

## คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักเบบี้คอส ผักบรอกโคลี ผักกาดหอมไอ้กอล์ฟ และผักกาดหอมใบแดง หลังผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ

### Physico-chemical Quality of Baby Cos, Broccoloni, Oak Leaf Lettuce and Red Leaf Lettuce After Vacuum Cooling

ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน<sup>1</sup> และदनัย บุญเกียรติ<sup>2,3</sup>

Chaipichit Chuamuangphan<sup>1</sup> and Danai Boonyakiat<sup>2,3</sup>

#### Abstract

Physico-chemical quality of baby cos, broccoloni, oak leaf lettuce and red leaf lettuce after vacuum cooling and storage at 4 °C were determined. The vacuum-cooled vegetables had longer storage life than the non-vacuum cooled ones. The storage life of cooled baby cos, broccoloni, oak leaf lettuce and red leaf lettuce were 15.7, 9.2, 13.7 and 11.1 days respectively. On the contrary the non-cooled baby cos, broccoloni, oak leaf lettuce and red leaf lettuce has a storage life of 10.2, 6.4, 6.7 and 6.5 days, respectively. Vacuum cooling had no effect on color change, fresh weight loss, total soluble solids, vitamin C and chlorophyll content of the vegetables.

**Keywords:** vegetable, vacuum cooling, storage life

#### บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักเบบี้คอส ผักบรอกโคลี ผักกาดหอมไอ้กอล์ฟ และผักกาดหอมใบแดง หลังผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ผักที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยผักเบบี้คอส ผักบรอกโคลี ผักกาดหอมไอ้กอล์ฟ และผักกาดหอมใบแดง ที่ผ่านลดอุณหภูมิมีอายุการเก็บรักษานาน 15.7, 9.2, 13.7 และ 11.1 วัน ตามลำดับ ส่วนผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 10.2, 6.4, 6.7 และ 6.5 วัน ตามลำดับ โดยการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผัก

**คำสำคัญ:** ผัก, การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ, อายุการเก็บรักษา

#### คำนำ

การลดอุณหภูมิผักให้ต่ำลงทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆเกิดช้าลง โดยอุณหภูมิผักที่ลดลงทุกๆ 10 องศาเซลเซียส จะช่วยลดอัตราการหายใจได้ 2-4 เท่า นอกจากนี้อุณหภูมิที่ต่ำยังช่วยลดการสูญเสียและชะลอการเสื่อมสภาพของผักได้ แต่อุณหภูมิผักต้องไม่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดความเสียหายจากความเย็นหรืออาการสะท้านหนาว (chilling injury) การลดอุณหภูมิของผลผลิตโดยใช้ระบบสุญญากาศ (vacuum cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิที่รวดเร็วและสม่ำเสมอที่สุด ผลผลิตจะเย็นลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับการลดอุณหภูมิโดยวิธีกรอื่นๆ นิยมใช้กับผักใบต่างๆ (दनัย และนริยา, 2548) การลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น และการลดอุณหภูมิภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวสูงสุด (Boonprasom and Boonyakiat, 2009) การลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาใช้กับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในประเทศไทย และยังมีข้อมูลของอายุการวางจำหน่ายและคุณภาพตลอดจนความเสียหายที่เกิดขึ้นของผักเบบี้คอส บรอกโคลี ผักกาดหอมไอ้กอล์ฟ และผักกาดหอมใบแดงที่ผ่านระบบการลดอุณหภูมิโดยใช้สุญญากาศและไม่ผ่าน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการตลาด การขนส่ง และการจัดการภายในโรงคัดบรรจุผักให้เป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

<sup>1</sup> ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวงเชียงใหม่ มูลนิธิโครงการหลวง จ.เชียงใหม่ 50100

<sup>1</sup> Chiang Mai Royal Project Produce Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50100

<sup>2</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

<sup>2</sup> Department of Plant Science and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200

<sup>3</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

<sup>3</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

### อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักเบบี้คอส บรอกโคลีนี ผักกาดหอมไอ้กิลีฟ และผักกาดหอมใบแดง ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับผักแต่ละชนิดกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (ชุดควบคุม) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุกวันจนผักหมดอายุการเก็บรักษา โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิผักเบบี้คอส คือ กำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิเป็น 5.5 มิลลิบาร์ ร่วมกับระยะเวลาให้ผักอยู่ภายใต้สภาวะความดันที่กำหนด 20 นาที ทำให้ผักเบบี้คอสที่มีอุณหภูมิ 16.9 องศาเซลเซียส เมื่อลดอุณหภูมิแล้วมีอุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิบรอกโคลีนี คือ กำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิเป็น 6 มิลลิบาร์ ร่วมกับระยะเวลาให้ผักอยู่ภายใต้สภาวะความดันที่กำหนด 15 นาที ซึ่งทำให้บรอกโคลีนีที่มีอุณหภูมิ 18.8 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังผ่านการลดอุณหภูมิ สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิผักกาดหอมไอ้กิลีฟ คือ กำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิเป็น 6 มิลลิบาร์ ร่วมกับระยะเวลาให้ผักอยู่ภายใต้สภาวะความดันที่กำหนด 25 นาที ทำให้ผักกาดหอมไอ้กิลีฟอุณหภูมิ 19.5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส หลังผ่านการลดอุณหภูมิ และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิผักกาดหอมใบแดง คือ กำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิเป็น 6 มิลลิบาร์ ร่วมกับระยะเวลาให้ผักอยู่ภายใต้สภาวะความดันที่กำหนด 10 นาที ทำให้ผักกาดหอมใบแดงที่มีอุณหภูมิ 18.3 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิ 2.9 องศาเซลเซียส หลังผ่านการลดอุณหภูมิ

บันทึกสีของผัก การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณคลอโรฟิลล์ และอายุการเก็บรักษาของผัก

### ผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักเบบี้คอส บรอกโคลีนี ผักกาดหอมไอ้กิลีฟ และผักกาดหอมใบแดง หลังผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศในสภาวะที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (ชุดควบคุม) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 วัน พบว่า

ผักเบบี้คอสที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสี (ค่า  $L^*$ , chroma และ hue angle) ไม่แตกต่างกัน การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักสดและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผักเบบี้คอส ซึ่งผักที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีการสูญเสียน้ำหนักสด 0.41 และ 0.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 4.17 และ 3.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผักเบบี้คอสที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีปริมาณวิตามินซี 9.58 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิที่มีปริมาณวิตามินซี 7.19 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักเบบี้คอสที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.017 และ 0.025 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 1)

สีของช่อดอกบรอกโคลีนีที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกัน บรอกโคลีนีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ซึ่งมีการสูญเสีย น้ำหนักสด 3.44 และ 3.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีนี ซึ่งบรอกโคลีนีที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 5.60 และ 5.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ บรอกโคลีนีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ปริมาณวิตามินซีของผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ที่มีค่า 22.70 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ของบรอกโคลีนีที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.060 และ 0.057 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 2)

ผักกาดหอมไอ้กิลีฟที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีของใบไม่แตกต่างกัน การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหอมไอ้กิลีฟ โดยผักที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกัน การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสด 1.49 และ 1.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผักกาดหอมไอ้กิลีฟที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ คือมีค่าเท่ากับ 4.13 และ 3.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผักกาดหอมไอ้กิลีฟที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ปริมาณวิตามินซี 11.98 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดหอมไอ้กิลีฟที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีสีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.060 และ 0.057 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 2)

0.107 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ส่วนผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.039 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (Table 3)

การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศไม่มีผลทำให้สีของใบผักกาดหอมใบแดงแตกต่างกัน ผักกาดหอมใบแดงที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีการสูญเสียสีน้ำหนัสด 1.47 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกัน ผักกาดหอมใบแดงที่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีการสูญเสียสีน้ำหนัสด 5.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ที่มีค่าเท่ากับ 5.37 เปอร์เซ็นต์ การลดอุณหภูมิทำให้ผักกาดหอมใบแดงมีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกัน ผักกาดหอมใบแดงที่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีปริมาณวิตามินซี 4.32 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด และไม่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีปริมาณวิตามินซี 3.70 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดหอมใบแดงที่ลดอุณหภูมิจึงมีค่าไม่แตกต่างกันกับผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยผักกาดหอมใบแดงที่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.158 และ 0.170 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 4)

ผักเบบี้คอส บรอกโคลี โคลีนี ผักกาดหอมไอ้กลีฟ และผักกาดหอมใบแดง หลังผ่านการลดอุณหภูมิจึงด้วยระบบสุญญากาศแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิจึง โดยผักเบบี้คอส บรอกโคลี โคลีนี ผักกาดหอมไอ้กลีฟ และผักกาดหอมใบแดง ที่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีอายุการเก็บรักษา 15.7, 9.2, 13.7 และ 11.1 วัน ตามลำดับ ส่วนผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิจึงมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 10.2, 6.4, 6.7 และ 6.5 วัน ตามลำดับ (Table 5)

**Table 1** Physico-chemical quality of baby cos subjected to vacuum cooling compared with the control (non-vacuum cooling) after storage at 4 °C for five days

Method	L*	Chroma	Hue angle (°)	Weight loss (%)	TSS (%)	Vitamin C (mg/100gFW)	Chlorophyll (mg/100gFW)
Vacuum cooling	55.88	24.22	126.36	0.41	4.17	9.58 <sup>a</sup>	0.017
Control	57.73	23.54	126.06	0.49	3.93	7.19 <sup>b</sup>	0.025
2-Tail Sig	0.24	0.64	0.69	0.56	0.35	0.02	0.348

Different letters in the same column denote significant differences at  $P < 0.05$

**Table 2** Physico-chemical quality of broccoloni subjected to vacuum cooling compared with the control (non-vacuum cooling) after storage at 4 °C for five days

Method	L*	Chroma	Hue angle (°)	Weight loss (%)	TSS (%)	Vitamin C (mg/100gFW)	Chlorophyll (mg/100gFW)
Vacuum cooling	55.49	17.17	131.82	3.44	5.60	28.22	0.060
Control	54.28	14.65	134.26	3.45	5.83	22.70	0.057
2-Tail Sig	0.32	0.24	0.24	0.96	0.45	0.30	0.845

Different letters in the same column denote significant differences at  $P < 0.05$

**Table 3** Physico-chemical quality of oak leaf lettuce subjected to vacuum cooling compared with the control (non-vacuum cooling) after storage at 4 °C for five days

Method	L*	Chroma	Hue angle (°)	Weight loss (%)	TSS (%)	Vitamin C (mg/100gFW)	Chlorophyll (mg/100gFW)
Vacuum cooling	63.08	26.46	126.44	1.49	4.13 <sup>a</sup>	11.98	0.107 <sup>a</sup>
Control	61.86	25.97	125.76	1.98	3.70 <sup>b</sup>	11.98	0.039 <sup>b</sup>
2-Tail Sig	0.50	0.78	0.41	0.24	0.05	1.00	0.028

Different letters in the same column denote significant differences at  $P < 0.05$

**Table 4** Physico-chemical quality of red leaf lettuce subjected to vacuum cooling compared with the control (non-vacuum cooling) after storage at 4 °C for five days

Method	L*	Chroma	Hue angle (°)	Weight loss (%)	TSS (%)	Vitamin C (mg/100gFW)	Chlorophyll (mg/100gFW)
Vacuum cooling	59.88	21.98	121.04	1.47	5.00	4.32	0.158
Control	59.51	23.11	122.92	1.55	5.37	3.70	0.170
2-Tail Sig	0.86	0.61	0.15	0.72	0.18	0.37	0.520

Different letters in the same column denote significant differences at  $P < 0.05$

**Table 5** Storage life of baby cos, broccoloni, oak leaf lettuce and red leaf lettuce subjected to vacuum cooling compared with the control (non-vacuum cooling) after storage at 4 °C

Method	Shelf life (days)			
	baby cos	broccoloni	oak leaf lettuce	red leaf lettuce
Vacuum cooling	15.7 <sup>a</sup>	9.2 <sup>a</sup>	13.7 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>
Control	10.2 <sup>b</sup>	6.4 <sup>b</sup>	6.7 <sup>b</sup>	6.5 <sup>b</sup>
2-Tail Sig	0.00	0.00	0.00	0.00

Different letters in the same column denote significant differences at  $P < 0.05$

### วิจารณ์ผล

ผักเบบี๋คอส บรอกโคลินี ผักกาดหอมไอ้กิลีฟ และผักกาดหอมใบแดง หลังผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศทำให้อัตราการหายใจลดลงเพราะสามารถลดความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูกของผลิตผล ส่งผลให้อุณหภูมิภายในผลิตผลลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถช่วยในการชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ของผลิตผลให้เกิดช้าลง ชะลอกระบวนการเสื่อมสภาพ รักษาคุณภาพของผลิตผลให้อยู่ในระดับสูงเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภคและมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (Brosnan and Sun, 2001 ; Thompson *et al.*, 2002) สอดคล้องกับผลการศึกษารายของพวงเพชร (2552) และปรีศนีย์ (2551) ที่พบว่า ปวยเล้งและบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีอายุการเก็บรักษานานกว่าปวยเล้งและบรอกโคลีที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ

### สรุปผล

ผักเบบี๋คอส บรอกโคลินี ผักกาดหอมไอ้กิลีฟ และผักกาดหอมใบแดงที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผักที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยการลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผัก

### เอกสารอ้างอิง

- दनัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 น.
- ปรีศนีย์ วังหล่อ. 2551. สภาวะที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิเฉียบพลันของบรอกโคลีโดยใช้ระบบสุญญากาศ และสุญญากาศร่วมกับน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 137 น.
- พวงเพชร เหมรัตน์ตระกูล. 2552. ผลของการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของปวยเล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 166 น.
- Boonprasom, P. and D. Boonyakiat. 2009. Effect of vacuum cooling operation parameters on cooling time and weight loss of 'red' Holy Basil. *Acta Hort.* 877(2): 827-834.
- Brosnan, T. and D.W. Sun. 2001. Precooling techniques and applications of horticultural products — a review. *International Refrigeration* 24: 154-170.
- Thompson, J.F., F.G. Mitchell and R.F. Kasmire. 2002. Cooling horticultural commodities. pp. 97-112. *In: A.A. Kader (ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops.* University of California, Agriculture and Natural Resource, Publication 3311.