

อิทธิพลของอุณหภูมิและภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาผักคะน้า

Effects of Temperatures and Packaging Materials on Quality and Storage Life of Chinese Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*, D.C.)

สมชาย ภูชัย, สายชล เกตุษา และสุรพงษ์ โกสิยะจินดา¹
Somchai Poochai, Saichol Ketsa and Surapong Kosiyachinda

ABSTRACT

Freshly harvested Chinese kales (*Brassica oleracea* var. *acephala*, D.C.) were packed in plastic baskets or in polyethylene (PE) bags and held at 1^o, 5^o, 10^o C as well as under room temperature (29^oC). It was found that Chinese kales placed in sealed PE bags at 1^oC for 25 days was still fresh and was accepted in appearance, with a decrease in ascorbic acid content from 119.3 mg/100 g fresh weight at the beginning of the treatment to 79.0 mg/100 g fresh weight at the end of the storage. Chlorophyll content was non-significantly change during the storing time. Changes in titratable acidity and weight loss were undetectable. Based on changes in chlorophyll, ascorbic acid and weight loss, Chinese kales in both plastic baskets and sealed PE bags held at 5^o and 10^o C for 25 days, deteriorated at a more rapid rate as compared to Chinese kales held at 1^o C. At room temperature, Chinese kales placed in plastic baskets and sealed PE bags was unmarketable within 2 and 4 days, respectively.

บทคัดย่อ

คำนำ

การเก็บรักษาผักคะน้า (*Brassica oleracea* var. *acephala*, D.C.) โดยใส่ตะกร้าพลาสติก และใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุง ที่อุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 1° ซ. 5° ซ. 10° ซ. และอุณหภูมิห้อง (29° ซ.) พบว่าที่อุณหภูมิ 1° ซ. คะน้าที่ใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุง ให้ผลดีที่สุดสามารถเก็บรักษาได้นาน 25 วัน และยังคงลักษณะความสดกรอบจากสวนใหม่ ๆ ไว้ได้ดี โดยมีปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) ลดลงจาก 119.3 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด เหลือ 79.0 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อนข้างจะคงที่คือจาก 127.5 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด เป็น 128.1 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด นอกจากนี้ปริมาณกรดอื่น ๆ ภายในใบและน้ำหนักก็ไม่มีเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 5° ซ. และ 10° ซ. เมื่ออายุการเก็บรักษาเท่ากัน จะสูญเสียคุณภาพเร็วกว่าทั้งด้าน คลอโรฟิลล์ วิตามินซี และน้ำหนักสูญเสีย ส่วนที่อุณหภูมิห้อง คะน้าหมดสภาพการซื้อขาย เมื่อเก็บรักษาได้ 2 และ 4 วัน ในตะกร้าพลาสติกและถุงพลาสติกปิดปากถุงตามลำดับ

คะน้าเป็นผักกินใบ ประเภทพืชล้มลุก (annual crop) อยู่ในตระกูล Cruciferae หรือตระกูลกะหล่ำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. *acephala*, D.C. ปัจจุบันนี้คะน้าเป็นผักที่สำคัญอย่างหนึ่งที่คนไทยนิยมบริโภคกันแพร่หลาย ผักคะน้าเสื่อมคุณภาพค่อนข้างจะรวดเร็วหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นปัญหาคอคุณภาพหลังเก็บเกี่ยว เช่น เหี่ยว เหลือง ไม่กรอบ ทำให้รสชาติไม่อร่อย แต่พบว่าการดังกล่าวนี้ สามารถทำให้ช้าลงได้ถ้ามีการเก็บรักษาที่เหมาะสม การใช้อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กัน ผักหลายชนิด เมื่อเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิต่ำแล้ว สามารถเก็บไว้ได้หลายสัปดาห์ เช่น บร็อกโคลี่ กะหล่ำดาว กะหล่ำดอก รวมทั้งผักคะน้าด้วย การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1-4° ซ. สามารถอยู่ได้นาน 2-4 สัปดาห์ (Wills et al., 1981) หรือนานกว่านี้

พืชผักหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วยังคงมีชีวิตอยู่ การเสื่อมคุณภาพเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี พบว่าอัตราการหายใจของพืชจะเร็วขึ้นเป็น

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

เท่าตัวถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น 10°C . ฉะนั้น การทำการเก็บรักษาผักในอุณหภูมิต่ำ เพื่อลดอัตราการหายใจจึงเป็นผลดีต่อคุณภาพผัก (ธนาวุธ, 2519) มีการทดลองเก็บรักษาผักคะน้าไว้ที่อุณหภูมิ 32°F . โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ 95–98% สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเป็นเวลานานหนึ่งเดือน (Walts, 1949)

การศึกษาค้นคว้าเพื่อเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพอายุการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีบางประการของผักคะน้า

อุปกรณ์และวิธีการ

นำคะน้าสดที่ตัดจากแหล่งปลูกโดยตรง บริเวณอำเภอวังสัต จังหวัดปทุมธานี มาล้างห้องปฏิบัติการแล้วทำการเก็บรักษาทันทีที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน คือ 1°C , 5°C , 10°C . และอุณหภูมิห้อง (29°C .) โดยให้คะน้าในแต่ละอุณหภูมิมีวิธีการเก็บรักษาเป็น 2 แบบ คือ

1. ใส่ตะกร้าพลาสติก

2. ใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท โดยคัดเลือกต้นที่สมบูรณ์ใส่รวมกันเป็นถุงเดียว โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วสุ่มตัวอย่างมาศึกษาครั้งละ 2 ต้น/ถุง

1. ตรวจสอบปริมาณ คลอโรฟิลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษาตามวิธีของ Witham *et al.* (1971) และดูการเปลี่ยนแปลงของสีในระหว่างการเก็บรักษาโดยสังเกตด้วยสายตา

2. ตรวจสอบปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษาตามวิธีของ Rangana (1978)

3. ตรวจสอบปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงโดยคิดเป็นหน่วย miliequivalent ต่อน้ำคั้น 1 มล.

4. หาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในระหว่างการเก็บรักษา

ผล

1. ปริมาณคลอโรฟิลล์

จากกราฟ (ภาพที่ 1 A) แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เมื่อทำการเก็บรักษาผักคะน้าโดยใส่ตะกร้าพลาสติก พบว่า ที่อุณหภูมิห้องปริมาณ

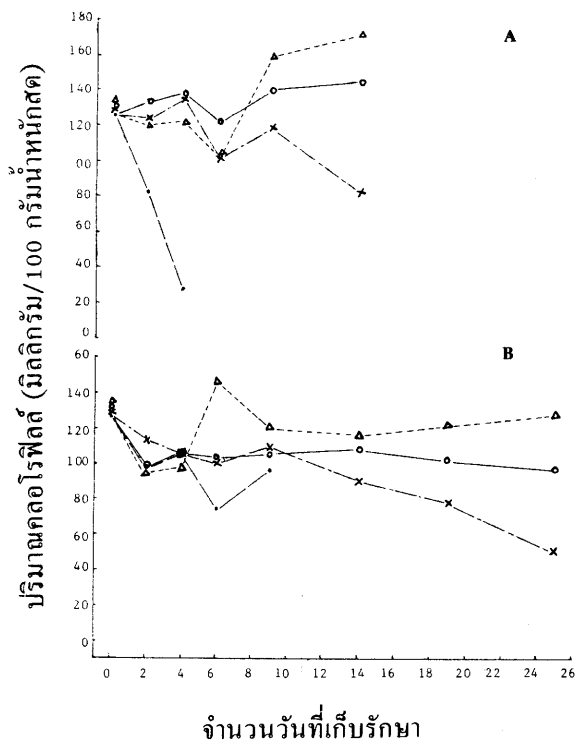
คลอโรฟิลล์ จะลดลงอย่างรวดเร็ว จาก $127.5 \text{ มก./100 กรัม น้ำหนักสด}$ เมื่อเริ่มเก็บรักษาและเหลือเพียง $29 \text{ มก./100 กรัม น้ำหนักสด}$ เมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน ซึ่งทำให้ผักคะน้าเหลืองอย่างรวดเร็วและหมดสภาพในการจำหน่าย ส่วนที่อุณหภูมิ 1°C , 5°C และ 10°C ., การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในระยะ 9 วันแรกของการเก็บรักษาจะใกล้เคียงกัน และจะต่างกันมากเมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน โดยที่ 1°C , 5°C และ 10°C . มีปริมาณคลอโรฟิลล์เป็น 172.5 , 144.9 และ $81.7 \text{ มก./100 กรัม น้ำหนักสด}$ ตามลำดับ

จากกราฟ (ภาพที่ 1 B) แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เมื่อทำการเก็บรักษาผักคะน้าโดยใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุง พบว่าที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 9 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 1°C , 5°C และ 10°C . ปริมาณคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงต่างกันไปเมื่อเก็บรักษาได้ 25 วัน คือ 128.1 , 96.5 , และ $50.7 \text{ มก./100 กรัม น้ำหนักสด}$ ตามลำดับ พบว่าที่ 1°C . ปริมาณคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาได้ 25 วัน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของสีในระหว่างการเก็บรักษาเมื่อสังเกตด้วยสายตา ปรากฏว่าที่อุณหภูมิ 1°C . คะน้าที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 14 วัน แต่เกิดอาการเหี่ยวบริเวณก้านและใบ และมีลักษณะฉ่ำน้ำ สีเขียวเข้ม ฉ่ำน้ำเกิดขึ้นด้วย โดยเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนคะน้าที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง เมื่อเก็บรักษาได้ 25 วัน ยังคงมีลักษณะเขียว กรอบสดทั้งก้านและใบ อีกทั้งรสชาติยังเป็นปกติ

ที่อุณหภูมิ 5°C . คะน้าที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก เมื่อเก็บรักษาไว้ 14 วัน เกิดอาการเหี่ยวบริเวณก้านและใบ รวมทั้งเกิดการเหลืองบริเวณปลายใบเล็กน้อย อาการเหี่ยวเริ่มเกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน ส่วนคะน้าที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง เมื่อเก็บรักษาได้ 25 วัน เกิดอาการเหลืองเล็กน้อยที่ใบแก่ และมีอาการเหี่ยวเล็กน้อยเกิดขึ้นที่ใบ โดยเริ่มเกิดเมื่อเก็บรักษาได้ 16 วัน

ที่อุณหภูมิ 10°C . คะน้าที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก เมื่อเก็บรักษาไว้ 14 วัน จะพบอาการเหี่ยวแห้งของทั้ง



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์

A = ค่น้ำที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก

B = ค่น้ำที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง

△-----△ = อุณหภูมิ 1° ซ.

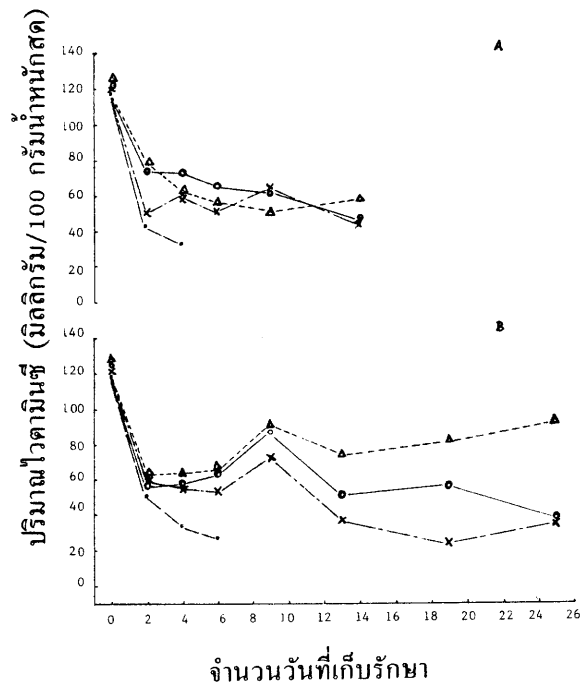
○-----○ = อุณหภูมิ 5° ซ.

×-----× = อุณหภูมิ 10° ซ.

●-----● = อุณหภูมิห้อง (29° ซ.)

ต้น และเกิดการเหี่ยวมากกว่า 50% ซึ่งเริ่มเกิดตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนค่น้ำที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง มีอาการเหี่ยวบริเวณใบ และมีอาการเหี่ยวที่ใบ และมีอาการของโรคเน่าและตามก้านและใบบางส่วน เมื่อเก็บรักษาได้ 25 วัน โดยอาการต่าง ๆ เริ่มแสดงเมื่อเก็บรักษาได้ 16 วัน

ที่อุณหภูมิห้อง ค่น้ำที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก เมื่อเก็บรักษาไว้ 4 วัน เกิดอาการเหี่ยวทั้งต้น โดยเริ่มเหี่ยวเมื่อเก็บรักษาได้ 2 วัน ส่วนค่น้ำที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง เกิดอาการเหี่ยวประมาณ 50% ต่อต้น พบลักษณะอาการของโรคเน่าและเกิดขึ้นมากบริเวณต้นก้าน และใบ เมื่อเก็บรักษาได้ 9 วัน



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี

A = ค่น้ำที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก

B = ค่น้ำที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง

△-----△ = อุณหภูมิ 1° ซ.

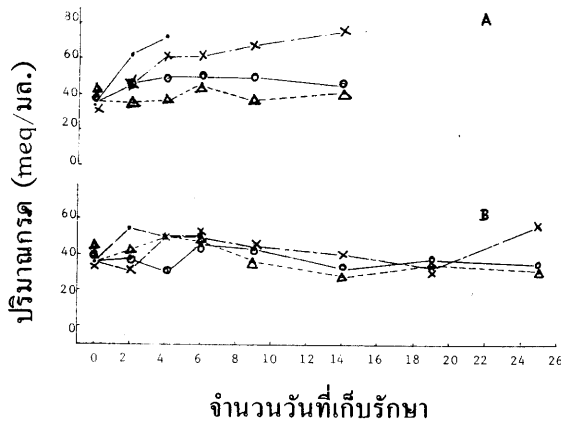
○-----○ = อุณหภูมิ 5° ซ.

×-----× = อุณหภูมิ 10° ซ.

●-----● = อุณหภูมิห้อง (29° ซ.)

2. ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid)

จากกราฟ (ภาพที่ 2 A) แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีเมื่อเก็บรักษาผักค่น้ำโดยใส่ตะกร้าพลาสติก ปริมาณวิตามินซีจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาได้ 2 วัน คือจาก 119.3 มก./100 กรัม น้ำหนักสด เป็น 78.9, 74.7, 50.1 และ 43.9 มก./100 กรัม น้ำหนักสด ที่อุณหภูมิ 1°, 5°, 10° และอุณหภูมิห้อง ตามลำดับ หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีจะเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยคือ 58.7, 45.4 และ 43.3 มก./100 กรัม น้ำหนักสด ที่อุณหภูมิ 1°, 5° และ 10° ซ. ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน ส่วนที่อุณหภูมิห้องนั้น ปริมาณวิตามินซีจะลดลงมาก เหลือเพียง 34.5 มก./100



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดภายในเนื้อเชื้อ

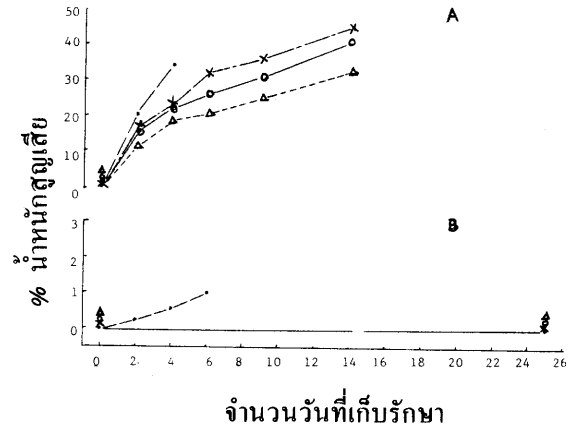
- A = กระดาษที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก
 B = กระดาษที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง
 △-----△ = อุณหภูมิ 1° ซ.
 ○-----○ = อุณหภูมิ 5° ซ.
 ×-----× = อุณหภูมิ 10° ซ.
 ●-----● = อุณหภูมิห้อง (29° ซ.)

กรัมน้ำหนักสดเมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน

จากกราฟ (ภาพที่ 2 B) แสดงปริมาณวิตามินซีที่เปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาผักคะน้าโดยใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุง พบว่า ปริมาณวิตามินซีจะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน เมื่อเก็บรักษาได้ 2 วัน คือจาก 119.3 มก./100 กรัมน้ำหนักสด เป็น 63.3, 58.1, 59.7 และ 50.9 มก./100 กรัมน้ำหนักสด ที่อุณหภูมิ 1°, 5°, 10° และอุณหภูมิห้องตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาต่อไป จนถึง 25 วัน พบว่าที่ 1° ซ. จะรักษาปริมาณวิตามินซีไว้ได้ดีกว่าที่ 5° ซ. และที่ 5° ซ. ก็สามารถรักษาปริมาณวิตามินซีไว้ได้ดีกว่าเก็บที่ 10° ซ. ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีเป็น 91.8, 38.4 และ 34.0 มก./100 กรัมน้ำหนักสด ที่อุณหภูมิ 1°, 5°, และ 10° ซ. ตามลำดับ ส่วนที่อุณหภูมิห้องนั้น สามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน แต่ก็ยังคงมีปริมาณวิตามินซี 29.1 มก./100 กรัมน้ำหนักสด

3. ปริมาณกรด

จากกราฟ (ภาพที่ 3 A) แสดงปริมาณกรด (คิดเป็นหน่วย miliequivalent ต่อน้ำหนัก 1 ml.) ในน้ำคั้น ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาผักคะน้าโดยใช้ตะกร้า



ภาพที่ 4 การสูญเสียน้ำหนักของผักคะน้า

- A = กระดาษที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก
 B = กระดาษที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง
 △-----△ = อุณหภูมิ 1° ซ.
 ○-----○ = อุณหภูมิ 5° ซ.
 ×-----× = อุณหภูมิ 10° ซ.
 ●-----● = อุณหภูมิห้อง (29° ซ.)

พลาสติก พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณกรดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นมากที่สุด และที่อุณหภูมิ 1° ซ. เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเก็บรักษาได้ 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณกรด เป็น 72.4 meq. และเมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน ปริมาณกรดที่อุณหภูมิ 1°, 5° และ 10° ซ. คือ 43.2, 46.4 และ 75.6 meq. ตามลำดับ เพิ่มขึ้นจากปกติมากซึ่งมีเพียง 37.8 meq.

จากกราฟ (ภาพที่ 3 B) แสดงปริมาณกรดในน้ำคั้นที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาผักคะน้าโดยใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุง ปริมาณกรดเปลี่ยนแปลงไปน้อยกว่าเมื่อเก็บรักษาในตะกร้าพลาสติกทั้ง 4 อุณหภูมิ

4. การสูญเสียน้ำหนักไประหว่างการเก็บรักษา

จากกราฟ (ภาพที่ 4 A) แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสีย เมื่อเก็บรักษาผักคะน้าโดยใช้ตะกร้าพลาสติกที่อุณหภูมิห้องน้ำหนักจะสูญเสียเร็วที่สุดถึง 34.4% เมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน และน้ำหนักสูญเสียจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 1°, 5° และ 10° ซ. โดยมีน้ำหนักสูญเสียถึง 35.4, 41.8 และ 45.6% ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน

จากกราฟ (ภาพที่ 4 B) แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสียเมื่อเก็บรักษาผักคะน้าในถุงพลาสติกปิดปากถุง มีน้ำหนักสูญเสียน้อยมาก และพบในอุณหภูมิห้องเท่านั้น เมื่อเก็บรักษาได้ 6 วัน มีน้ำหนักสูญเสียเพียง 1.02% ส่วนที่อุณหภูมิ 1°, 5° และ 10° ซ. น้ำหนักไม่สูญเสียเลย

วิจารณ์

ในระหว่างการเก็บรักษาผักคะน้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน มีแนวโน้มว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์หรือส่วนที่เป็นสีเขียวลดลง ยกเว้นที่อุณหภูมิ 1° ซ. จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เหตุที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง pH ภายใน vacuole เกิดจากมีการรั่วไหลของ organic acid ภายใน vacuole ซึ่งอาจเกิดโดยขบวนการ oxidation และโดย enzyme chlorophyllase (Wills *et al.*, 1981) เมื่อคลอโรฟิลล์ลดลง จะมี pigment สีเหลืองซึ่งอาจเป็น carotenoids ขึ้นมาแทนที่ทำให้เห็นผักมีสีเหลือง (Duckworth, 1966; Wills *et al.*, 1981)

จากภาพที่ 1 สาเหตุที่อุณหภูมิ 1° ซ. ทำให้คะน้าที่อยู่ในตะกร้าพลาสติก มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 6 และ 9 วันนั้น อาจเนื่องจาก chilling injury ทำให้ผักมีสีเขียวเข้มฉ่ำน้ำที่ใบ ถึงแม้ว่าผักคะน้ามีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว (cool-season crop) ที่ทนความเย็นได้ดี แต่พันธุ์ผักคะน้าที่ปลูกในเมืองไทยนั้นปลูกได้ตลอดปี และอาจปรับตัวมีลักษณะคล้ายกับผักที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน (warm-season crop) ซึ่งเกิด chilling injury ได้ ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง (Wills *et al.*, 1981) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผักคะน้าถ้าเก็บรักษาในภาชนะเปิดที่ 1° ซ. ทำให้เกิดลักษณะคล้ายกับ chilling injury อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของบรรยากาศภายในถุงพลาสติกมีผลช่วยให้ผักคะน้าไม่เกิด chilling injury เช่นเดียวกับรายงานในโอวากาโด (Scott and Chaplin, 1978)

ปริมาณ ascorbic acid ลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากการเก็บเกี่ยวเพราะว่า ascorbic acid ที่สะสมได้นี้เป็น L-ascorbic acid ถูก ออกซิไดซ์ ได้ง่ายโดยออกซิเจน ทั้งในสภาพที่มีเอ็นไซม์และในสภาพที่ไม่มี

เอ็นไซม์ กระตุ้นปฏิกิริยา ในพืชมีเอ็นไซม์ 4 ชนิดที่ช่วยกระตุ้นขบวนการนี้คือ ascorbic acid oxidase, phenolase, cytochrome oxidase และ peroxidase ซึ่งพบมากในผลไม้ แต่ในสภาพปกติ (intact plant) เอ็นไซม์เหล่านี้จะมี activity ต่ำ แต่ในสภาพที่เกิดบาดแผล นำ senescence ของเซลล์ ทำให้เอ็นไซม์เหล่านี้ active ขึ้น (Mapson, 1970) ซึ่งเป็นผลทำให้ ascorbic acid ลดลงอย่างรวดเร็ว การสูญเสีย ascorbic acid นี้ สามารถยับยั้งได้ด้วย CO₂ โดยทำการเก็บรักษาแบบ controlled atmosphere (Wang, 1979) ซึ่งพบว่าการใช้ CO₂ ความเข้มข้น 30% สามารถลดการสูญเสีย ascorbic acid ในบรอกโคลีได้ (Wang, 1979)

จากการ titrate ปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงไปพบว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง metabolism ภายใน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณ organic acid (Burgheimer *et al.*, 1967) ไปในทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากการหายใจสูงขึ้น

การสูญเสียน้ำหนักของผักคะน้าเนื่องจากการสูญเสียน้ำ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของ water-vapor pressure ระหว่างผักคะน้าและบรรยากาศ ความแตกต่างดังกล่าวขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Berg and Lentz, 1978) ดังนั้นการสูญเสียน้ำหนักที่อุณหภูมิห้อง 10°, 5°, 1° ซ. ของคะน้าที่อยู่ในตะกร้าพลาสติกจึงลดน้อยลงไปตามลำดับ ส่วนคะน้าในถุงพลาสติกปิดปากถุงนั้น ไม่มีการสูญเสียน้ำหนัก หรือสูญเสียน้ำหนักน้อยมากที่อุณหภูมิห้อง เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในเกือบ 100% (Hall *et al.*, 1975) ทำให้มีการคายน้ำน้อยลง ผักคะน้าจึงไม่แสดงอาการเหี่ยว (Leopold, 1975)

ที่อุณหภูมิห้องและ 10° ซ. คะน้าที่อยู่ในถุงพลาสติกปิดปากถุง จะมีลักษณะอาการของโรคเน่าและอันเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย คือ *Erwinia carotovora* (Jones) Holland. ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิและความชื้นสูง พบเข้าทำลายพืชทางบาดแผล (นิพนธ์, 2523)

สรุป

ผลของอุณหภูมิและภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษา ผักคะน้า สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อุณหภูมิต่ำมีส่วนช่วยให้ยืดอายุการเก็บรักษา ผักคะน้าให้นานขึ้น โดยอุณหภูมิ 1° ซ. ใช้คะน้าใส่ถุง พลาสติกปิดปากถุงเหมาะสมที่สุด สามารถเก็บรักษา ได้นานมากกว่า 25 วัน
2. อุณหภูมิต่ำและการใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุง ทำให้ลดการสูญเสียคลอโรฟิลล์ลง
3. อุณหภูมิต่ำกับการใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุง มีผลน้อยมากต่อการสูญเสีย ascorbic acid
4. อุณหภูมิต่ำและการใช้ถุงพลาสติกปิดปากถุง ทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น
5. การใช้ถุงพลาสติก ทำให้การสูญเสียน้ำหนัก ลดลงหรือไม่สูญเสียเลย
6. จะพบโรคเน่าและที่อุณหภูมิสูง เช่น 10° ซ. และอุณหภูมิห้องเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

- นิพนธ์ ทวีชัย 2523 โรคเน่าและของผัก บทปฏิบัติการ โรคพืชเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ น. 93-101
- ธนาวุธ จารุทัศน์ 2519 การถนอมอาหาร สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ 151 น.
- Burgheimer, F., J.N. McGill, A. I. Nelson and M.P. Steinberg. 1976. Chemical changes in spinach stored in air and controlled atmosphere. Food Tech. 21:109-111.
- Duckworth, R.B. 1966 Fruit and Vegetable. Oxford, Pergamon. 306 p.
- Hall, C.W., R.E. Hardenburg and Er.B. Pantastico. 1975. Consumer packaging with plastic. pp. 308-313 In Er.B. Pantastico (ed.), Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetable. The AVI Publishing Company, Inc. Wesport, Connecticut
- Mapson, L.W. 1970. Vitamin in fruits. In A.C. Hulme (ed.), The Biochemistry of Fruits and their Products, Vol. I. London : Academic Press, London. pp. 369-384.
- Rangana, S. 1978. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. pp. 94-95.
- Scott, K.J. and G.R. Chaplin. 1978. Reduction of chilling injury in avocado stored in sealed polyethylene bags. Trop. Agric. 55:87-90
- Vandenburg, L. and C.P. Lentz. 1978. High humidity storage of vegetables and fruits. HortSci. 13:565-569.
- Watts, R.L. and G.S. Watts. 1949. The Vegetable Growing Business. Orange Judd Publishing Company, Inc., New York. 542 p.
- Wang, C.Y. 1979. Effect of short-term high CO₂ treatment on the market quality of stored broccoli. J. Food.Sci. 44:1478-1482.
- Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E. Hall. 1981. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. New South Wales University Press Limited. New South Wales, Australia. 161 p.
- Witham, F.M., D.F. Blaydes and R.M. Deulin. 1971 Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 245 p.