Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 119-122 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 119-122 (2546)

ผลของการทำ Hydrocooling ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของคะน้าฮ่องกง

Effects of Hydrocooling on Physiological Changes and Quality of Kailaan (*Brassica oleraceae* var. *alboglaba*)

ภูวนาท ฟักเกตุ[1] วิษณุ นิยมเหลา[1] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1]
Puwanart Fuggate[1], Wissanu Niyomlao[1] and Sirichai Kanlayanarat[1]

Abstract

Effect of hydrocooling (1,5 and 10 °C) on physiological changes and quality of Kailaan (*Brassica oleraceae* var. *alboglaba*) was studied during storage at 10 °C. Before treatment, the marketability Kailaan were collected for uniformity size and undefect. At 2 days interval, sample was taken to measure the respiration rate, ethylene production, color change, chlorophyll content and the activity of chlorophyllase. As indicated in the result, hydrocooling at 1 °C could delay rate of respiration, ethylene production, color and chlorophyll change and the activity of chlorophyllase better than that of control (non-hydrocooling) and the other temperature of hydrocooling treatment.

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของการทำ hydrocooling ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของคะน้าฮ่องกง (ไก่หลาน) โดยนำคะน้าฮ่องกงระยะการค้า เลือกยอดที่มีขนาดสม่ำเสมอ และไม่มีตำหนิมาทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น (hydrocooling) อุณหภูมิ 1 5 และ 10 °ซ. แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °ซ. ทำการบันทึกผลทุก 2 วัน ได้แก่ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase จากการทดลองพบว่าการทำ hydrocooling คะน้าฮ่องกงที่อุณหภูมิ 1 °ซ. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ของคะน้าฮ่องกงได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ทำ hydrocooling) และการทำ hydrocooling คะน้าฮ่องกงที่อุณหภูมิระดับอื่นๆ

คำนำ

คะน้าฮ่องกง (Kailaan, Chinese broccoli, White flower broccoli) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* Bailey. อยู่ในวงศ์ Brassicaceae (Cruciferae) จัดเป็นคะน้ายอด อีกชนิดหนึ่งที่ต้นกำเนิดสายพันธุ์จากประเทศจีน ต่างจากคะน้ายอดดอยคำ คือ ลำต้น และใบมีสีเขียวเข้มกว่า ลำต้นมีขนาดปานกลาง เล็กกว่าคะน้ายอดดอยคำ และมีเยื่อใยน้อยกว่า นิยมรับประทานเฉพาะส่วนของยอดอ่อนที่ติดดอกตูม ดอกอาจมีสีขาวหรือสีเหลือง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ชอบอากาศค่อนข้างเย็น สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตคุณภาพดี ในช่วงอุณหภูมิ 15-25 °ซ. (นิพนธ์, 2545) ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งและการวางจำหน่าย คือการเหลืองของดอกและใบอย่างรวดเร็วของคะน้าฮ่องกง ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตเสื่อมคุณภาพช้าหรือเร็ว ผลิตผลเมื่อถูกตัดออกจากต้นจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศหรือสภาพแวดล้อมขณะทำการเก็บเกี่ยว อุณหภูมิสูงจะเร่งขบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลให้เกิดเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังมีความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูก (field heat) ที่มีผลในการเร่งอัตราการหายใจ ดังนั้นหากต้องการเก็บผลิตผลให้มีคุณภาพดีอยู่ได้นานสิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ จะต้องลดอัตราการหายใจลงให้เหลือน้อยที่สุด (Damen, 1984) วิธีการลดอัตราการหายใจก็คือการลดอุณหภูมิ ดังนั้นการลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวจะทำให้ขบวนการดังกล่าวเกิดช้าลง (Cariepy *et al*., 1987) การลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็น วิธีนี้ลดอุณหภูมิได้เร็วกว่าวิธีอื่นๆ (Osman and Mustaffa, 1993) ซึ่งการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็นอาจจะมีการเติมคลอรีนลงไป เพื่อให้น้ำสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุการเน่าเสียของผลิตผล (Goyett *et al*., 1995) อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้องไม่ต่ำเกินไปจนทำให้เกิดความเสียหายกับผลิตผล ปกติอุณหภูมิของน้ำประมาณ 0 °ซ. ยกเว้นผลิตผลที่อ่อนแอต่อความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำได้ง่าย Osman and Mustaffa (1993) พบว่าการลดอุณหภูมิมะเฟือง (carambola) พันธุ์ B10 โดยวิธี hydrocooling จะช่วยลดการสูญเสียน้ำและรักษาความสดได้

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

ดีกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตามการลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้ยังใช้ได้ดีกับผัก ซึ่งจะช่วยให้ผักมีเนื้อสัมผัสและความสด (freshness) ดีขึ้น (Boyette, 1997) นอกจากนี้การลดอุณหภูมิบล็อคโคลี่โดยวิธี hydrocooling มีผลในการลดการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ (Burton and Twyning, 1989; Seymour *et al*., 1981) และชะลอการเกิดเส้นใยและการสูญเสียน้ำในหน่อไม้ฝรั่ง (Bycroft *et al*., 1996) อย่างไรก็ตามการลดอุณหภูมิจะต้องกระทำให้เร็วที่สุดภายหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากผลิตผลจะเริ่มกระบวนการเสื่อมสภาพตั้งแต่ถูกเก็บเกี่ยว และความเร็วหรือช้าของกระบวนการขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาวิธีการลดความร้อนด้วยวิธี hydrocooling ภายหลังการเก็บเกี่ยวคะน้าฮ่องกงทันที เพื่อชะลอการเสื่อมสภาพของคะน้าฮ่องกงตลอดจนเป็นแนวทางในการใช้กับผลิตผลชนิดอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ผักคะน้าฮ่องกงจากจังหวัดกาญจนบุรีที่เก็บเกี่ยวในตอนเช้า ทำการลดอุณหภูมิทันทีด้วยน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 1 5 และ 10 °ซ. โดยใช้ Thermocouple วัดอุณหภูมิภายในของผักคะน้าฮ่องกงจนอุณหภูมิภายในเท่ากับ 10 °ซ. แล้วนำคะน้าฮ่องกงทั้งหมดมาบรรจุใส่ถุงโพลีเอทิลีน (PE) แล้วใส่ในกล่องโฟม ซึ่งภายในกล่องมีน้ำแข็งบรรจุรวมอยู่ด้วย และขนส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (วิทยาเขตบางขุนเทียน) นำผักคะน้าฮ่องกงมาคัดเลือกต้นที่ไม่มีตำหนิจากโรคหรือหนอนแมลงและไม่มีบาดแผล จากนั้นนำผักคะน้าฮ่องกงมาตัดแต่งก้านและใบออกให้เหลือใบจำนวน 3-4 ใบ

ผลและวิจารณ์

อัตราการหายใจของคะน้าฮ่องกงที่ลดอุณหภูมิโดยวิธีทำ Hydrocooling จากการทดลองพบว่าการใช้น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 1 °ซ. ในการลดอุณหภูมิคะน้าฮ่องกงทำให้คะน้าฮ่องกงมีอัตราการหายใจต่ำที่สุด อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตเป็นขบวนการ metabolism ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายอาหารสะสมให้เกิดเป็นพลังงาน (สมบุญ, 2535) ขบวนการดังกล่าวนี้จะมีอัตราสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านอุณหภูมิเป็นหลัก (Damen, 1984) และอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ผักและผลไม้สดมีการเสื่อมคุณภาพหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว เนื่องจากผลิตผลทุกชนิดยังมีชีวิตและมีการหายใจ ผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูงย่อมเสื่อมคุณภาพได้เร็ว เนื่องจากมีการใช้อาหารภายในผลิตผลมาเปลี่ยนเป็นพลังงานในอัตราที่สูงดั้งนั้นหากต้องการให้ผลิตผลยังคงมีคุณภาพดีและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน จึงจำเป็นต้องลดอัตราการหายใจของผลิตผลให้เหลือน้อยลง วิธีการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิของคะน้าฮ่องกงคือ การทำ hydrocooling เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็ว เพราะน้ำเย็นจัดเป็น cooling medium ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถสัมผัสกับผลิตผลได้มาก และเนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงจึงสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากตัวผลิตผลได้อย่างรวดเร็ว (Damen, 1984) ทั้งนี้ความสามารถในการลดอุณหภูมิขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำเย็น ถ้าอุณหภูมิของน้ำเย็นต่ำจะสามารถลดอุณหภูมิได้เร็วขึ้น จากการทดลองจึงพบว่าการทำ hydrocooling ที่อุณหภูมิ 1 °ซ. ทำให้คะน้าฮ่องกงมีอัตราการหายใจต่ำที่สุด ส่วนการผลิตเอทิลีนของคะน้าฮ่องกงที่ผ่านการทำ hydrocooling โดยใช้น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 1 5 และ 10 °ซ. และไม่ผ่านการทำ hydrocooling จากการทดลองพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น และมีการผลิตเอทิลีนสูงสุดวันที่ 6 ของการเก็บรักษา (Figure 1) หลังจากนั้นมีการผลิตเอทิลีนลดลง โดยการใช้น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 1 °ซ. มีแนวโน้มทำให้คะน้าฮ่องกงมีการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุด จากการศึกษาโดยทั่วไปพบว่าอุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้ โดยมีผลโดยตรงต่อ กิจกรรมของเอนไซม์ ACC oxidase และ ACC synthase (Yamauchi *et al*., 1997) ปริมาณคลอโรฟิลล์ของคะน้าฮ่องกงที่ผ่านการทำ hydrocooling ที่อุณหภูมิ 1 5 และ 10 °ซ. และ ไม่ผ่านการทำ hydrocooling มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการทดลอง จากการทดลองพบว่าการใช้น้ำเย็นอุณหภูมิ 1 °ซ. ลดอุณหภูมิของคะน้าฮ่องกงสามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ได้ดีที่สุด (Figure 3) สอดคล้องกับอัตราการผลิตเอทิลีน (Figure 1) โดยทั่วไปการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์นั้นเนื่องจากการทำงานของกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase (Matile *et al*., 1996) ซึ่งทำหน้าที่ในการแยกส่วนหัว (porphyrin ring) และส่วนหาง (phytol) ของคลอโรฟิลล์ (Yamauchi *et al*., 1997) ทั้งนี้กิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับเอทิลีน ถ้ามีเอทิลีนสูงเอนไซม์ดังกล่าวก็จะมีกิจกรรมสูงขึ้น คลอโรฟิลล์จะเกิดการเสื่อมได้เร็วขึ้นซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ที่เพิ่มสูงขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ลดลง (Figure 3) ดังนั้นจากการทดลองจึงพบว่าการทำ hydrocooling ที่อุณหภูมิ 1 °ซ. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ได้ เนื่องจากที่อุณหภูมิดังกล่าวมีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสีของคะน้าฮ่องกง แสดงโดยค่าความสว่าง (ค่า L) และ ค่า b ซึ่งค่าทั้ง 2 ค่าที่เพิ่มขึ้นหมายถึงการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวของคะน้าฮ่องกงเป็นสีเหลือง จากการทดลองการลดอุณหภูมิของคะน้าฮ่องกงด้วยวิธี hydrocooling ที่อุณหภูมิ 1 °ซ. สามารถชะลอการ

เปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ค่า L) และ b ของคะน้าฮ่องกงได้ดีที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของ Toivonen (1997) ซึ่งพบว่าการลดอุณหภูมิบล็อคโคลี่ด้วยวิธี hydrocooling ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 °ซ. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของบล็อคโคลี่ได้

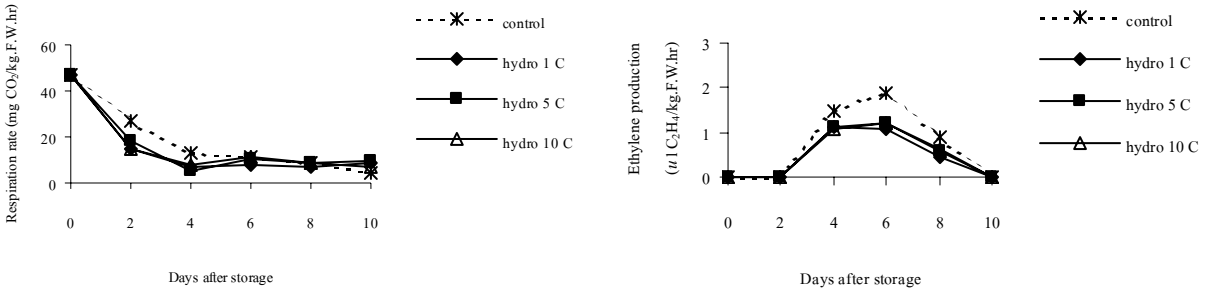

Figure 1 Respiration rate and ethylene production of kailaan after hydrocooling with water at 1 5 and 10 °C until the kailaan temperature reached 10 °C and during 10 days of storage at 10 °C.

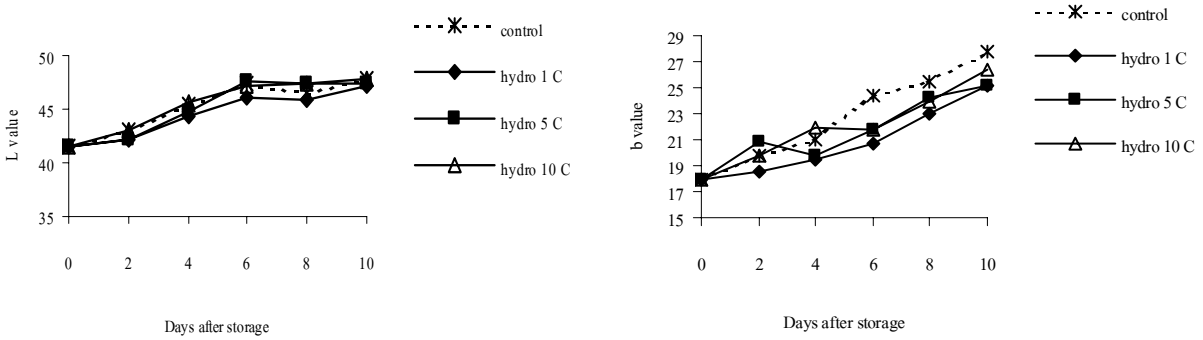

Figure 2 Lightness (L) and b values of of kailaan after hydrocooling with water at 1 5 and 10 °C until the kailaan temperature reached 10 °C and during 10 days of storage at 10 °C.

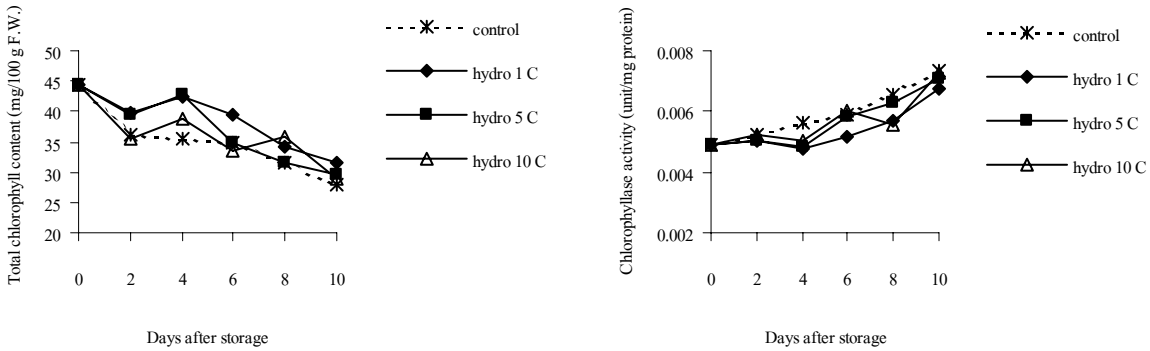

Figure 3 Chlorophylly content and chlorophyllase activity of kailaan after hydrocooling with water at 1 5 and 10 °C until the kailaan temperature reached 10 °C and during 10 days of storage at 10 °C.

สรุป

การทำ hydrocooling ที่อุณหภูมิ 1 °ซ. สามารถชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ของคะน้าฮ่องกงได้ดีกว่าการทำ hydrocooling ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 °ซ. และไม่ทำ hydrocooling ภายหลังการเก็บเกี่ยวทันที

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2545. เทคโนโลยีการผลิตผัก. http://www.mju.ac.th/facagr/hort/vegetable/File_link/Kale.pdf.

สมบุญ เตชะภิญญารัตน์. 2535. สรีรวิทยาของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 203 น.

Boyette, M.D. 1997. Forced-air cooling packaged blueberries. Postharvest News and Informations. 8(1): 10.

Burton, K.S. and R.V. Twyning. 1989. Extending mushroom storage life by combining modifed atmosplere packaging and cooling. Acta Horticulturae. 258: 565-571.

Bycroft, B.L., D.W. Barash and F. Bollen. 1996. Using insulation and cooling to improve the asparagus coolchain. Acta Horticulturae. 145: 323-332.

Cariepy, Raglravan, G.S.V. and R. Theriault. 1987. Cooling characteristic of cabbage. HortScience Abstract. 6: 575.

Damen, P.M.M. 1984. Precooling of vegetables maintains quality, moist cooling limits moisture loss. Hort Abstract. 54: 674.

Goyett, B., C. Vigneault, B. Panneton and M. Raghavan. 1995. Method to evaluate precooling systems for fruits and vegetables. pp. 1-6. Proceeding of the International Conference in Harvest and Postharvest Technologies for Fresh Fruits and Vegetables. Guanajuato. Mexico.

Matile, P., S. Hortensteiner, H. Thomas and B. Krautler. 1996. Chlorophyll breakdown in senescence leaves. Plant Physiology. 112: 1403-1409.

Osman, A. and R. Mustaffa. 1993. Effects of different precooling methods and times on the storage quality of carambola variety B10. pp. 430-433. Proceedings of an International Conference in Postharvest Handling of Tropical Fruits. Chiang Mai. Thailand.

Seymour, G.B., A.K. Thompson, P.A. Hughes and R.A. Plumbley. 1981. The influence of hydrocooling and plastic box liners on the market quality of capsicums. Acta Horticulturae. 116: 191-196.

Toivonen, P.M.A. 1997. The effects of storage temperature, storage duration, hydro-cooling and microperforated wrap on shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L., *italica* group). Postharvest Biology and Technology. 10(1): 59-65.

Yamauchi, N., K. Harada and A.E. Watada. 1997. *In vitro* chlorophyll degradation in stored broccoli (*Brassica oleracae* L. var. *italica* Plen.) florets. Postharvest Biology and Technology. 12: 239-245.