บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ผักกาดหอม (Lactuca sativa L.) เป็นพืชผักที่จัดอยู่ในตระกูลคอมโพซิต้(Compositae)เช่นเดียวกับ ทานตะวัน เบญจมาศ และอาติโชก(artichoke)มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ใกล้เคียงกับ พันธุ์ป่า (L. scariola Torner) ซึ่งเป็นวัชพืช ผักกาดหอมจัดเป็นพืชฤดูเดียว (annual) และต้องการอากาศเย็นในช่วงการเจริญเติบโต อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 12.8 ถึง 15.6 องศาเซลเซียส และปลูกมากในพื้นที่ที่ฤดูร้อนมีอากาศเย็น (cool summer) และฤดูหนาวที่ไม่เย็นจัดจนเกินไป (mild winter) แหล่งปลูกที่สำคัญ เช่น มลรัฐแคลิฟอร์เนีย นิวยอร์ค อริโซนา และ นิวเจอร์ซี่ของสหรัฐอเมริกา แลงคาเชีย (Lancashire) และหุบเขาเทมส์ (Thames)ของอังกฤษ และหุบเขาไรน์(Rhine)ของ เนเธอร์แลนด์และเยอรมัน เป็นต้น(Ryder, 1979) สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกกันในบริเวณที่สูง บนภูเขาตอนเหนือของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และเพชรบูรณ์ เนื่องจากสภาพอากาศบนที่สูงนั้นมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับที่ผักกาดหอมต้องการ

การจำแนกชนิดของผักกาดหอมทางพฤกษศาสตร์

Ryder (1979) ได้สรุปไว้ว่า มีการจำแนกชนิดของผักกาดหอมตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ออกเป็น 6 ชนิดคือ

1. ชนิดที่ห่อหัวลักษณะกลม (Crisphead)
2. ชนิดที่ห่อหัวลักษณะยาว (Cos or Romaine)
3. ชนิดที่ไม่ห่อหัว (Leaf)
4. ชนิดที่รับประทานลำต้น (Stem)
5. ชนิดที่ห่อหัวอย่างหลวมๆ ลักษณะกลม (Butterhead)
6. ชนิดที่ห่อหัวอย่างหลวมๆ ลักษณะยาว (Latin)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดที่ 1 ถึงชนิดที่ 5 นั้นนิยมปลูกเป็นการค้าทั่วๆไป (Thompson, 1953) สำหรับในสหรัฐอเมริกานั้นนิยมปลูกชนิดที่ 1 ถึงชนิดที่ 4 (Thompson and Kelly , 1957) ส่วนที่โครงการหลวงนิยมปลูกเป็นชนิดที่ห่อหัวลักษณะกลม ซึ่งในแคลิฟอร์เนียบางครั้งเรียกผักกาดหอมชนิดนี้ว่า Green gold (Ryder, 1979) ส่วนคนไทยเรียกว่า ผักสลัดแก้ว หรือผักกาดหอมห่อ โดยปกติแล้วผักกาดหอมห่อที่เจริญเติบโตดีจะมีขนาดใหญ่ อาจมีน้ำหนักถึง 1 กิโลกรัม มีเนื้อกรอบ (Brittle texture) และใบซ้อนอัดกันแน่น ใบชั้นนอกมีสีเขียว ใบชั้นในมีสีเขียวหรือสีเขียวเหลือง(Eenink, 1976 ,Maxon-Smith, 1977.) พันธุ์ที่รู้จักทั่วๆไปคือ พันธุ์ไอซ์เบิร์ก (Iceberg) (Ryder, 1979)

ผักกาดหอม เป็นผักชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหาร โดยเป็นแหล่งของวิตามิน และเกลือแร่ ซึ่งปริมาณจะผันแปรขึ้นอยู่กับ ชนิด พันธุ์ โครงสร้าง และความแก่อ่อนของพืช สำหรับปริมาณสารอาหารบางชนิดของผักกาดหอม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารบางชนิดของผักกาดหอม

ชนิด	น้ำ (%)	วิตามินซี (มก./100 ก.)	วิตามินเอ (I.U./100 ก.)	แคลเซียม (มก./100 ก.)
ชนิดที่ห่อหัวลักษณะกลม	94-95	6-10	330-540	20-22
ชนิดที่ห่อหัวหลวมๆ ลักษณะกลม	94-95	8	930	68
ชนิดที่ห่อหัวลักษณะยาว และชนิดที่ไม่ห่อหัว	94-95	18	1900	68

* อ้างจาก Ryder, E.J. 1979. AVI.Publishing,Westport,Conn. 259pp.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

ผักและผลไม้หลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีชีวิตอยู่ กระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมียังคงดำเนินต่อไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น มีความสำคัญต่อคุณภาพของผักและผลไม้ การเปลี่ยนแปลงบางอย่างจะทำให้คุณภาพของผักและผลไม้เสียไป เป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้นั่นเอง

สถาบัน National Academy of Science สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาและอธิบายถึงการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยวของผลิตผลที่เสียหายง่าย(perishable crops) และให้คำจำกัดความถึงความแตกต่างระหว่างการถูกทำลาย(damage) และ การสูญเสีย(loss)ของผลิตผล ดังนี้คือ

การถูกทำลายคือ การเสื่อมคุณภาพของผลิตผล ซึ่งจะวัดออกมาเป็นตัวเลขไม่ได้ เพราะขึ้นอยู่กับการยอมรับหรือไม่ยอมรับผลิตผลที่ถูกทำลายแล้ว ซึ่งสัมพันธ์กับปัจจัยทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรม

การสูญเสีย คือ การหายไปของผลิตผล ซึ่งจะวัดออกมาเป็นตัวเลขได้และทำได้โดยตรงในแง่ของเศรษฐกิจ ปริมาณ คุณภาพ และคุณค่าทางอาหาร (อ้างโดย ดนัย และนิธิยา 2533)

สำหรับการสูญเสียของผักกาดหอมห่อนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 ข้อใหญ่ ๆ คือ

1. การสูญเสียทางกายภาพ และการสูญเสียน้ำ

การสูญเสียทางกายภาพ เป็นการสูญเสียเนื่องจากการที่ใบบริเวณด้านนอกของผักกาดหอมห่อ หัก ช้ำ หรือเป็นแผลในขณะทำการเก็บเกี่ยว ระหว่างการบรรจุลงในภาชนะ การขนส่งและการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสภาพการจัดการไม่ดีพอ (Ryall and Lipton, 1979) Hinsch and Rij (1980) พบว่า ถ้าปิดกล่องภายใต้สภาพการปฏิบัติในทางการค้า เนื้อเยื่อด้านบนของผักกาดหอมห่อที่บรรจุในกล่องจะเสียหายเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ปิดกล่อง แต่เสียหายน้อยกว่าเนื้อเยื่อทางด้านล่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 การบรรจุในเข่งไม้ไผ่ซึ่งมีผิวไม่เรียบ บางครั้งจะทิ่มแทงทำให้ผักกาดหอมห่อเป็นแผลหรือช้ำได้ ซึ่งการช้ำหรือการเกิดบาดแผลไม่เพียงแต่ทำให้คุณภาพในการจำหน่ายเสียไปเท่านั้น แต่ยังทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ เป็นทางให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย และทำให้เนื้อเยื่อผักกาดหอมห่อสังเคราะห์การ์ซเอทธิลีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ความเสียหายของผักกาดหอมห่อในกล่องบรรจุ

ชนิดความเสียหาย ที่เกิดกับเนื้อเยื่อ ผักกาดหอมห่อ	ระดับความเสียหาย (เปอร์เซนต์) ต่ำ	ปานกลาง	รุนแรง	อาการใบแตกหัก (เปอร์เซนต์)
ด้านบน				
-เสียหายเนื่องจากการบรรจุหีบห่อ	37a	10a	1a	77a
-เสียหายเนื่องจากการปิดกล่อง	43 b	18 b	3 b	83 b
ด้านล่าง				
-เสียหายเนื่องจากการบรรจุหีบห่อ	39a	15a	2a	80a
-เสียหายเนื่องจากการปิดกล่อง	41a	20a	3a	83a

* ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** อ้างจาก Hinsch ,R.T. and Rij ,R.E. HortScience ,15(5) 657,1980.

มากขึ้นด้วย สำหรับการสูญเสียน้ำออกจากผักกาดหอมห่อ จะทำให้น้ำหนักของผักกาดหอมห่อลดลงด้วย ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งถ้าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงๆ จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น เพราะบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูงสามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้น้ำสูญเสียออกจากผลิตผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้ และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้มีค่าความแตกต่างของความดันไอ (Vapor Pressure Deficit , VPD) ระหว่างผลิตผลกับอากาศสูงซึ่งเป็นสาเหตุทำให้มีการสูญเสียน้ำมากขึ้น (ดนัย 2531ก.) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆเช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยา อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตร และการเกิดบาดแผล เป็นต้น (ดนัย และนิธิยา 2531)

2. การสูญเสียส่วนประกอบทางเคมี

เมื่อเก็บรักษาผลิตผลไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง จะทำให้ส่วนประกอบทางเคมีของผลิตผลเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอัตราการสูญเสียจะผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของผลิตผล พันธุ์ ระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษา เป็นต้น

Lipton (1987) ได้สรุปไว้ว่า การสูญเสียส่วนประกอบทางเคมีภายในของผักที่รับประทานใบ ได้แก่ การสูญเสียสีเขียวเนื่องมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ และความสัมพันธ์ของระดับของฮอร์โมนภายในคือ ไซโตไคนิน จิบเบอเรลริน เอทธิลีน และกรดแอบซิสซิค (Abscissic acid) เช่น กรณีที่ระดับของฮอร์โมนไซโตไคนิน และจิบเบอเรลรินลดลง หรือเอทธิลีน และกรดแอบซิสซิคเพิ่มขึ้น จะทำให้มีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงนั้นจะมีการลดลงของไซโตไคนินมากกว่าสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับ โครงสร้าง พันธุ์ และชนิดของผลิตผล เช่น ผักกาดหอมห่อที่เนื้อเยื่อยังอ่อนจะมีการสูญเสียคลอโรฟิลล์ต่ำกว่าเนื้อเยื่อที่แก่ เพราะว่าเนื้อเยื่อที่แก่จะอยู่ในระยะเริ่มต้นของการเสื่อมคุณภาพ ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์เริ่มต้นต่ำกว่าเนื้อเยื่อที่อ่อนกว่า และยังขึ้นกับพันธุ์อีกด้วย เช่น ผักกาดหอมห่อพันธุ์ Penn Lake มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าพันธุ์ Great Lake 336 โดยปกติแล้วผักกาดหอมห่อจะหมดอายุการวางขายเมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง 30 เปอร์เซนต์ (Yano, 1978b.) ซึ่งระยะความแก่ของผักกาดหอมห่อนี้จะไม่มีผลต่ออัตราการลดลงของโปรตีน เมื่อทำการเก็บรักษาไว้นาน 6 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่การขาดน้ำมีผลต่อการสลายตัวของโปรตีน และการสังเคราะห์กรดอะมิโน (Lipton, 1987) ผักกาดหอมห่อจะหมดอายุการวางขายเมื่อปริมาณโปรตีนลดลง 60 เปอร์เซนต์ (Yano, 1978b) ส่วนปริมาณน้ำตาลนั้นพบว่า ผักกาดหอมห่อพันธุ์ที่มีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นสูงจะมีอายุการเก็บรักษาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นานกว่า แต่การสูญเสียน้ำตาลนั้นมีอัตราที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ถึงแม้ว่าในพันธุ์ที่มีเปอร์เซนต์น้ำตาลเริ่มต้นแตกต่างกันถึง 25 เปอร์เซนต์ ก็ตาม ถ้าไม่คำนึงถึงพันธุ์ และความแก่ในขณะเก็บเกี่ยวแล้ว ผักกาดหอมห่อจะหมดอายุการวางขายเมื่อปริมาณน้ำตาลลดลง 10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด(Yano, 1978b. ; Lipton, 1987) สำหรับปริมาณวิตามินซี ซึ่งเป็นสารอาหารที่ถูกทำลายได้ง่ายที่สุดนั้น พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญ โดยเฉพาะในสภาพอุณหภูมิสูงหรือที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของผลิตผลจะไปเร่งขบวนการออกซิเดชั่นของวิตามินซี ให้เปลี่ยนเป็นสารอื่น (สายชล 2528) ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง

Ezell and Wilcox (1959) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาคะน้า ที่อุณหภูมิ 0 10 และ 21 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน พบว่ามีการสูญเสียวิตามินซี 2.4 - 3.3 15.3 - 33.1 และ 60.9 - 88.8 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลการทดลองทำนองเดียวกับผักใบต่างๆ เช่น ปวยเหล่ง กะหล่ำปลี และบรอคโคลี่ (สายชล 2528) ส่วนผักกาดหอมชนิดที่ไม่ห่อหัว (leaf lettuce) นั้นพบว่ามีการสูญเสียวิตามินซี ประมาณ 50 เปอร์เซนต์ เมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง นาน 1 วัน และผักกาดหอมห่อที่มีปริมาณวิตามินซีเริ่มต้นต่ำ จะมีการสูญเสียมากกว่าผักกาดหอมห่อที่มีปริมาณวิตามินซีเริ่มต้นสูง (Zepplin and Elevehjem, 1943)

3. การสูญเสียเนื่องจากอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา

อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นกับผักกาดหอมห่อหลังการเก็บเกี่ยว นั้นจะมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบของกาซในบรรยากาศที่เก็บรักษา หรือขณะที่ขนส่ง อุณหภูมิ และ ความแก่ สำหรับอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวที่สำคัญ ๆ ของผักกาดหอมห่อคือ

3.1 อาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน (Russet spotting) เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของผักกาดหอมห่อ โดยอาการจะมีลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาลแดงบริเวณก้าน มีขนาดกว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 2-4 มิลลิเมตร (Ke and Salviet, 1986) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากเอทธิลีนที่เนื้อเยื่อของผักกาดหอมห่อสร้างขึ้นมา หรือจากผลิตผลอื่น ๆ ที่เก็บรวมกัน นอกจากเอทธิลีนแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณของกาซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ความแก่ และ พันธุ์ของผักกาดหอมห่อ โดยที่ผักกาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หอมห่อจะต้านทานอาการดังกล่าวนี้ได้แตกต่างกันตามพันธุ์ ผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวแก่เกินไป (Lipton, 1987) หรืออุณหภูมิในขณะเก็บรักษาสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม(Rood, 1956) จะทำให้อาการดังกล่าวเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นอุณหภูมิระหว่างการเจริญเติบโตก็มีผลต่ออาการดังกล่าวด้วย Lipton (1963) พบว่าผักกาดหอมห่อที่ปลูกภายใต้สภาพอุณหภูมิต่างๆในหุบเขาซาลินัส(Salinas) ถ้าได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่านี้เป็นเวลา 2 วันติดต่อกันระหว่าง 9 -14 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว จะมีอาการดังกล่าวมากกว่าผักกาดหอมห่อที่ไม่ได้รับสภาพดังกล่าว และผักกาดหอมห่อที่ปลูกในทะเลทรายของแคลิฟอร์เนียจะมีอาการนี้มากกว่าผักกาดหอมห่อที่ปลูกบริเวณชายฝั่งแคลิฟอร์เนีย(Beraha and Kwolek, 1975)

Morris et al (1978) พบว่าอาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้านสามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพที่มีเอทธิลีนเพียง 0.1 ส่วนต่อล้าน และอุณหภูมิที่สูงกว่า 5 องศาเซลเซียส และอาการจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเอทธิลีนเพิ่มขึ้น (Klaustermeyer and Morris, 1975) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ พันธุ์ ความแก่ และระยะเวลาการเก็บรักษา เช่น พันธุ์ไอซ์เบิร์ก พบว่าอาการดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นหลังจากเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีเอทธิลีน 3.0 ส่วนต่อล้าน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน (Ke and Saveit, 1986) นอกจากนี้ Lipton (1961) และ Ke and Saveit (1986) ก็ได้รายงานว่า เอทธิลีนจะชักนำให้เกิดการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส(phenylalanine ammonia lyase) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน โดยพบในพันธุ์ที่อ่อนแอต่ออาการดังกล่าว เช่น พันธุ์ซาลินัส (Salinas) แต่จะไม่พบในพันธุ์ที่มีความต้านทาน เช่น พันธุ์คาลเมอร์ (Calmer) ผักกาดหอมห่อที่มีคุณภาพดีจะสังเคราะห์เอทธิลีนได้ต่ำ ส่วนผักกาดหอมห่อที่มีบาดแผลหรือถูกทำลายด้วยโรคและแมลงจะสังเคราะห์เอทธิลีนได้สูง ซึ่งถ้าร่วมกับเอทธิลีนจากบรรยากาศภายนอกด้วยแล้ว จะเพียงพอทำให้เกิดอาการจุดสีน้ำตาลแดงได้

3.2 อาการสีน้ำตาลแดงที่เส้นกลางใบ (Brown Stain) อาการจะมีลักษณะเป็นแผลขนาดเล็ก รูปร่างเป็นรูปไข่ หรือรูปเหลี่ยม มีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล (Ryall and Lipton, 1979) ขอบแผลเป็นสีดำ ตรงกลางจะมีอาการฉ่ำน้ำ พบบริเวณผิวของใบใกล้ ๆ กับเส้นกลางใบและฐานของใบ ใบที่อยู่ตรงกลางจะเป็นแผลสีน้ำตาลแดง หรือบางครั้งก็เปลี่ยนสีไป อาจเกิดจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไปในขณะขนส่ง (Ryder, 1979) อาการดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นในสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจาก 1 เป็น 5 เปอร์เซนต์ และออกซิเจนลดลงจาก 21 เป็น 1 เปอร์เซนต์ (Brecht et al, 1973) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ได้รับสภาพดังกล่าวด้วย (Ryall and Lipton, 1979) เช่น ถ้าเก็บรักษาผักกาดหอมห่อไว้ในที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซนต์ ออกซิเจน 20 เปอร์เซนต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ออกซิเจน 20 เปอร์เซนต์ จะทำให้เกิดอาการดังกล่าวถึง 21 เปอร์เซนต์ และ 52 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ (Lipton, 1987)หรือเมื่อเก็บรักษาไว้ในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออก-ไซด์ 1-2 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ก็ทำให้เกิดอาการนี้ได้ (Ryall and Lipton, 1979)

3.3 อาการเส้นใบเป็นสีชมพู (Pink rib) อาการที่พบคือ มีลักษณะเป็นสีชมพูบริเวณฐานของเส้นกลางใบ โดยเฉพาะที่ใบชั้นนอก จะเกิดกับผักกาดหอมห่อทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวแก่เกินไป (Ryder , 1979) Lipton (1961) พบว่าอาการดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นกับส่วนของท่อยาง (laticifers) และ ส่วนของท่อน้ำ (xylem) บางครั้งจะเกิดเมื่ออุณหภูมิในขณะขนส่งสูงเกินไป หรือเมื่อบรรยากาศในขณะขนส่งมีออกซิเจนต่ำ (Lipton et al, 1972) มีการศึกษาพบว่าอาการดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นได้ถ้าเก็บรักษาในสภาพที่มีออกซิเจน 2 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน หรืออุณหภูมิ 2.5 - 5.0 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน (Lipton, 1967 ; 1971) และบางครั้งก็พบว่ามีแบคทีเรียชนิด Pseudomonas marginalis Brown (Stevens). เข้าทำลายร่วมกับอาการดังกล่าวด้วย โดยทดลองปลูกเชื้อชนิดดังกล่าวลงบนผักกาดหอมห่อ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซล-เซียส และ 8.6 องศาเซลเซียส ซึ่งจะปรากฏอาการเป็นแผลสีชมพูให้เห็นภายใน 7 วัน ความรุนแรงของอาการขึ้นอยู่กับพันธุ์ของผักกาดหอมห่อด้วย (Ryder, 1979)

3.4 อาการสีของเส้นกลางใบผิดปกติ (Rib discoloration) อาการที่พบคือ เส้นกลางใบและเส้นใบของใบชั้นนอก และใบชั้นในที่ยังอ่อนของผักกาดหอมห่อจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม มักจะเกิดในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว (Ryall and Lipton, 1979 ; Ryder, 1979) มีรายงานพบว่าระหว่างการเจริญเติบโตถ้าอุณหภูมิในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนกลางวันสูงเกิน 27 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืนอยู่ในช่วง 13 - 18 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดอาการดังกล่าวได้ (Sharples et al, 1963)

3.5 อาการปลายใบไหม้(Tip burn) อาการที่พบคือ มีอาการตายของเนื้อเยื่อบริเวณขอบใบ ลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม ขนาดกว้างเล็กน้อย ซึ่งก็อาจขยายใหญ่ขึ้นเท่ากับหรือมากกว่า 3 เซนติเมตรได้ สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งใบที่ยังอ่อนและใบที่แก่ อาการเริ่มต้นจะเห็นแผลเป็นจุดสีน้ำตาลปนขาว และจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้น โดยแผลเล็ก ๆ จะรวมกันเมื่ออาการรุนแรงขึ้น (Ryall and Lipton, 1979) การเกิดจะเกิดก่อนการเก็บเกี่ยวโดยเกิดการบวมพองหรือแตก(rupture)ของช่องว่างในท่อยาง(latex) และจะขยายไปยังส่วนอื่นๆ (Tibbits et al, 1965 ; Olsen et al, 1967) ซึ่งการบวมพองหรือแตกของท่อยางจะเกิดจากเซลล์ส่วนที่มีการสะสมคาร์โบไฮเดรต ถูกแทนที่ด้วยน้ำ ซึ่งจะเกิดในสภาพกลางวันที่มีอากาศอบอุ่น แสงแดดจัด ติดตามด้วยกลางคืนที่มีอากาศเย็นและมีความชื้นในดินสูง(Tibbits and Read, 1976) และนอกจากนี้ อาการปลายใบไหม้ อาจเกิดจากการที่ใบขาดแคลเซียม เพราะใบบริเวณที่แสดงอาการปลายใบไหม้มีปริมาณของแคลเซียมต่ำกว่าใบปกติ (ดนัย และนิธิยา 2533)

3.6 อาการเสียหายเนื่องจากปริมาณออกซิเจนต่ำ ในสภาพการขนส่งที่มีออกซิเจนต่ำกว่า 0.4 เปอร์เซนต์ จะพบว่าใบนอกของผักกาดหอมห่อมีลักษณะใส หรือเป็นมันวาว (shiny) หรือเป็นจุดฉ่ำน้ำ (water-soaked) สีเทา และใบอ่อนจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลแดง (Ryder, 1979 ; Ryall and Lipton, 1979)

3.7 อาการเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (Freezing injury) อาการผิดปกติทางสรีรวิทยา ที่เกิดเนื่องจากการเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของผลิตผลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ซึ่งโดยปกติอุณหภูมิจะอยู่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ เพราะว่าในเซลล์ของผลิตผลจะมีสารต่างๆละลายอยู่ สำหรับอุณหภูมิจุดเยือกแข็งของผักกาดหอมห่อจะอยู่ในช่วง -0.6 ถึง -0.3 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะผักกาดหอมห่อจัดเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มที่อ่อนแอต่ออาการเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เช่นเดียวกับ กล้วย แตงกวา มันฝรั่ง มันเทศ มะเขือ และมะเขือเทศ เป็นต้น อาการที่พบจะมีลักษณะเนื้อเยื่อกลายเป็นสีน้ำตาล มีอาการฉ่ำน้ำ นิ่มเละ และจะเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ผักกาดหอมห่ออยู่ในแปลงปลูก ขณะขนส่ง หรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างการเก็บรักษา ถ้าอุณหภูมิในขณะนั้น ๆ ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (ดนัย 2531ก.)

4. การสูญเสียเนื่องจากโรค

อาการของโรคหลังเก็บเกี่ยวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นอาการที่เกิดจากการเน่า โดยเชื้อสาเหตุสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายเนื้อเยื่อ ทำลายส่วนที่เป็นเพคติน(pectin)ทำให้เซลล์แยกออกจากกัน เนื้อเยื่อจึงยุบตัวลงทำให้นิ่มเละ อาการอีกชนิดที่มักจะพบคืออาการที่เซลล์หรือเนื้อเยื่อถูกทำลายให้ตายไปแล้วมีการสะสมของสารประกอบฟีนอล ทำให้แผลเกิดเป็นสีน้ำตาล ซึ่งอาจจะแห้งหรือชื้นก็ได้ สำหรับผักกาดหอมห่อนั้นพบว่าจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคต่างๆ ได้ง่าย ตัวอย่าง เช่น

4.1 โรคเน่าเละจากแบคทีเรีย (Bacterial soft rot) เกิดจากเชื้อ Erwinia carotovora หรือ Pseudomonas spp. (ดนัย 2531ข Ryall and Lipton, 1972 ; Salunkhe and Desai, 1984)อาการเริ่มต้นที่พบคือขอบใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และนิ่มเละต่อมาจะขยายเข้ามาถึงเส้นกลางใบ ซึ่งจะเห็นเป็นจุดสีน้ำตาลปนเหลือง เส้นใบจะเป็นสีน้ำตาลปนแดง ตรงกลางแผลจะมีลักษณะเปียกแฉะและมีสีน้ำตาล บางครั้งเชื้อจะเข้าทำลายบริเวณก้านตรงรอยตัด ทำให้ก้านมีลักษณะนิ่มเละลึกลงไปและมีสีน้ำตาลอ่อน ต่อมาอาจจะมีเชื้อราเข้าทำลายซ้ำได้ การเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรียพบว่าเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิระหว่างช่วงการเจริญเติบโตหรือระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม นอกจากนั้นอาการปลายใบไหม้ และอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาอื่นๆ ก็อาจเป็นสาเหตุทำให้แบคทีเรียเข้าทำลายได้ (Ryall and Lipton, 1979)

4.2 โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) เกิดจากเชื้อ Bremia lactucae (Ryall and Lipton, 1972; 1979) อาการเริ่มต้นเกิดเป็นแผลเล็กๆ บริเวณผิวด้านบนของใบชั้นนอก บางครั้งมีเส้นใย (mycelium) สีเทาปนขาวเกิดขึ้นในสภาพที่มีความชื้นสูง ต่อมาแผลจะขยายใหญ่ขึ้นกลายเป็นสีเขียวอ่อนหรือสีเหลืองถึงสีน้ำตาล และจะเกิด secondary infection ทำให้เนื้อเยื่อจะมีลักษณะนิ่ม อาการดังกล่าวจะรุนแรงขึ้นภายใต้สภาพที่มีอุณหภูมิสูงหรือการเก็บรักษาที่นานเกินไป (Ryall and Lipton, 1979)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 โรคเน่าราสีเทา (Gray mold rot) เกิดจากเชื้อ Botrytis cinerea (Ryall and Lipton, 1972 ; 1979) ลักษณะที่พบจะเป็นจุดฉ่ำน้ำ แผลมีสีเขียวหรือสีน้ำตาล เนื้อเยื่อจะนิ่มเละ ปกคลุมไปด้วยเส้นใยหรือสปอร์สีเทา อาการดังกล่าวนี้ปกติจะแสดงอาการไม่รุนแรงนักในขณะขนส่งที่ไม่นานเกินไป แต่การขนส่งที่ใช้เวลานาน เช่น การขนส่งโดยทางเรือ อาการนี้จะรุนแรงขึ้น (Ryall and Lipton, 1979)

4.4 โรคเน่าเปียก(Watery soft rot)เกิดจากเชื้อSclerotinia sclerotiorum หรือ S. minor(Ryall and Lipton, 1972 ; 1979) อาการที่พบคือผักกาดหอมห่อมีลักษณะฉ่ำน้ำ และมีสีใสหรือสีน้ำตาลปนชมพู จะมีเส้นใยสีขาวปกคลุม เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายจะเปียกแฉะ และระยะสุดท้ายจะมีส่วนของเชื้อราที่มีสีดำเกิดขึ้น อาการดังกล่าวนี้ปกติแล้วจะพบบริเวณส่วนด้านล่างของผักกาดหอมห่อ แต่บางครั้งก็พบว่าเกิดขึ้นได้กับทุกส่วน ในสภาพอากาศที่ชื้นและอุณหภูมิระหว่าง 21 - 27 องศาเซลเซียส จะส่งเสริมให้เกิดอาการดังกล่าวนี้มากขึ้น (Ryall and Lipton, 1979)

นอกจากนี้ผักกาดหอมห่อยังอ่อนแอต่อเชื้อ Alternaria tenuis และ Stemphylium botryosum (Salunkle and Desai, 1984) อาการที่พบหรือที่ปรากฏให้เห็นจะมีลักษณะต่างๆ คือ การที่สีผิดปกติไป (discoloration) หรือมีจุดฉ่ำน้ำ ใบนิ่ม และมีลักษณะเป็นเมือก (slimy) และเปียกแฉะ (wet mass) Beraha and Kwolek (1975) พบว่า การเน่าเสียจะมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาอื่น ๆ เช่น อาการสีน้ำตาลแดงที่ก้าน อาการสีน้ำตาลแดงที่เส้นกลางใบใกล้ฐานของใบ อาการเส้นใบเป็นสีชมพู สีของเส้นใบผิดปกติไป และอาการปลายใบไหม้ แต่ Lipton (1963) พบว่าการเน่าเสียจะไม่มีความสัมพันธ์กับอาการปลายใบไหม้ ในระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเน่าเสียกับสภาพแวดล้อมที่ปลูกโดยBeraha and Kwolek (1975) ซึ่งพบว่าผักกาดหอมห่อที่ปลูกแถบชายฝั่งแคลิฟอร์เนีย ในเดือนกรกฎาคม จะมีการเน่าเสียมากกว่าแหล่งปลูกอื่นๆ และเดือนอื่นๆ อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อ

วิธีการลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อ นั้นสามารถกระทำได้ 5 ประการ ดังนี้

1. การเก็บเกี่ยวที่ระยะความแก่เหมาะสม

ระยะความแก่ของผักกาดหอมห่อที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดและวัตถุประสงค์ที่ปลูก (Thompson and Kelly, 1975) ผักกาดหอมห่อที่ปลูกเพื่อส่งจำหน่ายที่ตลาดเมื่อมีการเจริญเติบโตเต็มที่ หัวจะต้องมีขนาดและความแน่นพอดี แต่ถ้าใช้รับประทานสดอาจจะเก็บเกี่ยวก่อนก็ได้ ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อจะทำในเมื่อมีขนาดรูปร่างและความแน่น (firmness) ที่พอดี (Ryder, 1979) ถ้าเก็บเกี่ยวช้าเกินไปใบจะเหนียว (tough) และมีรสขม และอาจมีก้านของช่อดอกแทงออกมา (Pantastico et al, 1975) ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิระหว่างการเจริญเติบโตด้วย เช่น ผักกาดหอมห่อที่ปลูกทางตะวันออกของสหรัฐอเมริกาจะเก็บเกี่ยวได้ภายใน 55-60 วัน ถ้าปลูกในช่วงฤดูหนาวที่หุบเขาอิมพีเรียล (Imperial) ของแคลิฟอร์เนีย จะเก็บเกี่ยวได้ภายใน 120 วัน ในหุบเขาซาลินัส จะเก็บเกี่ยาได้ภายใน 90-110 วัน ส่วนในฤดูร้อนจะเก็บเกี่ยวได้ภายใน 60-70 วัน และในฤดูฝนจะเพิ่มขึ้นเป็น 85 - 90 วัน (Ryder, 1979) ซึ่งเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมจะเป็นตัวกำหนดอายุการเก็บรักษา (Yano,1978a.) และคุณภาพของผักกาดหอมห่อ (Schales, 1987)

Yano (1978a. ; 1978b.) ได้ศึกษาพบว่า การเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อที่อายุเหมาะสม จะสูญเสียคลอโรฟิลล์ช้าและมีความเสียหายน้อยกว่าผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวแก่จนเกินไป นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงช่วงแสงที่เหมาะสมขณะทำการเก็บเกี่ยวด้วยโดย Forney and Austin (1986) ได้ทดลองเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อในตอนเช้ามืดและในตอนบ่าย พบว่า ผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวในตอนบ่าย ใบชั้นนอกสุดจะมีปริมาณแป้ง 3.3 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ใบชั้นในจะมีปริมาณแป้งต่ำกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเก็บเกี่ยวทั้งตอนเช้าและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนบ่าย การเก็บเกี่ยวในตอนบ่าย จะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบชั้นนอกสุดและในก้านประมาณ 45-66 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แต่จะไม่พบน้ำตาลซูโครสในใบผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวตอนเช้า ส่วนน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุคโตสจะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวตอนเช้า คือ มีประมาณ 100 และ 115 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แต่ปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดของผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวตอนบ่ายจะมีมากกว่าผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวในตอนเช้า

วิธีการเก็บเกี่ยวนั้นจะใช้มีดตัดบริเวณลำต้นใต้หัว (Salunkhe and Desai, 1984) ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับใช้เก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อ ซึ่งผักกาดหอมห่อจะถูกถอนขึ้น (uprooted)และใบเลื่อยจะตัดรากออกจากต้นโดยไม่เกิดความเสียหาย เมื่อถูกตัดแต่งแล้วจะห่อด้วยพลาสติก (Shepardson et al, 1974) ซึ่งการห่อด้วยพลาสติกโพลีเอทธิลีนหลังการเก็บเกี่ยวทันทีนี้ จะช่วยป้องกันการสูญเสียทางกายภาพและการสูญเสียน้ำ (Ryall and Lipton, 1979 ; Kosiyachinda, 1985a. ; 1985b. ; 1985c.) และยังลดอาการใบจุด (leaf spot) ลงได้ 40 - 50 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับไม่ได้ห่อ (Salunkhe and Desai, 1984) หลังจากนั้นผักกาดหอมห่อจะถูกเก็บรวมใส่ไว้ในลังไม้ (bins) ซึ่งเป็นระบบการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องมือ(Lenker et al, 1982) การตัดแต่งควรเอาใบชั้นนอกออกบ้าง เพราะใบชั้นนอกเป็นใบที่แก่ ซึ่งทำให้อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคต่างๆ เช่น โรคเน่าเละจากแบคทีเรีย โรคราน้ำค้าง โรคเน่าราสีเทา และโรคเน่าเปียก เป็นต้น (Ryall and Lipton, 1979) นอกจากนี้การตัดแต่งเอาใบชั้นนอกออกยังทำให้สามารถที่จะบรรจุผักกาดหอมห่อลงในภาชนะบรรจุได้มากขึ้นและลดการตัดแต่งก่อนการจำหน่าย ซึ่งมีผลในแง่ลดค่าใช้จ่ายในการบรรจุใส่ในภาชนะบรรจุและการขนส่ง เพราะว่าใบนอกเป็นส่วนที่ขายไม่ได้ (Chapagas and Stokes, 1964 ; Ketsa, 1986)

2. การลดอุณหภูมิเฉียบพลันหลังการเก็บเกี่ยว

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งที่จะทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพช้าหรือเร็ว ผลิตผลเมื่อถูกตัดออกจากต้น จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศหรือสภาพแวดล้อมขณะทำการเก็บเกี่ยว (สายชล 2528 ดนัย และนิธิยา 2531) อุณหภูมิสูงจะเร่งขบวนการเมตาโบลิสม์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่างๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลให้เกิดเร็วขึ้น เช่น อัตราการหายใจ (กนกมณฑล 2526 สายชล 2528 ดนัย และนิธิยา 2531) การคายน้ำ การทำลายจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ และการสังเคราะห์เอทธิลีน (ดนัย และนิธิยา 2531) ดังนั้นการลดอุณหภูมิของผลิตผลทันทีหลังการเก็บเกี่ยวจะทำให้ขบวนการดังกล่าวเกิดช้าลง (ปิยะวัติ และคณะ 2531) เช่นช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของส้มพันธุ์ Shamouti (Chalutz and Wakes, 1981) และ กะหล่ำดอกก่อนการเก็บรักษา (Damen, 1981) ลดการสังเคราะห์เอทธิลีนในแตงแคนตาลูปก่อนการเก็บรักษา (Chambroy and Flanzy, 1981) ลดปริมาณเส้นใย (fiber) ของหน่อไม้ฝรั่ง (Adamicki, 1981 ; Zerbini and Testoni,1986) การลดอุณหภูมิต้องทำให้เร็วที่สุดหลังการเก็บเกี่ยว การลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว 8 ชั่วโมง จะทำให้มีคุณภาพที่ขายได้ลดลงจาก 90 เปอร์เซนต์ เหลือเพียง 40 เปอร์เซนต์ หลังจากที่เก็บรักษาในห้องเย็นนาน 5 วัน (ปิยะวัติ และคณะ 2531 MAF, 1985) ส่วนผักกาดหอมห่อถ้าลดอุณหภูมิภายใน 2 ชั่วโมงหลังจากเก็บเกี่ยวจะรักษาคุณภาพอยู่ได้นานประมาณ 7 วัน แต่ถ้ารอไว้นาน 8 ชั่วโมงแล้วลดอุณหภูมิจะรักษาคุณภาพอยู่ได้นานประมาณ 5 วัน (ปิยะวัติ และคณะ 2531)

สำหรับรูปแบบหรือวิธีการลดอุณหภูมิมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับผลิตผลบางชนิด หรือภาชนะบรรจุบางชนิด (สายชล 2528 ปิยะวัติ และคณะ 2531) เช่น

2.1 การใช้ห้องเย็นธรรมดา (Room cooling) เป็นการลดอุณหภูมิผลิตผล โดยนำไปไว้ในห้องเย็นธรรมดา ซึ่งอากาศเย็นจะช่วยลดอุณหภูมิผลิตผลให้ต่ำลงและอุณหภูมิของอากาศไม่ควรต่ำจนเกินไปเพราะจะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) และภายในห้องเย็นต้องมีการหมุนเวียนของอากาศดี ปกติแล้วการลดอุณหภูมิแบบห้องเย็นธรรมดาจะมีอุณหภูมิประมาณ 3 องศาเซลเซียส และมีอากาศหมุนเวียนประมาณ 5.66-11.32 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (200-400 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)(ดนัย และนิธิยา 2531) การลดอุณหภูมิวิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่ายน้อย ออกแบบง่าย แต่จะลดอุณหภูมิผลิตผลได้ช้ามากเพราะอากาศจะหมุนเวียนอยู่บริเวณรอบนอกภาชนะบรรจุเท่านั้น ไม่ได้ไหลผ่านผลิตผลภายในภาชนะบรรจุ (ปิยะวัติ และคณะ 2531) และถ้าผลิตผลบรรจุอยู่ในภาชนะที่อากาศถ่ายเทยาก อาจทำให้ผลิตผลเสียหายก่อนที่อุณหภูมิจะลดต่ำลงจนถึงจุดที่ต้องการ ดังนั้นเพื่อให้อากาศหมุนเวียนดีและแทรกตัวเข้าไปในภาชนะบรรจุได้อย่างรวดเร็ว การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วางเรียงภาชนะบรรจุควรมีช่องว่างให้อากาศผ่านเข้า-ออกสะดวก เช่น วางแบบpigeon hole และภาชนะบรรจุควรมีรูด้านข้างประมาณ 2 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ผิวภาชนะบรรจุ สำหรับการลดอุณหภูมิโดยการใช้ห้องเย็นธรรมดานิยมใช้กับผลไม้ที่มีเปลือกบางหรือช้ำได้ง่าย เช่น องุ่น แอปเปิ้ล สาลี่ ท้อ พลัม และไม้ผลขนาดเล็กต่าง ๆ (ดนัย และนิธิยา,2531)

2.2 การใช้น้ำเย็น (Hydrocooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็น ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้เร็วมาก อาจกระทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการจุ่ม (Immersion) คือ การจุ่มผลิตผลลงในถังน้ำเย็น วิธีการฉีดพ่นฝอย (Spray หรือ Sprinker system) คือ โดยการฉีดพ่นฝอยน้ำเย็นจากด้านบนให้ลงสู่ภาชนะบรรจุ และวิธีไหลท่วม (Flooding) คือ ปล่อยให้น้ำเย็นไหลท่วมผ่านผลิตผลที่บรรจุในภาชนะ ซึ่งภาชนะบรรจุจะเคลื่อนที่ตามสายพานหรือรางเลื่อน (conveyor belt)

การลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็น ควรมีการเติมคลอรีนลงไปเพื่อให้น้ำสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิของน้ำต้องไม่ต่ำจนเกินไป จนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผล ปกติอุณหภูมิของน้ำจะประมาณ 0 องศาเซลเซียส ยกเว้นผลิตผลที่อ่อนแอต่อความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำได้ง่ายและผลิตผลที่เปียกน้ำแล้วเกิดความเสียหายไม่ควรใช้วิธีนี้ ผลิตผลที่สามารถลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเย็น เช่น แตงแคนตาลูป (cantalupe) แอปเปิ้ล ท้อ สาลี่ หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดหวาน และผักประเภทหัว (ปิยะวัติ และคณะ 2531 ดนัย และนิธิยา 2531)

2.3 การใช้น้ำแข็ง(Icing) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง จะใช้กับผลิตผลที่สามารถเปียกน้ำและสัมผัสกับน้ำแข็งได้โดยไม่เกิดความเสียหาย (ปิยะวัติ และคณะ 2531) ซึ่งอาจจะกระทำได้หลายวิธี เช่น ให้ผลิตผลสัมผัสกับน้ำแข็งโดยตรง(contact icing) หรือทุบน้ำแข็งให้มีขนาดเล็ก บรรจุในถุงพลาสติกแล้ววางทับผลิตผล (package icing) หรือใช้น้ำแข็งวางไว้เฉพาะด้านบนของภาชนะบรรจุ(top icing) แต่วิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งนี้มีข้อเสียคือสิ้นเปลืองแรงงาน ค่าใช้จ่ายสูง และอาจจะทำให้ผลิตผลเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ผลิตผลที่นิยมลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง เช่น บรอคโคลี่ ปวยเหล่ง และผักที่ใช้ส่วนของราก (ดนัย และนิธิยา 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 การลดความดัน (Vacuum cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิของผลิตผลให้ต่ำลงได้รวดเร็วมาก โดยจะบรรจุผลิตผลใส่ในภาชนะที่ปิดสนิท แล้วดูดอากาศออกเพื่อลดความดันให้ต่ำลง น้ำที่อยู่ภายในผลิตผลจะระเหยเป็นไอภายในเวลาประมาณ 3 - 4 นาที ที่ความดันต่ำประมาณ 4.58 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งจะใช้ความร้อนประมาณ 2495.81 กิโลจูลต่อกิโลกรัม (1073 Btu.ต่อปอนด์) ของน้ำ การลดอุณหภูมิโดยการลดความดันนิยมใช้กับผักใบต่าง ๆ เช่น ผักกาดหอมห่อ ซึ่งมีการทดลองพบว่า ถ้าลดความดันลงประมาณ 6/1000 ของบรรยากาศ จะสามารถลดอุณหภูมิของผักกาดหอมห่อให้ต่ำลงถึง 2 องศาเซลเซียส ภายในเวลาประมาณ 30 นาที นอกจากนี้ยังนิยมใช้ลดอุณหภูมิของหน่อไม้ฝรั่ง เชอรี่ ข้าวโพดหวาน และถั่วต่าง ๆ แต่วิธีนี้ต้องใช้เทคโนโลยีสูง และมีราคาแพง จะคุ้มค่าการลงทุนก็ต่อเมื่อมีผลิตผลปริมาณมากพอและสม่ำเสมอตลอดปี เพื่อให้สามารถใช้เครื่องอย่างมีประสิทธิภาพ (ดนัย และนิธิยา 2531)

2.5 การระเหยของน้ำ (Evaporative cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิอย่างง่าย ๆ และราคาถูก สามารถใช้วัสดุจากท้องถิ่นได้ (Grieson and Wardoski, 1988) ซึ่งอาจจะทำได้โดยการบังคับให้อากาศผ่านวัสดุที่ชื้นน้ำ เช่น กระสอบเปียกน้ำ หรืออาจสร้างโรงเรือนโดยเฉพาะสำหรับการลดอุณหภูมิวิธีดังกล่าว การลดอุณหภูมิโดยการระเหยของน้ำ อุณหภูมิของอากาศจะเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขณะนั้น (ปิยะวัติ และคณะ 2531)

2.6 การผ่านอากาศเย็น (Forced-air cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการดูดหรือเป่าอากาศเย็นเข้าไปในช่องว่างตรงกลาง(tunnel) ที่มีลักษณะยาวและแคบกว่าห้องเย็น ความดันของอากาศทางด้านหน้าและด้านหลังของภาชนะบรรจุจะต่างกัน ทำให้อากาศไหลผ่านช่องว่างระหว่างภาชนะบรรจุและแทรกตัวตามรูด้านข้างของภาชนะบรรจุ นำเอาความร้อนออกจากผลิตผล ทำให้ผลิตผลมีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว (ดนัย และนิธิยา 2531) ดังนั้นภาชนะที่นิยมใช้จะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เช่น ลังไม้ หรือ กล่องกระดาษ และต้องมีช่องระบายอากาศทั้ง 2 ด้านที่ตรงข้ามกัน มีพื้นที่ของช่องระบายอากาศอย่างน้อย 5 เปอร์เซนต์ (ปิยะวัติ และคณะ 2531) หรือ 4-10 เปอร์เซนต์ (MAF, 1985)ของพื้นที่ผิวภาชนะบรรจุ และช่องระบายอากาศควรเป็นช่องยาวและแคบมากกว่าช่องกลม เพราะว่าอาจถูกอุดตันหรือถูกบังจากผลิตผลได้ง่าย (ปิยะวัติ และคณะ 2531)ซึ่งผลิตผลบางชนิดอาจมีส่วนที่บังหรือต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เช่น กะหล่ำปลี พบว่า ใบนอกจะต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศ มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิของการลดอุณหภูมิ (cooling coefficient) ลดลง และเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ลดอุณหภูมิ (Lentz and van den Berg, 1978) ในการลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็น ผลิตผลไม่ควรมีกระดาษหรือพลาสติกหุ้มห่อ (ปิยะวัติ และคณะ 2531) ซึ่งปกติการลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็น จะสามารถลดอุณหภูมิได้เร็วกว่าการลดอุณหภูมิโดยใช้ห้องเย็นธรรมดา ประมาณ 4-6 เท่า (สายชล 2528 ปิยะวัติ และคณะ 2531 ดนัย และนิธิยา 2531) และการลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็นควรมีอุณหภูมิของอากาศประมาณ 0-3 องศาเซลเซียส และมีการหมุนเวียนของอากาศด้วยความเร็วสูง (ดนัย และนิธิยา 2531) เช่น ถ้ามีการเคลื่อนที่ของอากาศ 0.0007-0.001 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อกิโลกรัมของผลิตผล จะใช้เวลาในการลดอุณหภูมิ (typical cooling time) ประมาณ 2-15 ชั่วโมง (MAF, 1985) และถ้าการเคลื่อนที่ของอากาศเพิ่มขึ้นจาก 0.001 เป็น 0.002 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อกิโลกรัมของผลิตผล จะสามารถลดอุณหภูมิของสตรอเบอรี่ในกล่องบรรจุได้เร็วขึ้น ช่องระบายอากาศที่เหมาะสมจะช่วยทำให้การลดอุณหภูมิมีประสิทธิภาพดีขึ้น (Arifin and Chau, 1988) เพราะว่าการมีช่องระบายที่เหมาะสมนั้นจะทำให้อากาศผ่านเข้าไปสัมผัสและนำเอาความร้อนออกจากผลิตผลได้ดี (สายชล 2528 ปิยะวัติ และคณะ 2531 ดนัย และนิธิยา 2533) การลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็นสามารถใช้ได้กับผลิตผลเกือบทุกชนิด จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย(ปิยะวัติ และคณะ 2531) เช่น กีวี ไม้ผลขนาดเล็ก หน่อไม้ฝรั่ง และดอกไม้ เป็นต้น(MAF, 1985)

โดยปกติหลังจากลดอุณหภูมิแล้ว จะต้องเก็บรักษาผลิตผลไว้ในห้องเย็นหรือขนส่งโดยใช้รถห้องเย็น ซึ่ง Ryall and Lipton (1972) ได้เสนอว่า ควรมีการลดอุณหภูมิผักกาดหอมห่อที่อุณหภูมิ 1.1 $\pm$ 1.1 องศาเซลเซียส แล้วขนส่งโดยรถห้องเย็น ซึ่งในแถบตะวันออกของสหรัฐอเมริกา ใช้ลดอุณหภูมิโดยวิธีลดความดัน (vacuum cooling) แล้วขนส่งโดยใช้รถห้องเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 1 องศาเซลเซียส จะได้ผักกาดหอมห่อที่มีคุณภาพดีกว่าในแถบตะวันตกของสหรัฐอเมริกา ที่บางครั้งไม่มีการลดอุณหภูมิหรือบางครั้งก็ขนส่งโดยไม่ใช้รถห้องเย็น (Ryder, 1979)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การขนส่งและการใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม

การขนส่งผักกาดหอมห่อจากแหล่งปลูกมายังที่จำหน่ายผลิตผลหรือตลาด เป็นอีกช่วงหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียแก่ผักกาดหอมห่อ ถ้าลักษณะหรือรูปแบบของการขนส่งนั้นไม่เหมาะสม สำหรับการขนส่งในสหรัฐอเมริกานั้นเมื่อผักกาดหอมห่อถูกเก็บเกี่ยวและตัดแต่งแล้ว จะบรรจุลงในกล่องซึ่งบรรจุได้ 24 หัว แล้วทำการลดอุณหภูมิโดยวิธีลดความดันและขนส่งโดยใช้รถห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 1 องศาเซลเซียส ซึ่งนิยมทำกันมากในการผลิตผักกาดหอมห่อแถบทางตะวันออกของประเทศ จึงทำให้ผักกาดหอมห่อมีคุณภาพดีและเป็นที่ยอมรับมากกว่าในการผลิตผักกาดหอมห่อในแถบทางตะวันตกของประเทศ ซึ่งบางครั้งไม่มีการลดอุณหภูมิหรือบรรจุในภาชนะขนาดไม่ได้มาตรฐาน (odd-size containers) หรือบางครั้งก็ขนส่งโดยไม่ใช้รถห้องเย็น (Ryder, 1979)

สำหรับการขนส่งในประเทศไทยนั้น ปกติจะใช้รถบรรทุกธรรมดา และภาชนะบรรจุที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ เข่งไม้ไผ่ซึ่งยังไม่เหมาะสม ทำให้คุณภาพต่างๆ ของผักกาดหอมห่อมีการสูญเสียอย่างมาก Ketsa and Tongumpai (1986) ได้รายงานว่าการใช้กะบะพลาสติกขนาด 40x59 x 31.5 เซนติเมตร (ASEAN HDPE container) สามารถลดการสูญเสียทางกายภาพได้ดีกว่าการใช้เข่งไม้ไผ่ ถ้ามีการห่อผักกาดหอมห่อด้วยพลาสติกโพลีเอทธิลีน หรือกระดาษสามารถช่วยลดการสูญเสียทางด้านกายภาพและคุณภาพได้ดียิ่งขึ้น สำหรับในประเทศไทยนั้น ใช้กระดาษห่อแต่ละหัวของผักกาดหอมห่อ ซึ่งให้ผลในแง่ลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยวได้ (Kosiyachinda, 1985d.) แต่การห่อด้วยพลาสติกนั้นจะให้ผลในแง่การลดการสูญเสียทางกายภาพได้ดีกว่าการห่อด้วยกระดาษ(Ketsa, 1982) และทำให้บรรจุในภาชนะได้มากกว่า นอกจากนี้ Kosiyachinda and Ketsa (1982) ได้รายงานว่า การใช้ปูนแดงทาบริเวณรอยตัดหลังตัดออกจากต้นก่อนการขนส่งจะสามารถป้องกันการติดเชื้อได้ เพราะว่าบริเวณรอยตัดนั้นจะเป็นทางเข้าของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งทำให้เกิดโรคเน่า แต่บางครั้งก็พบว่ามีเชื้อโรคเข้าทำลายบริเวณก้านบ้าง อาจเนื่องมาจากมีเชื้อโรคเข้าทำลายก่อนที่จะทำการทาปูนแดง การห่อผักกาดหอมห่อ (Ryall and Lipton, 1972) และการใช้อุณหภูมิต่ำ (Dennis, 1983) ยังสามารถป้องกันการแพร่ขยายหรือการติดต่อกันของโรคเน่าเละในขณะขนส่งผักกาดหอมห่อได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการบรรจุที่แน่นพอดีสามารถลดการสูญเสียหลังเก็บเกี่ยวได้ (Peleg, 1985)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การใช้สารเคมีชะลอการเสื่อมคุณภาพ

การเสื่อมคุณภาพของผลิตผลนั้นจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของฮอร์โมนต่างๆ ในเนื้อเยื่อของผลิตผล จึงได้มีการสังเคราะห์สารเคมีที่มีสูตรโครงสร้างเหมือนฮอร์โมนพืชที่มีตามธรรมชาติ ซึ่งพบว่า มีสารเคมีหลายชนิดสามารถควบคุมขบวนการหายใจ ขบวนการสุก และการเสื่อมคุณภาพของผลิตผล เช่น สารในกลุ่มของไซโตไคนิน และไคเนติน ซึ่งสามารถช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ให้ช้าลง ช่วยรักษาระดับของโปรตีนในผลิตผลให้อยู่ในระดับสูงทำให้ขบวนการเมตาโบลิสม์ช้าลง ลดปริมาณการเพิ่มขึ้นของกรดแอบซิสซิค ช่วยเพิ่มบทบาทของจิบเบอเรลลิน (GA_3) (พีระเดช 2529 ดนัย 2531 Salunkhe and Desai 1984)

สำหรับในผักกาดหอมห่อนั้น ได้มีการศึกษาพบว่า ถ้าฉีดพ่นผักกาดหอมห่อด้วยสารละลายเบนซิลอะดีนีน ความเข้มข้น 10 ส่วนต่อล้าน ก่อนการเก็บเกี่ยว และนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลออาการใบเหลืองของผักกาดหอมห่อได้ เพราะสารนี้จะช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และเฉพาะกับผักกาดหอมห่อ สารชนิดนี้ยังให้ผลได้ดีเท่ากับการใช้ไคเนติน ซึ่งโดยปกติแล้วไคเนตินจะให้ผลดีกว่าสารละลายเบนซิลอะดีนีน (ดนัย 2531) ผลการศึกษายังพบว่า การใช้สารละลาย GA_3 10 ส่วนต่อล้าน ร่วมกับ Isopentenyladenine(IPA) 0.1 ส่วนต่อล้าน ฉีดพ่นผักกาดหอมห่อ 2 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวจะช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ(Salunkhe and Desai, 1984) และMedina et al(1983) ก็พบว่าการจุ่มผักกาดหอมห่อในสารละลายไคเนติน 8 ส่วนต่อล้าน นาน 30 วินาที แล้วห่อด้วยพลาสติกโพลีเอทธิลีนชนิดที่มีรูพรุนแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 18 วัน จะสามารถลดอัตราการเสื่อมคุณภาพลงได้ 3 วัน เมื่อเทียบกับจุ่มในน้ำกลั่น และยังมีการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณโปรตีนต่ำกว่าด้วย การใช้สารละลายแคลเซียม ความเข้มข้น 0.3 - 0.5 โมล หรือการใช้สารละลาย 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 - 1.0 มิลลิโมล จะช่วยทำให้เนื้อเยื่อของผักกาดหอมห่อแข็งแรงขึ้น ช่วยเพิ่มเอนไซม์ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส ซึ่งมีผลช่วยยับยั้งอาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน ซึ่งเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญอย่างหนึ่งของผักกาดหอมห่อ เนื่องจากเกิดการเพิ่มขึ้นของระดับสารประกอบพวกฟีนอล (Ke and Salviet ,1986 ; 1987) นอกจากนี้การรมผักกาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หอมห่อด้วยสารเคมีบางชนิดสามารถช่วยฆ่าแมลงพวกเพลี้ยไฟ (Myzus persicae) ซึ่งทำลายผักกาดหอมห่อได้ เช่น การรมด้วยอะซิตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ซึ่งจะไม่ทำความเสียหายแก่ผักกาดหอมห่อ (Stewart et al, 1980) หรือการรมด้วยเอทธิลฟอร์เมท(ethyl formate) ความเข้มข้น 0.5 - 0.9 เปอร์เซนต์ ในบรรยากาศที่มีความดัน 1 มิลลิเมตรปรอท นาน 1 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้เอทธิลฟอร์เมท ที่มีความเข้มข้นสูง ๆ แล้วจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผักกาดหอมห่อได้ (Stewart and Mon, 1985) การรมผักกาดหอมห่อด้วยสารเคมีเพื่อฆ่าเพลี้ยไฟ จะให้ผลดีเช่นเดียวกับการเก็บรักษาโดยการลดความดัน (hypobaric) ที่ความดัน 2.66 KPa (kilopascal) นาน 52 ชั่วโมง (Aharoni et al, 1986) ซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อที่ได้ผลดีวิธีหนึ่ง (Jamieson, 1981)

5. การเก็บรักษาที่เหมาะสม

การเก็บรักษาผลิตผลมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวให้ผลิตผลมีสภาพเหมือนปกติให้ได้นานที่สุด เพราะว่าผลิตผลหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีชีวิตและมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพทั้งภายในและภายนอก วิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมจะสามารถช่วยลดการสูญเสียได้ หรือบางครั้งถ้าผลิตผลมีปริมาณมากเกินความต้องการของตลาด ราคาของผลิตผลในช่วงนั้นจะต่ำ การเก็บรักษาผลิตผลไว้ระยะหนึ่งจะช่วยทำให้ผลิตผลมีราคาไม่ต่ำมากนัก และสามารถขายได้ราคาสูงขึ้น (ช.ณิฐศิริ 2526 สายชล 2528 ดนัย และนิธิยา 2533) สำหรับวิธีการเก็บรักษาที่นิยมใช้ เช่น

5.1 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

อุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะชะลอปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของขบวนการเมตาโบลิสม์ภายในเซลล์พืชให้ดำเนินช้าลง ชะลออัตราการหายใจ ชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์เนื่องจากมีการลดลงของระดับฮอร์โมนไซโตไคนินช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง (Lipton, 1987) ลดการสูญเสียวิตามินซี (Zepplin and Elevehjem, 1943) ลดอัตราการคายน้ำเนื่องจากสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะอุ้มน้ำได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ จึงมีการดึงน้ำจากผลิตผลออกสู่บรรยากาศข้างนอกน้อยลง (ดนัย 2531ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลดอัตราการเจริญและการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ลง โดยทั่วไปควรเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็งของผลิตผลเล็กน้อย ยกเว้นผลิตผลจากเขตร้อนอาจจะต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 10-15 องศาเซลเซียส เพราะว่าถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) หรือเกิดความเสียหายจากการที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing injury) ซึ่งสันนิษฐานว่าโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์และส่วนประกอบภายในเซลล์ที่เป็นไขมันและโปรตีนเกิดการแข็งตัวหรือหดตัว ทำให้การซึมผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ไม่ปกติ (กนกมณฑล 2526) ซึ่งจุดเยือกแข็งนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์พืช เช่น จุดเยือกแข็งของผักกาดหอมห่อนั้นจะอยู่ที่อุณหภูมิ -0.6 ถึง -0.3 องศาเซลเซียส และผักกาดหอมห่อนั้นยังเป็นพืชที่อ่อนแอต่อความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งมากที่สุดชนิดหนึ่ง สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อ ผลการศึกษาพบว่าถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซนต์ จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 2-4 สัปดาห์ (ช.ณิฐฐศิริ 2526 สายชล 2528 ดนัย และนิธิยา 2533 Thompson and Kelly, 1957 ; USDA, 1977 ;Iordachescu et al, 1978) ซึ่ง Boonyakiat et al (1986) ได้รายงานว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อพันธุ์ King Crown ที่อุณหภูมิ 6 - 8 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียของน้ำหนัก 1.54 เปอร์เซนต์ ในขณะที่อุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส สูญเสีย 5.6 เปอร์เซนต์ หลังจากที่เก็บรักษาไว้นาน 2 วัน การเก็บรักษาในที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมมากเกินไปจะส่งเสริมให้เกิดจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้านและสีของเส้นใบเปลี่ยนไป (USDA, 1977 ; Ryder, 1979)

5.2 การบรรจุหีบห่อระหว่างการเก็บรักษา

การบรรจุหีบห่อเป็นการใช้วัสดุสำหรับห่อหุ้มผลิตผลเพื่อลดการสูญเสียทางคุณภาพ และลดการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล ในปัจจุบันมีการใช้แผ่นพลาสติกเพื่อห่อผลิตผลกันมากขึ้น โดยแผ่นพลาสติกจะช่วยป้องกันและรักษาให้ผลิตผลอยู่ได้นาน โดยทั่วๆไปแล้วแผ่นพลาสติกจะช่วยทำให้เกิดสภาพแวดล้อมรอบ ๆผลิตผล (microclimate) ที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา (ดนัย และนิธิยา 2531) เช่น มีการสะสมของกาซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและลดกาซออกซิเจนลง มีผลทำให้อัตราการหายใจของผักกาดหอมห่อลดลง และบางครั้งยังป้องกันการเน่าเสียของผักกาดหอมห่อที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดจากเชื้อต่าง ๆ เช่น Sclerotinia sclerotiorum Stemphylium botryosum และ Bremia lactucae (Aharoni et al, 1981 ; Salunkhe and Desai, 1984) แผ่นพลาสติกที่นิยมใช้ห่อผลิตผลเช่น โพลีเอทธิลีน และโพลีไวนีลคลอไรด์ เป็นต้น

Benoit and Ceustermans (1978) ได้ศึกษาถึงวัสดุที่ใช้ห่อผักกาดหอมห่อพันธุ์ Mirandaพบว่าถ้าผักกาดหอมห่อเปียกน้ำ การห่อด้วยโพลีเอทธิลีนชนิดperforated จะมีคุณภาพดีกว่าการห่อด้วยโพลีเอทธิลีนชนิดloose แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าผักกาดหอมห่อไม่เปียกน้ำ การห่อด้วยชนิดloose จะมีคุณภาพดีกว่าชนิด perforated ซึ่งต่อมา Wang et al (1985) ได้ทำการทดลองพบว่า การห่อผักกาดหอมห่อพันธุ์Iceberg ด้วยโพลีเอทธิลีน ที่มีความหนา 0.032 มิลลิเมตร มีรูเล็กๆ 285 รูต่อตารางเซนติเมตร และที่มีความหนา 0.025 มิลลิเมตร มีรูเล็กๆ 112 รูต่อตารางเซนติเมตร พบว่ามีอาการสีของเส้นใบผักกาดหอมห่อเปลี่ยนไปต่ำที่สุด ส่วนชนิดที่มีความหนา 0.013 มิลลิเมตร และมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ หลังการขนส่งจากแคลิฟอร์เนียไปยังแมรี่แลนด์ ผักกาดหอมห่อที่ห่อด้วยโพลีเอทธิลีนจะมีจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน และมีอาการสีของเส้นใบเปลี่ยนไปเกิดขึ้นน้อย และมีเปอร์เซนต์น้ำหนักที่ขายได้(salable weight) มากกว่าพวกที่ไม่ได้ห่อ และถ้าห่อด้วยโพลีเอทธิลีนที่มีความหนา 0.06 มิลลิเมตรขนาด 30 x 40 เซนติเมตร มีรู 0.5 x 0.75 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ผิว และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ หรือที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ ผักกาดหอมห่อยังคงมีคุณภาพที่ดีอยู่มากกว่า 70 เปอร์เซนต์ของทั้งหมด (Midon and Lam, 1986) ซึ่ง Boonyakiat et al (1986) ได้รายงานผลการใช้โพลีเอทธิลีนห่อผักกาดหอมห่อพันธุ์ King Crown เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ห่อ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนัก 3.13 เปอร์เซนต์ และ 6.35 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

สำหรับแผ่นพลาสติกโพลีไวนีลคลอไรด์นั้นมีคุณสมบัติที่จะยืดหรือหดได้ทุกทาง กาซและไอน้ำสามารถระเหยผ่านได้ จึงมีคุณสมบัติที่ดีกว่า LDPE โพลีไวนีลคลอไรด์บางชนิดสามารถขึงให้ตึง และบางชนิดก็สามารถหดตัวได้ถึง 30-50 เปอร์เซนต์ เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ทำให้แนบสนิทกับผลผลิตได้ (สายชล 2528 ดนัย และนิธิยา 2533)

การศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้แผ่นพลาสติกโพลีไวนีลคลอไรด์และโพลีเอทธิลีน โดย Boonyakiat et al (1986) พบว่าการใช้โพลีไวนีลคลอไรด์ห่อผักกาดหอมห่อพันธุ์ King Crown จะมีน้ำหนักสูญเสีย 1.24 เปอร์เซนต์เปรียบเทียบกับห่อด้วยโพลีเอทธิลีนจะสูญเสีย 3.13 เปอร์เซนต์ และไม่ได้ห่อจะสูญเสีย 6.35 เปอร์เซนต์ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ซึ่ง Wiberg (1987) ก็พบว่าการห่อด้วยโพลีไวนีลคลอไรด์ จะมีน้ำหนักสูญเสียต่ำกว่าการห่อด้วยโพลีเอทธิลีน และที่ไม่ได้ห่อมีการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 14 เปอร์-เซนต์ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์ ดังนั้นการห่อผักกาดหอมห่อด้วยแผ่นพลาสติกจึงทำให้มีคุณภาพดีกว่าที่ไม่ได้ห่อ (de Maaker, 1984)

5.3 การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศ

การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศ เป็นการเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของกาซในบรรยากาศให้แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ โดยการทำให้กาซออกซิเจนลดลง และเพิ่มกาซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น มีผลทำให้อัตราการหายใจของผักและผลไม้ลดลง ขบวนการเมตาบอลิสม์ภายในเซลล์เกิดช้าลง ลดการสังเคราะห์และการทำงานของเอทธิลีน รวมทั้งยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้นานขึ้น ซึ่งนิยมใช้ร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ (กนกมณฑล 2526 ช.ณัฐศิริ 2526 สายชล 2528 ดนัย และนิธิยา 2533)

สำหรับการศึกษาประโยชน์ของการเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศ ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลพืชสวน Siriphanich (1984) สรุปไว้ว่าการศึกษาในช่วงแรก ๆ จะเป็นการศึกษาในรูปแบบกว้างๆผลิตผลบางชนิดก็มีความเหมาะสมในการเก็บรักษาด้วยวิธีนี้ เช่น กะหล่ำดอก กระเทียมต้น กะหล่ำปลี และ กะหล่ำดาว เป็นต้น แต่ผลิตผลบางชนิดก็ไม่มีความเหมาะสม เช่น หอม celeriac และ winter carrot เป็นต้น เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ถึง 1 องศาเซลเซียส จะให้ผลที่ดีกว่า (Pelleboer, 1984) ต่อมาได้มีการศึกษาเฉพาะเจาะจงขึ้นเพื่อที่ให้เข้าใจเกี่ยวกับชีวเคมีพื้นฐานและสรีรวิทยาของผลิตผล ซึ่งสัมพันธ์กับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับของกาซในบรรยากาศ เช่น ในสภาพบรรยากาศที่มีกาซคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ หรือกาซออกซิเจนต่ำๆไม่สามารถยับยั้งอาการเส้นใบเป็นสีชมพูของผักกาดหอมห่อได้ โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำจะชักนำให้เกิดอาการดังกล่าวเพิ่มขึ้น และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะไวต่อความเสียหายเนื่องจากเอทธิลีน เพราะจะชักนำให้เกิดอาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน(Ryall and Lipton, 1972) แต่สามารถยับยั้งได้โดยการใช้สภาพบรรยากาศที่มีกาซออกซิเจน 2 ถึง 6 เปอร์เซนต์ และกาซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซนต์ (สายชล 2528) กาซออกซิเจน 3 ถึง 5 เปอร์เซนต์ และกาซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซนต์ (Stewart and Vota, 1971) กาซออกซิเจน 1 ถึง 8 เปอร์เซนต์ และกาซคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ (USDA, 1977) แต่กาซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ๆ ก็ทำให้เกิดความเสียหายอย่างอื่น (สายชล 2528) เช่น เป็นแผลสีน้ำตาลบริเวณเส้นกลางใบใกล้ฐานใบ และอาการตายของใบ (Stewart and Vota, 1971) ผลการศึกษาพบว่ามีความเสียหายของผักกาดหอมห่อเกิดขึ้นเนื่องจากกาซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงๆ เช่นการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (Siripanich, 1984) หรือ คาร์บอนไดออกไซด์ 7.5 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวในตอนเช้า (Forney and Austin, 1986)

Singh et al (1972a และ 1972b)ได้ทำการศึกษาผลของการเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศร่วมกับการแช่ด้วยสารเคมีและการห่อด้วยโพลีเอทธิลีน ต่อคุณภาพ อัตราการหายใจ และส่วนประกอบทางเคมีของผักกาดหอมห่อ พบว่า ในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจน 2.5 เปอร์เซนต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 2.5 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 1.6 องศาเซลเซียส เป็นสภาพที่ดีที่สุด สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 40 วัน แต่ถ้ามีออกซิเจน 1.0 เปอร์เซนต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิ 1.6 องศาเซลเซียส ใบบริเวณด้านในจะอ่อนแอต่อความเสียหายเนื่องจากมีออกซิเจนต่ำ ส่วนการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจน 2.5 เปอร์เซนต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 2.5 เปอร์เซนต์ ร่วมกับ Captan[(N-trichloromethylthio)-4-cyclohexane-1,2-dicarborimide] 1000 ส่วนต่อล้าน Phaltan(N-tri-chloromethylthiopthalimide) 1000 ส่วนต่อล้าน Mycostatin(3-Amino-3,6-dideoxyl-D

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

-aldohexose) 400 ส่วนต่อล้าน N^6-benzyladenine (N^6-BA) 20 ส่วนต่อล้าน Captan 1000 ส่วนต่อล้าน ร่วมกับ N^6-BA 20 ส่วนต่อล้าน Phaltan 1000 ส่วนต่อล้าน ร่วมกับ N^6-BA 20 ส่วนต่อล้าน และ Mycostatin 400 ส่วนต่อล้าน ร่วมกับ N^6-BA 20 ส่วนต่อล้าน เป็นเวลานาน 40 วัน พบว่าการแช่ด้วย Phaltan และ Phaltan ร่วมกับ N^6-benzyl-adenine ผักกาดหอมห่อจะมีคุณภาพดีที่สุด การใช้ N^6-benzyladenine อย่างเดียวมีผลเสียต่อคุณภาพเมื่อเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศที่อุณหภูมิ 1.6 องศาเซลเซียส

ผลของการเก็บรักษาโดยวิธีควบคุมบรรยากาศร่วมกับการแช่ด้วยสารเคมีต่อการเปลี่ยน-แปลงทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมห่อ เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่บรรยากาศปกติอุณหภูมิ 1.6 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศ นั้นพบว่า การเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศมีอัตราการหายใจต่ำในช่วงเวลาที่เก็บรักษาไว้นาน 15 30 45 และ 60 วัน ส่วนการแช่ด้วยPhaltan หรือร่วมกับการห่อด้วยโพลีเอทธิลีนก่อนที่จะเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศ มีอัตราการหายใจสูงกว่าและมีคุณภาพต่ำกว่าการเก็บรักษาโดยไม่แช่สารเคมี หรือห่อด้วยโพลีเอทธิลีน และการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 1.6 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Singh et al (1972b) ก็ยังได้ศึกษาผลของการเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศที่มีออกซิเจน 2.5 เปอร์เซนต์ และ คาร์บอนไดออกไซด์ 2.5 เปอร์เซนต์ ร่วมกับการแช่ด้วย Phaltan และห่อด้วยโพลีเอทธิลีนต่อระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ กรดอินทรีย์ น้ำตาลรีดิวซิงส์ (reducing sugar) น้ำตาลทั้งหมด แป้ง กรดอะมิโน โปรตีนที่ละลายน้ำได้ โปรตีนทั้งหมด คลอโรฟิลล์ และ แคโรทีนอยด์ พบว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อที่อุณหภูมิต่ำ จะมีกรดอินทรีย์ต่ำกว่าการเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศทั้งที่ห่อและไม่ห่อด้วยโพลีเอทธิลีน ที่เก็บรักษาไว้นาน 15 30 และ 45 วัน อย่างไรก็ตามหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 60 วันแล้ว ผักกาดหอมห่อที่ห่อด้วยโพลีเอทธิลีนมีปริมาณกรดอินทรีย์มากกว่าที่ไม่ห่อถึง 5 เปอร์เซนต์ และมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สภาพบรรยากาศปกติถึง 6 เปอร์เซนต์ ถึงแม้ว่าปริมาณแป้งและน้ำตาลทั้งหมดในทุกๆ สภาพการเก็บรักษาจะลดลง แต่ผักกาดหอมห่อที่เก็บรักษาโดยการควบคุมบรรยากาศทั้งที่ห่อและไม่ห่อด้วยโพลีเอทธิลีนจะมีปริมาณแป้งและน้ำตาลทั้งหมดมากกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ปริมาณของโปรตีนทั้งหมด (ปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของไนโตรเจนทั้งหมด X 6.25)จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนการแช่ด้วยPhaltan จะทำให้มีปริมาณของโปรตีนที่ละลายน้ำได้สูง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 45 วัน จะเริ่มมีการเน่าเสีย การเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศทั้งที่ห่อและไม่ห่อด้วยโพลีเอทธิลีน ผักกาดหอมห่อยังคงมีปริมาณของคลอโรฟิลล์มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและสภาพบรรยากาศปกติ แต่พบว่าผักกาดหอมห่อที่แช่ด้วย Phaltan จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด และถึงแม้ว่าปริมาณของแคโรทีนจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในการเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมบรรยากาศทั้งที่ห่อและไม่ห่อด้วยโพลีเอทธิลีน จะมีปริมาณแคโรทีนมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและบรรยากาศปกติถึง 10 เปอร์เซนต์ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 60 และ 75 วัน เนื่องจากมีการทำงานของเอนไซม์ไลโพซิเดส (lipoxidase) ต่ำ Dauple et al (1982) ก็ได้รายงานว่า ถ้าทำการลดอุณหภูมิก่อนเก็บรักษาโดยวิธีลดความดันร่วมกับการห่อด้วยโพลีเอทธิลีน และเก็บรักษาโดยวิธีการควบคุมสภาพบรรยากาศที่มีกาซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 2 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาผักกาดหอมห่อได้นาน 28-42 วัน ซึ่งเป็นระบบของการเก็บรักษาที่เรียกว่า Codiprac เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาในตลาดศูนย์กลางหรือการขนส่งที่ยาวนานภายใต้สภาพที่เย็นจัด และพัฒนามาจากระบบ French Prac ซึ่งเป็นระบบที่ทำการลดอุณหภูมิโดยวิธีการลดความดัน ร่วมกับการเก็บรักษาโดยการควบคุมบรรยากาศภายใต้ส่วนประกอบของบรรยากาศที่เหมาะสม สภาพการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อที่เหมาะสมนั้นจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซนต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซนต์ และอาจร่วมกับคาร์บอนมอนอกไซด์ 2 ถึง 3 เปอร์เซนต์ ซึ่งบางครั้งจะใช้ในทางการค้า (สายชล 2528 ตนัย และนิธิยา 2531 และ Kader et al 1985)

5.4 การเก็บรักษาแบบลดความดัน (Hypobaric)

การลดความดันของบรรยากาศให้ต่ำลงโดยดูดอากาศบางส่วนออก จะทำให้ความดันย่อยของกาซแต่ละชนิดลดลงด้วยโดยเฉพาะความดันย่อยของกาซออกซิเจน ซึ่งจะทำให้ปริมาณของกาซออกซิเจนน้อยลง มีผลทำให้การสังเคราะห์กาซเอทธิลีนลดลง และความดันต่ำยังทำให้มีการแลกเปลี่ยนกาซระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ได้เร็วขึ้น เพราะในเซลล์มีกาซคาร์บอนไดออกไซด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่เกิดจากการหายใจ ทำให้กาซดังกล่าวที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ แพร่กระจายออกสู่ภายนอกได้เร็วขึ้น แต่อาจมีปัญหาการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพราะการลดความดันจะทำให้ความดันย่อยของไอน้ำลดลงด้วย ดังนั้นจะต้องทำให้มีความชื้นสูงอยู่เสมอ ซึ่งอาจทำโดยการฉีดพ่นละอองน้ำเข้าไปหรือปั๊มอากาศผ่านน้ำอุ่นก่อนเข้าสู่ระบบการลดความดัน การเก็บรักษาโดยวิธีการลดความดันจะช่วยลดอาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้านของผักกาดหอมห่อได้ ผลการทดลองเก็บรักษากะหล่ำดอก กะหล่ำปม พาร์สเลย์ และผักกาดหอมห่อ ที่ความดัน 76 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 2 - 3 องศาเซลเซียส พบว่าการเสื่อมคุณภาพของพาร์สเลย์ และใบชั้นนอกของกะหล่ำดอก เกิดช้าลง แต่ไม่มีผลกับผักกาดหอมห่อ (ดนัย และนิธิยา 2533)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved