Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 235-238 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 235-238 (2561)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิสำหรับพืชผักของมูลนิธิโครงการหลวง
Application of Precooling Technology on Vegetables of the Royal Project Foundation

ปรัศนีย์ กองวงค์[1] วริศรา วนากมล[1] ดนัย บุณยเกียรติ[2,3] และพิชญา พูลลาภ[1,3]
Pratsanee Kongwong[1], Warissara Wanakamol[1], Danai Boonyakiat[2,3] and Pichaya Poonlarp[1,3]

Abstract

This research aimed to studying the cooling rate of precooling technologies namely vacuum cooling, ice cooling and forced-air cooling. Precooling technologies were used with vegetable production of the Royal Project Foundation including spinach, broccoli and Hong Kong kale in order to maintain qualities and extend shelf life. The study investigated the optimum precooling conditions of the various precooling methods with 3 types of vegetables in order to achieve the final temperature of produces at 4±1 °C. The results illustrated that the optimum condition for vacuum cooling of spinach with initial temperature of 23.0±1.1 °C was set the final pressure at 6.5 mbar with holding time 15 min. For broccoli with the initial temperature of 20.13±0.12 °C, the optimum condition was at final pressure 6.0 mbar with holding time of 30 min and optimum vacuum cooling condition for Hong Kong kale with initial temperature of 19.63±0.32 °C was at final pressure of 6.5 mbar with holding time of 20 min. Ice cooling were applied with broccoli and Hong Kong kale using 1:1 ratio (produce: ice), which resulted the fastest cooling rate compare with 2:1 and 3:1 ratio. Forced-air cooling of spinach using air temperature 2-4 °C, air velocity 1.5 m/s could precool spinach from the initial temperature of 21.27±0.55°C to 3.68 ±0.51 °C within 35 min.
Keywords: precooling technologies, vegetables, cooling time

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิ ของพืชผัก 3 ชนิด ได้แก่ ปวยเล้ง บรอคโคลี และคะน้าฮ่องกง โดยการใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิของมูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง และการลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิแบบต่างๆกับผลิตผลทั้ง 3 ชนิดให้มีอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ 4±1 °C จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศของปวยเล้งที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 23.0±1.1 °C คือ การกำหนดความดันสุดท้ายเท่ากับ 6.5 มิลลิบาร์ และระยะเวลาที่ผลิตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเท่ากับ 15 นาที สำหรับ บรอคโคลีที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 20.13±0.12 °C สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ คือ การกำหนดความดันสุดท้าย 6.0 มิลลิบาร์ และระยะเวลาที่ผลิตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเท่ากับ 30 นาที และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศของคะน้าฮ่องกงที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 19.63±0.32 °C คือ การกำหนดความดันสุดท้าย 6.5 มิลลิบาร์ และระยะเวลาที่ผลิตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเท่ากับ 20 นาที นอกจากนี้ จากการศึกษาการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งที่เหมาะสมกับบรอคโคลี และคะน้าฮ่องกงคือ การใช้น้ำแข็งในอัตราส่วน 1:1 (ผลิตผล:น้ำแข็ง) มีอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งในอัตราส่วน 2:1 และ 3:1 สำหรับการลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับที่มีอุณหภูมิอากาศเย็นเท่ากับ 2-4 °C และมีความเร็วลมเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที สามารถลดอุณหภูมิปวยเล้งที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 21.27±0.55°C จนถึงอุณหภูมิสุดท้าย 3.68 ±0.51 °C ภายในระยะเวลา 35 นาที
คำสำคัญ: เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิ, พืชผัก, เวลาในการลดอุณหภูมิ

[1] คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
1 Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
2 Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Commission, Bangkok 10400

คำนำ

ปัจจุบันผลิตผลที่สำคัญโดยเฉพาะพืชผักของมูลนิธิโครงการหลวงยังมีปัญหาด้านคุณภาพเมื่อออกสู่ตลาด การประยุกต์ใช้วิธีหรือกระบวนการลดอุณหภูมิที่ดีก่อให้เกิดประโยชน์ในการรักษาคุณภาพ ลดการสูญเสีย และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผล เนื่องจากผลิตผลที่มีอุณหภูมิสูงหลังการเก็บเกี่ยวส่งผลต่อกระบวนการเมตาโบลิสม์ต่าง ๆ ภายในเซลล์ ทำให้คุณภาพและอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้นลง (ดนัยและนิธิยา, 2548) ดังนั้นหลังการเก็บเกี่ยวควรมีการทำให้อุณหภูมิของผลิตผลลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูง เช่น บรอคโคลี ปวยเล้ง และคะน้าฮ่องกง วิธีการลดอุณหภูมิสามารถทำได้มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล เช่น (1) การลดอุณหภูมิในระบบสุญญากาศ (Vacuum cooling) เป็นการระเหยความชื้นหรือน้ำอย่างรวดเร็วจากผิวหน้าและภายในผลิตผล ภายใต้สภาวะความดันต่ำกว่าบรรยากาศ เมื่อความดันระหว่างน้ำในผลิตผลและสิ่งแวดล้อมมีความแตกต่างกัน จะส่งผลให้น้ำที่อยู่ภายในผลิตผลระเหยและกลั่นตัวสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้ผักมีอุณหภูมิลดลง (Zheng and Sun, 2004) (2) การลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ (Forced-air cooling) มีลักษณะเป็นการบังคับให้อากาศผ่านในช่องว่างระหว่างแถวของบรรจุภัณฑ์ที่ปิดคลุมตรงกลางด้วยผ้าใบพลาสติก ให้มีลักษณะเป็นอุโมงค์ที่ยาวและแคบ ด้านหนึ่งของช่องนี้จะติดตั้งพัดลมสำหรับเป่าหรือดูดอากาศ โดยอากาศจะไหลผ่านตามช่องว่างระหว่างแถวบรรจุภัณฑ์และแทรกตามรูด้านข้างของบรรจุภัณฑ์ นำเอาความร้อนออกจากผลิตผลได้แต่มีข้อจำกัดเรื่องการสูญเสียน้ำของผลิตผลเนื่องจากการใช้ความเร็วลมที่ไม่เหมาะสม (3) การลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง (Ice cooling) เป็นวิธีการใส่น้ำแข็งลงในบรรจุภัณฑ์ สามารถลดอุณหภูมิผลิตผลได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากมีน้ำแข็งเป็นตัวกลาง (Brosnan and Sun, 2001) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาการใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยการเปรียบเทียบอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิของผลิตผลที่สำคัญของมูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ ปวยเล้ง (spinach) บรอคโคลี (broccoli) และคะน้าฮ่องกง (Hongkong kale)

อุปกรณ์และวิธีการ

1.วัสดุพันธุ์พืช

ปวยเล้ง (*Spinacia oleracea*) จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ บรอคโคลี (*Brassica oleracea* var. *italica*) จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และคะน้าฮ่องกง (*Brassica oleracea* var. *alboglara*) จากศูนย์พัฒนาโครงการห้วยเสี้ยว อ.หางดง จ.เชียงใหม่

2.การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum cooling)

นำผักทั้ง 3 ชนิดที่ตัดแต่งเสร็จแล้วบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธิลีนเจาะรู แล้วนำไปจัดเรียงบรรจุตะกร้าพลาสติกปริมาณ 5 กิโลกรัมต่อตะกร้า จากนั้นนำตะกร้าไปจัดเรียงในตู้ลดความดัน วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของผัก แล้วจึงทำการลดอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิสุดท้ายที่ 4±1 °C โดยกำหนดค่าความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิ 2 ระดับคือ 6.0 และ 6.5 มิลลิบาร์ และกำหนดเวลาที่ทิ้งผักไว้ในห้องลดอุณหภูมิหลังจากความดันภายในห้องลดลงถึงระดับที่กำหนด 5 ระดับคือ 10, 15, 20, 25 และ30 นาที บันทึกผลการทดลองจนสิ้นสุดกระบวนการลดอุณหภูมิ

3.การลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ (Forced-air cooling)

นำปวยเล้งที่ผ่านการตัดแต่งแล้วมาจัดวางเรียงในตะกร้าพลาสติกปริมาณการบรรจุ 4 กิโลกรัมต่อตะกร้าจัดเรียงตะกร้าด้านละ 2 แถวโดยเรียงลึก 3 แถว สูง 3 ชั้น แล้วทำการลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับอุณหภูมิอากาศ 2-4 °C และความเร็วลมเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาทีจนปวยเล้งมีอุณหภูมิใจกลางเท่ากับ 4±1 °C บันทึกอุณหภูมิใจกลางผักในตะกร้าที่ตำแหน่งบน กลาง และล่างของแถว ทำการบันทึกผลการทดลองจนสิ้นสุดกระบวนการลดอุณหภูมิ

4. การลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง (Ice cooling)

นำบรอคโคลี และคะน้าฮ่องกงที่ตัดแต่งเสร็จแล้วบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธิลีนเจาะรู แล้วลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำแข็งในอัตราส่วนผัก:น้ำแข็ง เท่ากับ 1:1, 2:1 และ 3:1 ในกล่องโฟมขนาด 46x60x32 เซนติเมตร เปรียบเทียบอัตราการลดอุณหภูมิโดยใช้ปริมาณน้ำแข็งตามอัตราส่วนต่างๆ โดย ทำการบันทึกผลการทดลองจนสิ้นสุดกระบวนการลดอุณหภูมิ

ผล

1.การลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในกระบวนการลดอุณหภูมิปวยเล้งด้วยระบบสุญญากาศคือการกำหนดค่าความดันสุดท้ายในห้องลดอุณหภูมิเท่ากับ 6.5 มิลลิบาร์ และกำหนดเวลา 15 นาที โดยสามารถลดอุณหภูมิปวยเล้งจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 23.0±1.1°C จนถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 3.57±0.15 °C ในระยะเวลา 26 นาที และมีการสูญเสียน้ำหนัก

1.67 เปอร์เซ็นต์ (Table1, Figure 1) ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ในกระบวนการลดอุณหภูมิบรอคโคลีด้วยระบบสุญญากาศคือ การกำหนดค่าความดันสุดท้ายในห้องลดอุณหภูมิเท่ากับ 6.0 มิลลิบาร์ และกำหนดเวลาเท่ากับ 30 นาที โดยสามารถลดอุณหภูมิบรอคโคลีมีอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 20.13±0.12 °C จนถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 4.27±0.15 °C ในระยะเวลา 41 นาที และมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิ 1.88 เปอร์เซ็นต์ (Table1, Figure 2) ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ในกระบวนการลดอุณหภูมิคะน้าฮ่องกงด้วยระบบสุญญากาศ คือ การกำหนดค่าความดันสุดท้ายในห้องลดอุณหภูมิเท่ากับ 6.5 มิลลิบาร์ และกำหนดเวลาเท่ากับ 20 นาที โดยสามารถลดอุณหภูมิคะน้าฮ่องกงมีอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 19.63±0.32°C จนถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 3.79±0.12 °C ในระยะเวลา 31 นาที และมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิ 1.83 เปอร์เซ็นต์ (Table1, Figure 3)

2. การลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ

การลดอุณหภูมิปวยเล้งโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิอากาศ 2-4 °C ความเร็วลม 1.5 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 81.0-91.2 % สามารถลดอุณหภูมิปวยเล้งจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 21.27±0.55 °C จนถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 3.68±0.51 °C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 35 นาที คำนวณอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิได้ 0.5 °C/นาที หลังจากการลดอุณหภูมิพบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักคิดเป็น 3.13 % (Table1, Figure 4)

3. การลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำแข็ง

การลดอุณหภูมิบรอคโคลีโดยการใช้น้ำแข็ง พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนบรอคโคลีต่อน้ำแข็ง 1:1 สามารถลดอุณหภูมิบรอคโคลีจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 20.6±0.3 °C ได้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 4.75±0.35 °C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 190 นาที คำนวณอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิได้ 0.08 °C/นาที ในขณะที่ อัตราส่วน บรอคโคลีต่อน้ำแข็ง 2:1 สามารถลดอุณหภูมิ บรอคโคลีจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 21.0±0.11 °C ได้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 4.95±0.07 °C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 440 นาที คำนวณอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิได้ 0.036 °C/นาที และอัตราส่วนบรอคโคลีต่อน้ำแข็ง 3:1 สามารถลดอุณหภูมิบรอคโคลีจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 22.77 °C ได้อุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 16.67±0.06 °C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 440 นาที (Table1, Figure 5) สำหรับการลดอุณหภูมิคะน้าฮ่องกงโดยการใช้น้ำแข็ง พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนคะน้าฮ่องกงต่อน้ำแข็ง 1:1 สามารถลดอุณหภูมิคะน้าฮ่องกงจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 21.9±0.3 °C ได้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 4.4±1.5°C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 204 นาที คำนวณอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิได้ 0.08 °C/นาที ในขณะที่อัตราส่วน คะน้าฮ่องกงต่อน้ำแข็ง 2:1 สามารถลดอุณหภูมิ คะน้าฮ่องกงจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 22.5±0.1°C ได้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 5.40±0.5 °C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 447 นาที คำนวณอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิได้ 0.038 °C/นาที และอัตราส่วนคะน้าฮ่องกงต่อน้ำแข็ง 3:1 สามารถลดอุณหภูมิบรอคโคลีจากอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 22.6±0.55 °C ได้อุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ย 13.2±3.02 °C โดยใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 447 นาที (Table1, Figure 6)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศเมื่อเริ่มกระบวนการความดันในห้องลดอุณหภูมิจะถูกทำให้ลดลงอย่างรวดเร็วจากความดันบรรยากาศประมาณ 960 มิลลิบาร์ ถึงความดันสุดท้ายที่กำหนด 6.0-6.5 มิลลิบาร์ ใช้เวลา 15-17 นาที (Figure 1-3) หลังจากนั้นความดันจะเริ่มคงที่เป็นระยะเวลาตามที่กำหนด 15-30 นาที ในระหว่างการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ ความดันภายในห้องสุญญากาศจะถูกควบคุมให้มีสภาวะความดันต่ำอย่างต่อเนื่องจนถึงความดันไออิ่มตัวของผักทั้ง 3 ชนิด น้ำในจะเริ่มเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ (flash point) ในนาทีที่ 7-8 ทำให้อุณหภูมิของลดลงอย่างรวดเร็วจนสิ้นสุดกระบวนการ จากการทดลอง พบว่าการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศสามารถลดอุณหภูมิผักทั้ง 3 ชนิดได้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายที่ต้องการคือ 4±1 °C โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ต่ำกว่า 5%) ข้อดีของการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศคือเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิสั้นสามารถลดอุณหภูมิผลิตผลได้ปริมาณมากต่อครั้ง และใช้ได้กับผลิตผลที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุ (McDonald and Sun, 2000) ในขณะที่การลดอุณหภูมิปวยเล้งโดยผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ พบว่าสามารถลดอุณหภูมิปวยเล้งให้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายที่ต้องการได้ แต่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงและใช้เวลาในการลดอุณหภูมินานกว่าการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ ด้วยเหตุนี้อาจทำให้ผักเกิดการเหี่ยวได้ เนื่องจากอยู่ภายใต้สภาวะที่มีการไหลของอากาศด้วยอัตราเร็วที่สูงกว่าอากาศปกติ สำหรับการลดอุณหภูมิบรอคโคลีและคะน้าฮ่องกงโดยการใช้น้ำแข็ง พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 1:1 โดยน้ำหนัก เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิบรอคโคลี และคะน้าฮ่องกง ให้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายที่ต้องการได้ แต่ใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมินานมากเมื่อเปรียบเทียบกับการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ ทั้งนี้ยังต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนของน้ำที่เกิดจากการละลายของน้ำแข็ง อาจเป็นสาเหตุทำให้ผักเกิดการเน่าได้

Table 1 Cooling efficiency of vacuum cooling, forced-air cooling and ice cooling for spinach, broccoli and Hongkong kale

Cooling parameter	Spinach		Broccoli		Hongkong kale	
	Vacuum cooling	Forced-air cooling	Vacuum cooling	Ice cooling	Vacuum cooling	Ice cooling
Initial temp (°C)	23.0±1.1	21.27±0.55	20.13±0.12	20.6±0.3	19.63±0.32	21.9±0.3
Final temp (°C)	3.57±0.15	3.68±0.51	4.27±0.15	4.75±0.35	3.79±0.12	4.4±1.5
Cooling time (min)	26	35	41	190	31	204
Cooling rate (°C/min)	0.75	0.5	0.39	0.08	0.51	0.08
Weight loss[1] (%)	1.67[b]	3.13[a]	1.88	0	1.83	0

[1]Row values followed by the same letter are not significantly different with (P = 0.05)

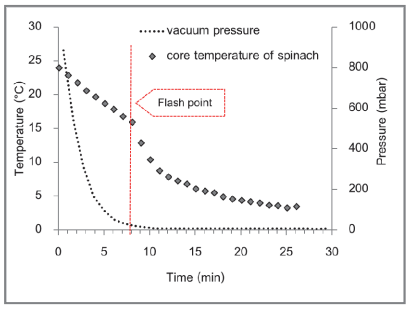

Figure 1 Cooling curve of spinach during vacuum cooling at 6.5 mbar, 15 min

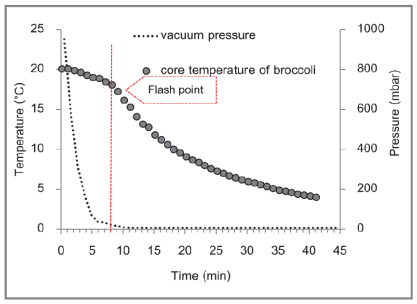

Figure 2 Cooling curve of broccoli in during vacuum cooling at 6.0 mbar, 30 min

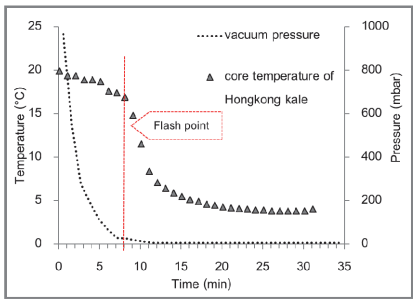

Figure 3 Cooling curve of Hongkong kale during vacuum cooling at 6.5 mbar, 20 min

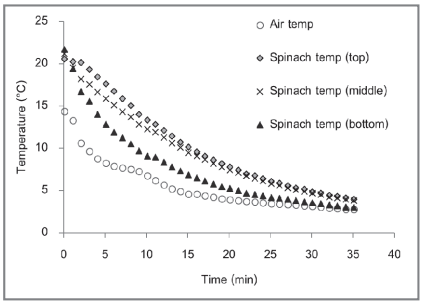

Figure 4 Cooling curve of spinach during forced-air cooling

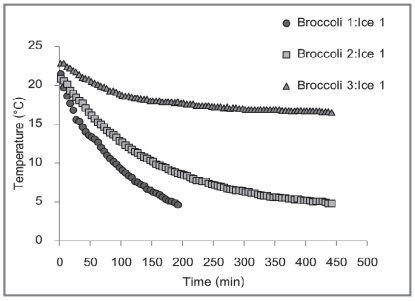

Figure 5 Cooling curve of broccoli during ice cooling

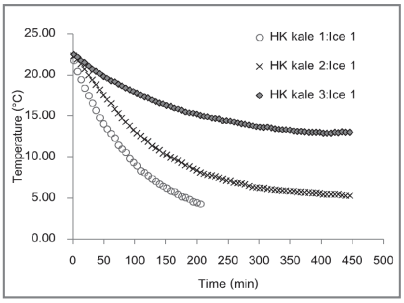

Figure 6 Cooling curve of Hongkong kale during ice cooling

สรุปผลการทดลอง

การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ (vacuum cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้กับพืชผักของโครงการหลวงทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ปวยเล้ง บรอคโคลี และคะน้าฮ่องกง สำหรับการลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ (forced-air cooling) สามารถลดอุณหภูมิปวยเล้งแต่ต้องคำนึงความเร็วลมที่ใช้ เนื่องจากความเร็วลมมีผลต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนัก และการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำแข็ง (ice cooling) ในอัตราส่วน 1:1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิบรอคโคลี และคะน้าฮ่องกง แต่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และน้ำแข็งที่ละลายแล้วอาจทำให้ผลิตผลเน่าเสียได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400 และได้รับการอนุเคราะห์เครื่อง vacuum cooling และ forced-air cooling จากมูลนิธิโครงการหลวง จ.เชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 236 น.

Brosnan, T. and D. W. Sun. 2001. Precooling techniques and applications for horticultural products — a review. International Journal of Refrigeration 24(2): 154-170.

McDonald, K. and D.W. Sun. 2000. Vacuum cooling technology for the food processing industry: A review. Journal of Food Engineering 45(2): 55-65.

Zheng, L. and D.W. Sun. 2004. Vacuum cooling for the food industry - A review of recent research advances. Trends in Food Science & Technology 15(12): 555-568.