

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น โดยการใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub>

Extension of Storage Life of Fresh Cut of Chinese Radish (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*)

by Packaging Material in Combination with CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Gases



(รศ.สมภพ รุติระวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 5 เดือน 12 พ.ศ. 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น โดยการใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub>

Extension of Storage Life of Fresh Cut of Chinese Radish (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*)

by Packaging Material in Combination with CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Gases

โดย



T108935

นายเอกถกษณ์ รอดประสิทธิ์ชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

รพ.  
08817  
2547

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 108935  
วัน,เดือน,ปี..... -2 ส.ค. 2553

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b..... 12227894  
i.....

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญที่ให้คำปรึกษา และแนวทางการทำปัญหาพิเศษ พร้อมทั้งเอื้อเพื่อวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างจนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ รวมถึงประสบการณ์ฯ แก่ข้าพเจ้าอย่างเต็มความสามารถ

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้โอกาสทางการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้าสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวังไว้

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจข้าพเจ้ามาโดยตลอด



ด้วยความเคารพอย่างสูง  
นายเอกถักขันธ์ รอดประสิทธิ์ชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น โดยการใช้ก๊าซนะบรจร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO <sub>2</sub> และ O <sub>2</sub>
โดย	นาย เอกลักษณ์ รอดประสิทธิ์ชัย
สาขา	พืชสวน
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

### บทคัดย่อ

การศึกษากการยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น โดยการใช้ก๊าซนะบรจร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ ถุงพลาสติก 3 ชนิด PE PP และ PVC และอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5 ระดับ 0:0 , 3:5 , 3:10 , 5:5 และ 5:10 PSI เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14±2 องศาเซลเซียส

การทดลองพบว่าผักกาดหัวหั่นจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.91 เปอร์เซ็นต์ ผักกาดหัวหั่นมีปริมาณ TSS และปริมาณ TA ลดลงทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณ TSS และ TA อยู่ในช่วง 3.00 – 4.00 brix และ 0.06 – 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 12 วัน โดยมีลักษณะสีผิว สีเนื้อ และรสชาติดีที่สุด



## สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาพ	II
สารบัญภาคผนวก	III
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	16
ผลการทดลอง	19
วิจารณ์ผลการทดลอง	41
สรุปผลการทดลอง	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	23
2	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC	24
3	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	24
4	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	29
5	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC	30
6	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	30
7	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	35
8	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC	36
9	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาร่วมกับอัตรา การไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	36
10	แสดงสีเนื้อของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	38
11	แสดงคุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> ต่างๆ กัน	40
12	แสดงอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษาในแต่ละวิธีการ	41

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ 12 วัน	25
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ 12 วัน	31
3	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นภายหลังจากการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ 12 วัน	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงคุณภาพของฝักกาดหัวหั้นก่อนการเก็บรักษา	47
2	แสดงคุณภาพของฝักกาดหัวหั้นภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน	48
3	แสดงคุณภาพของฝักกาดหัวหั้นภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน	49
4	แสดงคุณภาพของฝักกาดหัวหั้นภายหลังจากการเก็บรักษา 9 วัน	50
5	แสดงคุณภาพของฝักกาดหัวหั้นภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ผักกาดหัวเป็นพืชที่เรารู้จักกันดี สามารถนำไปทำผักกาดเค็ม(ไช้โป้ว)หรือนำไปบริโภคสด และปัจจุบันนี้ได้มีพ่อค้าคนกลางเป็นผู้รับซื้อดังนั้นจึงผ่านการขนส่งหลายขั้นตอนกว่าถึงมือผู้บริโภค จึงมีความจำเป็นต้องทำให้ผักนั้นมีความสดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนนำมาประกอบอาหารเนื่องจากผักกาดนั้นเป็นพืชที่บอบช้ำและเน่าเสียได้ง่ายเวลาขนส่งและเก็บรักษาด้วยปัญหานี้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวนั้น ที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากการเก็บรักษาและการขนส่ง ทำให้ผักกาดหัวคงความสดและคุณภาพยาวนานขึ้นก่อนนำมาบริโภค ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวด้วยการตัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของชนิดภาชนะบรรจุร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  ต่ออายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นสด
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นสดที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะไกล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

ชื่อ	ผักกาดหัว (Chinese radish)
ตระกูล	Cruciferae
ชื่ออื่น	ไช้โป้ว, ไช้เท้า (หัวไป), ผักกาดจีน (ลำปาง), ผักขี้หูด, ผักเบ็กหัว (ภาคเหนือ)
ประเภทผัก	อายุปีเดียว
อายุปลูก	ตั้งแต่หยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยว 42-65 วัน
ขนาด	ต้นสูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ขนาดรากยาวประมาณ 25-60 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร
ผลผลิต	บ้านเราเกษตรกรปลูกได้ 1.4-2 ตัน / ไร่ เฉลี่ย 1.7 ตัน / ไร่ ( กรมส่งเสริม, 2523)
ฤดูปลูก	ปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ปลูกได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม-มกราคม

ผักกาดหัวเป็นผักที่ปลูกเพื่อการบริโภคส่วนของรากที่ขยายตัวใหญ่ขึ้น เนื้อภายในมีสีขาวนารับ  
 ประทศคุณภาพของรากหรือที่เราเรียกว่า หัว ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ถ้าหากปล่อยให้วัจนเลาะระชะเก็บ  
 เกี้ยวแล้ว เนื้อจะฟ้าม มีเส้นใยแข็ง ปรากฏมากขึ้น และรากจะขยายใหญ่ยิ่งขึ้น เพราะสะสมอาหารไว้  
 มากสำหรับการสร้างคอกและเมล็ดต่อไป นิยมปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารทั้งรับประทานสดและดองเค็ม  
 หรือที่เรียกว่า ไช้โป้ว มีลักษณะของรากหรือหัว แตกต่างกันไปตั้งแต่ รูปทรงกลม รูปทรงกระบอก  
 รูปทรงกรวยยาว และรูปทรงยาวธรรมดา

### การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

ผักกาดหัวชนิดที่ปลูกอยู่ในปัจจุบัน สามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. กลุ่ม european type เป็นกลุ่มที่ปลูกมากในทวีปยุโรปและอเมริกา มีชื่อเรียกว่า radish  
 มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Raphanus sativus* L. เป็นกลุ่มที่มีอายุเก็บเกี่ยวต้นประมาณ 25-35 วัน แต่  
 จัดเป็นผักอายุ 2 ปี นิยมบริโภคหัวสดเป็นผักสลัด หัวหรือรากมีสีเขียวปนขาว สีแดงอ่อนถึงแดงเข้ม  
 มีเนื้อในสีขาว สีเขียวและสีแดง รูปทรงกลมรี - ยาวรี มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว

2. กลุ่ม asiatic type เป็นกลุ่มที่ปลูกกันมากในแถบเอเชียรวมทั้งประเทศไทยด้วยซึ่งมีอยู่  
 2 ชนิด คือ ผักกาดหัวของจีน และญี่ปุ่นที่มีชื่อเรียกว่า Chinese radish และ Japanese radish  
 ตามลำดับ โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *R. sativus* var. *longipinnatus* (Bailey) ทั้งสองชนิดมีอายุการ  
 เก็บเกี่ยวช้ากว่า ขนาดหัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางของความยาวและน้ำหนักมากกว่าผักกาดหัวในกลุ่มยุโรป  
 และอเมริกา เป็นพืชฤดูเดียวและสองฤดู ส่วนใหญ่มีรากสีขาว มี 3 รูปทรง คือ

1.) รูปทรงกระบอก มีอายุเก็บเกี่ยว 65-75 วัน เช่น พันธุ์ Mimowase ของญี่ปุ่น ซึ่งมี  
 ลักษณะใบมีขอบหยักลึกเข้าไปตลอดใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) รูปทรงยาวรี อายุเก็บเกี่ยว 45-60 วัน พันธุ์ของจีนที่ปลูกมากในไต้หวัน และของ ไทยมีขอบใบเรียบ ไม่มีรอยหยักหรือมีเล็กน้อย

3.) รูปทรงกลม อายุเก็บเกี่ยว 85-90 วัน พันธุ์ของจีน ซึ่งเป็นพันธุ์หนัก

ผักกาดหัวถูกจัดให้อยู่ในตระกูล / วงศ์ (family) Cruciferae ซึ่งเป็นผักตระกูลเดียวกับผักตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี ผักกวางตุ้ง คะน้า เป็นต้น ซึ่งรวมทั้งผักชีหูด (rat-tailed radish: *R. sativus* var. *caudatus*) ที่ใช้ส่วนของฝักอ่อนเป็นอาหารรากไม้ขยายเป็นหัว จัดเป็นพืชชนิดเดียวกับผักกาดหัว เนื่องจากมีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ( $2n = 2x = 18$ ) และสามารถผสมข้ามกันได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผักชีหูดไม่ลงหัวและเมื่อเกิดการผสมข้ามกับผักกาดหัวแล้วจะทำให้ลูกผสมที่ได้รับไม่ลงหัว ดังนั้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ในแปลงผลิตเมล็ดจะต้องไม่มีต้นผักชีขึ้นอยู่และต้องปลูกห่างจากผักชีหูดในระยะที่เหมาะสมตามคำแนะนำ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดหัว

### 1. ราก

ส่วนรากและ hypocotyls เป็นเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม เมื่อถึงอายุเหมาะสมจะขยายใหญ่ เพื่อสะสมอาหารที่มักถูกเรียกว่าหัวและใช้เป็นอาหาร มีระบบรากเป็นรากแก้ว (tap root system) รากแขนงแตกออกมาตรงส่วนปลายที่มีจำนวนเล็กน้อย จะขาดเมื่อถอน ผักกาดหัวมีรากแตกต่างกันทั้งขนาด รูปร่างและสี ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ รูปทรงหัวมีทั้งทรงกลม กระบอกและยาวรี สำหรับสมัยสีขาวขาวปนเขียว ชมพู แดง หรือมีจุดประสีเทา

### 2. ลำต้นและใบ

ลำต้น สั้นกลม มีข้อสั้น ๆ สร้างใบบนลำต้นที่สั้น กลุ่มของใบจะรวมอยู่บนบนราก ที่ขยายใหญ่ ระยะหลังจึงสร้างกิ่งชูช่อดอกซึ่งจะสูงถึง 120 เซนติเมตร ใบเป็นใบเดี่ยว ขอบใบมีทั้งขอบใบเรียบ (lyrate) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปลูกในเมืองไทย และขอบใบเว้าลึก (serrate) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปลูกในญี่ปุ่นและจีน และมักจะเป็นพันธุ์หนัก

### 3. ดอกและการออกดอก

การเจริญเติบโตของผักกาดหัว แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการเจริญเติบโตใน ส่วนของรากลำต้นและใบก่อน ระยะที่สองเป็นการเจริญเติบโตที่เกี่ยวข้อกับขบวนการสืบพันธุ์แต่ใน การเปลี่ยนแปลงจากระยะแรกไปสู่ระยะที่สองนั้น ต้องการอุณหภูมิต่ำ 15-20 องศาเซลเซียส เป็นตัวกระตุ้นให้ออกดอก โดยทั่วไปผักกาดหัวจะลงหัวก่อนแล้วจึงออกดอกเมื่อถึงอายุและได้รับอุณหภูมิเหมาะสมโดยออกดอกหลังจากลงหัวแล้ว 7-14 วัน ซึ่งอายุช่อออกดอกขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีดอกออกเป็นช่อที่เรียกว่า raceme ช่อดอกเกิดตรงปลายสุดของลำต้นและกิ่งแขนงมีจำนวนช่อดอกประมาณ 15-20 ช่อ / ต้น แต่ละช่อมีดอกย่อยประมาณ 30 ดอกไปปลายช่อดอกมีดอกอ่อนรวมอยู่กันเป็นกระจุก ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยงสีเขียว 4 กลีบ กลีบดอกมี 4 กลีบ สีขาว หรือขาวอมม่วง เกสรตัวผู้มี 6 อัน สั้น 2 ชั้น ชั้นนอกมี 2 อัน ยาว 4 อัน เกสรตัวเมียมีก้านชูเกสร 1 อัน รังไข่มีอยู่ 2 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเรียงตัวของส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกมีลักษณะดังนี้คือ กลีบเลี้ยงเรียงตัวเป็น 2 ชั้น ๆ ละ 1 คู่ โดยคู่รอบนอกจะแคบและยาวคลุมทับคู่ที่กว้างกว่า กลีบดอกจะอยู่ในถัดเข้าไป โดยเรียงสลับกับกลีบเลี้ยงเป็นรูปกากบาท เกสรตัวผู้เรียงเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกมี 2 อัน สั้นกว่าอีก 4 อัน ซึ่งอยู่เป็นคู่ที่อยู่ชั้นใน

#### 4. การผสมเกสร

การออกดอกเป็นแบบออกดอกต่อเนื่อง (indeterminate) ดอกบานจากโคนช่อดอกไปหาปลาย เริ่มบานตอนเช้า 8.00 -9.00 น. ช่วงเวลาที่เกสรตัวเมียชอบรับการผสม คือ ช่วงเวลาก่อนและหลังดอกบาน 2-3 วัน การผสมเกสรเกิดขึ้นโดยแมลง เช่น ผึ้ง ซึ่งจะบินพาหะในการนำละอองเกสร ไปผสมข้ามดอกในต้นเดียวกันหรือผสมข้ามต้นก็ได้ เป็นผักที่ผสมตัวเองได้ดีแต่มีบางพันธุ์นั้นไม่สามารถผสมตัวเองได้เนื่องจากการเป็น self incompatibility ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ทำให้ผสมในต้นเดียวกันตอนดอกบานแล้วไม่ติดเมล็ด

#### 5. ฝักและเมล็ด

หลังการถ่ายละอองเกสรและเกิดการปฏิสนธิ กลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะร่วงภายใน 2 วัน ต่อมาฝักก็จะเจริญต่อ โดยมีการเพิ่มขนาดทั้งความกว้างและความยาว ฝักยาวประมาณ 2-6 เซนติเมตร สีเขียวเข้ม เนื้อเยื่อค่อนข้างแข็ง มีรอยคอดเป็นแฉ่ง ๆ ตลอดความยาว ตรงส่วนที่โปร่งจะมีเมล็ดอยู่ภายใน ส่วนปลายสุดจะเป็นจะงอยแข็ง

การแก่ของฝักจะเริ่มขึ้นจากฝักล่างขึ้นสู่ฝักบน โดยฝักจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็น น้ำตาล ฝักของฝักภาคหัวจะไม่แตกตามรอยตะเข็บซึ่งแตกต่างจากการแตกตามรอยตะเข็บของฝักในฝักตระกูลกะหล่ำในชนิดอื่น ๆ แต่ละฝักจะมีเมล็ดประมาณ 1-10 เมล็ด โดยเมล็ดจะมีสีน้ำตาลแก่

#### 6. การเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวฝักภาคหัว พันธุ์ที่นิยมปลูกในบ้านเรา ซึ่งเป็นพันธุ์เบาประมาณ 42-50 วัน ส่วนพันธุ์อายุปานกลางประมาณ 60-70 วัน และพันธุ์หนักประมาณ 70-90 วัน

การเก็บเกี่ยวควรเก็บทันทีเมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยวซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม การปล่อยให้เกินอายุเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะพันธุ์เบา จะทำให้คุณภาพลดลงฟามเนื้อเหนียวไม่กรอบ รสไม่ดี และน้ำหนักลดลง

#### การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วผลไม้มักจะมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องต่อไปนี้ (จริงแท้, 2542)

1. การหายใจหลังเก็บเกี่ยว ผลไม้สดจะมีการหายใจตลอดเวลา เช่นเดียวกับเซลล์ที่มีชีวิต อยู่บนต้นไม้ การหายใจเป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำตาล หรือแป้งไปเป็นพลังงาน ทำให้อาหารที่มีสะสมอยู่ในผลผลิตผลลดน้อยลง ส่งผลให้คุณภาพในการบริโภคลดต่ำลง นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาด้วย ซึ่งมีผลให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ปัจจัยภายใน ได้แก่ อายุของการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของการหายใจมีอยู่ในช่วงเวลาระหว่างการพัฒนาของพีช คือผลไม้มักจะมีขนาดเล็กลงจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าเมื่อมีขนาดใหญ่ ขนาดของพีชมีผลต่ออัตราการหายใจ เช่นห้วมันที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการหายใจที่มากกว่าห้วมันขนาดใหญ่ สารธรรมชาติที่เคลือบผิวผลไม้มักช่วยให้อายุของผลไม้นานขึ้นได้ การเคลือบผิวทำให้มีอัตราการหายใจน้อย ชนิดของเนื้อเยื่อพวกเนื้อเยื่อที่มีอายุน้อยกำลังเจริญเติบโตมีอัตราการหายใจมากกว่าเนื้อเยื่อที่หยุดการเจริญเติบโต

1.2 ปัจจัยภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิระหว่าง 32 – 95 องศาฟาเรนไฮด์ ทำให้อัตราการหายใจของผลไม้มักเพิ่มขึ้น สารเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ออกซิเจนถ้ามีความเข้มข้นมากขึ้นจะกระตุ้นให้มีการหายใจมากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีมากจะทำให้มีอัตราการหายใจลดลง สารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการหายใจของผลไม้อาจเกิดบาดแผลทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น (สมชาย, 2543)

2. การคายน้ำ ผลไม้ต่างๆ ต้องคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ในขณะเดียวกันปริมาณความชื้นภายในมักจะมีอยู่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และสูงกว่าความชื้นภายนอก ดังนั้นน้ำภายในผลจะพยายามเคลื่อนตัวออกสู่ภายนอกผลิตผลอยู่ตลอดเวลา ถึงแม้ผลไม้มักจะมีโครงสร้างต่างๆ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เช่นชั้นของไข และคอร์กที่ปกคลุมผิวอยู่ แต่ผลไม้มักมีช่องเปิดต่างๆ ที่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกทำให้ผลไม้อ่อนนุ่มและเน่าเสียเร็วขึ้น

3. เกิดการสุกของผลไม้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการหลายอย่างทั้งกระบวนการสร้าง และที่เป็นการสลาย ซึ่ง Bailey (1964) กล่าวว่า กระบวนการสุกของผลไม้ ได้แก่ การเปลี่ยนสี การหายใจ การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การสังเคราะห์เอทิลีน การสังเคราะห์น้ำตาล การสลายตัวของแป้ง การเปลี่ยนแปลงกรด การเกิดรสชาติ การเกิดกลิ่น การสังเคราะห์โปรตีนหรือเอนไซม์

4. การสร้างสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ (กลิ่นและรส) ในผลไม้แต่ละชนิดมีกลิ่นไม่เหมือนกัน มีการสร้างกลิ่นไม่เท่ากัน และยังทำให้ผลไม้มีรสชาติต่างกันด้วย

5. การสร้างก๊าซเอทิลีน ในผลไม้ประเภท climacteric จะมีการสร้างก๊าซเอทิลีน จากกระบวนการสุก และยังมีกระบวนการสร้างก๊าซเอทิลีนจากการกระตุ้นของบาดแผล ก๊าซเอทิลีนจะเป็นตัวส่งเสริมให้ผลไม้สุกและเน่าเสียเร็วขึ้น

#### การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

เทคนิค MAP (modified atmosphere packaging) เป็นวิธีการเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ ดัดแปลงมาจากวิธี MA จะมีข้อดีต่างตรงที่วิธี MA จะเป็นการเก็บรักษาผลผลิตภายในถุงพลาสติกหรือฟิล์มชนิดพิเศษ (วัฒนา, 2540)

Kader (1986) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหาร อาจมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาภายใต้ MAP สามารถสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเปลี่ยนแปลงสี (color change) ในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณ  $O_2$  น้อยกว่าและ  $CO_2$  มาก จะช่วยลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และลดการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินซึ่งรงควัตถุ 2 ชนิดนี้จะทำให้เกิดสีเหลือง – ส้ม และแดงน้ำเงินแก่พืชตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ปริมาณ  $O_2$  ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ  $CO_2$  ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ช่วยชะลอการสร้างแอนโทไซยานินของลูกพลับสคได้ อย่างไรก็ตามก็ควรคำนึงถึงการใช้ปริมาณ  $CO_2$  ไม่ควรให้มากเกินไปเพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียหายแก่ผักและผลไม้ได้

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (texture change)  $CO_2$  มีผลต่อการอ่อนนุ่มของผลไม้มากกว่า  $O_2$  แต่กลไกการเกิดปรากฏการณ์นี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัด ตัวอย่างเช่น ปริมาณ  $CO_2$  ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันมิให้เนื้อของบรอกโคลีเหี่ยวแต่กลับอ่อนนุ่มพอดี (tender) และนุ่มกว่าคอนเท็มกีวใหม่ๆ และเมื่อความเข้มข้นของ  $CO_2$  เพิ่มขึ้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดความเหนียวของหน่อไม้ฝรั่งเนื่องจากมีเส้นใยมากเกินไป

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (flavor change) สารที่ให้กลิ่นรสของผักและผลไม้ ได้มาจากการหายใจและเมตาบอลิซึมต่างๆ ในพืช ตัวอย่างเช่น  $O_2$  ปริมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดการสูญเสียของกรดในแอปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious สิ่งที่เราหวัง คือ ถ้า  $O_2$  และ  $CO_2$  มีความเข้มข้นในช่วงที่พืชทนทานไม่ได้ จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เนื่องจากการสะสมแอลกอฮอล์ และอัลดีไฮด์ที่ได้จากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

4. การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร (nutritional change) โดยทั่วไป MAP จะช่วยรักษาปริมาณแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามิน C ในผักและผลไม้ นั้น ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ ตัวอย่างเช่น ในบรรยากาศที่มี  $O_2$  4 เปอร์เซ็นต์  $CO_2$  9 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการสลายตัวของวิตามิน C ในผักโขมได้ถึงร้อยละ 50 เทียบกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศโดยการลดหรือเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซให้แตกต่างไปจากสภาพบรรยากาศปกติ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับกรดหรือเพิ่มปริมาณ  $O_2$  และการเพิ่มปริมาณ  $CO_2$  ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ อุณหภูมิ เมื่อลดอุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวนการต่างๆ ทางสรีระวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลง อายุการเก็บรักษาผลผลิตจะนานขึ้น (นิภา, 2540)

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ คือ  $O_2$  และ  $CO_2$  เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะให้  $O_2$  และ  $CO_2$  จะต้องมียุทธวิธีที่เหมาะสม สามารถทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น (Zagory and Kader, 1988)

### บทบาทที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอน ไดออกไซด์ ในบรรยากาศปกติจะมีเพียงร้อยละ 0.03 แต่คาร์บอน ไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงๆจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลผลิต คุณสมบัติที่สำคัญของคาร์บอน ไดออกไซด์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชอาจจะได้ผลน้อยเมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำเกินไป ขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตรายอาจทำให้น้ำเสียเร็วยิ่งขึ้นได้

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียกคาร์บอนไดออกไซด์ ว่า bacteriostatic หรือ fungistatic agent คือจะยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้นมิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปจะต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ 20 ณ สมดุลในบรรยากาศ

3. การตอบสนองของเอทรีน คาร์บอนไดออกไซด์จะป้องกันการตอบสนองต่อเอทรีน ของพืชได้หรือในบางกรณีอาจทำให้ได้ช้าลง แต่ประสิทธิภาพการระงับการทำงานของเอทรีนจะดีเมื่อมีปริมาณของเอทรีนต่ำ และประสิทธิภาพจะหมดไปเมื่อปริมาณของเอทรีนเพิ่มขึ้นเกินกว่า  $1 \mu\text{l/l}$  ในผลไม้หลายชนิดมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์และทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทรีนในผลไม้ต่างๆ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพบรรยากาศสูงจะทำให้การสุกของผลไม้เกิดช้าลง (งามทิพย์, 2538)

4. การผิดปกติทางสรีรวิทยา ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด

### บทบาทที่สำคัญของออกซิเจน

ในอากาศมีออกซิเจน ประมาณร้อยละ 21 คุณสมบัติของออกซิเจนคือจำเป็นต่อการหายใจของพืชผักและผลไม้ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากดินแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย (งามทิพย์, 2538)

1. การสังเคราะห์เอทรีน ถ้าดับสุดท้ายของการสังเคราะห์เอทรีนของพืชจะต้องใช้ออกซิเจน การลดปริมาณออกซิเจนลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทรีนลง การทำงานของเอทรีนก็เช่นเดียวกันพบว่าต้องการออกซิเจน

2. บรรยากาศปกติมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลิตผล โดยเฉพาะกับผลิตผลที่กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาดำมีปริมาณออกซิเจนต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ แต่ถ้าน้อยเกินไปอาจทำให้ผลไม้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ผลผลิตเสียหายได้

การลดปริมาณออกซิเจนจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทรีน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล ออกซิเจนเร่งให้เกิดการสูญเสียกรดแอสคอร์บิกเร็วขึ้น ออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 20 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นตกลงเหลือร้อยละ 2 หรือต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าจึงจะเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลิตผลหลายชนิด ไม่อาจทนอยู่ได้ ออกซิเจนต่ำยังไปขัดขวาง การสร้างเพอริคาร์ปในขบวนการสมานแผลของพืช

ปริมาณของออกซิเจนในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของออกซิเจนให้ สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลด ปริมาณของออกซิเจนในอากาศลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาโบลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง การ สังเคราะห์เอทิลีนลดน้อยลง และความไวของผลไม้ต่อการทำลายของเอทิลีนให้ช้าลงด้วย ปริมาณ ออกซิเจนต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญต่อผลไม้

### บทบาทของเอทิลีน

เอทิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่มีอุณหภูมิปกติ มี สูตรโมเลกุล คือ  $C_2H_4$  และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 เอทิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่การเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพในผลไม้ ขณะการเจริญเติบโต ในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงมาก การให้เอทิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้ จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อ ผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเนื้อเยื่อของผลไม้มีความ ไวในการตอบสนองต่อเอทิลีนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทิลีน เรียก ปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุก ผลไม้

การสังเคราะห์เอทิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และ อาจมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพียงเล็กน้อยจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดกลูตามิก เมทไธโอนีนเป็น สารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเอทิลีน ได้อย่างรวดเร็วและ ต้องการออกซิเจนในการสังเคราะห์ด้วย

การผลิตเอทิลีน เนื้อเยื่อพืชทุกชนิดสร้างเอทิลีนได้ โดยปกติปริมาณการผลิตเอทิลีนจะมีน้อย แต่ เมื่อผลิตผลสุกหรือเมื่อผลิตผลถูกกระทบกระเทือนด้วยอะไรก็ตามจะมีการสร้างเอทิลีนเกิดขึ้นเป็นอัน มาก และเอทิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่างๆให้เกิดขึ้นได้ เช่น กระบวนการสุก การสลายตัวของ คลอโรฟิลล์ เอทิลีนอาจเกิดจากแหล่งอื่นๆอีก เช่น จากเชื้อรา จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ เอทิลีน จากภายนอกสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ผลิตเอทิลีน ในปริมาณที่สูงขึ้นได้หากให้เอทิลีนก่อน กระบวนการสุกจะเริ่มขึ้น (จริงแท้, 2541)

### ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้ แล้วยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1) low density polyethylene (LDPE) ความหนาแน่น 0.915 – 0.925 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

2) high density polyethylene (HDPE) ความหนาแน่น 0.94 – 0.961 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

LDPE มีคุณสมบัติเด่นคือ ป้องกันความชื้นได้ดี กันออกซิเจนได้ไม่ดี มีความอ่อน ชืดหยุ่นดี มีความใสอยู่ระดับดี ไม่มีกลิ่นปะปน จะไม่ทำปฏิกิริยากับกรดและด่าง ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ด้านทานแสงกระทบได้สูง จึงนิยมใช้กับผักและผลไม้ แต่ไม่นิยมใช้กับพวกไขมัน

HDPE มีคุณสมบัติเด่นคือ มีความแข็งแรงและเหนียวกว่า LDPE ทำให้อัตราการซึมผ่านของออกซิเจนลดลง ขอมให้น้ำหรือไอน้ำซึมผ่านได้ต่ำมาก เหมาะกับอาหารที่เก็บแห้งไม่ต้องการดูดซับไอน้ำ เช่นลูกกอล์ฟ

นอกจากนั้นพลาสติกชนิดอื่นๆอีก เช่น polyolefin film, polyvinylchloride (PVC) polystyrene film อีกด้วย ซึ่งการแพร่ผ่านของก๊าซผ่าน plastic film ขึ้นอยู่กับ โครงสร้างพลาสติกฟิล์ม ความสามารถในการซึมผ่านก๊าซผ่านแผ่นฟิล์มของก๊าซแต่ละชนิด ความหนา พื้นที่ ความเข้มข้น ก๊าซ อุณหภูมิ ความแตกต่างของความดัน ประสิทธิภาพในการบรรจุ และความเร็วของอากาศรอบภาชนะบรรจุ

การเลือกชนิดพลาสติกฟิล์มขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของผักและผลไม้ที่ต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บและระดับความเข้มข้นก๊าซที่เหมาะสม สำหรับผักและผลไม้ส่วนมาก ยกเว้นชนิดที่ทนทานต่อระดับความเข้มข้น  $\text{CO}_2$  ดีกว่า  $\text{O}_2$

#### รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

Glahan and Wichittrattananon (2001) ศึกษาพบว่าอายุและสัดส่วน  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  และ  $\text{N}_2$  ต่อพัฒนาการสุก อายุการเก็บรักษา และคุณภาพของมังคุด พบว่ามังคุดวัย 1 ถึง 3 มีปริมาณ TSS และเปอร์เซ็นต์ TA ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มังคุดวัย 2 และ 3 ที่เก็บรักษาใน  $\text{CO}_2$ :  $\text{O}_2$  0:0 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) ให้อายุการเก็บรักษาได้นาน 42 วัน ระหว่างการเก็บรักษา 0-42 วัน ปริมาณ TSS จะมีความแตกต่างทางสถิติโดยมีช่วงอยู่ระหว่าง 15.07-17.67 brix ก่อนเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์ TA อยู่ในช่วง 0.71-0.79 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 49 วัน เปอร์เซ็นต์ TA ลดลงเหลือ 0.53-0.70 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 42 วันสีของขั้วผล เปลือก และเนื้อยังคงมีสีสดใสและการบริโภคยังยอมรับได้ และเมื่อเก็บรักษามังคุดวัย 1 ใน  $\text{O}_2$ : $\text{N}_2$  ที่ 0:10, 2:20, 2:30 และ 4:10 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) สีของเปลือกจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มังคุดที่เก็บรักษา 35 วัน สีเปลือกจะเป็นเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำอยู่ในกลุ่ม GP 187 A และหลังเก็บรักษา 49 วันจะเปลี่ยนเป็นสีดำอยู่ในกลุ่ม B 200 A ก่อนเก็บรักษาขั้วผลและกลีบเลี้ยงมีสีเขียวอยู่ในกลุ่ม YG 144 A และ B หลังเก็บรักษา 28 วันสีจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนเหลืองมากขึ้นจะถึงสีน้ำตาล ปริมาณ TSS และ เปอร์เซ็นต์ TA จะลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ก่อนเก็บรักษาปริมาณ TSS อยู่ในช่วง 17.07-18.20 brix หลังเก็บรักษา 42 วัน ปริมาณ TSS ลดลงเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.00-15.93 brix และมีคุณภาพที่ไม่เหมาะต่อการบริโภค มังคุดมีคุณภาพดีสามารถบริโภคได้ในช่วง 7-35 วันหลังเก็บรักษา

Glahan and Puchangthong, (2001) พบว่าภายหลังจากการเก็บรักษา 28 วัน หน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาใน  $CO_2$  12 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ  $O_2$  6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด 1.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เก็บรักษา หน่อไม้ฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.16-0.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS ของหน่อไม้ฝรั่งทุกการทดลองจะลดลงเล็กน้อย ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.53-6.40 brix เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าหน่อไม้ฝรั่งจะมีลักษณะที่ดีและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับและสามารถพัฒนาให้ขนส่งระยะทางไกลโดยทางเรือเดินทะเลได้ ซึ่งค่าขนส่งถูกกว่าทางเครื่องบินนับ 10 เท่า จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง สามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ได้

Glahan and Youryon (2001) ได้ศึกษาถึงผลของอายุและระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการพัฒนาการสุก คุณภาพ และอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ พบว่ากล้วยไข่อายุ 35 วัน (หลังดอกบาน) เก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  0 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 60.55 วัน ขณะที่กล้วยไข่อายุ 44 วัน เก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  11 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด 33.85 วัน หลังจากสุกกกล้วยไข่อายุ 44 วันเก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  9 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ TSS สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย 22.97 brix กล้วยไข่อายุ 35 วัน เก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย 20.00 brix ปริมาณ TSS สูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น หลังจากเก็บรักษา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้อง พบว่าหลังจากเก็บรักษา 10 วัน กล้วยไข่อายุ 35 วันเก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาบ่มนานที่สุด 6 วัน ขณะที่การเก็บรักษา 30 วัน กล้วยอายุ 44 วันเก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  3, 5, 7, 9 และ 11 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาบ่มสั้นที่สุดคือ 1 วัน จำนวนวันในการบ่มจะลดลงเมื่อวันในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น หลังการบ่มในทุกวิธีการจะให้รสชาติที่ดีและยอมรับได้

Glahan and Kerdsiri (2001) ศึกษาพบว่า กล้วยหอมทองอายุ 64 วัน เก็บรักษาร่วมกับ  $CO_2$  0 :  $O_2$  0 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 88.33 วัน และสีเปลือกยังเป็นสีเขียว กล้วยหอมทองบ่มที่อุณหภูมิห้องก่อนเก็บรักษามีปริมาณ TSS 18.6-24.4 brix ขณะที่กล้วยหอมที่เก็บรักษา 56 วัน แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณ TSS 17.27-24.27 brix และยังพบว่ากล้วยหอมที่เก็บรักษาร่วมกับตัวดูดซับเอทิลีน 2 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักสด) +  $CO_2$  0 :  $O_2$  0 เปอร์เซ็นต์ ให้อายุการเก็บรักษานานที่สุด 88.33 วัน และ TSS เพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น กล้วยหอมทองก่อนเก็บรักษาที่นำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณ TSS อยู่ที่ 21.67-25.47 brix ขณะที่หลังเก็บรักษากล้วยไว้ 56 วันแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องปริมาณ TSS และ TA 17.60-23.33 brix และ 0.0262-0.0525 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อ จะค่อยๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อย หลังเก็บรักษา 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 วัน นำกล้วยมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง พบว่ากล้วยมีลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพการรับประทานที่ดีเหมือนกับกล้วยหอมที่บ่มให้สุกก่อนการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริงแท้ (2541) การเพิ่มปริมาณ CO<sub>2</sub> ให้ผลในการควบคุมโรคมามากกว่าที่ระดับ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. ในผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีการนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งผลสตรอเบอรี่ในต่างประเทศ และบางตัวในประเทศไทย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าในสภาพที่มี CO<sub>2</sub> สูงขึ้นอาจกระตุ้นให้เกิดโรคบางอย่างเจริญเติบโตได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมโรคจึงค่อนข้างจะมีผลเฉพาะเจาะจงกับผลิตภัณฑ์ และโรคแต่ละชนิด

เบญจวรรณ (2534) ทำการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยว การทำ precooling การบรรจุและการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียว การศึกษาการเจริญเติบโตของฝักกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ OK#2 ที่สร้างบนลำต้นประธานในช่วงอายุ 1 - 12 วันหลังออกดอกบาน ระหว่างเดือนมีนาคม - มิถุนายน 2532 พบว่าการเจริญเติบโตของฝักในส่วนของความยาวฝัก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาเนื้อฝัก เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ด และน้ำหนักสด มีลักษณะเป็น single sigmoidal curve ฝักมีปริมาณ soluble solids ในเนื้อฝักและเมล็ด ปริมาณกรด และปริมาณเส้นใยในเนื้อฝักเพิ่มขึ้น และมีปริมาณวิตามินซีและปริมาณเพคตินลดลงเมื่อฝักมีอายุเพิ่มขึ้น ลักษณะที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวคือ ความยาวฝัก โดยพบว่าฝักในช่วงอายุ 4 - 5 วันหลังดอกบานมีลักษณะทางกายภาพและชีวเคมีที่เหมาะสม โดยฝักมีความยาว 6.23 - 9.54 เซนติเมตร มีปริมาณ soluble solids ในเมล็ดและปริมาณ ไวตามินซีในเนื้อฝักมากกว่าฝักอายุอื่นๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียวอายุ 4 และ 5 วัน กับตำแหน่งข้อสร้างฝักบนลำต้นประธาน พบว่าฝักทั้ง 2 อายุที่สร้างในข้อที่ 1- 15 มีลักษณะทางกายภาพดีกว่าฝักที่สร้างขึ้นจากข้อที่ 16 - 30 และ 31 - 45 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษากาซขณะบรรจุสำหรับฝักกระเจี๊ยบเขียวมี 3 วิธี พบว่าฝักที่บรรจุใส่ถาด โฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกพีวีซีแล้วใส่กล่องกระดาษถูกฟูเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ยังคงความสดและมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าฝักที่บรรจุใส่ถุงตาข่ายไนลอนแล้วใส่กล่องกระดาษถูกฟู และฝักที่บรรจุใส่กล่องกระดาษถูกฟูโดยตรงเก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

การลดอุณหภูมิของฝักกระเจี๊ยบเขียวภายหลังการเก็บเกี่ยว 2 วิธีคือน้ำเย็นและห้องเย็น (10 - 12 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการฝังฝักในสภาพอุณหภูมิห้อง (26.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) นาน 1 ชั่วโมง เก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าฝักที่ฝังในสภาพอุณหภูมิห้องภายหลังเก็บเกี่ยวแล้วเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีอายุเก็บรักษานานกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ

การฝังฝักในสภาพอุณหภูมิห้อง (28.5 - 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) ภายหลังเก็บเกี่ยว นาน 1, 2, และ 3 ชั่วโมงเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และ 15 องศาเซลเซียส พบฝัก

ที่ใช้เวลาฟื้นงาาน 1 ชั่วโมงมีการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพอื่นๆน้อยกว่าและมีอายุเก็บรักษานานกว่า การฟื้นงาาน 2 และ 3 ชั่วโมง

การจำลองสภาพอุณหภูมิบนส่ง 3 ระดับคือ 15 องศาเซลเซียส, 20 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส นาน 1 วันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่าผักที่ใช้อุณหภูมิระหว่างการขนส่ง 15 องศาเซลเซียส มีความสดมากกว่าการใช้อุณหภูมิระหว่างการขนส่ง 20 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส

มานิตย์ (2524) ทำการศึกษาการเก็บรักษาผลท้อ (*Prunus persica* (L.) Batsch) พันธุ์ฟลอร์ดาเรด ในบรรยากาศคัดแปลง โดยพบว่าผลท้อพันธุ์ฟลอร์ดาเรดซึ่งไม่ได้บรรจุหรือบรรจุในถุงพลาสติกที่มีความหนา 3 mm. พวกที่อยู่ในถุงพลาสติกและได้รับ CO<sub>2</sub> 0, 5, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส (72 เปอร์เซ็นต์ RH), 5 องศาเซลเซียส (67 เปอร์เซ็นต์ RH) และ อุณหภูมิห้อง (33.4 องศาเซลเซียส, 56.3 เปอร์เซ็นต์ RH) ที่อุณหภูมิห้องผลซึ่งเก็บรักษาโดยไม่ใส่ถุงพลาสติกมีการเปลี่ยนสีผิว และผลมีเนื้อนุ่มอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษาได้ 4 วัน โดยผลท้อมีสีเหลือง 87.5 เปอร์เซ็นต์ และความแน่นเนื้อมีค่า 4.22 กก./ตร.จม. ส่วนพวกที่ได้รับ CO<sub>2</sub> 20 เปอร์เซ็นต์ มีสีผิวและความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ โดยผลมีสีเหลือง 50 เปอร์เซ็นต์ และความแน่นเนื้อมีค่า 7.96 เปอร์เซ็นต์ กก./ตร.จม. ที่ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ผลท้อซึ่งไม่ได้อยู่ในถุงพลาสติกเป็นเวลา 15 วันมีสีเหลืองทั้งผล ความแน่นเนื้อมีค่าเท่ากับ 3.67 และ 3.41 กก./ตร.จม. ในขณะที่พวกที่ได้รับ CO<sub>2</sub> 20 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ และความแน่นเนื้อมีค่าเท่ากับ 8.49 เปอร์เซ็นต์ และ 7.55 กก./ตร.จม.ตามลำดับ การชะลอการเปลี่ยนสีผิวและการนุ่มของผลท้อเด่นชัดมากขึ้นที่อุณหภูมิต่ำและ CO<sub>2</sub> ในความเข้มข้นสูงๆ อย่างไรก็ตามผลท้อ

ในถุงพลาสติกที่เติม CO<sub>2</sub> มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หรือ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มว่าเกิดรสชาติผิดปกติเล็กน้อย และเกิดเร็วกว่าพวกซึ่งเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส และเปอร์เซ็นต์กรด malic ภายใต้ CO<sub>2</sub> และอุณหภูมิห้องต่างๆกันเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

สมชาย และ ชูพิศตา (2544) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน CO<sub>2</sub>; O<sub>2</sub> และอายุของผักต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพคหวาน วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อายุ และระดับของ CO<sub>2</sub>; O<sub>2</sub> เก็บรักษาในถุงพลาสติก (PE) ที่อุณหภูมิ 9±1 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าข้าวโพคหวานอายุ 18 วันหลังออกไหม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด TA และก๊าซเอทธิลีนน้อยที่สุด มีปริมาณ TSS ความแน่นเนื้อ มากกว่า มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 39 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกช้ากว่า ข้าวโพคหวานอายุ 20 และ 22 วัน หลังออกไหม ปริมาณ TSS และ TA ของข้าวโพคหวานลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่าง 0 – 21 วันหลังการเก็บรักษา และภายหลัง 21 วันแล้วพบว่าปริมาณเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นมาก ในขณะที่คะแนนการยอมรับในการรับประทานลดลงอย่างมากหลังการเก็บรักษา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมชาย และ อภิรัตน์ (2544) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่า โดยใช้แผนการทดลอง แบบ  $2 \times 2 \times 7$  factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ ชนิดของภาชนะบรรจุ สารดูดซับเอทิลีน และสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนที่ระดับ 0:0, 1:2, 2:4, 3:6, 4:2, 5:4 และ 6:6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16-18 องศาเซลเซียส พบว่าผลน้อยหน่า ที่เก็บรักษาในถุง PE และมีสารดูดซับเอทิลีนร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน อัตราส่วน 3 : 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนานที่สุดคือ 17.33 วัน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทิลีนส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิวผล, การเปลี่ยนแปลงความนุ่ม, ความเสียหายทางกายภาพ, ปริมาณ soluble solid (SS), เปอร์เซ็นต์กรด (TA), อัตรา SS/TA, ปริมาณก๊าซเอทิลีน รวมถึงคุณภาพภายหลังการบ่มสุกและอายุการเก็บรักษาที่เด่นชัดกว่า อัตราส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ผลน้อยหน่าที่เก็บรักษาในถุง PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าถุง PP และมีสีผิวปกติตลอดอายุการเก็บรักษาและมีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยมากกว่าถุง PP สามารถคงความแข็งของผล และพบความเสียหายทางกายภาพน้อยกว่า แต่พบการเปลี่ยนแปลงสีผิวผิดปกติเกิดขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษา 12 วันเป็นต้นไป การใช้สารดูดซับเอทิลีน ร่วมกับการเก็บรักษาสามารถลดระดับปริมาณก๊าซเอทิลีนที่สะสมในภาชนะบรรจุ และสามารถชะลอการสุกของผลน้อยหน่าในระหว่างการเก็บรักษาได้

สุชีรา (2537) การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม พบว่าการเก็บรักษาผล ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด  $19 \times 19 \times 35$  ซม. ซึ่งมีช่องระบายอากาศ ด้านข้างทั้งหมด 10 รู (118.57 ตร.ซม.) โดยไม่ได้ใส่สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) หรือใส่ EA ก่อนการหุ้มกล่องด้วยฟิล์มหูด PVC, polyolefin หรือไม่มีการหุ้มกล่องด้วยฟิล์ม ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าผลทุเรียนในทุกวิธีมีอายุการเก็บรักษา 20 วัน การใช้ EA สามารถลดการสะสมของก๊าซ  $\text{CO}_2$  และ  $\text{C}_2\text{H}_4$  ภายในกล่อง ตลอดจนชะลอทั้งการเน่าของเนื้อเชื้อและการเพิ่มขึ้นของปริมาณ total sugars ในเนื้อทุเรียนที่เก็บรักษาภายในกล่องรวมทั้งป้องกันการแตกของผล แต่ไม่มีผลกระทบต่อการพัฒนาสีเปลือก สีเนื้อ ปริมาณ soluble solids, titratable acidity, acetaldehyde และ ethanol ส่วนการใช้ฟิล์มหุ้มกล่องเพียงอย่างเดียว หรือการใช้ EA ร่วมกับฟิล์ม ช่วยลดอัตราการสูญเสีย น้ำหนักของผลทุเรียนลงได้ประมาณ 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ ของ control สำหรับการเก็บรักษาเนื้อ ทุเรียนในถาดโฟมซึ่งหุ้มด้วยฟิล์มชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส และ 4 องศาเซลเซียส พบว่า เก็บได้นาน 32 วัน โดยความเข้มข้นของ  $\text{CO}_2$  และ  $\text{C}_2\text{H}_4$  ภายในภาชนะดังกล่าวข้างต้นลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ถาดซึ่งหุ้มด้วยฟิล์มชนิด PVC มีการสะสม  $\text{CO}_2$  และ  $\text{C}_2\text{H}_4$  สูงที่สุด รองลงมาคือฟิล์ม หูด polyolefin PVC ตามลำดับ รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. ผักกาดหัวหั่น
2. เครื่องหั่นแบบคิติดอต ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ
4. เครื่องแก้ว เช่น flask, beaker
5. hand refractometer
6. burette
7. แผ่นเทียบสี มาตรฐานของ The Royal Horticultural Society (R.H.S colour chart)
8. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
9. ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์
10. ก๊าซ ออกซิเจน
11. สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA)
12. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
13. ถุงพลาสติก polypropylene (PP)
14. ถุงพลาสติก low density polyethylene (PVC)
15. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

### วิธีดำเนินการทดลอง

ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหล  $CO_2 : O_2$  ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหัวผักกาดหั่นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $14 \pm 2$  องศาเซลเซียส

จัดหาหัวผักกาดที่มีลักษณะทางคุณภาพที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวมาหั่นเป็นชิ้นแล้วบรรจุในถุงพลาสติกที่กำหนดในปัจจัย A ถุงละ 250 กรัม โดยน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศแล้วเติม  $CO_2$  และ  $O_2$  ตามวิธีการที่กำหนดแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ  $14 \pm 2$  องศาเซลเซียส

วางแผนการทดลองแบบ  $3 \times 5$  factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 15 treatment combinations วิธีการละ 2 ชั่วโมง 250 กรัม และมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ ชนิดของภาชนะบรรจุ

- $a_1$       ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
- $a_2$       ถุงพลาสติก polypropylene (PP)
- $a_3$       ถุงพลาสติก polyvinylchloride (PVC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย B คือ สัดส่วนของ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> (แรงดันของก๊าซมีหน่วยเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว, PSI)

b <sub>1</sub>	CO <sub>2</sub>	0	PSI	:	O <sub>2</sub>	0	PSI
b <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	3	PSI	:	O <sub>2</sub>	5	PSI
b <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	3	PSI	:	O <sub>2</sub>	10	PSI
b <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	5	PSI	:	O <sub>2</sub>	5	PSI
b <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	5	PSI	:	O <sub>2</sub>	10	PSI

### การศึกษาข้อมูล

1. เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คิดโดยทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของหัวผักกาดหั่น ก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นทุกๆ 3 วัน แล้วบันทึกผล นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสีย น้ำหนักสด และคำนวณตามสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{นน.สดก่อนการเก็บรักษา} - \text{นน.สดหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS) ทุกๆ 3 วันหลังการเก็บรักษา นำผักกาดหัวหั่นมาวัด ปริมาณ TSS โดยการนำน้ำคั้นจากหัวผักกาดหั่นมาวัดด้วย hand refractometer มีหน่วยเป็น brix

3. ปริมาณ titratable acidity (TA) ทำการบันทึกผลทุกๆ 3 วัน โดยการนำน้ำคั้นจากหัวผักกาดหั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1% จำนวน 3-4 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไตเตรดด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร) บันทึกปริมาตรค่าที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดมาลิกจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดมาลิก} = \frac{N \text{ base} \times \text{ml. Base} \times \text{meq. wt. ของกรดมาลิก}}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

$$\text{โดย N base} = \text{normality ของ NaOH}$$

$$\text{ml. base} = \text{จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรด}$$

$$\text{meq. wt. ของกรดมาลิก} = 0.06705$$

4. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ โดยบันทึกผลทุกๆ 3 วัน ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของผิวเนื้อหัวผักกาดหั่นก่อนและหลังการทดลองโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society โดยวัดตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพกลิ่น ทุก 3 วันหลังการเก็บรักษานำหัวผักกาดหั่นมาดมกลิ่นโดยใช้ผู้ดมกลิ่น 5 คน แบ่งคะแนนความชอบเป็น 5 ระดับคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
1๐๘๙๓5  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนน	5	คือ กลิ่นดีมากเช่นเดียวกับหัวผักกาดหั่นสด
ระดับคะแนน	4	คือ กลิ่นดีใกล้เคียงกับหัวหั่นสด
ระดับคะแนน	3	คือ กลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน	2	คือ กลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน	1	คือ มีกลิ่นผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับ

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลอง	วันที่ 17 เดือน พฤศจิกายน 2547
สิ้นสุดการทดลอง	วันที่ 10 เดือน ธันวาคม 2547
รวมระยะเวลาทั้งสิ้น	24 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $14 \pm 2$  องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า

### 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดหัวหั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักกาดหัวหั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด 1.91 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.84 , 0.72 , 0.67 , 0.66 , 0.58 , 0.52 , 0.52 , 0.50 , 0.41 , 0.38 , 0.31 , 0.24 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.44 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 , 0:0 และ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.57 , 0.54 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ

0.35 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.02 , 0.87 , 0.70 , 0.66 , 0.63 , 0.59 , 0.59 , 0.49 , 0.45 , 0.43 , 0.35 , 0.23 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC และ PP มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.31 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 , 3:10 และ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.75 , 0.58 และ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.42 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.59 , 0.56 , 0.55 , 0.31 , 0.23 และ 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0, PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 และ PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 หัวผักกาดได้รับความเสียหายจากการเน่าเสีย และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> อย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 , 3:10 และ 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.38 , 0.19 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ ( ตารางที่ 3)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI และ ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.59 และ 0.34 ส่วนผักกาดหัวหั้นในถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสีย และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ หัวผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษา

ในฉงพลาสติก PP เกิดการเน่าเสีย จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือหัวผักกาดหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 , PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.28 , เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวผักกาดหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5, 3:10 และ 5:10 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของหัวผักกาดหั้น จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

Treatment Combination	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)			
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0.52e-g <sup>M</sup>	0.59e <sup>M</sup>	0.16g <sup>M</sup>	-
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	1.08a	0.08i	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0.21hi	0.43f	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	0.17i	0.22h	0.55c	0.34c
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	0.24hi	0.23h	0.31d	0.25d
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0.72c	0.63de	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0.41fg	1.91a	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	0.66cd	0.45f	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	0.52e	0.49f	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	0.31gh	0.35g	0.23e	-
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0.38g	1.02b	-	-
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	0.58de	0.59e	0.20f	-
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	0.84b	0.87c	0.56bc	-
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	0.67cd	0.66de	0.70a	0.72a
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	0.50ef	0.70d	0.59b	0.59b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบDuncan'sNew Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC

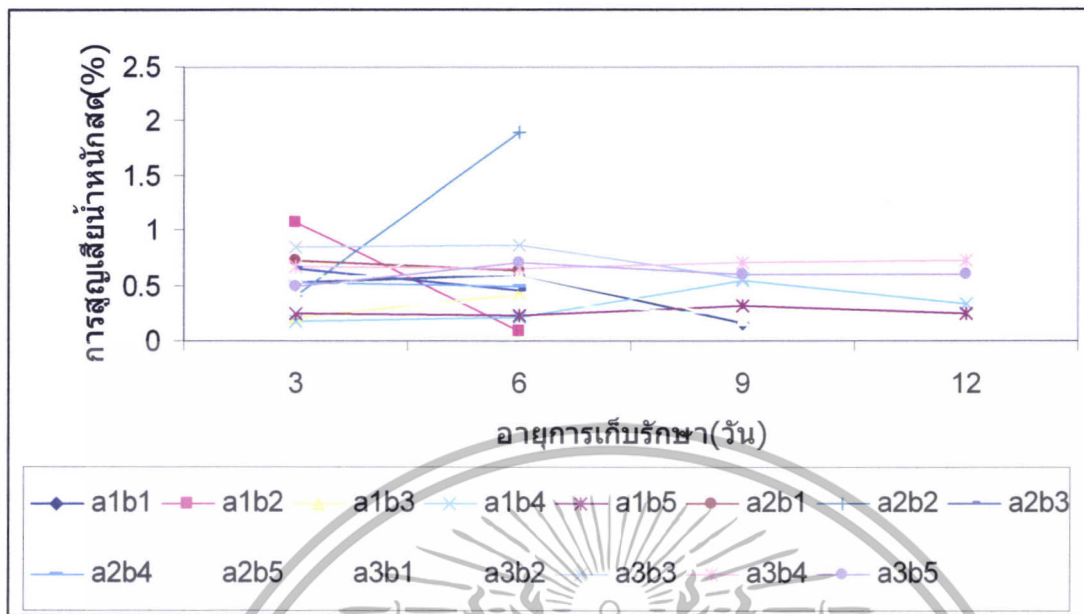
ชนิดถุงพลาสติก	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)			
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
PE	0.44c <sup>L</sup>	0.31b <sup>L</sup>	0.20b <sup>L</sup>	0.12b <sup>L</sup>
PP	0.52b	0.77a	0.05c	-
PVC	0.59a	0.77a	0.41a	0.26a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของ ก๊าซ CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> (PSI)	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)			
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
0:0	0.54b <sup>L</sup>	0.75b <sup>L</sup>	0.05d <sup>L</sup>	-
3:5	0.69a	0.86a	0.07d	-
3:10	0.57b	0.58c	0.19c	-
5:5	0.46c	0.45d	0.42a	0.35a
5:10	0.35d	0.42d	0.38b	0.28b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวนั้นภายหลังจากเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า หัวผักกาดหั่นมีปริมาณ TSS ลดลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักกาดหั่นปริมาณ TSS มากที่สุด 4.00 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.90 brix (ตารางที่ 4)

### ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาผักกาดหั่นมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 3.00 – 4.00 brix ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.0 brix รองลงมาคือผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  15:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 3.9, 3.9, 3.9, 3.9, 3.8, 3.8, 3.6, 3.5, 3.2, 3.1, 3.0, 3.0 และ 3.0 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI และ ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.9 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.82 brix รองลงมาคือ ผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ซึ่งมีปริมาณ TSS 3.5 brix ส่วนผักกาดหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.18 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  อย่างเดียพบว่า ผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.63 brix รองลงมา คือ ผักกาดหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  5:5, 3:10 และ 3:5 PSI มีปริมาณ TSS 3.6, 3.6 และ 3.43 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.23 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

### ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4 brix รองลงมาคือผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $CO_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

: O<sub>2</sub> 3:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 4 , 3.9 , 3.9 , 3.8 , 3.8 , 3.7 , 3.7 , 3.7 , 3.6 , 3.6 , 3.5 และ 3.4 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.3 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.86 brix รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TSS 3.68 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.58 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุ ไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> อย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.77 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 , 5:10 และ 3:5 PSI มีปริมาณ TSS 3.73 , 3.73 และ 3.7 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.6 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4 brix รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 ซึ่งมีปริมาณ TSS 4 , 3.8 , 3.8 , 3.75 , 3.75 , 3.75 และ 3.65 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI , ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI , PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 , PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 , PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 , PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 และ PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.06 brix รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TSS 2.31 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSS น้อยที่สุด คือ 0.73 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.8 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 , 5:5 และ 3:5 PSI มีปริมาณ TSS 2.58 , 1.27 และ 1.27 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 1.25 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI และ ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4 brix รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 3.6 และ 3.5 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI , PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI , PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI , PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI , PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI , PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI , PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI , PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI , PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI , PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI และ PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ(ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 1.6 brix รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ส่วน ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 1.43 brix ถุงพลาสติก PP ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 2.55 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 มีปริมาณ TSS 2.50 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ,  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI และ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TSS (brix)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3.90a <sup>L</sup>	3.50a-c <sup>L</sup>	3.90ab <sup>L</sup>	3.80a <sup>L</sup>	-
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	4.00a	3.80a	3.70a-d	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3.90a	3.90a	3.30e	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	4.00a	3.90a	3.70a-d	3.75a	4.00a
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	4.00a	4.00a	3.80a-c	4.00a	4.00a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3.90a	3.20b-d	3.70a-d	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	3.90a	3.60ab	3.40de	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	3.90a	3.10cd	3.50c-e	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	4.00a	3.00d	3.70a-d	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	3.90a	3.00d	3.60b-e	3.64a	-
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	4.00a	3.00d	3.60b-e	-	-
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	4.00a	2.90d	4.00a	3.80a	-
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	3.90a	3.80a	4.00a	3.75a	-
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	3.90a	3.90a	3.90ab	4.00a	3.50c
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	3.90a	3.90a	3.80a-c	3.75a	3.64b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC

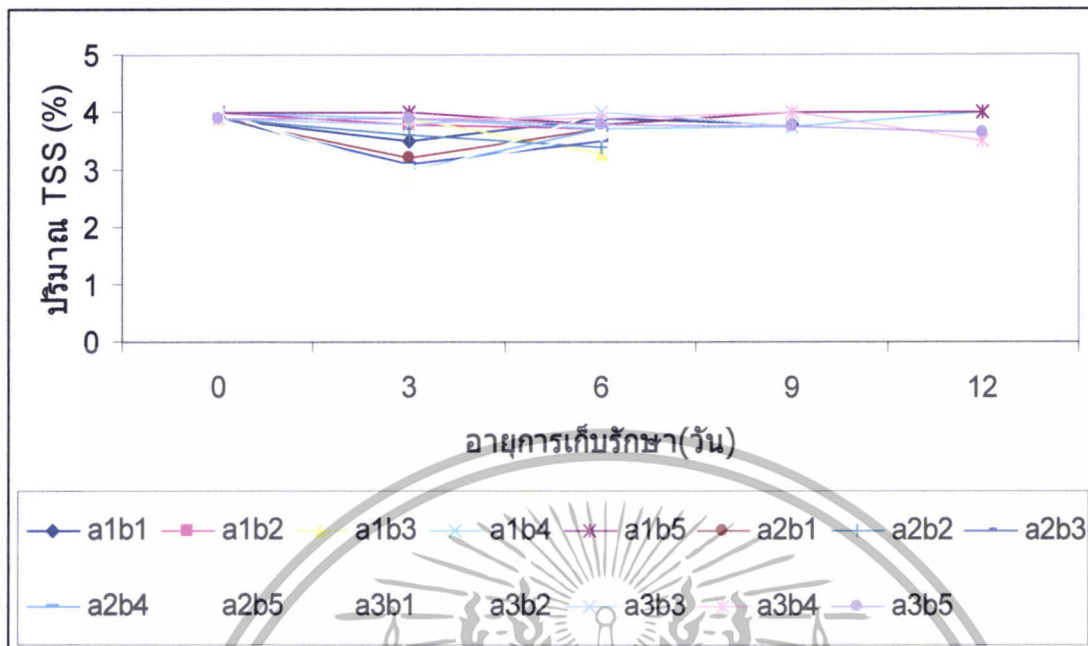
ชนิดถุงพลาสติก	ปริมาณ TSS (brix)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
PE	3.96a <sup>1/</sup>	3.82a <sup>1/</sup>	3.68ab <sup>1/</sup>	2.31b <sup>1/</sup>	1.6a <sup>1/</sup>
PP	3.94b	3.18c	3.58b	0.73c	-
PVC	3.94b	3.50b	3.86a	3.06a	1.43b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> (PSI)	ปริมาณ TSS (brix)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
0:0	3.93a <sup>1/</sup>	3.23a <sup>1/</sup>	3.73a <sup>1/</sup>	1.27c <sup>1/</sup>	-
3:5	3.97a	3.43a	3.70a	1.27c	-
3:10	3.93a	3.60a	3.60b	1.25c	-
5:5	3.97a	3.60a	3.77a	2.58b	2.50a
5:10	3.93a	3.63a	3.73a	3.80a	2.55a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่นภายหลังจากการเก็บรักษา 3, 6, 9 และ 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดหัวหั้นมีปริมาณ TA ลดลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักกาดหัวหั้นมีปริมาณ TA มากที่สุด 0.35 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

#### ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาผักกาดหัวหั้นมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.05-0.07 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.08 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI และ ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07, 0.07, 0.07, 0.07, 0.07, 0.07 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP และ PE มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PVC ปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  อย่างเดียพบว่า ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  5:10,  $CO_2 : O_2$  5:5, 3:10 และ 0:0 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08, 0.08, 0.08 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI ปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

#### ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $CO_2 : O_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PP +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $CO_2 : O_2$  3:5 PSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.11 , 0.11 , 0.11 , 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.09 , 0.09 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 และ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ซึ่งมีปริมาณ TA 0.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP ปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> อย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 และ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 , 3:5 และ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.08 , 0.08 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก ซึ่งมีปริมาณ TA 0.14 , 0.13 , 0.13 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI และ ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVC + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:10 PSI มีถุงพลาสติก PE + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 3:5 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัวหั่น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเฉียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TA 0.07 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP ปริมาณ TA น้อย

ที่สุด คือ 0.01 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 , 3:10 และ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.09 , 0.04 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.02 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI และ ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PVC +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ถุงพลาสติก PP  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI PSI ถุงพลาสติก PP +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:10 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  3:5 PSI ถุงพลาสติก PE +  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 PSI ได้รับความสะดวกสบายจากการนำเสียบของผักกาดหัวหั่น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ซึ่งมีปริมาณ TA 0.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP ได้รับความเสียหายจากการนำเสียบของผักกาดหัวหั่น จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:5 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  5:10 ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  0:0 , 3:5 , 3:10 PSI ได้รับความเสียหายจากการนำเสียบของผักกาดหัวหั่น จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0.06b <sup>1/</sup>	0.09a-c <sup>1/</sup>	0.11a <sup>1/</sup>	0.07b <sup>1/</sup>	-
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0.06b	0.07d	0.06c	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0.05c	0.09a-c	0.11a	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	0.06b	0.08b-d	0.12a	0.14a	0.18a <sup>1/</sup>
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	0.07a	0.09ab	0.11a	0.13a	0.19a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0.06b	0.10a	0.04c	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0.06b	0.08a-c	0.09b	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	0.06b	0.07d	0.04c	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	0.06b	0.09a-c	0.09b	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	0.06b	0.09a-c	0.09b	0.07b	-
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0.06b	0.07c	0.09b	-	-
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	0.06b	0.07cd	0.09b	0.07b	-
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	0.06b	0.07cd	0.09b	0.13a	-
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	0.05c	0.07cd	0.09b	0.15a	0.19ab
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	0.06b	0.07cd	0.09b	0.13a	0.08b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC

ชนิดถุงพลาสติก	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
PE	0.06a <sup>1/</sup>	0.08a <sup>1/</sup>	0.10a <sup>1/</sup>	0.07b <sup>1/</sup>	0.08a <sup>1/</sup>
PP	0.06a	0.08a	0.07c	0.01c	-
PVC	0.06a	0.07b	0.09b	0.09a	0.05b

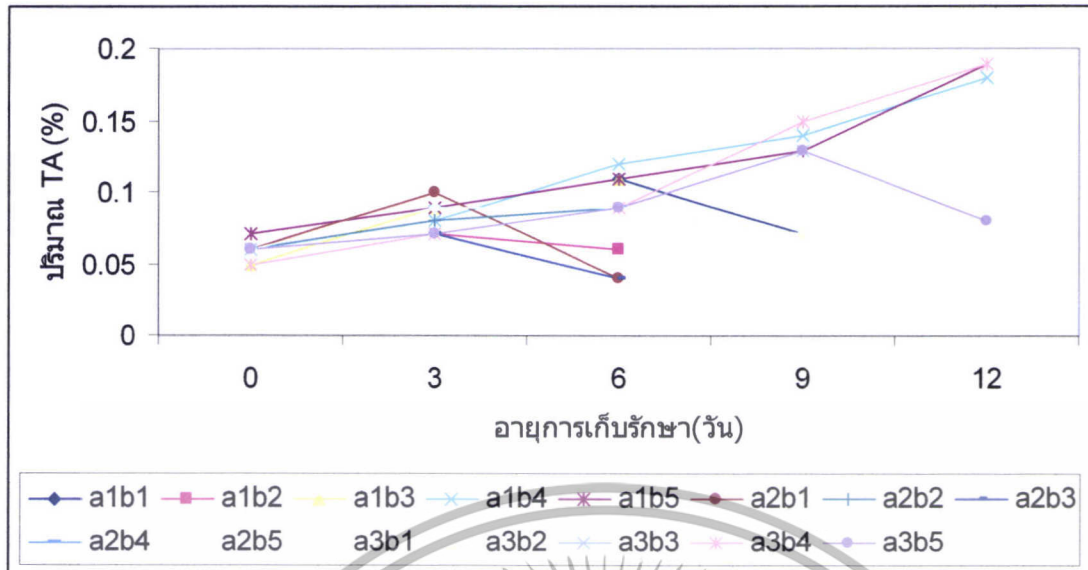
1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของก๊าซ CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> (PSI)	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
0:0	0.06a <sup>1/</sup>	0.08a <sup>1/</sup>	0.08b <sup>1/</sup>	0.02d <sup>1/</sup>	-
3:5	0.06a	0.07a	0.08b	0.02d	-
3:10	0.06a	0.08a	0.08b	0.04c	-
5:5	0.06a	0.08a	0.10a	0.09b	0.12a
5:10	0.06a	0.08a	0.10a	0.10a	0.09b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ tritrateable acidity (TA) ของผิวหนังแห้งหลังจากการรักษา 3, 6, 9 และ 12 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. สีเนื้อ

สีเนื้อผักกาดหัวหั่นก่อนการเก็บรักษามีสีขาวอยู่ในกลุ่ม White Group 155C (WG 155C) ภายหลังจากการเก็บรักษา พบว่าสีเนื้อของผักกาดหัวหั่นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 แสดงสีเนื้อของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และPVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

Treatment Combination	สีเนื้อของผักกาดหัวหั่นภายหลังจากการเก็บรักษา				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	WG155C	WG155B	WG155D	WG155C	-
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	WG155B	WG155B	WG155D	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	WG155C	WG155D	WG155D	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	WG155B	WG155B	WG155D	WG155B	WG155C
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	WG155C	WG155D	WG155B	WG155C	WG155C
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	WG155B	WG155C	WG155D	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	WG155C	WG155C	WG155C	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	WG155C	WG155D	WG155D	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	WG155C	WG155D	WG155D	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	WG155D	WG155D	WG155C	WG155D	-
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	WG155B	WG155B	WG155D	-	-
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	WG155B	WG155A	WG155C	WG155A	-
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	WG155B	WG155B	WG155D	WG155C	-
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	WG155C	WG155C	WG155D	WG155C	WG155C
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	WG155B	WG155C	WG155C	WG155B	WG155B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คุณภาพกลิ่นของฝักกาดหัวหั้น

ในระหว่างการเก็บรักษาไปฝักกาดหัวหั้นทุกๆ การทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองฝักกาดหัวหั้นมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีคะแนน 5 คะแนน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

#### ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ปรากฏว่าฝักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีคะแนน 5 คะแนน (ตารางที่ 11)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่าฝักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3-5 คะแนน (ตารางที่ 11)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ปรากฏว่าฝักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีใกล้เคียงกับฝักกาดหัวหั้นสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3-4 คะแนน (ตารางที่ 11)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ปรากฏว่าฝักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยยังเป็นที่ยอมรับได้ โดยมีคะแนน 3-4 คะแนน (ตารางที่ 11)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงคุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และPVC ร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> ต่างๆ กัน

Treatment Combination	คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษา				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5	5	4	4	-
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5	5	5	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	5	5	4	-	-
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	5	5	4	4	4
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	5	5	5	4	4
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5	5	4	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	5	3	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	5	5	3	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	5	5	3	-	-
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	5	5	3	3	-
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	5	5	4	-	-
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	5	5	4	4	-
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	5	5	4	4	-
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	5	5	4	4	3
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	5	5	4	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อายุการเก็บรักษา

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 10 PSI , PVC + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 5 PSI, PVC + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 12 วัน ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาองลงมาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 0 PSI, PP + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 10 PSI, PVC + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 5 PSI, PVC + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 10 PSI, มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 9 วัน PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 10 PSI, PP + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 0 PSI, PP + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 5 PSI, PP + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 10 PSI, PP + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 5 PSI, PVC + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 0 PSI มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด 6 วัน ยังคงมีกลิ่นและสีอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด

ตารางที่ 12 แสดงอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นภายหลังจากการเก็บรักษาในแต่ละวิธีการ

Treatment	CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub>	อายุการเก็บรักษา (วัน)
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0 : 0	9
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3 : 5	6
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3 : 10	6
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	5 : 5	12
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	5 : 10	12
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0 : 0	6
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	3 : 5	6
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	3 : 10	6
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	5 : 5	6
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	5 : 10	9
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0 : 0	6
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	3 : 5	9
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	3 : 10	9
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	5 : 5	12
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	5 : 10	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 8-10 วัน โดยที่คุณภาพภายใน และภายนอกของผักกาดหัวหั้นยังคงสภาพ อาจเป็นเพราะสาเหตุว่าถุงพลาสติก PE มีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มากจึงไม่เกิดการหายใจ โดยไม่ใช่ก๊าซออกซิเจนซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ (2526) กล่าวว่าการใช้แผ่นพลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาแบบตัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของก๊าซออกซิเจน ทำให้อัตราการหายใจลดลงและการผลิตก๊าซเอทธิลินต่ำลง ขณะเดียวกันระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์เพิ่มขึ้นทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียน้ำหนักสามารถป้องกันการเน่าเนื่องจากเชื้อราได้บ้างบางชนิดจากการปนเปื้อนผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในปริมาณ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  สัดส่วนที่สูงมีแนวโน้มให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผักกาดหัวหั้นที่เก็บรักษาในปริมาณ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  สัดส่วนที่ต่ำ อาจเนื่องมาจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงทำให้การถ่ายเทอิเล็กตรอนจาก NADH เกิดขึ้นไม่ได้ ในขณะที่เดียวกันการสร้าง ATP ก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้หรือเกิดขึ้นไม่เพียงพอ การหายใจทั้งขบวนการถูกยับยั้ง และคาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีปริมาณมากสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของขบวนการหายใจได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทธิลิน โดยเชื่อกันว่าคาร์บอนไดออกไซด์ไปแย่งที่ active site ของเอทธิลิน ดังนั้นการลดปริมาณออกซิเจน และเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตออกไปได้ และการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลผลิต จึงทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานกว่าเก็บในที่อุณหภูมิปกติ (จริงแท้, 2541)

## สรุปผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด พบว่าผักกาดหัวหัวหั้นที่เก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น หลังการเก็บรักษา 3 วัน มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักสด 0.56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 12 วัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงถึง 0.72เปอร์เซ็นต์

ชนิดของภาชนะบรรจุ และอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  นั้นมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหัวหั้น โดยภาชนะบรรจุเป็นปัจจัยสำคัญส่วนอัตราการไหลของก๊าซ  $CO_2 : O_2$  นั้นเป็นปัจจัยส่งผลกระทบต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหัวหั้นเป็นลำดับรองลงมา โดยพบว่าถุงพลาสติก PVC และ PP ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ส่วนถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักส่น้อยที่สุด

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS) ในน้ำคั้นผักกาดหัวหัวหั้นพบว่า ก่อนการเก็บรักษาผักกาดหัวหัวหั้นมีค่า TSS อยู่ระหว่าง 3.9 – 4.0 brix และ TSS จะไม่ค่อยลดลงมากเท่าไรร่นักหลังการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 3-9 วันหลังการเก็บรักษา ค่า TSS ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

ปริมาณ TSS ในถุงพลาสติก PE PP และ PVC มีปริมาณการลดลงที่ใกล้เคียงกันมาก ในระหว่างการเก็บรักษา 3-12 วัน

3. ปริมาณ titratable acidity (TA) พบว่าผักกาดหัวหัวหั้นมีปริมาณ TA ก่อนการเก็บรักษามีค่า TA อยู่ระหว่าง 0.05-0.07 เปอร์เซ็นต์ และ TA จะค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 3-6 วันหลังการเก็บรักษา ค่า TA ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

ปริมาณ TA ในแต่ละวิธีการมีปริมาณลดลงทีละน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

4. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผักกาดหัวหัวหั้น พบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองผักกาดหัวหัวหั้นมีลักษณะสีเนื้อเป็นสีส้มอยู่ในช่วง White Group 155B (WG155B) ภายหลังจากการเก็บรักษา 3-12 วัน พบว่าสีเนื้อของผักกาดหัวหัวหั้นในทุกวิธีการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหัวหั้น พบว่า ภายหลังจากการเก็บรักษา 3-6 วัน คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหัวหั้นอยู่ในเกณฑ์ดีมากใกล้เคียงกับผักกาดหัวหัวหั้นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 9 วัน คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหัวหั้นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับผักกาดหัวหัวหั้นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหัวหั้นผิดปกติเล็กน้อย

## เอกสารอ้างอิง

- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ลินคอร์น โพรโมชั่น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คนัย บุญเกียรติ และนิธยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โอเคียนส์โตร์.
- เบ็ญจวรรณ ชูติชูเดช. 2534. “การศึกษาด้านการเก็บเกี่ยว การทำ precooling การบรรจุและการเก็บรักษาผักกระเจี๊ยบเขียว.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. การเก็บรักษาผลผลิตพืชสวน เกษตรก้าวหน้า. 12(4) : 38-44
- วัฒนา วิวิธกิจการ. 2540. “เทคนิค CAM/MAP เพื่อยืดอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชสวน”.อาหาร. 24(4) : 278-281.
- ประพันธ์ บุญกลั่นขจร. 2526. “การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด.” กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ. เอกสารอัดสำเนา.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์หิรัญ.
- มานิตย์ โฆษิตตระกูล. 2524. “การเก็บรักษาผลท้อ (*Prunus persica* L.Batsch) พันธุ์พลอริดาเรดในบรรยากาศดัดแปลง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย กล้าหาญ และยุพัตสา คำดี. 2544. “อิทธิพลของสัดส่วน CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> และอายุของผักต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน.” หน้า 41. ใน การประชุมวิชาการ มมส ครั้งที่ 1. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมชาย กล้าหาญ และอภิรัตน์ เฟ็ชรัตน์. 2544. “อิทธิพลของอัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทรีลีน ต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่า.” หน้า 42. ใน การประชุมวิชาการ มมส ครั้งที่ 1. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุชีรา เขียงยุคศักดิ์. 2537. “การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Glahan, S. and Kerdsiri, T. 2001. "Influence of CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> on Quality after Storage of Gros Michel 'Hom Thong.'" 441-454. in **Quality Management and Market Access Proceedings of the 20<sup>th</sup> ASEAN / 2<sup>nd</sup> APEC Seminar on Postharvest Technology**. Chiang Mai : Thailand.
- Glahan, S. and Puchangthong, S. 2001. "Influence of CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> Proportion on the Quality After Storage of Asparagus (*Asparagus officinalis* Linn.)" P-52. in **Abstracts . The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment**. Nakhon Pathom : Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.
- Glahan, S. and Wichitrattananon, W. 2001. "Influence of Maturation and Proportions of CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> on Ripening Development Storage Life and Quality of Mangosteen." 415-423 in **Quality Management and Market Access Proceedings of the 20<sup>th</sup> ASEAN / 2<sup>nd</sup> APEC Seminar on Postharvest Technology**. Chiang Mai : Thailand.
- Glahan, S. and Youryon, P. 2001. "Influence of Maturation and CO<sub>2</sub> Concentration on Ripening Development, Quality and Storage Life of Banana 'Kluai Kai' (*Musa.AA* Group)" P-53. in **Abstracts . The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment**. Nakhon Pathom : Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.
- Bailey. L.K. 1964. **The standard cyclopedia of horticulture**. New York : The Macmillan Company. Col. 1 1200p.
- Kader, A.A. 1986. **Biochemical and Physiological Basic for Effects of Controlled and Modified Atmospheres on Fruits and Vegetable**. Food Techno. 40(5) : 99.
- Zegory, D and A.A. Kader, 1988. "Modified Atmospheres Packaging for Fresh Product". J. Food Tech. 42(9) : 70.
- Wilfret, G.J. 1981. Height retardation of poinsettia with ICI. Pp.333. Hort Science. 16:443.

## ภาคผนวก



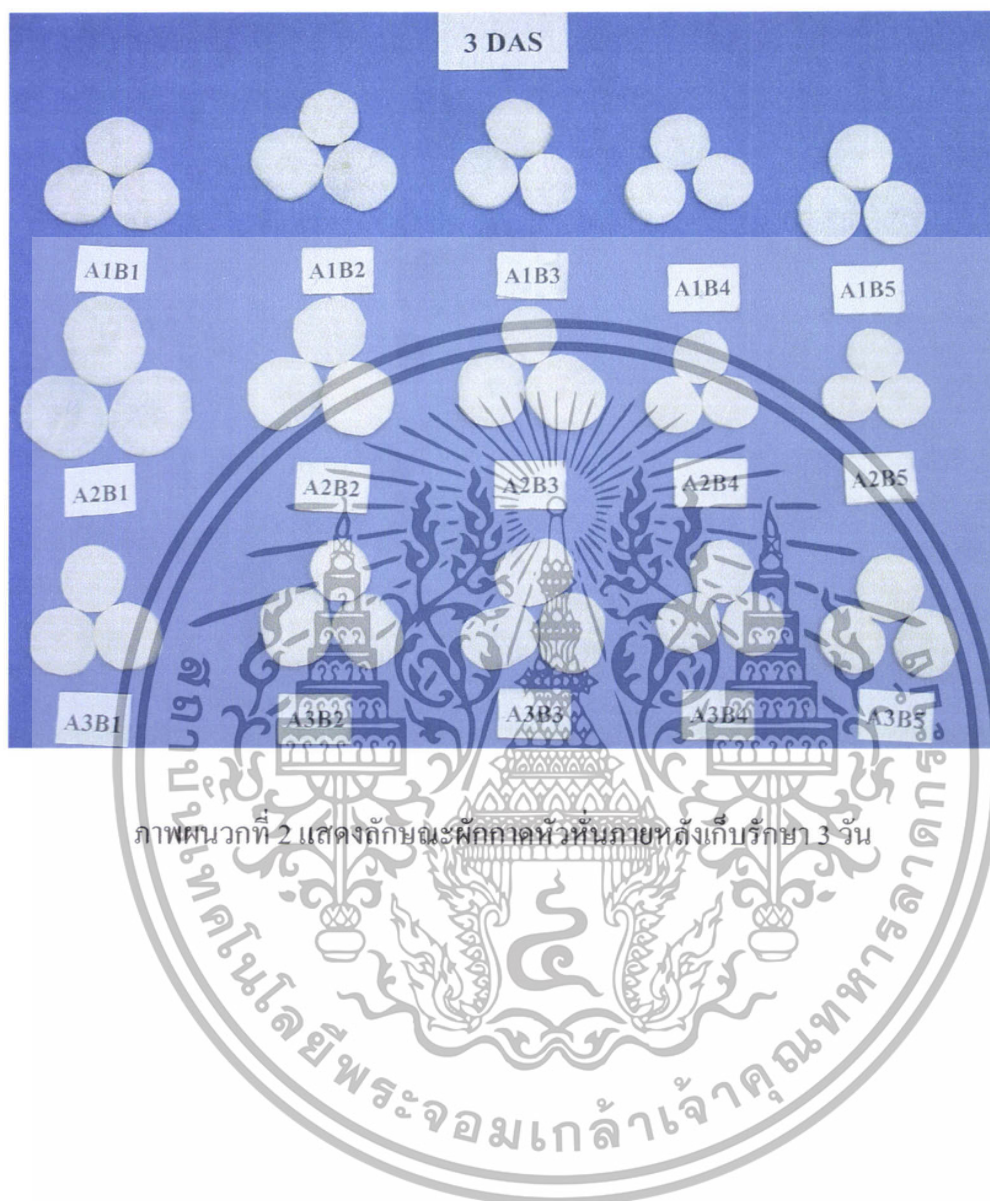
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก่อนการเก็บรักษา



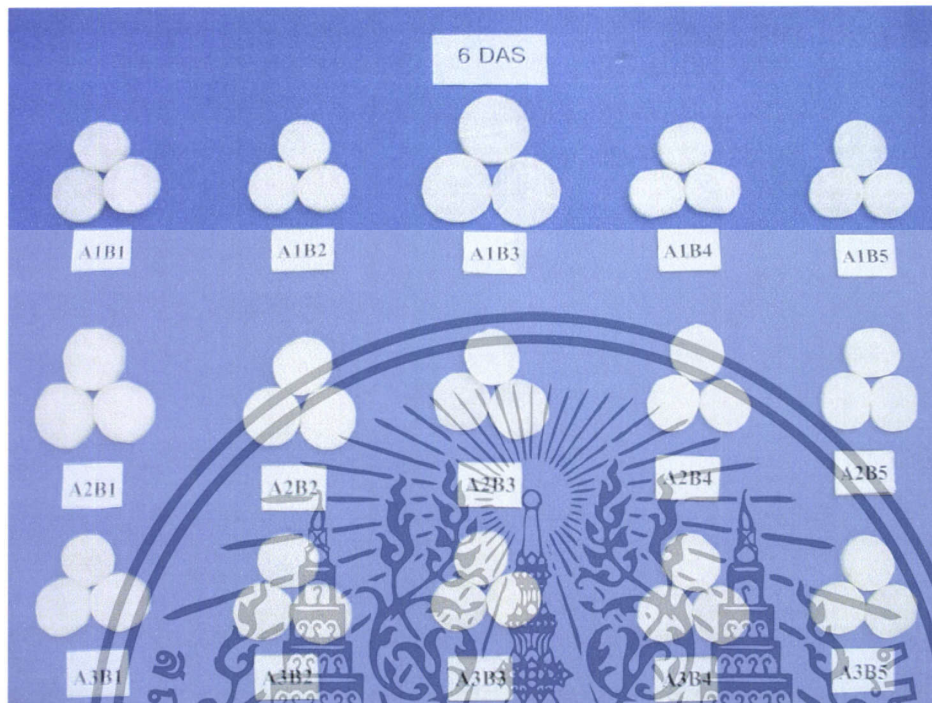
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะฝักกาดหัวหั้นก่อนเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



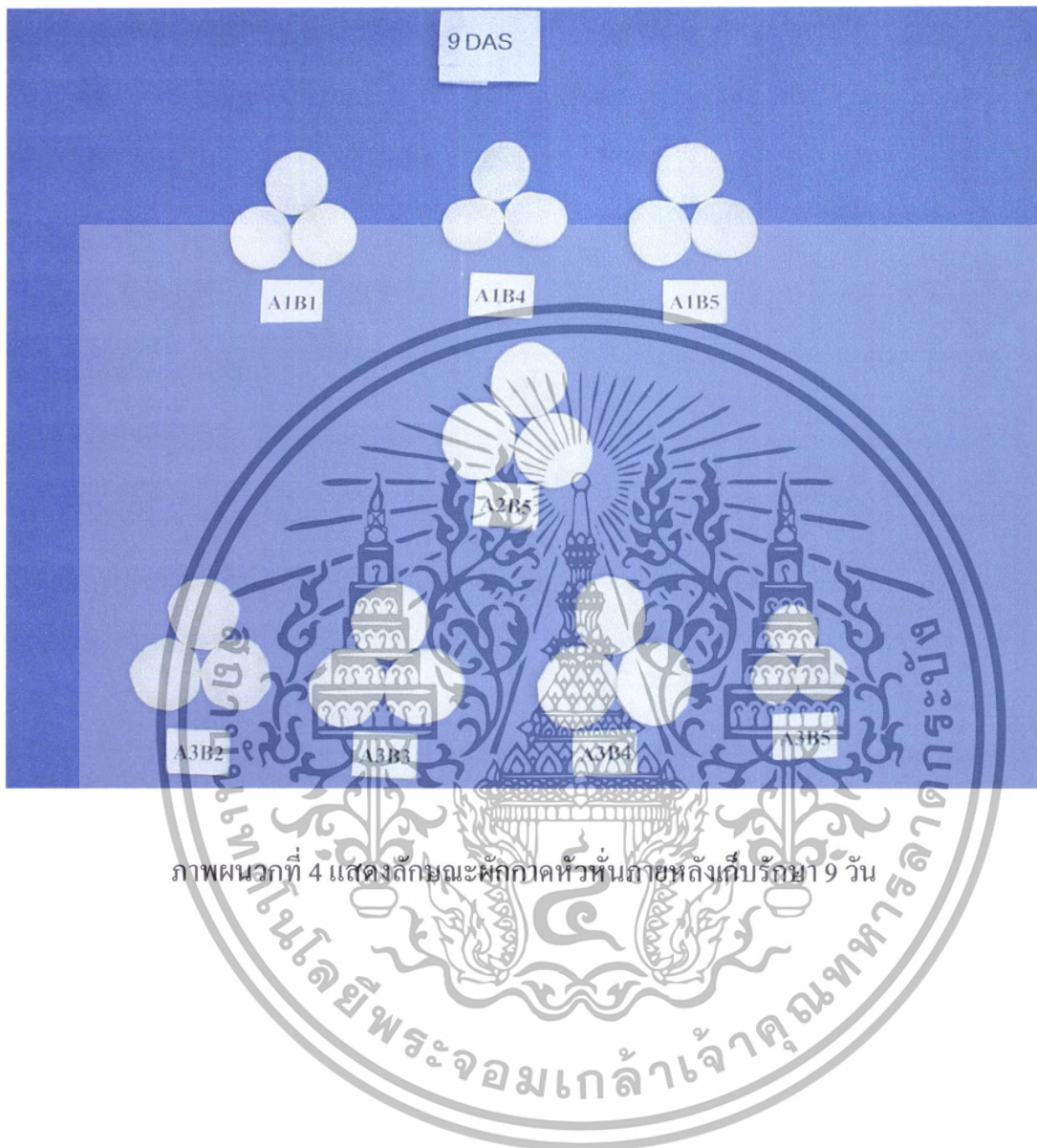
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะผักกาดหัวแห้งหลังเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



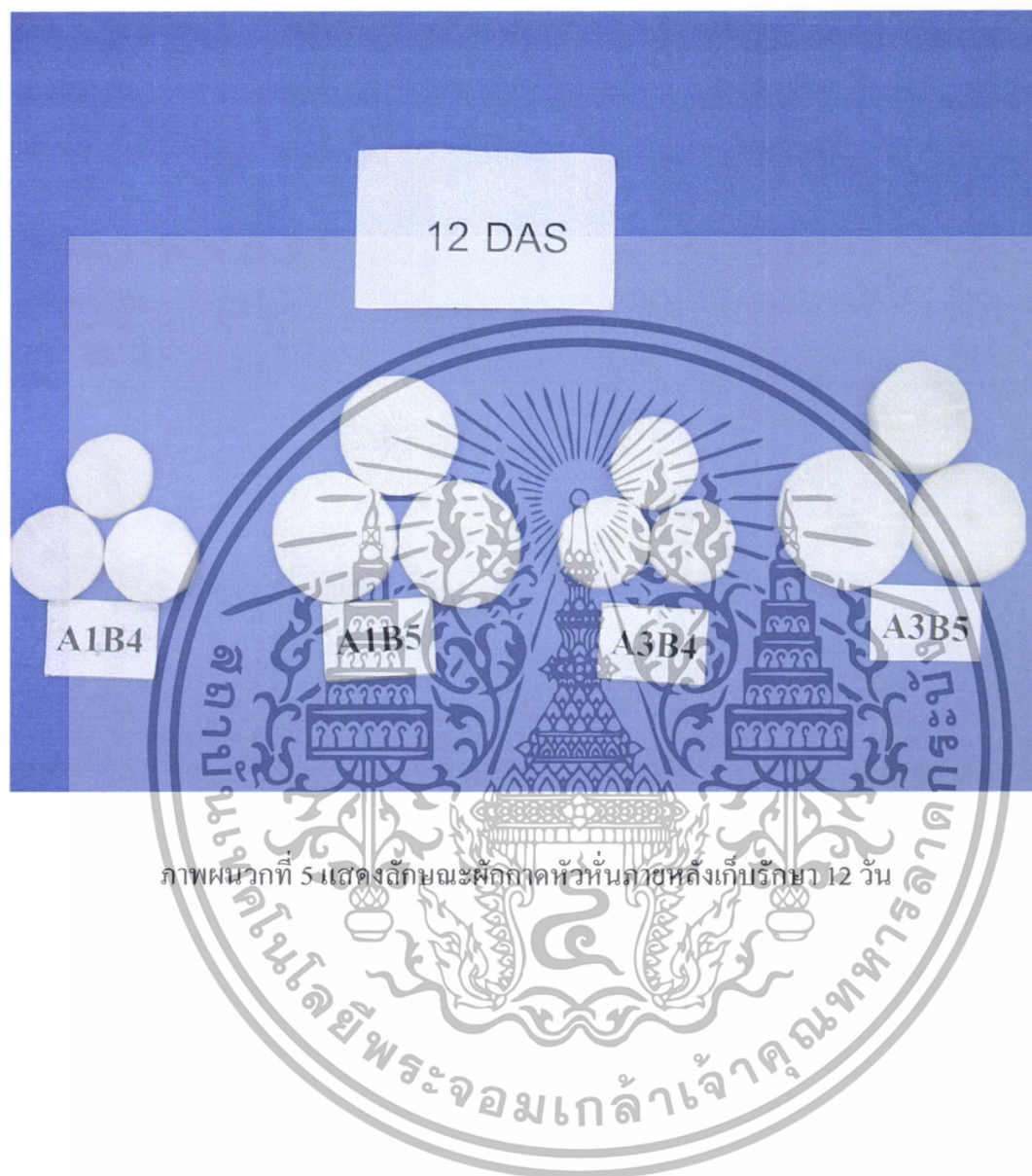
ภาพผนวกรวทที่ 3 แสดงลักษณะผลกดคหัวท้นภยหลังเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะผักกาดหัวที่ขึ้นภายหลังเก็บรักษา 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะสีน้ำตาลหัวหน้ภายหลังเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้