

ผลของวิธีการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพของผักปวยเล้งภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็น
Effect of cooling methods on the quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.) after storage

สุรัตน์¹ นักหล่อ¹ ปริฉัตร ชีพเวียงไพร¹ พสุเมติ ฮวดใจ¹, จักรพงษ์ พิมพ์พิมล¹ ยงยุทธ ขำมสี¹
พีรพันธุ์ อนันตพงษ์² ธนากาญจน์ ชุ่มผวน² และทองลา ปุก้วงศ์¹

Surat Nuglor¹, Parichat Cheepwiangprai¹, Pasumadee Huadchai¹ Jakraphong Phimpimol¹, Yongyut Khamsee¹,
Peerapan Anantapong², Thanakan Chumpuan² and Thongla Pukumvong¹

Abstract

Effect of cooling methods on the quality of spinach after storage was studied. Spinach sample was taken from Mae Poon Luang Royal Project Development Center, Amphoe Phrao, Chiang Mai. The cooling methods were forced-air cooling, hydro-cooling, top-icing and non-cooling (control). After cooling, the temperature of spinach was cool brought down to 7°C and the sample was kept in a storage room with controlled temperature of 5°C and 95%RH. It was found that all cooling methods could prolong spinach quality during storage compared to non-cooling. Hydro-cooling took shorter time and the spinach treated with hydro-cooling showed better quality and longer storage life than those of the other treatments.

Keywords: cooling method, spinach, quality after storage

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพผักปวยเล้งหลังการเก็บรักษา โดยได้นำผักปวยเล้งตัวอย่างมาจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ มาลดอุณหภูมิด้วยวิธีการผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) การใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) การใช้น้ำแข็ง (top-icing) เปรียบเทียบกับผักปวยเล้งที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (control) การลดอุณหภูมิผักปวยเล้งให้เหลือ 7 องศาเซลเซียส แล้วเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าการลดอุณหภูมิของผักปวยเล้งด้วยทุกวิธีสามารถรักษาคุณภาพของผักปวยเล้งได้ดีกว่าการไม่ลดอุณหภูมิ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นเป็นวิธีที่ลดอุณหภูมิของผักปวยเล้งได้รวดเร็วและช่วยชะลอการสูญเสียคุณภาพของผักปวยเล้งได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ

คำสำคัญ: วิธีการลดอุณหภูมิ, ผักปวยเล้ง, คุณภาพหลังการเก็บรักษา

คำนำ

ผักปวยเล้งเป็นพืชผักเมืองหนาวที่มูลนิธิโครงการหลวงได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกบนพื้นที่สูงอยู่ในกลุ่มพืชฤดูเดียว มีลำต้นสั้นและอวบน้ำ ใบเจริญซ้อนกันแน่น มีขนาดความสูง 25-45 เซนติเมตร(สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2554) ซึ่งผักปวยเล้งหลังเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกมีการขนส่งโดยรถปิคอัพมายังโรงคัดบรรจุ และจำเป็นต้องขนส่งในปริมาณค่อนข้างมากประมาณ 0.4 ตันต่อครั้ง เนื่องจากมีระยะทางระหว่างแปลงปลูกกับโรงคัดบรรจุค่อนข้างไกล และทางลาดชัน ทำให้ใช้เวลาในการขนส่งนาน จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงส่งผลให้ผักปวยเล้ง ซึ่งปกติแล้วเป็นพืชที่มีอัตราการหายใจสูง (นิพนธ์, 2552) เกิดการสะสมความร้อนภายในผลิตผลมากขึ้นตามไปด้วย ผลที่ตามมาคือ ทำให้ผักปวยเล้งเกิดการเหี่ยว ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ดังนั้นการลดอุณหภูมิผักปวยเล้งหลังการขนส่งจากแปลงปลูกมายังโรงคัดบรรจุจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ใช้เพื่อลดความร้อนสะสมภายในผักปวยเล้ง และชะลออัตราการหายใจรวมทั้งผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของผักปวยเล้งหลังการเก็บเกี่ยว

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

¹ Division of Postharvest Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai 50290

² ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง, มูลนิธิโครงการหลวง

² Mae Poon Luang Royal Project Development Center, Royal Project Foundation

วิธีการทดลอง

นำผักปวยเล้งตัวอย่างจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุ่นหลวง ต.แม่แว่น อ.พริ้ว จ.เชียงใหม่ มาทำการศึกษากรรมวิธีการลดอุณหภูมิ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 กรรมวิธีฯ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 2 กิโลกรัม ได้แก่ 1. ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (Control) 2. ลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) 3. ลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) 4. ลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง (top-icing) แต่ละกรรมวิธีทำการวัดอุณหภูมิภายในผลิตผลระหว่างการผลิตลดอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที จนอุณหภูมิภายในผักลดลงเหลือ 7 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำผักปวยเล้งไปบรรจุลงในลังพลาสติกขนาดความจุ 5 กิโลกรัม ที่รองพื้นด้วยกระดาษซับรูป แล้วเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มตัวอย่างออกมาประเมินคุณภาพหลังการเก็บรักษาทุกวัน ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (total soluble solids; TSS) และอายุการเก็บรักษา ประเมินจากการเหี่ยวและการเกิดสีเหลืองของใบ ตามระดับคะแนน ดังนี้ 0 คะแนน คือ ไม่มีการเหี่ยวและเหลืองของใบ 1 คะแนน คือ มีการเหี่ยวและเหลือง 1- 25 เปอร์เซ็นต์ 2 คะแนน คือ มีการเหี่ยวและเหลือง 26- 50 เปอร์เซ็นต์ 3 คะแนน คือ มีการเหี่ยวและเหลือง 51- 75 เปอร์เซ็นต์ และ 4 คะแนน คือ มีการเหี่ยวและเหลือง 76- 100 เปอร์เซ็นต์ กำหนดให้ผักปวยเล้งหมดอายุเก็บรักษา เมื่อผักปวยเล้งมีลักษณะเหี่ยวและใบเหลือง 50-75 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ผู้ประเมิน 4 คน

ผลการทดลอง

ผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิทุกกรรมวิธีมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผักปวยเล้งที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นช่วยให้ผักปวยเล้งมีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยประมาณ 7.3 วัน และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง การผ่านอากาศเย็น และการไม่ลดอุณหภูมิ ซึ่งทำให้ผักปวยเล้งมีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ย 6.3 5.3 และ 3.5 วัน ตามลำดับ (Table 1) ผักปวยเล้งทุกวิธีสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน ผักปวยเล้งที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ และผ่านการลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็น สูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันประมาณ 1.32-1.57 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งและน้ำเย็น ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันประมาณ 2.74- 2.76 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากการเก็บรักษา 5 วัน ผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 2.64 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งและน้ำเย็นที่มีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันประมาณ 4.25-4.59 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการเก็บรักษา 6-7 วัน ผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็งสูญเสีย น้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 5.21 และ 4.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นั้นพบว่าผักปวยเล้งทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่า ผักปวยเล้งที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิและผ่านการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็ง โดยหลังจากเก็บรักษา 3 วัน ผักปวยเล้งที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิและผ่านการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกันประมาณ 4.80-5.00 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 4.25-4.35 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากการเก็บรักษา 5 วัน ผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเป็น 5.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 4.65 และ 4.35 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6-7 วัน ผักปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.75 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

Table 1 Storage life (day) of spinach as attested cooling methods after storage at 5°C 95% RH

Cooling method	Storage life (day)
Control	3.5 ^c
Forced air cooling	5.3 ^b
Hydro cooling	7.3 ^a
Top-icing	6.3 ^{ab}
F-test	**
C.V. (%)	11.89

Means in the same column with the different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT

Table 2 Weight loss (%) of spinach after cooling methods and storage at 5°C 95% RH

Cooling method	Weight before cooling (g)	Weight after cooling (g)	Weight loss (%)							
			Storage (day)							
			0	1	2	3	4	5	6	7
Control	500.00	489.34	0	0.48 ^b	1.07 ^b	1.57 ^b				
Forced air cooling	500.00	489.88	0	0.41 ^b	0.85 ^b	1.32 ^b	1.95 ^b	2.64 ^b		
Hydro cooling	500.00	572.73	0	1.14 ^a	1.89 ^a	2.74 ^a	3.61 ^a	4.59 ^a	5.21	6.00
Top-icing	500.00	519.18	0	1.52 ^a	2.04 ^a	2.76 ^a	3.46 ^a	4.25 ^a	4.91	
F-test	-	-	-	**	**	**	*	*	ns	-
C.V. (%)	-	-	-	46.39	32.69	27.79	22.51	21.80	21.17	-

Means in the same column with the different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT

Table 3 Total soluble solid (%Brix) of spinach after cooling methods and storage at 5°C 95% RH

Cooling method	Storage (day)	Total soluble solid (%Brix)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
Control	4	5.05	5.30 ^a	4.80						
Forced air cooling	4	4.90	4.90 ^{ab}	5.00	5.30	5.15				
Hydro cooling	4	3.70	3.70 ^c	4.25	4.30	4.65	4.15 ^a	4.75		
Top-icing	4	4.25	4.25 ^{bc}	4.35	4.95	4.35	4.75 ^b			
F-test	-	ns	*	ns	ns	ns	*	-		
C.V. (%)	-	15.35	13.45	17.00	10.17	12.82	6.74	-		

Means in the same column with the different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT

วิจารณ์ผลการทดลอง

การลดอุณหภูมิของผักปวยเล้งด้วยทุกกรรมวิธีสามารถรักษาคุณภาพของผักปวยเล้งได้ดีกว่าการไม่ลดอุณหภูมิ โดยเฉพาะการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็งทำให้ผักปวยเล้งมีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างนาน เนื่องจากกรรมวิธีดังกล่าวช่วยให้รากของผักปวยเล้งสามารถสัมผัสกับน้ำได้โดยตรงจึงทำให้เกิดการดูดน้ำและได้รับความชื้นจากน้ำในระหว่างการลดอุณหภูมิ ซึ่งน้ำสามารถสัมผัสกับผลผลิตได้อย่างทั่วถึง ทำให้ผักปวยเล้งมีความเต่ง จึงเกิดการเหี่ยวช้ากว่าผักปวยเล้งที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิและการผ่านอากาศเย็น เช่นเดียวกับการลดอุณหภูมิในฟริกซ์หนูแดง โดยพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นหลังการเก็บเกี่ยวสามารถรักษาคุณภาพของฟริกซ์หนูแดงได้ดีกว่าการใช้อากาศเย็นเปรียบเทียบกับฟริกซ์หนูแดงที่ไม่ได้ผ่าน

การลดอุณหภูมิ (Taksinamaneet *et al.*, 2006) จากผลการทดลองพบว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็งมีการสูญเสีย น้ำหนักมากกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากในระหว่างการลดอุณหภูมิผักบางส่วนมีการ ดูดน้ำที่ใช้ในการทดลองขึ้นมา ทำให้ผักมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นหลังการลดอุณหภูมิ เซลล์ภายในพืชจึงดูดน้ำได้มากขึ้น ในสภาพนี้ เซลล์คุมจะเกิดการขยายตัว (สัมพันธ, 2526) ซึ่งในเซลล์คุมนี้มีคลอโรพลาสต์ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง เซลล์คุมจึงมีสารละลาย เข้มข้นกว่าเซลล์ข้างเคียง น้ำในเซลล์ข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุมได้ เมื่อแพร่เข้ามาๆ จะดันให้เซลล์คุมพองตัวเต่งขึ้น ปากใบ จึงเปิดกว้างทำให้เกิดการคายน้ำมากขึ้นและรากก็จะดูดน้ำขึ้นมาให้ทันกับปริมาณของน้ำที่ระเหยไป (เชาวน์และพรณี, 2541) เมื่อผักป่วยเหลืองมีความเต่งของเซลล์คุมสูงและมีน้ำเกาะมากกว่า ในระหว่างการเก็บรักษาจึงมีการคายน้ำและระเหยของน้ำได้ มากกว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็งจึงมีการสูญเสียน้ำมากกว่าผักที่ลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็นและไม่ลด อุณหภูมิ ส่วนผักป่วยเหลืองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็นและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมิมีน้ำหนักลดลงหลังทำการ ลดอุณหภูมิ เนื่องจากผักป่วยเหลืองเกิดการคายน้ำระหว่างทำการลดอุณหภูมิและไม่ได้รับความชื้นหรือน้ำเหมือนกรรมวิธีการ ลดอุณหภูมิด้วยใช้น้ำเย็นและน้ำแข็ง จึงทำให้ปากใบปิด เนื่องจากเซลล์คุมแฟบ น้ำจึงไม่สามารถระเหยออกทางปากใบได้ (สม บุญ, 2548) ทำให้ระหว่างเก็บรักษามีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการใช้ใช้น้ำเย็นและน้ำแข็ง สอดคล้องกับนิตย (2542) ที่กล่าว ว่าปริมาณน้ำในพืชทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณไอน้ำในอากาศและในใบ ถ้าผนังเซลล์แห่งไอน้ำที่ระเหยไปยังช่องว่าง เซลล์ก็น้อย การคายน้ำก็น้อยตามไปด้วย และถ้าผนังเซลล์เต่ง น้ำที่ระเหยไปยังช่องว่างเซลล์มาก การคายน้ำก็มากตามไปด้วย ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ซึ่งพบว่า ผักป่วยเหลืองที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยวิธีการต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงเพียง เล็กน้อยในช่วงแรกของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับ Ketsa and Piyasaengthong (1994) ที่รายงานว่า วิธีการลดอุณหภูมิด้วย วิธีการใช้น้ำเย็น, การใช้อากาศเย็น และการใช้อากาศเย็นแบบบังคับอากาศไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำใน หน่อไม้ฝรั่ง แต่การลดอุณหภูมิด้วยใช้น้ำเย็นและน้ำแข็ง ซึ่งมีแนวโน้ม ทำให้มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำน้อยกว่าการลด อุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นและไม่ผ่านการลดอุณหภูมินั้น อาจเป็นไปได้ว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและน้ำแข็งเป็น วิธีการที่ทำให้ผักป่วยเหลืองได้รับน้ำมากขึ้นจึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง แต่การลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศ เย็นและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิเกิดการสูญเสียน้ำจึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีความเข้มข้นสูงและเมื่อมีการ สูญเสียน้ำเพิ่มจึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเพิ่มสูงตามไปด้วย

สรุปผลการทดลอง

การลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็นช่วยให้ผักป่วยเหลืองมีคุณภาพและอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าการลดอุณหภูมิด้วย กรรมวิธีอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 396 หน้า.
- เชาวน์ ชีโนรักษ์ และพรณี ชีโนรักษ์. 2541. ชีววิทยา 3. โรงพิมพ์โสภณการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 510 หน้า.
- นิตย ศกุนรักษ์. 2542. สรีรวิทยาของพืชประยุกต์. เอกสารคำสอนรายวิชา ชว 310 ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 237 หน้า.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2552. ระบบข้อมูลพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_ling/Spinach%20.pht (22 ตุลาคม 2552).
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ. 252 หน้า.
- สัมพันธ คัมภีรานนท์. 2526. หลักสรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 330 หน้า.
- Ketsa, S. and Y. Piyasaengthong. 1994. Effect of precooling methods on asparagus quality. *Acta Horticulturae* 369:63-68.
- Taksinamaneet, A., V. Srilaong, A. Uthairatanakij and S. Kanlayanarat. 2006. Comparison of hydro-cooling and forced-air cooling on stomata closing at the pedicel of red hot chili cv. 'superhot'. *Acta Horticulturae* 712(2): 829-834