่อยก๊าซเฉลี่ยประมาณ 0.8-1 kg CO<sub>2</sub>e/eq ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

ดังนั้น เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงมีแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการส่งเสริมการทำเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพและธาตุอาหารในดินตามความต้องการของพืชก่อนมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้ง การนำเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISDA) มาใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศที่เหมาะสม ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของเกษตรกร เช่น การพยากรณ์อากาศโดยเฉพาะช่วงฤดูฝนเพื่อให้การให้ปุ๋ยของเกษตรกรมีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นต้น

นอกจากนี้ การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เกิดจากการสูญเสีย หรือการตัดแต่งผักในแต่ละขั้นตอนตลอดสายโซ่อุปทานการผลิตผักไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การนำไปสกัดสารสำคัญ นำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ นำไปใช้ทำชีวมวล เพื่อนำกลับมาใช้ในการเกษตร หรือนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เป็นต้น

ในด้านพลังงานมีแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การปรับเปลี่ยนหลอดแสงสว่างเป็น LED เพื่อลดการใช้พลังงาน ส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกมาใช้ทดแทน และควรมีการติดตามและปรับปรุงข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ





# Postharvest Newsletter

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ดนัย มุขยเกียรติ

คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนานนท์  
รองศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวลักษณ์ จันทรมาง  
ดร.ปาริชาติ เทียนจุมพล  
ดร.ณัฐฐวิวัฒน์ รมื่นมาณี  
นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี

ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย  
นางปุณิกา จินดาสุน  
นางสาวปิยภรณ์ จันจรมานิตย์  
นางละอองดาว วาณิชสุขสมบัติ

ฝ่ายจัดพิมพ์ : นางสาวรัชกร ยาลังกาญจน์

สำนักงานบรรณาธิการ : ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200  
โทรศัพท์ +66(0)5394-1448 โทรสาร +66(0)5394-1447  
E-mail : [phtic@phtnet.org](mailto:phtic@phtnet.org)



<https://www.phtnet.org>