

# ข้อมูลการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ผักกาดหอมห่อ



## 17. ผักกาดหอมห่อ



ภาพที่ 17.1 ผักกาดหอมห่อ

ชื่อสามัญ

ผักกาดหอมห่อ (crisphead lettuce, head lettuce, iceberg)

ชื่อวิทยาศาสตร์

*Lactuca sativa* var. *capitata*

### ลักษณะและสายพันธุ์

ลักษณะของผักกาดหอมห่อชนิดห่อหัวแข็งและแน่น (Crisphead) ในบางครั้งเรียก head lettuce หรือ iceberg type (ผักกาดหอมห่อ/สลัดแก้ว/สลัดปลี) มีลักษณะใบหนาและกรอบ เห็นเส้นกลางใบชัดเจน ใบด้านในมีสีเหลืองปนขาวและด้านนอกมีสีเขียวเข้ม ผักกาดหอมชนิดนี้เป็นที่นิยมบริโภคกันมากและปลูกเป็นการค้ามากเพราะสามารถขนส่งได้สะดวก สายพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ Fame, Great lake และ New York (Ryder, 1979)

ดัชนีเก็บเกี่ยว

(Harvesting index)

ควรเก็บเกี่ยวผักกาดหอมเมื่อมีความแก่เหมาะสม โดยทั่วไปใช้ **ขนาดและความแน่นของการห่อหัว** เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว ผักกาดหอมห่อที่คุณภาพดีต้องมีขนาดตามความต้องการ การห่อหัวไม่แน่นจนเกินไป หากเข้าหัวแน่นเกินไปจะเก็บรักษาได้ไม่นานเท่ากับที่ห่อหัวแน่นพอดี (ผักกาดหอมห่อที่ห่อหัวแน่นพอดีนั้นเมื่อผ่าหัวตามยาวการเรียงตัวของใบจะต้องไม่ชิดเกินไป ในแต่ละใบจะมีช่องว่างระหว่างกันเล็กน้อย หากเรียงชิดกันแน่นเหมือนกะหล่ำปลีแสดงว่าแก่เกินไป) นอกจากนั้นผักกาดหอมห่อที่แก่เกินไปมีใบเหนียว มีปริมาณยางมาก และมีรสขม โดยดัชนีการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อมีวิธีการตรวจสอบ คือ เมื่อใช้

น้ำรดลงไปทั่ว (ภาพที่ 17.2) จะยุบลงไปเล็กน้อยและเมื่อปล่อยนิ้วบริเวณที่ยุบลงไปจะกลับคืนเหมือนเดิม (दन्य, 2558; ดन्य และนิธิยา, 2564)



**ภาพที่ 17.2** การตรวจสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อ โดยการกดดูความแน่นที่หัว

ที่มา: ดนัย และนิธิยา (2564)

#### ดัชนีคุณภาพ (Quality index)

##### - ข้อกำหนดเรื่องคุณภาพ

ข้อกำหนดขั้นต่ำของผักกาดหอมห่อ (दन्य, 2558)

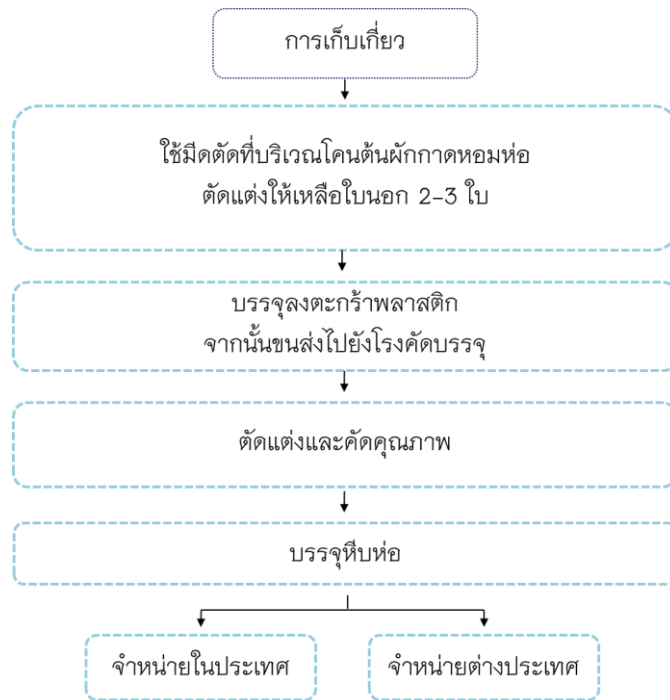
- 1) เป็นผักกาดหอมห่อทั้งหัว
- 2) สด
- 3) สะอาด
- 4) มีใบนอก 2-3 ใบ
- 5) รูปร่างและสีตรงตามพันธุ์ ห่อหัวแน่นพอดี ไม่หลวมหรือแน่นจนเกินไป

##### - การจัดชั้นคุณภาพ

ผักกาดหอมห่อแบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้ (दन्य, 2558)

- 1) **ชั้นหนึ่ง (class I)** ผักกาดหอมห่อหัวมีน้ำหนัก 400 กรัมขึ้นไป เส้นผ่าศูนย์กลาง 15-20 เซนติเมตร ตำหนิที่เกิดจากแมลงได้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์
- 2) **ชั้นสอง (class II)** ผักกาดหอมห่อหัวมีน้ำหนัก 300-399 กรัมขึ้นไป เส้นผ่าศูนย์กลาง 12-18 เซนติเมตร มีตำหนิที่เกิดจากแมลงได้ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์
- 3) **ชั้นสาม (class III)** ผักกาดหอมห่อหัวมีน้ำหนัก 200-299 กรัมขึ้นไป เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร มีตำหนิที่เกิดจากแมลงได้ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

## การเก็บเกี่ยวและกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว



การเก็บเกี่ยวและกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อมีดังนี้ (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2545; ดนัย, 2558)

### 1) การเก็บเกี่ยว

- 1.1) เก็บเกี่ยวช่วงเวลา 06.00–09.00 นาฬิกา
- 1.2) ใช้มีดตัดที่บริเวณโคนต้นใกล้ผิวดิน วางในแปลงปลูกโดยไม่ให้ผักกาดหอมห่อสัมผัสดินโดยตรง (दनัย และนิธิยา, 2564)
- 1.3) นำส่วนที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือมีคุณภาพที่ไม่เป็นไปตามคุณภาพขั้นต่ำออก ตัดแต่งให้เหลือใบนอก 2-3 ใบเพื่อป้องกันการเสียหายขณะขนส่ง
- 1.4) หากเปื้อนดินหรือสิ่งปนปรกใช้ผ้าเปียกเช็ดคราบออก หากผักกาดหอมห่อเปียกน้ำ ปล่อยให้แห้งก่อนที่บรรจุหรือจัดเรียงลงในภาชนะ
- 1.5) คัดแยกชั้นคุณภาพ
- 1.6) บรรจุลงภาชนะบรรจุ (ภาพที่ 17.3) จากนั้นขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุทันที



ภาพที่ 17.3 ภาพขณะที่ใช้บรรจุผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกไปยังโรงคัดบรรจุ

ที่มา: ดนัย และนิธิยา (2564)

## 2) การตัดแต่งและคัดคุณภาพ

- 2.1) การตรวจสอบคุณภาพผักกาดหอมห่อที่บรรจุถุงพร้อมจำหน่ายแล้ว หากพบตำหนิ หัก ซ้ำ ให้ตัดแต่งออก
- 2.2) ในกรณีที่ยังไม่ได้บรรจุลงถุงใช้หลักการข้อ 2.1 ในการจัดการ และอาจตัดโคนต้นออกให้ดูสด

## 3) การบรรจุและการขนส่ง

ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกแบบแยกหัว แล้วบรรจุลงในกล่องโฟม/กล่องกระดาษ หรือบรรจุลงถุงพลาสติก จากนั้นขนส่งเพื่อจำหน่ายโดยใช้รถห้องเย็น

## ข้อกำหนดในการจัดเรียงและบรรจุภัณฑ์

ผักกาดหอมห่อในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องเป็นผักกาดหอมห่อพันธุ์เดียวกัน ชั้นคุณภาพเหมือนกัน และมีคุณภาพสม่ำเสมอ (ดนัย, 2558) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการบรรจุเพื่อจำหน่ายในและต่างประเทศ มีดังนี้ (กรมการค้าภายใน, 2560)

### 1) การส่งขายในประเทศ

- 1.1) บรรจุลงถุงพลาสติก
- 1.1) ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกแบบแยกหัว แล้วบรรจุลงในกล่องโฟมหรือกล่องกระดาษ
- 1.2) บรรจุลงถุงพลาสติก โดยบรรจุน้ำหนัก 5 หรือ 10 กิโลกรัม

### 2) การส่งออกต่างประเทศ

- 2.1) ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกแบบแยกหัว แล้วบรรจุลงในกล่องโฟมหรือกล่องกระดาษ

2.2) ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกแบบแยกหัว แล้วบรรจุในกล่องกระดาษ โดยบรรจุน้ำหนัก 10 หรือ 20 กิโลกรัม



ภาพที่ 17.4 การห่อผักกาดหอมห่อด้วยฟิล์มพลาสติกแบบแยกหัวแล้วบรรจุในกล่องกระดาษ

ที่มา: กรมการค้าภายใน (2560)

เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิ  
ผลิตผลที่เหมาะสม  
(Precooling technology)

การลดอุณหภูมิต่างรวดเร็วของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว ก่อนการเก็บรักษาเป็นการดึงความร้อนที่สะสมอยู่ในผลิตผล จากแปลงปลูกระหว่างการเก็บเกี่ยว ช่วยลดอัตราการคายน้ำ รักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, มปป) โดยวิธีการลดอุณหภูมิของผักกาดหอมห่อ ที่นิยมใช้ ได้แก่

1) การลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) สามารถปฏิบัติได้หลายวิธี คือ tunnel cooler และ serpentine cooler โดยวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด คือ tunnel cooler เป็นการดันอากาศผ่านผักที่อยู่ในภาชนะบรรจุ โดยวางภาชนะบรรจุที่มีผักสองแถว เว้นช่องว่างระหว่างแถว ที่ผนังมีพัดลมดูดอากาศ ใช้ผ้าใบหรือพลาสติกปิดด้านบนของช่องว่างตรงกลางลงมาถึงพื้นด้านหน้า พัดลมดูดอากาศจะดึงอากาศในช่องว่างตรงกลางออกไปทำให้อากาศเย็นเคลื่อนที่มาแทน ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลง วิธีการนี้สามารถลดอุณหภูมิได้ครั้งละมากๆ โดยไม่ต้องจัดการอุณหภูมิผักในภาชนะ โดยคณัย (2548) ได้ทดลองลดอุณหภูมิผักกาดหอมห่อ โดยใช้อุณหภูมิของอากาศ  $-2$  ถึง  $2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90–100 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของผักกาดหอมมีอุณหภูมิ 16.9–20.6 องศาเซลเซียส พบว่า ค่า half cooling time ของ

ผักกาดหอมห่อมีค่าเท่ากับ 62 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่าผักกาดหอมห่อที่ผ่านการลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็นมีอายุการเก็บรักษานาน 14 วัน ซึ่งนานกว่าที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิที่มีอายุการเก็บรักษาเพียง 8 วัน

**2) การลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ (vacuum cooling)** วิธีนี้เป็นการลดอุณหภูมิที่รวดเร็วและสม่ำเสมอที่สุด และนิยมใช้กับผักใบต่างๆ โดยเฉพาะผักกาดหอมห่อ โดยผลิตผลจะเย็นลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับการลดอุณหภูมิโดยวิธีการอื่นๆ ซึ่งกระบวนการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศนี้เป็นการลดอุณหภูมิภายใต้สภาพที่มีความดันต่ำโดยดูดอากาศออกจากห้องลดอุณหภูมิ เมื่อความดันบรรยากาศลดต่ำลงแล้วน้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอโดยใช้ความร้อนจากตัวของผลิตผลเอง ทำให้อุณหภูมิจึงของผลิตผลต่ำลง วิธีการนี้เหมาะกับผักบรีโกลด์ใบเนื่องจากมีพื้นที่ผิวมาก สามารถคายความร้อนออกไปได้มาก ซึ่งปริมาณของน้ำที่ระเหยจะเร็วกว่าวิธีลดอุณหภูมิแบบอื่นถึง 200 เท่า การลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้ผลิตผลจะสูญเสียน้ำประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ต่ออุณหภูมิที่ลดลงทุกๆ 6 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงจะทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำมากขึ้น (นิธิยา และदनัย, 2548) โดยการลดอุณหภูมิของผักกาดหอมห่อด้วยระบบสุญญากาศ دنัย (2558) ลดอุณหภูมิของผักกาดหอมห่อให้เหลือ 2-4 องศาเซลเซียส กำหนดพารามิเตอร์ คือ ตั้งค่าความดันสุดท้ายในห้องลดอุณหภูมิ (final pressure) 6 มิลลิบาร์ และกำหนดระยะเวลาที่ใช้ภายใต้ความดัน (holding time) 20 นาที โดยผักมีอุณหภูมิเริ่มต้น 21-25 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถยืดอายุการวางจำหน่ายผักกาดหอมห่อได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Zheng and Sun (2006) ลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศผักกาดหอมห่อจาก 25 องศาเซลเซียสเป็น 1 องศาเซลเซียส พบว่า ใช้เวลาทั้งหมดน้อยกว่า 30 นาที และนำผักกาดหอมห่อไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถยืดอายุการวางจำหน่ายผักกาดหอมห่อได้นาน

ถึง 14 วัน ในขณะที่ผักกาดหอมห่อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการวางจำหน่ายเพียง 3-5 วัน นอกจากการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศของผักกาดหอมห่อทั้งหัวแล้วได้มีการนำมาใช้กับผักกาดหอมห่อตัดแต่งพร้อมบริโภคอีกด้วย โดยพิชญา และคณะ (2562) ศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศสำหรับผักกาดหอมห่อตัดแต่งพร้อมบริโภคตลอดจนอายุการเก็บรักษา โดยผักมีอุณหภูมิเริ่มต้น 22-25 องศาเซลเซียส ลดอุณหภูมิให้ได้อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ  $4\pm 1$  องศาเซลเซียส พบว่า พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของผักกาดหอมห่อตัดแต่งพร้อมบริโภค คือ กำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่ใช้ภายใต้ความดันเป็นระยะเวลา 5 นาที ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ สามารถลดอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิต่ำสุดได้ตามที่กำหนดใช้เวลาในการลดอุณหภูมิล้นที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และมีการใช้พลังงานต่ำที่สุด ซึ่งการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศนี้ถึงแม้มีต้นทุนในการลงทุนที่สูงกว่าการลดอุณหภูมิโดยวิธีอื่น แต่การลดอุณหภูมิในแต่ละครั้งมีค่าไฟและต้นทุนต่ำกว่าวิธีการอื่น เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิของผลิตผลได้ปริมาณมากต่อครั้ง โดยใช้เวลาในการลดอุณหภูมิล้น ส่งผลให้ประหยัดพลังงาน และยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (McDonald and Sun, 2000)

## การเก็บรักษา

- 1) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพลดกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ และชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาให้เกิดช้าลง (นิธิยา และदनัย, 2548) โดยदनัย (2558) เก็บรักษาผักกาดหอมห่อที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 98-100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถเก็บรักษาผักกาดหอมห่อได้นาน 2-3 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของกฤษติยา (2552) เก็บรักษาผักกาดหอมห่อที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาผักกาดหอมห่อได้นาน 3-4 สัปดาห์



2) **การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์** บรรจุภัณฑ์นอกจากมีหน้าที่บรรจุอาหารแล้วทำหน้าที่ชะลอการเสื่อมคุณภาพ ลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และรักษาคุณภาพ โดยการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์จะถูกดัดแปลงไปเพื่อควบคุมการหายใจและเมแทบอลิซึมของผลผลิตให้เหมาะสม โดยทั่วไปวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ควรมีคุณสมบัติในการให้แก๊สผ่านเข้าออกได้พอที่ผลผลิตใช้ในการหายใจแบบใช้ออกซิเจนในระดับต่ำที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ (จริงแท้, 2549) เมื่อนำผลผลิตบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะช่วยรักษาคุณภาพและมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น แม้บรรจุภัณฑ์จะไม่ได้ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้นก็ตาม (นิธิยา และदनัย, 2548)

3) **บรรจุภัณฑ์แอ็กทีฟ (Active Packaging)** สามารถรักษาคุณภาพผลผลิตให้คงเดิม และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ ซึ่งบรรจุภัณฑ์แอ็กทีฟทำหน้าที่ควบคุมองค์ประกอบของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ โดยการยอมหรือการสกัดกั้นการแพร่ของแก๊สให้มีความเหมาะสม โดยทั่วไปประกอบด้วยแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิดละ 2-10 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ 90-99 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพได้ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มปป) โดยพิชญ์ และคณะ (2562) รายงานว่า ผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แอ็กทีฟและบรรจุภัณฑ์พลาสติกพอลิโพรพิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส พบว่า ผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แอ็กทีฟมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าการบรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกพอลิโพรพิลีน นอกจากนี้ที่กล่าวไปแล้วการบรรจุในบรรจุภัณฑ์แอ็กทีฟที่นิยมใช้มีหลายวิธี ได้แก่ การใช้วัตถุดูดกลิ่น การใช้วัตถุปลดปล่อยสารการดูดซับ รวมถึงการบรรจุภายใต้บรรยากาศแก๊ส โดยการบรรจุภายใต้บรรยากาศแก๊ส หมายถึง การบรรจุผลผลิตให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของแก๊สชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด

และอัตราส่วนของแก๊สชนิดต่างๆ นั้นจะแตกต่างกันไปจากอัตราส่วนที่พบในบรรยากาศปกติ โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้ (งามทิพย์, 2550)

**3.1) Controlled Atmosphere Packaging (CAP)** หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สชนิดต่างๆ ที่แตกต่างกันไปจากบรรยากาศปกติ และอัตราส่วนนี้จะคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา

**3.2) Modified Atmosphere Packaging (MAP)** หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สที่แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ โดยบรรยากาศมีระดับแก๊สออกซิเจนต่ำ ระดับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้นสูง (Gorny, 2003) การบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปลง เช่น การบรรจุในถุงปิดสนิทส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนลดลงเนื่องจากถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ และมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จากการหายใจ (Burton, 1991) การเก็บรักษาในสภาพดังกล่าว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ให้เกิดช้าลง ลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาาระหว่างการเก็บรักษา และสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (El-Goorani and Sommer, 1981) นอกจากนี้พบว่าภายใต้สภาพที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase (POD), phenylalanine ammonia lyase (PAL) และการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลลดลง จึงสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Lopez-Galvez *et al.* (1996) เก็บรักษาผักกาดหอมห่อหุ้มขึ้นได้นาน 12 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยมีแก๊สออกซิเจน 3 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถลดหรือป้องกันการเกิดสีน้ำตาลบริเวณแผ่นใบ ขอบใบ เส้นกลางใบได้ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผักกาดหอมห่อได้

- อุณหภูมิที่เหมาะสม

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อ คือ 0 องศาเซลเซียส (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2545; ดนัย, 2558; พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, มปป)

- ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม

ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อ คือ 98-100 เปอร์เซ็นต์ (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2545; ดนัย, 2558; พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, มปป)

- อัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลิตผลเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาเนื่องจากปัจจัยภายใน ได้แก่ ระยะเวลาเจริญเติบโต พันธุกรรม สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการหายใจ และรูปร่างลักษณะของผลิตผล ตลอดจนปัจจัยภายนอกที่มีผลต่ออัตราการหายใจ ได้แก่ องค์ประกอบของบรรยากาศ ความเครียด และอุณหภูมิ (หากมีอุณหภูมิสูงจะเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้เกิดขึ้นเร็วขึ้น เช่น การคายน้ำ การหายใจ การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์เอทิลีน) ซึ่งสามารถควบคุมให้เหมาะสมกับผลิตผลได้ (จริงแท้, 2549; ดนัย, 2556) โดยอัตราการหายใจของผักกาดหอมห่อที่อุณหภูมิต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้ (Cantwell and Suslow, 2002)

1) ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจ 3-8 มิลลิลิตรของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง

2) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจ 6-10 มิลลิลิตรของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง

3) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจ 11-20 มิลลิลิตรของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง

4) ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจ 16-23 มิลลิลิตรของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง

5) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจ 25-30 มิลลิลิตรของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง

- การผลิตเอทิลีน

การผลิตเอทิลีนของผักกาดหอมห่อ <0.1 ไมโครลิตรเอทิลีนต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (Cantwell and Suslow, 2002)

- การตอบสนองต่อเอทิลีน

ไม่มีการรายงาน

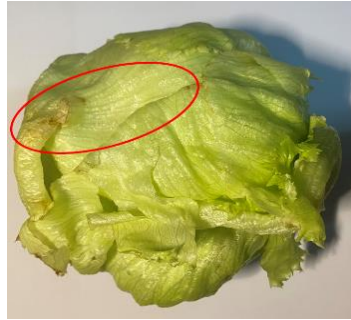
## การลดสารพิษตกค้าง

ในปัจจุบันเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี Near infrared spectroscopy (NIRS) เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและเป็นเทคนิคที่ใช้คลื่นแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 700–2500 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ระหว่างคลื่นไมโครเวฟและคลื่นแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นำมาใช้ตรวจสอบคุณภาพของตัวอย่างโดยไม่ทำลาย (Non-destructive technology) โดยเทคนิคนี้ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบ ลดการใช้สารเคมีในการตรวจวิเคราะห์ และลดต้นทุนการผลิต (Osborne *et al.*, 1993; Williams and Norris, 2001) ซึ่งสอดคล้อง กับงานทดลองของ ปาริชาติ และคณะ (2554) ศึกษาและพัฒนาการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผักกาดหอม พบว่า การใช้เทคนิค NIRS สามารถใช้ตรวจหาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในผักกาดหอมได้ โดยมีความแม่นยำค่อนข้างสูง โดยใช้ความคลื่นยาว 1100–2500 นาโนเมตร (Theanjumol *et al.*, 2011)

## ความเสียหาย

### - ความเสียหายทางกล

การสูญเสียที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อ ส่วนใหญ่เกิดในระหว่างการเคลื่อนที่ในโซ่อุปทานเกิดจากสาเหตุทางกล 32.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้แก่ การหัก การชำ และการเกิดบาดแผล นอกจากนี้ความเสียหายจากการบรรจุที่มากเกินไป ในภาชนะบรรจุจนทำให้ล้นกล่องหรือการบรรจุในภาชนะที่ล้นเกินไปทำให้ผักที่อยู่ด้านล่างรองรับน้ำหนักของผักที่อยู่ด้านบนยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหายได้ การป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นในผักกาดหอมห่อ ได้แก่ การบรรจุลงในภาชนะควรบรรจุให้เต็มพอดีไม่หลวมหรือแน่นเกินไปเพราะทำให้ผักกาดหอมห่อเคลื่อนไปมาที่ระหว่างการขนส่ง การทำให้ผักไม่เคลื่อนที่ในภาชนะที่บรรจุ ได้แก่ การใช้กระดาษหรือพลาสติกห่อผักกาดหอมห่อก่อนบรรจุลงในภาชนะ การนำลงในถาดหลุม และการใช้กระดาษหรือฟองน้ำบุด้านข้างและรองด้านล่างของภาชนะ (दनय, 2558; ดนย และคณะ, 2553)



ภาพที่ 17.5 การสูญเสียของผักกาดหอมห่อเนื่องจากการหักของใบจนทำให้เกิดบาดแผล

ที่มา: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (2564)

#### - ความเสียหายจากโรค

ความเสียหายจากโรคของผักกาดหอมห่อหลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่เกิดจากการเน่า โดยเชื้อเข้าทำลายทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวลง ส่งผลให้นิ่มและ โดยการเข้าทำลายของโรคมี่ดังนี้ (Ryall and Lipton, 1972)

##### 1) โรคเน่าและจากแบคทีเรีย (bacterial soft rot) เชื้อสาเหตุ

*Erwinia carotovora* หรือ *Pseudomonas* spp.

ลักษณะอาการ เริ่มจากขอบใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและนิ่มและต่อมาขยายเข้าถึงเส้นกลางใบซึ่งจะเห็นจุดสีน้ำตาลปนเหลือง เส้นใบเป็นสีน้ำตาลปนแดง ตรงกลางแผลมีลักษณะเปียกและแฉะสีน้ำตาล

##### 2) โรคราน้ำค้าง (downy mildew) เชื้อราสาเหตุ *Bremia lactucae*

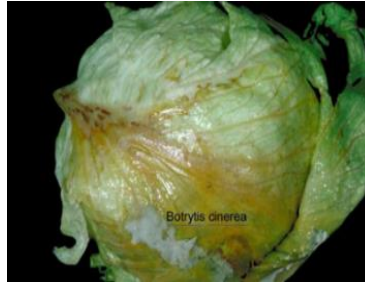
*Bremia lactucae*

ลักษณะอาการ เริ่มจากเกิดบาดแผลเล็กๆ บริเวณด้านบนของใบชั้นนอก ต่อมาแผลขยายใหญ่ และเกิด secondary infection ทำให้เนื้อเยื่อนิ่ม อาการดังกล่าวจะรุนแรงขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงหรือการเก็บรักษานานเกินไป

##### 3) โรคเน่าราสีเทา (gray mold rot) เชื้อราสาเหตุ *Botrytis cinerea*

*Botrytis cinerea*

ลักษณะอาการ เป็นจุดฉ่ำน้ำ เนื้อนิ่มและ ปกคลุมด้วยเส้นใบหรือสปอร์สีเทา อาการดังกล่าวจะรุนแรงขึ้นเมื่อใช้เวลาในการขนส่งนาน เช่น การขนส่งทางเรือ



ภาพที่ 17.6 โรคเน่าราสีเทาของผักกาดหอมห่อ  
ที่มา: Cantwell and Suslow (2002)

4) โรคใบจุด (leaf spot) เชื้อราสาเหตุ *Cercospora* spp.

ลักษณะอาการ ส่วนใหญ่พบบริเวณใบแก่และใบล่างของต้น อาการเริ่มแรกเป็นจุดเล็กๆ โดยเริ่มจากขอบใบก่อนแล้วขยายสู่กลางใบ ตรงกลางของแผลมีสีเทาอ่อนถึงขาว หรือมีสีน้ำตาลอ่อนถึงขาว รอบแผลมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดง คล้ายตากบ หากแสดงอาการรุนแรงแผลผสานรวมกันและทำให้เกิดอาการใบไหม้ได้ หากเกิดขึ้นที่ใบอ่อนทำให้หงิกงอ แห้ง และเกิดการร่วงหล่นของใบได้ (ชำนาญ, 2549; Hsieh and Goh, 1990)



ภาพที่ 17.6 โรคใบจุดบนใบของผักกาดหอมห่อ  
ที่มา: ภาณุจนา (2556)

- ความเสียหายจากแมลง      ไม่มีการรายงาน

## อาการผิดปกติทางสรีรวิทยา หลังการเก็บเกี่ยว

- Internal disorder

1) อาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน (russet Spotting) เป็นจุดสีน้ำตาลแดงบริเวณก้าน ซึ่งเป็นผลจากการสร้างเอทิลีนขึ้นมา บริเวณเนื้อเยื่อของผักกาดหอมหรือจากผลผลิตอื่นๆ ที่เก็บรวมกัน นอกจากนี้เอทิลีนแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ปริมาณแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ สายพันธุ์ของผักกาดหอม ความแก่ และอุณหภูมิ (อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้อาการจุดสีน้ำตาลแดงบริเวณก้านเพิ่มขึ้น) (Cantwell and Suslow, 2002)



ภาพที่ 17.7 อาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้านของผักกาดหอมห่อ  
ที่มา: Cantwell and Suslow (2002)

2) อาการสีน้ำตาลแดงที่เส้นกลางใบ (brown stain) เกิดแผลขนาดเล็ก มีสีเหลืองถึงสีน้ำตาล ตรงกลางมีอาการฉ่ำน้ำ พบบริเวณของใบใกล้ๆ เส้นกลางใบและฐานของใบ ใบที่อยู่ตรงกลางเป็นแผลสีน้ำตาลแดง อาจเกิดขึ้นจากการมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไปขณะขนส่ง (Ryder, 1979; Cantwell and Suslow, 2002)



ภาพที่ 17.8 อาการสีน้ำตาลแดงที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อ  
ที่มา: Cantwell and Suslow (2002)

3) อาการเส้นใบเป็นสีชมพู (pink rib) เกิดสีชมพูบริเวณฐานเส้นกลางใบ โดยเฉพาะใบชั้นนอก เกิดขึ้นกับผักกาดหอมห่อทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะผักกาดหอมห่อที่เก็บเกี่ยวแก่เกินไป บางครั้งเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิขณะขนส่งสูงเกินไปหรือเมื่อบรรยากาศในขณะที่ขนส่งมีออกซิเจนต่ำ (Lipton *et al.*, 1972; Ryder, 1979; Cantwell and Suslow, 2002)



ภาพที่ 17.9 อาการเส้นใบเป็นสีชมพูของผักกาดหอมห่อ  
ที่มา: Cantwell and Suslow (2002)

4) อาการปลายใบไหม้ (Tib burn) เกิดอาการตายของเนื้อเยื่อบริเวณขอบใบ เป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้มขนาดกว้าง อาการเริ่มแรกเป็นแผลจุดสีน้ำตาลปนขาวและเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้น โดยแผลเล็กๆ รวมกันเมื่ออาการรุนแรงขึ้นนอกจากนี้ อาการปลายไหม้อาจจะเกิดขึ้นจากการขาดธาตุอาหารรอง (แคลเซียม; Ca) เพราะใบที่แสดงอาการปลายใบไหม้มีปริมาณแคลเซียมต่ำกว่าใบปกติ (Lipton *et al.*, 1972; Cantwell and Suslow, 2002)

- External disorder

อาการผิดปกติเนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing injury) ลักษณะ คือ มีอาการฉ่ำน้ำ และเนื้อนิ่มและซึ่งแสดงอาการเมื่อนำผักกาดหอมห่อออกไว้ที่อุณหภูมิปกติ (दनัย, 2556)





ภาพที่ 17.10 อาการผิตปกติเนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง  
ที่มา: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (Ryder, 1979)

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มปป. เทคโนโลยีฟิล์มบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพของผักและผลไม้สด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล <http://oldweb.most.go.th/main/index.php/services/business-service/1710.html> (30 กรกฎาคม 2564).
- กาญจนา ศรีไม้. 2556. การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ปฏิชีวนะเพื่อควบคุมโรคใบจุดของผักกาดหอม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 104 หน้า.
- กฤษฎิยา อุตอรินทร์. 2552. สภาวะที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิเฉียบพลันภายใต้สุญญากาศของผักกาดหอมห่อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 163 หน้า.
- กรมการค้าภายใน. 2560. คู่มือมาตรฐานสินค้าเกษตรในตลาดกลาง. โครงการจัดทำ Business Model ขนาดกลาง. กรมการค้าภายใน. กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ. 168 หน้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล [https://www.dit.go.th/FILE/PR\\_PUBLICATION\\_DOCUMENT/คู่มือสินค้าเกษตรแยกชนิด%2028-7-2560.pdf](https://www.dit.go.th/FILE/PR_PUBLICATION_DOCUMENT/คู่มือสินค้าเกษตรแยกชนิด%2028-7-2560.pdf) (9 กรกฎาคม 2564).
- กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 2545. คู่มือการจัดชั้นคุณภาพผัก. สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 192 หน้า. ใน โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตร เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล <https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/20150164/> (29 กรกฎาคม 2564).
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร (Food Packaging). บริษัท เอส.พี.เอ็ม. การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 389 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 396 หน้า.
- ชำนาญ เขียวอำไพ. 2549. การทำสวนผัก. เกษตรสยามบุ๊คส์จำกัด, กรุงเทพฯ. 152 หน้า.

คณัย บุญยเกียรติ. 2548. ผลของการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพผัก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36(5-6)(พิเศษ): 1132-1135.

คณัย บุญยเกียรติ. 2556. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตผลพืชสวน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 360 หน้า.

คณัย บุญยเกียรติ. 2558. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักบนพื้นที่สูง. วนิตการพิมพ์, เชียงใหม่. 162 หน้า.

คณัย บุญยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2564. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ โอ. เอส. พรินติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 336 หน้า.

คณัย บุญยเกียรติ, พิชญา บุญประสม, ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน และนพพล จันทร์หอม. 2553. การวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผักของโครงการหลวง (บรอกโคลี ปวยเล้ง ผักกาดหอมห่อ กะหล่ำปลี และผักกาดขาวปลี). รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553. 212 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ คณัย บุญยเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 116 หน้า.

ปาริชาติ เทียนจุมพล, พิเชษฐ์ น้อยมณี, วรณวรารักษ์ พัฒนะโพธิ์, สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ วรินทร์ มณีวรรณ. 2554. การตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักบางชนิดด้วยเทคนิคเนียร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 63 หน้า.

พิชญา พูลลาภ, คณัย บุญยเกียรติ และชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน. 2562. ผลของการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศและการใช้บรรจุภัณฑ์ EMA ต่อความปลอดภัยของผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภค. รายงานการวิจัย. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 367 หน้า.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. มปป. สภาวะการเก็บและอายุการเก็บของผักและผลไม้สด/สภาวะการเก็บรักษาและอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/22902/สภาวะการเก็บและอายุการเก็บของผักและผลไม้สด-สภาวะการเก็บรักษาและอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สด>. (30 กรกฎาคม 2564).

Burton, K. S. 1991. Modified atmosphere packaging of mushrooms—review and recent developments. Proceedings of the 13<sup>th</sup> international congress on the science and cultivation of edible fungi. 11: 683-688.

- Cantwell, M. and T. Suslow. 2002. Lettuce, Crisphead or Iceberg: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. [Online]. Available: [http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/ken531\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/ken531_t.pdf) (Jun 28, 2021).
- El-Goorani, M.A. and N.F. Sommer. 1981. Effects of modified atmospheres on postharvest pathogens of fruits and vegetables. *Horticultural Reviews* 3: 412–461.
- Gorny, J.R. 2003. Packaging design for fresh-cut produce. *International Fresh-cut Produce Association* 28 p.
- Hsieh, W.H. and T.K. Goh. 1990. *Corcospora and Similar Fungi from Taiwan*. Maw Chang Book Company, Taiwan. 376 pp.
- Lipton, W.J., J.K. Stewart and T.W. Whitaker. 1972. An illustrated guide to the identification of some market disorder of head lettuce. U.S. Dept. Agr. Mkth. Res. Rpt. 950.
- Lopez-Galvez, G., M. Saltveit and M. Cantwell. 1996. The visual quality of minimally processed lettuce stored in air or controlled atmosphere with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biology and Technology* 8: 179–190.
- McDonald, K. and D. W. Sun. 2000. Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review. *Journal of Food Engineering*. 45: 55–56.
- Osborne, B.G., T. Fearn and P.H. Hindle. 1993. *Practical NIR spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis*. 2<sup>nd</sup>ed. Longman Singapore Publisher (Pte) Ltd, Singapore. 227 pp.
- Ryall, A.L. and W.J. Lipton. 1972. *Handling Transportation and Storage of Fruits and Vegetable*. Vol. 1. Vegetables and Melon, AVI. Publishing, Westport, Conn. 473 pp.
- Ryder, E.J. 1979. *Leafy Salad Vegetables*. AVI. Publishing, Westport, Conn. 259 p.
- Theanjumol, P., W. Maneewan, P. Noimane and D. Boonyakiat. 2011. Identification of pesticide residues by NIR spectroscopy. *Agricultural Science Journal*. 42(3)(Suppl): 25–28.
- Williams, P. and K. Norris. 2001. *Near Infrared Technology in Agricultural and Food Industries*. 2<sup>nd</sup>ed. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 296 pp.
- Zheng, L. and D.W. Sun. 2006. Effect of cooling methods on the cooling efficiencies and qualities of cooked broccoli and carrot slices. *Journal of Food Engineering* 77: 320–326.

