ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นโดยการใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO_2 และ O_2

Extension of Storage Life of Fresh Cut of Chinese Radish (*Raphanus sativus var. longipinnatus*) by Packaging Material in Combination with CO_2 and O_2 Gases

โดย

นายเอกลักษณ์ รอดประสิทธิ์ชัย

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 5 **เดือน** ตุลาคม **พ.ศ.** 48

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 5 **เดือน** ตุลาคม **พ.ศ.** 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นโดยการใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO_2 และ O_2

Extension of Storage Life of Fresh Cut of Chinese Radish (*Raphanus sativus var. longipinnatus*) by Packaging Material in Combination with CO_2 and O_2 Gases

T108935

โดย

นายเอกลักษณ์ รอดประสิทธิ์ชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

มช.
0881
2547
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 108935
วัน.เดือน.ปี - 2 ส.ค. 2553

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b 12227894
i.....

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญที่ให้คำปรึกษา แนะแนวทางการทำปัญหาพิเศษ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างจนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ รวมถึงประสบการณ์ๆ แก่ข้าพเจ้าอย่างเต็มความสามารถ

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้โอกาสทางการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้าสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวังไว้

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ด้วยความเคารพอย่างสูง

นายเอกลักษณ์ รอดประสิทธิ์ชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นโดยการใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO_2 และ O_2
โดย	นาย เอกลักษณ์ รอดประสิทธิ์ชัย
สาขา	พืชสวน
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นโดยการใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO_2 และ O_2 โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ ถุงพลาสติก 3 ชนิด PE PP และ PVC และอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5 ระดับ 0:0 , 3:5 , 3:10 , 5:5 และ 5:10 PSI เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14±2 องศาเซลเซียส

การทดลองพบว่าผักกาดหัวหั่นจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของ CO_2 : O_2 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_2 : O_2 5:10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 12 วัน โดยมีลักษณะสีผิว สีเนื้อ และรสชาติดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tittle	Extension of Storage Life of Fresh Cut of Chinese Radish (*Raphanus sativus var. longipinnatus*) by Packaging Material in Combination with CO_2 and O_2 Gases
By	Mr. Eakaluk Rodprasitchai
Major	Horticulture
Department	Horticulture
Faculty	Agricultural Technology
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Somchai Glahan

Abstract

Study on extension of storage life of fresh cut chinese radish (*Raphanus sativus var. longipinnatus*) by packaging material in combination with CO_2 and O_2 gases. The statistical model was 3x5 factorial in completely randomized design composed of 2 factors, three kinds of plastic bags; polyethylene (PE) bag polyvinylchloride (PVC) bag, polypropylene (PP) bag, and five level of CO_2 : O_2 as followed 0:0 , 3:5 , 3:10 , 5:5 และ 5:10 PSI stored at 14±2 °C.

The results showed that fresh weight lost of fresh cut of chinese radish increased according to storage time increased. Fresh cut of chinese radish stored in PVC bags with CO_2 : O_2 flow rates of 3:5 PSI had the most fresh weight lost at the mean of 1.91 percent. Fresh cut of chinese radish had TSS content and percent of TA of all treatment slightly decreased according to storage time decreased with the rang of 3.00 -4.00 brix and 0.06-0.19 percent respectively. Fresh cut of chinese radish stored in PE bags with CO_2 : O_2 flow rates of 5:10 PSI showed the best performance and longest storage life of 12 days with acceptance in quality.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVCร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน	23
2	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC	24
3	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน	24
4	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVCร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 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_2 : O_2 ต่างๆ กัน	30
7	แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVCร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน	35
8	แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ PVC	36
9	แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาร่วมกับอัตรา การไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน	36
10	แสดงสีเนื้อของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVCร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน	38
11	แสดงคุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน	40
12	แสดงอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษาในแต่ละวิธีการ	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ภายหลังการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ12 วัน	25
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ภายหลังการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ12 วัน	31
3	แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ12 วัน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักกาดหัวเป็นพืชที่เรารู้จักกันดี สามารถนำไปทำผักกาดเค็ม(ไช้โป๊ว)หรือนำไปบริโภคสด และปัจจุบันนี้ได้มีพ่อค้าคนกลางเป็นผู้รับซื้อดังนั้นจึงผ่านการขนส่งหลายขั้นตอนกว่าถึงมือผู้บริโภค จึงมีความจำเป็นต้องทำให้ผักนั้นมีความสดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนนำมาประกอบอาหารเนื่องจากผักกาดนั้นเป็นพืชที่บอบช้ำและเน่าเสียได้ง่ายเวลาขนส่งและเก็บรักษาด้วยปัญหานี้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวนั้น ที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากการเก็บรักษาและการขนส่ง ทำให้ผักกาดหัวคงความสดและคุณภาพยาวนานขึ้นก่อนนำมาบริโภค ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวด้วยการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของชนิดภาชนะบรรจุร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2: O_2 ต่ออายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นสด
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นสดที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ชื่อ ผักกาดหัว (Chinese radish)

ตระกูล Cruciferae

ชื่ออื่น ไช้โป๊ว, ไช่เท้า (ทั่วไป), ผักกาดจีน (ลำปาง), ผักขี้หูด, ผักเบิ๊กหัว (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

ผักกาดหัวเป็นผักที่ปลูกเพื่อการบริโภคส่วนของรากที่ขยายตัวโหญ่ขึ้น เนื้อภายในมีสีขาวน่ารับประทาคุณภาพของรากหรือที่เราเรียกว่า หัว ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ถ้าหากปล่อยไว้จนเลยระยะเก็บเกี่ยวแล้ว เนื้อจะฟ่าม มีเส้นใยแข็ง ปรากฏมากขึ้น และรากจะขยายใหญ่ยิ่งขึ้น เพราะสะสมอาหารไว้มากสำหรับการสร้างดอกและเมล็ดต่อไป นิยมปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารทั้งรับประทานสดและดองเค็ม หรือที่เรียกว่า ไช้โป๊ว มีลักของรากหรือหัว แตกต่างกันไปตั้งแต่ รูปทรงกลม รูปทรงกระบอก รูปทรงกรวยยาว และรูปทรงยาวธรรมดา

การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

ผักกาดหัวชนิดที่ปลูกอยู่ในปัจจุบัน สามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. กลุ่ม european type เป็นกลุ่มที่ปลูกมากในทวีปยุโรปและอเมริกา มีชื่อเรียกว่า radish มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Raphanus sativus L.* เป็นกลุ่มที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 25-35 วัน แต่จัดเป็นผักอายุ 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) ทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บเกี่ยวช้ากว่า ขนาดหัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางของความยาวและน้ำหนักมากกว่าผักกาดหัวในกลุ่มยุโรปและอเมริกา เป็นพืชฤดูเดียวและสองฤดู ส่วนใหญ่มีรากสีขาว มี 3 รูปทรง คือ

1.) รูปทรงกระบอก มีอายุเก็บเกี่ยว 65 -75 วัน เช่น พันธุ์ Minowase ของญี่ปุ่น ซึ่งมีลักษณะใบมีขอบหยักลึกเข้าไปตลอดใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) รูปทรงยาวรี อายุเก็บเกี่ยว 45 -60 วัน พันธุ์ของจีนที่ปลูกมากในไต้หวัน และของไทยมีขอบใบเรียบ ไม่มีรอยหยักหรือมีเล็กน้อย

3.) รูปทรงกลม อายุเก็บเกี่ยว 85 – 90 วัน พันธุ์ของจีน ซึ่งเป็นพันธุ์หนัก

ผักกาดหัวถูกจัดห้อยู่ในตระกูล / วงศ์ (family) Cruciferae ซึ่งเป็นผักตระกูลเดียวกับผักตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี ผักกวางตุ้ง คะน้า เป็นต้น ซึ่งรวมทั้งผักขี้หูด (rat – tailed radish: R. sativus var. caudatus) ที่ใช้ส่วนของฝักอ่อนเป็นอาหารรากไม่ขยายเป็นหัว จัดเป็นพืชชนิดเดียวกับผักกาดหัว เนื่องจากมีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน (2n = 2x = 18) และสามารถผสมข้ามกันได้อย่างดี เนื่องจากผักขี้หูดไม่ลงหัวและเมื่อเกิดการผสมข้ามกับผักกาดหัวแล้วจะทำให้ลูกผสมที่ได้รับไม่ลงตัว ดังนั้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ในแปลงผลิตเมล็ดจะต้องไม่มีต้นผักขี้ขึ้นอยู่แลจะต้องปลูกห่างจากผักขี้หูดในระยะที่เหมาะสมตามคำแนะนำ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดหัว

1. ราก

ส่วนรากและ hypocotyls เป็นเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม เมื่อถึงอายุเหมาะสมจะขยายใหญ่ เพื่อสะสมอาหารที่มักถูกเรียกว่าหัวและใช้เป็นอาหาร มีระบบรากเป็นรากแก้ว (cap root system) ราก แขนงแตกออกมาตรงส่วนปลายที่มีจำนวนเล็กน้อย จะขาดเมื่อถอน ผักกาดหัวมีรากแตกต่างกันทั้งขนาด รูปร่างและสี ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ รูปทรงหัวมีทั้งทรงกลม กระบอกและยาวรี สำหรับสมีสีขาว ขาวปนเขียว ชมพู แดง หรือมีจุดประสีเทา

2. ลำต้นและใบ

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

3. ดอกและการออกดอก

การเจริญเติบโตของผักกาดหัว แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการเจริญเติบโตในส่วนของรากลำต้นและใบก่อน ระยะที่สองบเป็นการเจริญเติบที่เกี่ยวข้อง กับขบวนการสืบพันธุ์แต่ในการเปลี่ยนแปลงจากระยะแรกไปสู่ระยะที่สองนั้น 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 2อัน ยาว 4 อัน เกสรตัวเมียมีก้านชูเกสร 1 อัน รังไข่มีอยู่ 2 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

4. การผสมเกสร

การออกดอกเป็นแบบออกดอกต่อเนื่อง (indetermediate) ดอกบานจากโคนช่อดอกไปหาปลาย เริ่มบานตอนเช้า 8.00 -9.00 น. ช่วงเวลาที่เกสรตัวเมียยอมรับการผสม คือ ช่วงเวลาก่อนและหลังดอกบาน 2 – 3 วัน การผสมเกสรเกิดขึ้นโดยแมลง เช่น ผึ้ง ซึ่งจะเป็นพาหะในการนำละอองเกสรไปผสมข้ามดอกในต้นเดียวกันหรือผสมข้ามต้นก็ได้ เป็นผักที่ผสมตัวเองติดได้ดีแต่มีบางพันธุ์นั้นไม่สามารถผสมตัวเองได้เนื่องจากการเป็น self incompatibility ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ทำให้ผสมในต้นเดียวกันตอนดอกบานแล้วไม่ติดเมล็ด

5. ฝักและเมล็ด

หลังการถ่ายละอองเกสรและเกิดการปฏิสนธิ กลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะร่วงภายใน 2 วัน ต่อมาฝักก็จะเจริญต่อ โดยมีการเพิ่มขนาดทั้งความกว้างและความยาว ฝักยาวประมาณ 2 – 6 เซ็นติเมตร สีเขียวเข้ม เนื้อเยื่อค่อนข้างแข็ง มีรอยคอดเป็นแห่ง ๆ ตลอดความยาว ตรงส่วนที่โปร่งจะมีเมล็ดอยู่ภายใน ส่วนปลายสุดจะเป็นจะงอยแข็ง

การแก่ของฝักจะเริ่มขึ้นจากฝักล่างขึ้นสู่ฝักบนโดยฝักจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็น น้ำตาล ฝักของผักกาดหัวจะไม่แตกตามรอยตะเข็บซึ่งแตกต่างจากการแตกตามรอยตะเข็บของฝักในผักตระกูลกะหล่ำในชนิดอื่น ๆ แต่ละฝักจะมีเมล็ดประมาณ 1 – 10 เมล็ด โดยเมล็ดจะมีสีน้ำตาลแก่

6. การเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวผักกาดหัว พันธุ์ที่นิยมปลูกในบ้านเรา ซึ่งเป็นพันธุ์เบาประมาณ 42 – 50 วัน ส่วนพันธุ์อายุปานกลางประมาณ 60 - 70 วัน และพันธุ์หนักประมาณ 70 – 90 วัน

การเก็บเกี่ยวควรเก็บทันทีเมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยวซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม การปล่อยให้เกินอายุเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะพันธุ์เบา จะทำให้คุณภาพลดลงฟ่ามเนื้อเหนียวไม่กรอบ รสไม่ดี และน้ำหนักลดลง

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องต่อไปนี้ (จริงแท้, 2542)

1. การหายใจหลังเก็บเกี่ยว ผลไม้สดจะมีการหายใจตลอดเวลา เช่นเดียวกับเซลล์ที่มีชีวิตอยู่บนต้นไม้ การหายใจเป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปต่างๆ เช่น น้ำตาล หรือแป้งไปเป็นพลังงาน ทำให้อาหารที่มีสะสมอยู่ในผลิตผลลดน้อยลง ส่งผลให้คุณภาพในการบริโภคลดต่ำลง นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาด้วย ซึ่งมีผลให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ปัจจัยภายใน ได้แก่ อายุของการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของการหายใจมีอยู่ในช่วงเวลาระหว่างการพัฒนาของพืช คือผลไม้ขณะที่ยังมีขนาดเล็กจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าเมื่อมีขนาดใหญ่ ขนาดของพืชมีผลต่ออัตราการหายใจ เช่นหัวมันที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการหายใจที่มากกว่าหัวมันขนาดใหญ่ สารธรรมชาติที่เคลือบผิวผักผลไม้ด้วยไขอย่างดีเป็นตัวจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้มีอัตราการหายใจน้อย ชนิดของเนื้อเยื่อพวกเนื้อเยื่อที่มีอายุน้อยกำลังเจริญเติบโตมีอัตราการหายใจมากกว่าเนื้อเยื่อที่หยุดการเจริญเติบโต

1.2 ปัจจัยภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิระหว่าง 32 – 95 องศาฟาเรนไฮต์ ทำให้อัตราการหายใจของผักผลไม้เพิ่มขึ้น สารเอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้ผลไม้หายใจเพิ่มมากขึ้นได้ ออกซิเจนถ้ามีความเข้มข้นมากขึ้นจะกระตุ้นให้มีการหายใจมากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีมากจะทำให้มีอัตราการหายใจลดลง สารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการหายใจของผลไม้ การเกิดบาดแผลทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น (สมชาย, 2543)

2. การคายน้ำ ผลไม้ต่างๆ ต้องคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ในขณะเดียวกันปริมาณความชื้นภายในมักจะมีอยู่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และสูงกว่าความชื้นภายนอก ดังนั้นน้ำภายในผลจะพยายามเคลื่อนตัวออกสู่ภายนอกผลิตผลอยู่ตลอดเวลา ถึงแม้ผลไม้จะมีโครงสร้างต่างๆ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เช่นชั้นของไข และคอร์กที่ปกคลุมผิวอยู่ แต่ผลไม้มักมีช่องเปิดต่างๆที่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกทำให้ผลไม้สูญเสียน้ำตลอดเวลา

3. เกิดการสุกของผลไม้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการหลายอย่างทั้งกระบวนการสร้าง และที่เป็นการสลาย ซึ่ง Bailey (1964) กล่าวว่า กระบวนการสุกของผลไม้ได้แก่ การเปลี่ยนสี การหายใจ การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การสังเคราะห์เอทธิลีน การสังเคราะห์น้ำตาล การสลายตัวของแป้ง การเปลี่ยนแปลงกรด การเกิดรสชาติ การเกิดกลิ่น การสังเคราะห์โปรตีนหรือเอมไซม์

4. การสร้างสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ (กลิ่นและรส) ในผลไม้แต่ละชนิดมีกลิ่นไม่เหมือนกัน มีการสร้างกลิ่นไม่เท่ากัน และยังทำให้ผลไม้มีรสชาติต่างกันด้วย

5. การสร้างก๊าซเอทธิลีน ในผลไม้ประเภท climacteric จะมีการสร้างก๊าซเอทธิลีน จากขบวนการสุก และยังมีการสร้างก๊าซเอทธิลีนจากการกระตุ้นของบาดแผล ก๊าซเอทธิลีนจะเป็นตัวส่งเสริมให้ผลไม้สุกและเน่าเสียเร็วขึ้น

การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเปลี่ยนแปลงสี (color change) ในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณ O_2 น้อยกว่าและCO_2 มาก จะช่วยลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และลดการสังเคราะห์แคโรทีนนอยด์และแอนโทไซยานินซึ่งรงควัตถุ 2 ชนิดนี้จะทำให้เกิดสีเหลือง – ส้ม และแดงน้ำเงินแก่พืชตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ปริมาณ O_2 ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ CO_2 ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ช่วยชะลอการสร้างแอนโทไซยานินของลูกพลับสดได้ อย่างไรก็ดีควรคำนึงถึงการใช้ปริมาณ CO_2 ไม่ควรให้มากเกินไปเพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียหายแก่ผักและผลไม้ได้

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (texture change) CO_2มีผลต่อการอ่อนนิ่มของผลไม้มากกว่า O_2 แต่กลไกการเกิดปรากฏการณ์นี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัด ตัวอย่างเช่น ปริมาณ CO_2 ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันมิให้เนื้อของบรอคโคลี่เหนียวแต่กลับอ่อนนุ่มพอดี (tender) และนุ่มกว่าตอนเก็บเกี่ยวใหม่ๆ และเมื่อความเข้มข้นของ CO_2 เพิ่มขึ้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดความเหนียวของหน่อไม้ฝรั่งเนื่องจากมีเส้นใยมากเกินไป

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (flavor change) สารที่ให้กลิ่นรสของผักและผลไม้ ได้มาจากขบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมต่างๆในพืช ตัวอย่างเช่น O_2 ปริมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดการสูญเสียของกรดในแอปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious สิ่งที่ควรระวัง คือ ถ้า O_2 และCO_2 มีความเข้มข้นในช่วงที่พืชทนทานไม่ได้ จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เนื่องจากการสะสมแอลกอฮอล์ และอัลดีไฮด์ที่ได้จากขบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

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

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

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ คือ O_2 และCO_2 เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะให้ O_2 และCO_2 จะต้องมีระดับที่เหมาะสม สามารถทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น (Zagory and Kader, 1988)

บทบาทที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศปกติจะมีเพียงร้อยละ 0.03 แต่คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงๆจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลิตผล คุณสมบัติที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชอาจจะได้ผลน้อยเมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำเกินไป ขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตรายอาจทำให้เน่าเสียเร็วยิ่งขึ้นได้

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

3. การตอบสนองของเอทธิลีน คาร์บอนไดออกไซด์จะป้องกันการตอบสนองต่อเอทธิลีน ของพืชได้หรือในบางกรณีอาจทำให้ได้ช้าลง แต่ประสิทธิภาพการระงับการทำงานของเอทธิลีนจะดีเมื่อมีปริมาณของเอทธิลีนต่ำ และประสิทธิภาพจะหมดไปเมื่อปริมาณของเอทธิลีนเพิ่มขึ้นเกินกว่า 1 µl/1 ในผลไม้หลายชนิดมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์และทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนในผลไม้นั้นๆ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพบรรยากาศสูงจะทำให้การสุกของผลไม้เกิดช้าลง (งามทิพย์, 2538)

4. การผิดปกติทางสรีรวิทยา ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด

บทบาทที่สำคัญของออกซิเจน

ในอากาศมีออกซิเจน ประมาณร้อยละ 21 คุณสมบัติของออกซิเจนคือจำเป็นต่อการหายใจของพืชผักและผลไม้ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย (งามทิพย์, 2538)

1. การสังเคราะห์เอทธิลีน ลำดับสุดท้ายของการสังเคราะห์เอทธิลีนของพืชจะต้องใช้ออกซิเจน การลดปริมาณออกซิเจนลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทธิลีนลง การทำงานของเอทธิลีนก็เช่นเดียวกัน พบว่าต้องการออกซิเจน

2. บรรยากาศปกติมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลิตผล โดยเฉพาะกับผลิตผลที่กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาถ้ามีปริมาณออกซิเจนต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ แต่ถ้าน้อยเกินไปอาจทำให้ผลไม้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ผลผลิตเสียหายได้

การลดปริมาณออกซิเจนจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทธิลีน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล ออกซิเจนเร่งให้เกิดการสูญเสียกรดแอสคอร์บิดเร็วขึ้น ออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 20 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือร้อยละ 2 หรือต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าจึงจะเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลิตผลหลายชนิดไม่อาจทนอยู่ได้ ออกซิเจนต่ำยังไปขัดขวางการสร้างเพอริเดียมในขบวนการสมานแผลของพืช

ปริมาณของออกซิเจนในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของออกซิเจนให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของออกซิเจนในอากาศลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาโบลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง การสังเคราะห์เอทธิลีนลดน้อยลง และความไวของผลไม้ต่อการทำลายของเอทธิลีนให้ช้าลงด้วย ปริมาณออกซิเจนต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญต่อผลไม้

บทบาทของเอทธิลีน

เอทธิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่มีอุณหภูมิปกติ มีสูตรโมเลกุล คือ C_2H_4 และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 เอทธิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่การเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพในผลไม้ ขณะการเจริญเติบโตในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนสูงมาก การให้เอทธิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองต่อเอทธิลีนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทธิลีน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทธิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกผลไม้

การสังเคราะห์เอทธิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคราะห์เอทธิลีนเพียงเล็กน้อยจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดลิโนเลอิค เมทไธโอนีนเป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีนซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเอทธิลีนได้อย่างรวดเร็วและต้องการออกซิเจนในการสังเคราะห์ด้วย

การผลิตเอทธิลีน เนื้อเยื่อพืชทุกชนิดสร้างเอทธิลีนได้ โดยปกติปริมาณการผลิตเอทธิลีนจะมีน้อย แต่เมื่อผลิตผลสุกหรือเมื่อผลิตผลถูกกระทบกระเทือนด้วยอะไรก็ตามจะมีการสร้างเอทธิลีนเกิดขึ้นเป็นอันมาก และเอทธิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่างๆให้เกิดขึ้นได้ เช่น กระบวนการสุก การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอทธิลีนอาจเกิดจากแหล่งอื่นๆอีก เช่น จากเชื้อรา จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ เอทธิลีนจากภายนอกสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ผลิตเอทธิลีนในปริมาณที่สูงขึ้นได้หากให้เอทธิลีนก่อนกระบวนการสุกจะเริ่มขึ้น (จริงแท้, 2541)

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวะเคมีต่างๆ ภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้วยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ให้สามารถเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีความอุดมสมบูรณ์มากมีรสชาติคุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลิตผลที่มีความบริบูรณ์น้อยแต่มักเก็บรักษาไม่ได้นานขนส่งไปไม่ได้ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้
2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลิตผลต่อเอทธิลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะคาร์บอนไดออกไซด์มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่ง active site ของเอทธิลีนได้
3. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาที่มีไขมันมาก เช่นพวกเมล็ดเดี้ยวมันได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์กรดไขมันที่อิ่มตัวโดยออกซิเจน
4. ลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่นอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมาโดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนและทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น
5. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญได้บนผักผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมีออกซิเจนต่ำทำให้การเจริญเติบโตของผลผลิตลดลงด้วย
6. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลิตผลในทำนองเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะควบคุมแมลงได้ผล มักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้
7. เพิ่มคุณภาพของผลิตผล ผลิตผลบางอย่างมีการเจริญเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่งปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่งได้ (จริงแท้, 2541)

ภาชนะบรรจุ

การใช้บรรจุภัณฑ์นอกจากมีประโยชน์ในการใช้ระบบ MA อาจทำให้เกิดประโยชน์หลายประการ เช่น การทำให้เพิ่มมูลค่า ลดการถูกทำลายด้วยแรงกล ผู้ซื้อขนย้ายได้สะดวก สามารถพิมพ์หรือแสดงรายละเอียดและจูงใจผู้ซื้อ ป้องกันการปนเปื้อนซ้ำจากสิ่งสกปรก และจุลินทรีย์ ตัวอย่างวัสดุที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุแบบ MA

polyethylene (PE) มีชื่อทางการค้าว่า polyethylene เป็นโพลิเมอร์ของแก๊สเอทธิลีน มีสูตรโครงสร้างคือ

$$CH_2 = CH_2 \longrightarrow [-CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -]_n$$

เอทธิลีน โพลีเอทธิลีน

สมบัติของโพลีเอทธิลีนขึ้นอยู่กับความหนาแน่น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ยืดหยุ่นดี มีความใสอยู่ระดับดี ไม่มีกลิ่นปะปน จะไม่ทำปฏิกิริยากับกรดและด่าง ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ต้านทานแสงกระทบได้สูง จึงนิยมใช้กับผักและผลไม้ แต่ไม่นิยมใช้กับพวกไขมัน

HDPE มีคุณสมบัติเด่นคือ มีความแข็งแรงและเหนียวกว่า LDPE ทำให้อัตราการซึมผ่านของออกซิเจนลดลง ยอมให้น้ำหรือไอน้ำซึมผ่านได้ต่ำมาก เหมาะกับอาหารที่เก็บแห้งไม่ต้องการดูดซับไอน้ำ เช่นคุกกี้

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

การเลือกชนิดพลาสติกฟิล์มขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของผักและผลไม้ที่ต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บและระดับความเข้มข้นก๊าซที่เหมาะสม สำหรับผักและผลไม้ส่วนมาก ยกเว้นชนิดที่ทนทานต่อระดับความเข้มข้น CO_2 ดีกว่า O_2

รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

Glahan and Wichitrattananon (2001) ศึกษาพบว่าอายุและสัดส่วน CO_2, O_2 และ N_2 ต่อพัฒนาการสุก อายุการเก็บรักษา และคุณภาพของมังคุด พบว่ามังคุดวัย 1 ถึง 3 มีปริมาณ TSS และเปอร์เซ็นต์ TA ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มังคุดวัย 2 และ 3 ที่เก็บรักษาใน CO_2: 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 O_2: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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.00-15.93 brix และมีคุณภาพที่ไม่เหมาะต่อการบริโภค มังคุดมีคุณภาพดีสามารถบริโภคได้ในช่วง 7-35 วันหลังเก็บรักษา

Glahan and Puchangthong, (2001) พบว่าภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน หน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาใน CO_2 12 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ O_2 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด 1.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเก็บรักษา 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 หลังจากสุกกล้วยไข่อายุ 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 ขณะหลังการเก็บรักษา 30 วัน กล้วยอายุ 44 วันเก็บรักษาร่วมกับ CO_2 3, 5, 7, 9 และ 11 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาบ่นสั้นที่สุดคือ 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 และยังพบว่ากล้วยหอมที่เก็บรักษาร่วมกับตัวดูดซับเอทธิลีน 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริงแท้ (2541) การเพิ่มปริมาณ CO_2 ให้ผลในการควบคุมโรคมากกว่าที่ระดับ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. ในผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีการนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งผลสตรอเบอรี่ในต่างประเทศ และบางส่วนในประเทศไทย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าในสภาพที่มี CO_2 สูงขึ้นอาจกระตุ้นให้เกิดโรคบางอย่างเจริญเติบโตได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมโรคจึงค่อนข้างจะมีผลเฉพาะเจาะจงกับผลิตผล และโรคแต่ละชนิด

เบ็ญจวรรณ (2534) ทำการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยว การทำ precooling การบรรจุและการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียว การศึกษาการเจริญเติบโตของฝักกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ OK#2 ที่สร้างบนลำต้นประธานในช่วงอายุ 1 – 12 วันหลังออกดอกบาน ระหว่างเดือนมีนาคม – มิถุนายน 2532 พบว่าการเจริญเติบโตของฝักในส่วนของความยาวฝัก เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก ความหนาเนื้อฝัก เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด และน้ำหนักสด มีลักษณะเป็น single sigmoidal curve ฝักมีปริมาณ soluble solids ในเนื้อฝักและเมล็ด ปริมาณกรด และปริมาณเส้นใยในเนื้อฝักเพิ่มขึ้น และมีปริมาณวิตามินซีและปริมาณเพคตินลดลงเมื่อฝักมีอายุเพิ่มขึ้น ลักษณะที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวคือ ความยาวฝักโดยพบว่าฝักในช่วงอายุ 4 – 5 วันหลังดอกบานมีลักษณะทางกายภาพและชีวเคมีที่เหมาะสม โดยฝักมีความยาว 6.23 – 9.54 เซนติเมตร มีปริมาณ soluble solids ในเมล็ดและปริมาณไวตามินซีในเนื้อฝักมากกว่าฝักอายุอื่นๆ

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

การศึกษาภาชนะบรรจุสำหรับฝักกระเจี๊ยบเขียวมี 3 วิธี พบว่าฝักที่บรรจุใส่ถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกพีวีซีแล้วใส่กล่องกระดาษลูกฟูกเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ยังคงความสดและมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าฝักที่บรรจุใส่ถุงตาข่ายไนลอนแล้วใส่กล่องกระดาษลูกฟูก และฝักที่บรรจุใส่กล่องกระดาษลูกฟูกโดยตรงเก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

การลดอุณหภูมิของฝักกระเจี๊ยบเขียวภายหลังการเก็บเกี่ยว 2 วิธีคือน้ำเย็นและห้องเย็น (10 – 12 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการผึ่งฝักในสภาพอุณหภูมิห้อง (26.6องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) นาน 1 ชั่วโมง เก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าฝักที่ผึ่งในสภาพอุณหภูมิห้องภายหลังเก็บเกี่ยวแล้วเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีอายุเก็บรักษานานกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ

การผึ่งฝักในสภาพอุณหภูมิห้อง (28.5 – 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) ภายหลังเก็บเกี่ยวนาน 1, 2, และ 3 ชั่วโมงเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และ 15 องศาเซลเซียส พบฝัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้เวลาผึ่งนาน 1 ชั่วโมงมีการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพอื่นๆน้อยกว่าและมีอายุเก็บรักษานานกว่าการผึ่งนาน 2 และ 3 ชั่วโมง

การจำลองสภาพอุณหภูมิขนส่ง 3 ระดับคือ 15 องศาเซลเซียส, 20 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส นาน 1 วันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่าฝักที่ใช้อุณหภูมิระหว่างการขนส่ง 15 องศาเซลเซียส มีความสดมากกว่าการใช้อุณหภูมิระหว่างการขนส่ง 20 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส

มานิตย์ (2524) ทำการศึกษาการเก็บรักษาผลท้อ(*Prunus persica* (L.) Batsch) พันธุ์ฟลอร์ดาเรดในบรรยากาศดัดแปลง โดยพบว่าผลท้อพันธุ์ฟลอร์ดาเรดซึ่งไม่ได้บรรจุหรือบรรจุในถุงพลาสติกที่มีความหนา 3 mm. พวกที่อยู่ในถุงพลาสติกและได้รับ CO_2 0 , 5 , 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส (72 เปอร์เซ็นต์ RH), 5องศาเซลเซียส (67 เปอร์เซ็นต์ RH) และอุณหภูมิห้อง (33.4 องศาเซลเซียส, 56.3 เปอร์เซ็นต์ RH) ที่อุณหภูมิห้องผลซึ่งเก็บรักษาโดยไม่ใส่ถุงพลาสติกมีการเปลี่ยนสีผิว และผลมีเนื้อนิ่มอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษาได้ 4 วัน โดยผลท้อมีสีเหลือง 87.5 เปอร์เซ็นต์ และความแน่นเนื้อมีค่า 4.22 กก./ตร.ซม. ส่วนพวกที่ได้รับ CO_2 20 เปอร์เซ็นต์ มีสีผิวและความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆโดยผลมีสีเหลือง 50 เปอร์เซ็นต์ และความแน่นเนื้อมีค่า 7.96 เปอร์เซ็นต์ กก./ตร.ซม. ที่ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ผลท้อซึ่งไม่ได้อยู่ในถุงพลาสติกเป็นเวลา 15 วันมีสีเหลืองทั้งผล ความแน่นเนื้อมีค่าเท่ากับ 3.67 และ 3.41 กก./ตร.ซม. ในขณะที่พวกได้รับ CO_2 20 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ และความแน่นเนื้อมีเท่ากับ 8.49 เปอร์เซ็นต์ และ 7.55 กก./ตร.ซม.ตามลำดับ การชะลอการเปลี่ยนสีผิวและการนิ่มของผลท้อเด่นชัดมากขึ้นที่อุณหภูมิต่ำและ CO_2 ในความเข้มข้นสูงๆ อย่างไรก็ตามผลท้อ

ในถุงพลาสติกที่เติม CO_2 มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง หรือ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มว่าเกิดรสชาติผิดปกติเล็กน้อย และเกิดเร็วกว่าพวกซึ่งเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส และเปอร์เซ็นต์กรด malic ภายใต้ CO_2 และอุณหภูมิห้องต่างๆกันเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

สมชาย และ ยุพัตสา (2544) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน CO_2: O_2 และอายุของฝักต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อายุ และระดับของ CO_2: O_2 เก็บรักษาในถุงพลาสติก (PE) ที่อุณหภูมิ 9±1 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าข้าวโพดหวานอายุ 18 วันหลังออกไหม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด TA และก๊าซเอทธิลีนน้อยที่สุด มีปริมาณ TSS ความแน่นเนื้อ มากกว่า มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 39 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกช้ากว่า ข้าวโพดหวานอายุ 20 และ 22 วัน หลังออกไหม ปริมาณ TSS และ TA ของข้าวโพดหวานลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่าง 0 – 21 วันหลังการเก็บรักษา และภายหลัง 21 วันแล้วพบว่าปริมาณเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นมาก ในขณะที่คะแนนการยอมรับในการรับประทานลดลงอย่างมากหลังการเก็บรักษา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมชาย และ อภิรัตน์ (2544) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทธิลีนต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่า โดยใช้แผนการทดลองแบบ 2x2x7 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ ชนิดของภาชนะบรรจุ สารดูดซับเอทธิลีน และสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนที่ระดับ 0:0 , 1:2, 2:4 , 3:6 , 4:2 , 5:4 และ 6:6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16-18 องศาเซลเซียส พบว่าผลน้อยหน่าที่เก็บรักษาในถุง PE และมีสารดูดซับเอทธิลีนร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน อัตราส่วน 3 : 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนานที่สุดคือ 17.33 วัน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทธิลีนส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิวผล, การเปลี่ยนแปลงความนิ่ม, ความเสียหายทางกายภาพ, ปริมาณ soluble solid (SS) , เปอร์เซ็นต์กรด (TA), อัตรา SS/TA, ปริมาณก๊าซเอทธิลีน รวมถึงคุณภาพภายหลังการบ่มสุกและอายุการเก็บรักษาที่เด่นชัดกว่า อัตราส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ผลน้อยหน่าที่เก็บรักษาในถุง PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าถุง PP และมีสีผิวปกติตลอดอายุการเก็บรักษาและมีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนากว่าถุงPP สามารถคงความแข็งของผล และพบความเสียหายทางกายภาพน้อยกว่า แต่พบการเปลี่ยนแปลงสีผิวผิดปกติเกิดขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษา 12 วันเป็นต้นไป การใช้สารดูดซับเอทธิลีนร่วมกับการเก็บรักษาสามารถลดระดับปริมาณก๊าซเอทธิลีนที่สะสมในภาชนะบรรจุ และสามารถชะลอการสุกของผลน้อยหน่าในระหว่างการเก็บรักษาได้

สุชีรา (2537) การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม พบว่าการเก็บรักษาผลทุเรียนพันธุหมอนทอง ที่บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 19x19x35 ซม. ซึ่งมีช่องระบายอากาศด้านข้างทั้งหมด 10 รู (118.57 ตร.ซม.) โดยไม่ได้ใส่สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent, EA) หรือใส่ EA ก่อนการหุ้มกล่องด้วยฟิล์มหด PVC, polyolefin หรือไม่มีการหุ้มกล่องด้วยฟิล์ม ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าผลทุเรียนในทุกทรีตเมนต์มีอายุการเก็บรักษา 20 วัน การใช้ EA สามารถลดการสะสมของก๊าซ CO_2 และ C_2H_4 ภายในกล่อง ตลอดจนชะลอทั้งการนิ่มของเนื้อเยื่อและการเพิ่มขึ้นของปริมาณ total sugars ในเนื้อทุเรียนที่เก็บรักษาภายในกล่องรวมทั้งป้องกันการแตกของผล แต่ไม่มีผลกระทบต่อการพัฒนาสีเปลือก สีเนื้อ ปริมาณ suluble solids, titratable acidity, acetaldehyde และ ethanol ส่วนการใช้ฟิล์มหุ้มกล่องเพียงอย่างเดียว หรือการใช้ EA ร่วมกับฟิล์ม ช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนักของผลทุเรียนลงได้ประมาณ 50 – 60 เปอร์เซ็นต์ ของ control สำหรับการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนในถาดโฟมซึ่งหุ้มด้วยฟิล์มชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส และ 4 องศาเซลเซียส พบว่าเก็บได้นาน 32 วัน โดยความเข้มข้นของ CO_2 และ C_2H_4 ภายในภาชนะดังกล่าวข้างต้นลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ถาดซึ่งหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC มีการสะสม CO_2 และ C_2H_4 สูงที่สุด รองลงมาคือฟิล์มหด polyolefin PVC ตามลำดับ รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ผักกาดหัวหั่น
2. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล 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. สารดูดซับเอทธิลีน (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 ผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสูญญากาศแล้วเติม CO_2 และ O_2 ตามวิธีการที่กำหนดแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 14 $\pm$2 องศาเซลเซียส

วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 15 treatment combinations วิธีการละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัจจัย B คือ สัดส่วนของ CO_2 : O_2 (แรงดันของก๊าซมีหน่วยเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว, PSI)

b_1	CO_2	0	PSI	:	O_2	0	PSI
b_2	CO_2	3	PSI	:	O_2	5	PSI
b_3	CO_2	3	PSI	:	O_2	10	PSI
b_4	CO_2	5	PSI	:	O_2	5	PSI
b_5	CO_2	5	PSI	:	O_2	10	PSI

การศึกษาข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คิดโดยทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของหัวผักกาดหั่น ก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นทุกๆ 3 วัน แล้วบันทึกผล นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสด และคำนวณตามสมการ

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

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

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

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดมาลิค} = \frac{\text{N base x ml. Base x meq.wt. ของกรดมาลิค}}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

โดย N base = normality ของ NaOH

ml. base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรต

meq.wt. ของกรดมาลิค = 0.06705

4. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ โดยบันทึกผลทุกๆ 3 วัน ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของผิวเนื้อหัวผักกาดหั่นก่อนและหลังการทดลองโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society โดยวัดตั้งแต่เริ่มการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพกลิ่น ทุก 3 วันหลังการเก็บรักษานำหัวผักกาดหั่นมาดมกลิ่นโดยใช้ผู้ดมกลิ่น 5 คน แบ่งคะแนนความชอบเป็น 5 ระดับคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

108935

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 ± 2 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

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

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PP+ CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP+ CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : 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 + CO_2 : O_2 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า 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 CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:10 , 0:0 และ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.57 , 0.54 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.35 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PP+ CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : 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 + CO_2 : O_2 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC และ PPมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.31 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 , 3:10 และ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.75 , 0.58 และ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.42 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVCร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC+ CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.59, 0.56, 0.55, 0.31, 0.23 และ 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI, PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI, PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI, PP + CO_2 : O_2 3:5, PP + CO_2 : O_2 0:0, PE + CO_2 : O_2 3:10 และ PE + CO_2 : O_2 3:5 หัวผักกาดได้รับความเสียหายจากการเน่าเสีย และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 , 3:10 และ 3:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.38 , 0.19 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI และ ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.59 และ 0.34 ส่วนผักกาดหัวหั่นในถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหันที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI, PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI, PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI, PP + CO_2 : O_2 5:10 PSI, PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI, PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI, PP + CO_2 : O_2 3:5 PSI, PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI, PE + CO_2 : O_2 3:10 PSI, PE + CO_2 : O_2 3:5 PSI และ PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสีย และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ หัวผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวผักกาดหั่นที่เก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในถุงพลาสติก PP เกิดการเน่าเสีย จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือหัวผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 , PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.28 , เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวผักกาดหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5, 3:10 และ 5:10 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของหัวผักกาดหั่น จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน

Treatment Combination	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)			
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a_1b_1	0.52e-g[1/]	0.59e[1/]	0.16g[1/]	-
a_1b_2	1.08a	0.08i	-	-
a_1b_3	0.21hi	0.43f	-	-
a_1b_4	0.17i	0.22h	0.55c	0.34c
a_1b_5	0.24hi	0.23h	0.31d	0.25d
a_2b_1	0.72c	0.63de	-	-
a_2b_2	0.41fg	1.91a	-	-
a_2b_3	0.66cd	0.45f	-	-
a_2b_4	0.52e	0.49f	-	-
a_2b_5	0.31gh	0.35g	0.23e	-
a_3b_1	0.38g	1.02b	-	-
a_3b_2	0.58de	0.59e	0.20f	-
a_3b_3	0.84b	0.87c	0.56bc	-
a_3b_4	0.67cd	0.66de	0.70a	0.72a
a_3b_5	0.50ef	0.70d	0.59b	0.59b

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC

ชนิดถุงพลาสติก	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)			
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
PE	0.44c[1/]	0.31b[1/]	0.20b[1/]	0.12b[1/]
PP	0.52b	0.77a	0.05c	-
PVC	0.59a	0.77a	0.41a	0.26a

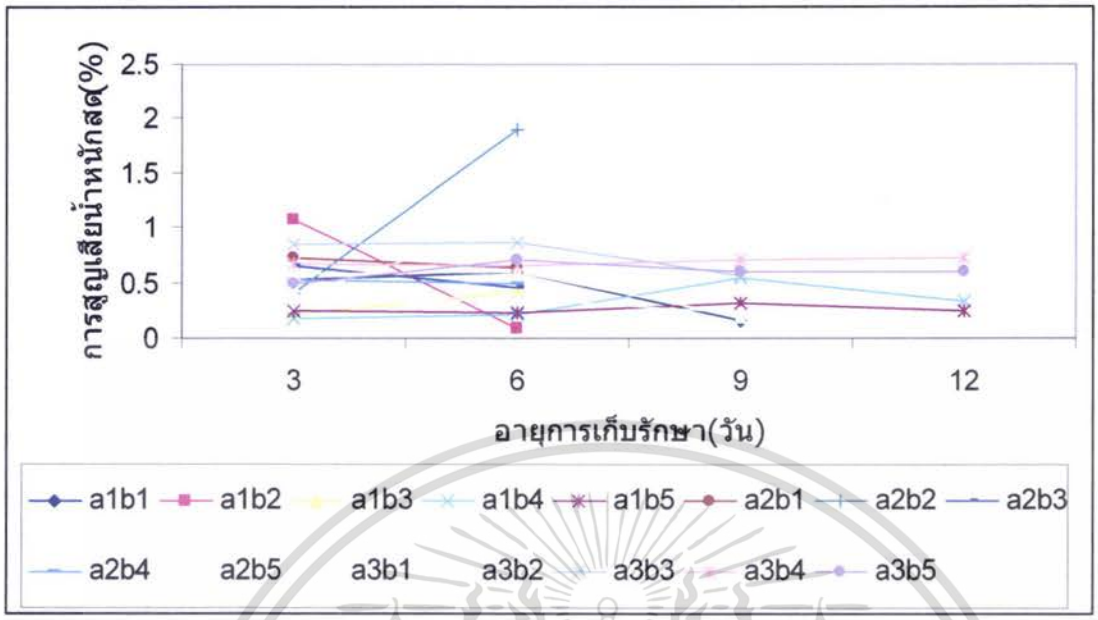
1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 (PSI)	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)			
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
0:0	0.54b[1/]	0.75b[1/]	0.05d[1/]	-
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%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษา 3 , 6 , 9 และ12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

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

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 3.00 – 4.00 brix

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.0 brix รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 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 ถุงพลาสติกPP + 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 ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 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)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.82 brix รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ซึ่งมีมีปริมาณ TSS 3.5 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.18 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.63 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 , 3:10 และ 3:5 PSI มีปริมาณ TSS 3.6 , 3.6 และ 3.43 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.23 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4 brix รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

: O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : $O_2$3:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 4 , 3.9 , 3.9 , 3.8 , 3.8 , 3.7 , 3.7 , 3.7 , 3.7 , 3.6 , 3.6 , 3.5 และ 3.4 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 3:10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.3 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.86 brix รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีมีปริมาณ TSS 3.68 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.58 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.77 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 , 5:10 และ 3:5 PSI มีปริมาณ TSS 3.73 , 3.73 และ 3.7 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.6 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4 brix รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PE+ CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:10 ซึ่งมีปริมาณ TSS 4 , 3.8 , 3.8 , 3.75 , 3.75 , 3.75 และ 3.65 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI , ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI , PP + CO_2 : O_2 3:10 , PP + CO_2 : O_2 3:5 , PP + CO_2 : O_2 0:0 , PE + CO_2 : O_2 3:10และ PE + CO_2 : O_2 3:5 ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.06 brix รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีมีปริมาณ TSS 2.31 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.8 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 , 5:5 และ 3:5 PSI มีปริมาณ TSS 2.58 , 1.27 และ 1.27 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 1.25 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI และ ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4 brix รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 3.6 และ 3.5 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI , PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI , PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI , PP + CO_2 : O_2 5:10 PSI, PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI, PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI , PP + CO_2 : O_2 3:5 PSI , PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI , PE + CO_2 : O_2 3:10 PSI , PE + CO_2 : O_2 3:5 PSI และ PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ(ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

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

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 2.55 brix รองลงมา คือ ผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 มีปริมาณ TSS 2.50 brix ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 PSI , CO_2 : O_2 3:5 PSIและ CO_2 : O_2 3:10 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัว จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TSS (brix)				
	0 วัน	3วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a_1b_1	3.90a[1/]	3.50a-c[1/]	3.90ab[1/]	3.80a[1/]	-
a_1b_2	4.00a	3.80a	3.70a-d	-	-
a_1b_3	3.90a	3.90a	3.30e	-	-
a_1b_4	4.00a	3.90a	3.70a-d	3.75a	4.00a
a_1b_5	4.00a	4.00a	3.80a-c	4.00a	4.00a
a_2b_1	3.90a	3.20b-d	3.70a-d	-	-
a_2b_2	3.90a	3.60ab	3.40de	-	-
a_2b_3	3.90a	3.10cd	3.50c-e	-	-
a_2b_4	4.00a	3.00d	3.70a-d	-	-
a_2b_5	3.90a	3.00d	3.60b-e	3.64a	-
a_3b_1	4.00a	3.00d	3.60b-e	-	-
a_3b_2	4.00a	2.90d	4.00a	3.80a	-
a_3b_3	3.90a	3.80a	4.00a	3.75a	-
a_3b_4	3.90a	3.90a	3.90ab	4.00a	3.50c
a_3b_5	3.90a	3.90a	3.80a-c	3.75a	3.64b

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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[1/]	3.82a[1/]	3.68ab[1/]	2.31b[1/]	1.6a[1/]
PP	3.94b	3.18c	3.58b	0.73c	-
PVC	3.94b	3.50b	3.86a	3.06a	1.43b

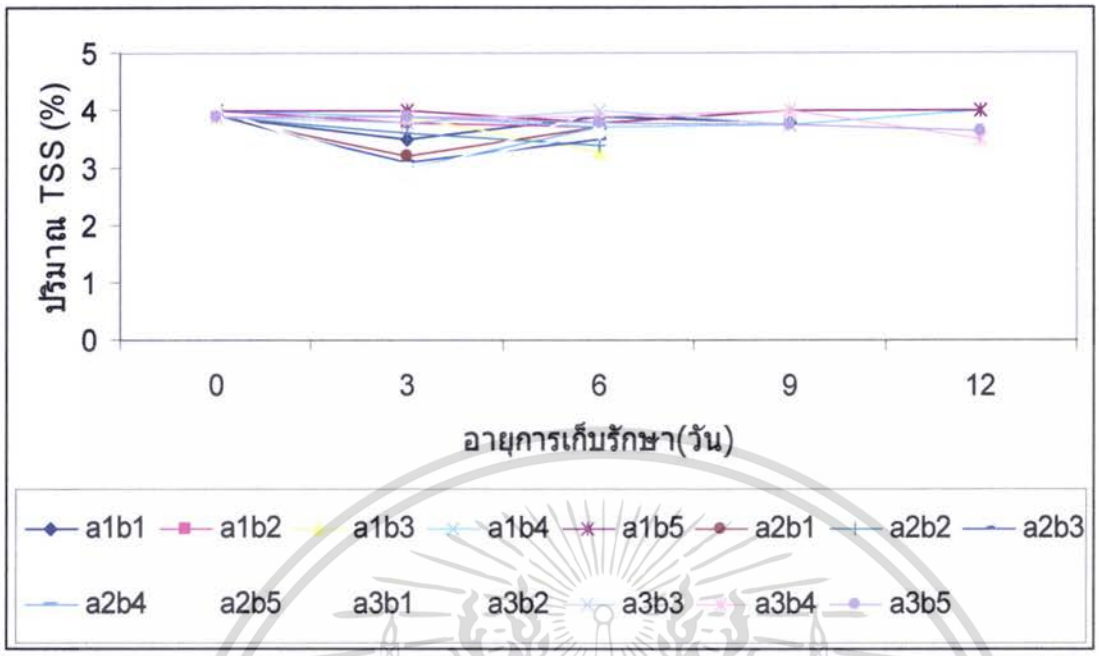
1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของ	ปริมาณ TSS (brix)				
ก๊าซ CO_2 : O_2 (PSI)	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
0:0	3.93a[1/]	3.23a[1/]	3.73a[1/]	1.27c[1/]	-
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%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

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

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.05-0.07 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 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 ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติกPVC + 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)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP และ PE มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PVC ปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ 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 ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5 PSI ปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติกPVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติกPP + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 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_2 : O_2 0:0 และ CO_2 : O_2 3:10 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

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

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 และ CO_2 : O_2 5:5 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:10 , 3:5 และ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.08 , 0.08 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 5:10 PSI ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก ซึ่งมีปริมาณ TA 0.14 , 0.13 , 0.13 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 3:5 PSI และ ถุงพลาสติกPP + CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PVC + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 3:10 PSI มีถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 3:5 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัวหั่น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีมีปริมาณ TA 0.07 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP ปริมาณ TA น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด คือ 0.01 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 , 3:10 และ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.09 , 0.04 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 3:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.02 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกPVC + CO_2 : O_2 5:5 PSI และ ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในถุงพลาสติก PVC+ CO_2 : O_2 5:10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาใน 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 5:10 ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 5:5 PSI PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:10 PSI PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 3:5 PSI PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2 : O_2 0:0 PSI PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 3:10 PSIถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 3:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัวหั่น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PVC ซึ่งมีมีปริมาณ TA 0.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัวหั่น จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 อย่างเดียวพบว่า ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI ปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:10 ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 , 3:5 , 3:10 PSI ได้รับความเสียหายจากการเน่าเสียของผักกาดหัวหั่น จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ PVCร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12วัน
a_1b_1	0.06b[1/]	0.09a-c[1/]	0.11a[1/]	0.07b[1/]	-
a_1b_2	0.06b	0.07d	0.06c	-	-
a_1b_3	0.05c	0.09a-c	0.11a	-	-
a_1b_4	0.06b	0.08b-d	0.12a	0.14a	0.18a[1/]
a_1b_5	0.07a	0.09ab	0.11a	0.13a	0.19a
a_2b_1	0.06b	0.10a	0.04c	-	-
a_2b_2	0.06b	0.08a-c	0.09b	-	-
a_2b_3	0.06b	0.07d	0.04c	-	-
a_2b_4	0.06b	0.09a-c	0.09b	-	-
a_2b_5	0.06b	0.09a-c	0.09b	0.07b	-
a_3b_1	0.06b	0.07c	0.09b	-	-
a_3b_2	0.06b	0.07cd	0.09b	0.07b	-
a_3b_3	0.06b	0.07cd	0.09b	0.13a	-
a_3b_4	0.05c	0.07cd	0.09b	0.15a	0.19ab
a_3b_5	0.06b	0.07cd	0.09b	0.13a	0.08b

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณ tritratable 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[1/]	0.08a[1/]	0.10a[1/]	0.07b[1/]	0.08a[1/]
PP	0.06a	0.08a	0.07c	0.01c	-
PVC	0.06a	0.07b	0.09b	0.09a	0.05b

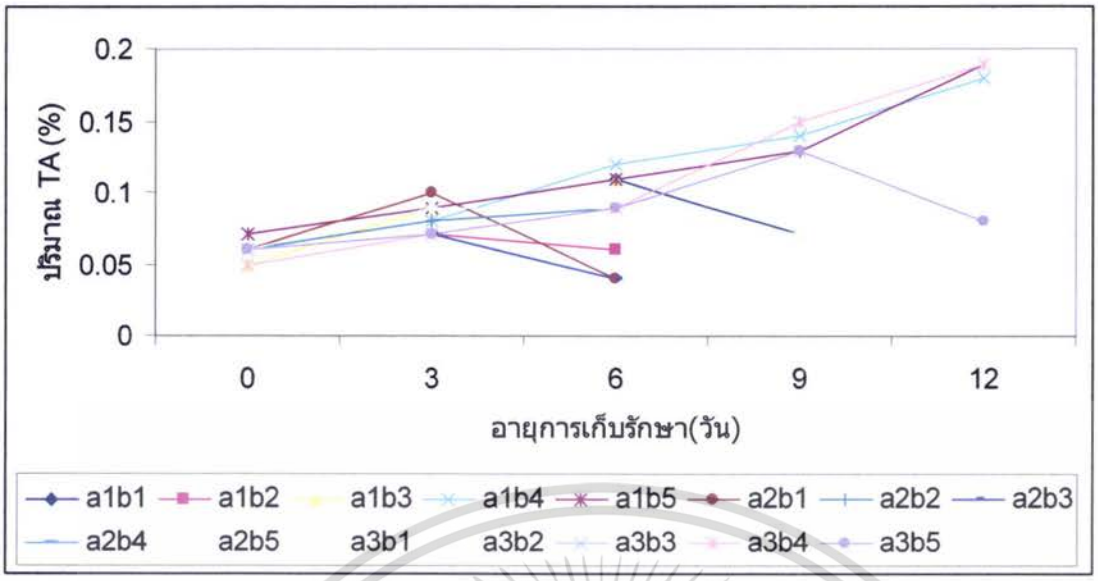
1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่น ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของ	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)				
ก๊าซ CO_2 : O_2 (PSI)	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
0:0	0.06a[1/]	0.08a[1/]	0.08b[1/]	0.02d[1/]	-
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9 และ 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สีเนื้อ

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

ตารางที่ 10 แสดงสีเนื้อของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และPVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	สีเนื้อของผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษา				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a_1b_1	WG155C	WG155B	WG155D	WG155C	-
a_1b_2	WG155B	WG155B	WG155D	-	-
a_1b_3	WG155C	WG155D	WG155D	-	-
a_1b_4	WG155B	WG155B	WG155D	WG155B	WG155C
a_1b_5	WG155C	WG155D	WG155B	WG155C	WG155C
a_2b_1	WG155B	WG155C	WG155D	-	-
a_2b_2	WG155C	WG155C	WG155C	-	-
a_2b_3	WG155C	WG155D	WG155D	-	-
a_2b_4	WG155C	WG155D	WG155D	-	-
a_2b_5	WG155D	WG155D	WG155C	WG155D	-
a_3b_1	WG155B	WG155B	WG155D	-	-
a_3b_2	WG155B	WG155A	WG155C	WG155A	-
a_3b_3	WG155B	WG155B	WG155D	WG155C	-
a_3b_4	WG155C	WG155C	WG155D	WG155C	WG155C
a_3b_5	WG155B	WG155C	WG155C	WG155B	WG155B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่น

ในระหว่างการเก็บรักษาใบผักกาดหัวหั่นทุกๆ การทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองผักกาดหัวหั่นมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีคะแนน 5 คะแนน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ปรากฏว่าผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีคะแนน 5 คะแนน (ตารางที่ 11)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่าผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3-5 คะแนน (ตารางที่ 11)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ปรากฏว่าผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีใกล้เคียงกับผักกาดหัวหั่นสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3-4 คะแนน (ตารางที่ 11)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ปรากฏว่าผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยยังเป็นที่ยอมรับได้ โดยมีคะแนน 3-4 คะแนน (ตารางที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงคุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และPVC ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษา				
	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
a_1b_1	5	5	4	4	-
a_1b_2	5	5	5	-	-
a_1b_3	5	5	4	-	-
a_1b_4	5	5	4	4	4
a_1b_5	5	5	5	4	4
a_2b_1	5	5	4	-	-
a_2b_2	5	5	3	-	-
a_2b_3	5	5	3	-	-
a_2b_4	5	5	3	-	-
a_2b_5	5	5	3	3	-
a_3b_1	5	5	4	-	-
a_3b_2	5	5	4	4	-
a_3b_3	5	5	4	4	-
a_3b_4	5	5	4	4	3
a_3b_5	5	5	4	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุการเก็บรักษา

ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5 : 5 PSI, PE + CO_2:$O_2$5 : 10 PSI , PVC + CO_2:O_2 5 : 5 PSI, PVC + CO_2:O_2 5 : 10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 12 วัน ผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษารองลงมาในถุง PE + CO_2:O_2 0 : 0 PSI, PP + CO_2:O_2 5 : 10 PSI, PVC + CO_2:O_2 3 : 5 PSI, PVC + CO_2:O_2 3 : 10 PSI, มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 9 วัน PE + CO_2:O_2 3 : 5 PSI, PE + CO_2:O_2 3 : 10 PSI, PP + CO_2:O_2 0 : 0 PSI, PP + CO_2:O_2 3 :5 PSI, PP + CO_2:O_2 3 : 10 PSI, PP + CO_2:O_2 5 : 5 PSI, PVC + CO_2:O_2 0 : 0 PSI มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด 6 วัน ยังคงมีกลิ่นและสีอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด

ตารางที่ 12 แสดงอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นภายหลังการเก็บรักษาในแต่ละวิธีการ

Treatment	CO_2 : O_2	อายุการเก็บรักษา (วัน)
a_1b_1	0 : 0	9
a_1b_2	3 : 5	6
a_1b_3	3 : 10	6
a_1b_4	5 : 5	12
a_1b_5	5 :10	12
a_2b_1	0 : 0	6
a_2b_2	3 : 5	6
a_2b_3	3 : 10	6
a_2b_4	5 : 5	6
a_2b_5	5 :10	9
a_3b_1	0 : 0	6
a_3b_2	3 : 5	9
a_3b_3	3 : 10	9
a_3b_4	5 : 5	12
a_3b_5	5 :10	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 8-10 วัน โดยที่คุณภาพภายใน และภายนอกของผักกาดหัวหั่นยังคงสภาพ อาจเป็นเพราะสาเหตุว่าถุงพลาสติก PE มีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มากจึงไม่เกิดการหายใจ โดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนซึ่งสามรถยืดอายุการเก็บรักษาได้ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ (2526) กล่าวว่าการใช้แผ่นพลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของก๊าซออกซิเจนทำให้อัตราการหายใจลดลงและการผลิตก๊าซเอทธิลีนต่ำลง ขณะเดียวกันระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์เพิ่มขึ้นทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียน้ำหนักสามารถป้องกันการเน่าเนื่องจากเชื้อราได้บ้างบางชนิดจากการปนเปื้อนผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในปริมาณ CO_2 : O_2 สัดส่วนที่สูงมีแนวโน้มให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผักกาดหัวหั่นที่เก็บรักษาในปริมาณ CO_2 : O_2 สัดส่วนที่ต่ำ อาจเนื่องมาจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงทำให้การถ่ายทอดอิเลคตรอนจาก NADH เกิดขึ้นไม่ได้ ในขณะเดียวกันการสร้าง ATP ก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้หรือเกิดขึ้นไม่เพียงพอ การหายใจทั้งขบวนการถูกยับยั้ง และคาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีปริมาณมากสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของขบวนการหายใจได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทธิลีน โดยเชื่อกันว่าคาร์บอนไดออกไซด์ไปแย่งที่active site ของเอทธิลีน ดังนั้นการลดปริมาณออกซิเจน และเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลออกไปได้ และการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลิตผล จึงทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานกว่าเก็บในอุณหภูมิปกติ (จริงแท้, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

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

ชนิดของภาชนะบรรจุ และอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 นั้นมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่น โดยภาชนะบรรจุเป็นปัจจัยสำคัญส่วนอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 นั้นเป็นปัจจัยส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหัวหั่นเป็นลำดับรองลงมา โดยพบว่าถุงพลาสติก PVC และ PP ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ส่วนถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด

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

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

3. ปริมาณ tritratable acidity (TA) พบว่าผักกาดหัวหั่นมีปริมาณ 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. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผักกาดหัวหั่น พบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองผักกาดหัวหั่นมีลักษณะสีเนื้อเป็นสีส้มอยู่ในช่วง White Group 155B (WG155B) ภายหลังการเก็บรักษา 3-12 วัน พบว่าสีเนื้อของผักกาดหัวหั่นในทุกวิธีการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่น พบว่า ภายหลังการเก็บรักษา 3-6 วัน คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นอยู่ในเกณฑ์ดีมากใกล้เคียงกับผักกาดหัวหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับผักกาดหัวหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน คุณภาพกลิ่นของผักกาดหัวหั่นผิดปกติเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. **ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ลินคอร์น โปรโมชั่น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช. 2534. **"การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยว การทำ precooling การบรรจุและการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียว."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. **การเก็บรักษาผลิตผลพืชสวน** เกษตรก้าวหน้า. 12(4) : 38-44

วัฒนา วิริวุฒิการ. 2540. "เทคนิค CAM/MAPเพื่อยืดอายุการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน".อาหาร. 24(4) : 278-281.

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2526. **"การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด."** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ. เอกสารอัดสำเนา.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์หยี่เฮง.

มานิตย์ โฆษิตตระกูล. 2524. **"การเก็บรักษาผลท้อ (*Prunus persica* L.Batsch) พันธุ์ฟลอริดาแรดในบรรยากาศดัดแปลง."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย กล้าหาญ. 2543. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมชาย กล้าหาญ และยุพัตสา คำดี. 2544. **"อิทธิพลของสัดส่วน CO_2 : O_2 และอายุของฝักต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน."** หน้า 41. ใน การประชุมวิชาการ มมส ครั้งที่ 1. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมชาย กล้าหาญ และอภิรัตน์ เพ็ชรดี. 2544. **"อิทธิพลของอัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทธิลีน ต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่า."** หน้า 42. ใน การประชุมวิชาการ มมส ครั้งที่ 1. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุชีรา เยี่ยงยุกดิ์สากล. 2537. **"การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Glahan, S. and Kerdsiri, T. 2001. "Influence of CO_2 : O_2 on Quality after Storage of Gros Michel 'Hom Thong." 441-454. in **Quality Management and Market Access Proceedings of the 20th ASEAN /2nd APEC Seminar on Postharvest Technology.** Chiang Mai : Thailand.

Glahan, S. and Puchangthong, S. 2001. "Influence of CO_2 : O_2 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_2, O_2 and N_2 on Ripening Development Storage Life and Quality of Mangosteen." 415-423 in **Quality Management and Market Access Proceedings of the 20th ASEAN /2nd APEC Seminar on Postharvest Technology.** Chiang Mai : Thailand.

Glahan, S. and Youryon, P. 2001. "Influence of Maturation and CO_2 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 : TheMacmillan 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.

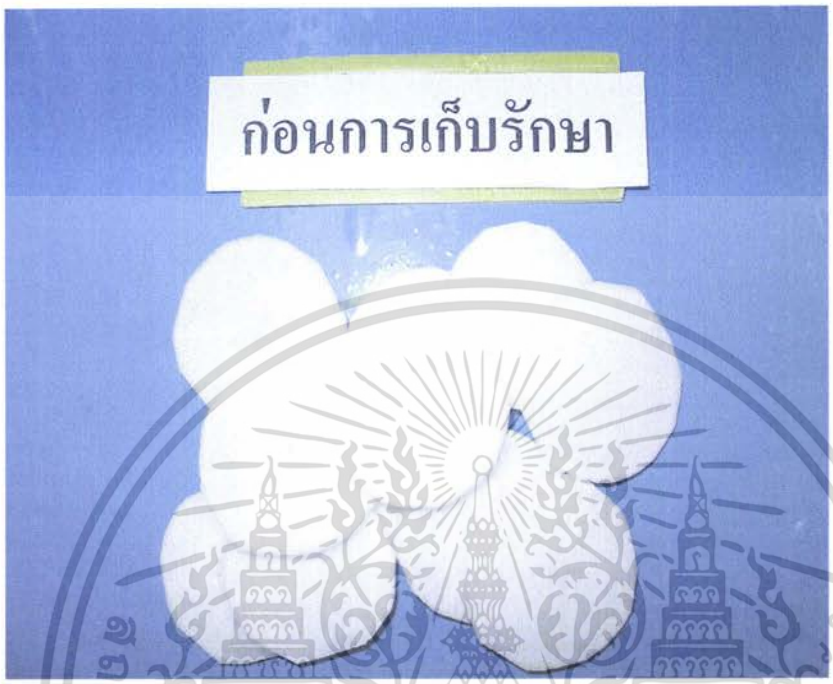
Zegory, D and A.A. Kader, 1988." Modified Atmospheres Packaging for Fresh Product". J. Food Tech. 42(9) : 70.

Wilfret, G.J. 1981. Height retardation of poinsettia with ICI. Pp.333. Hort Science. 16:443.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

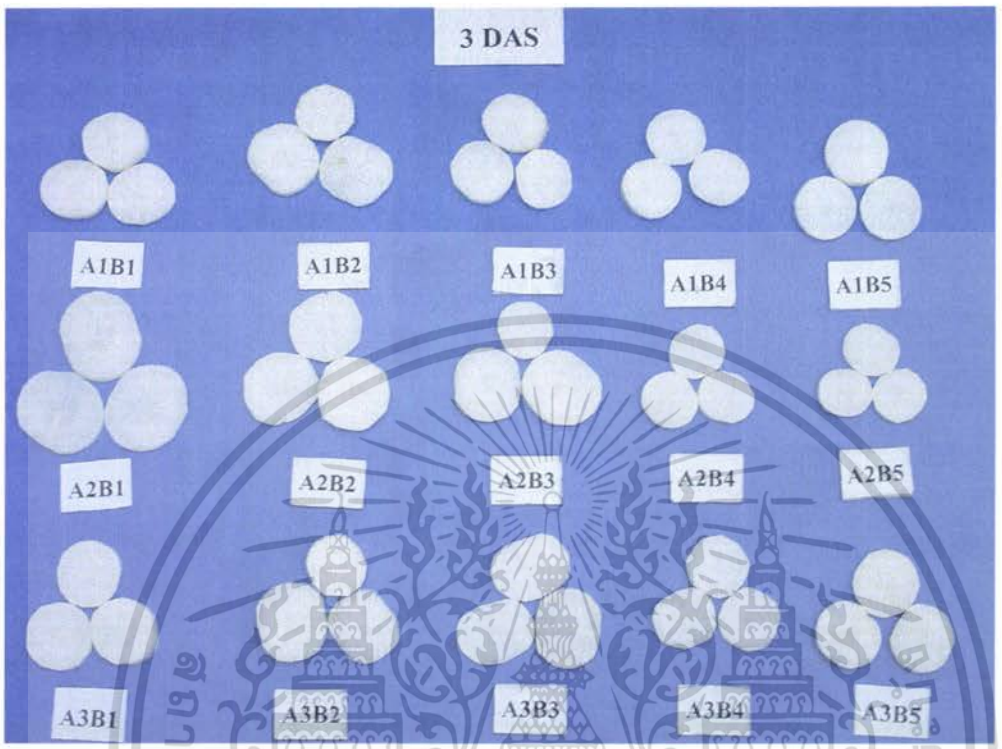
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



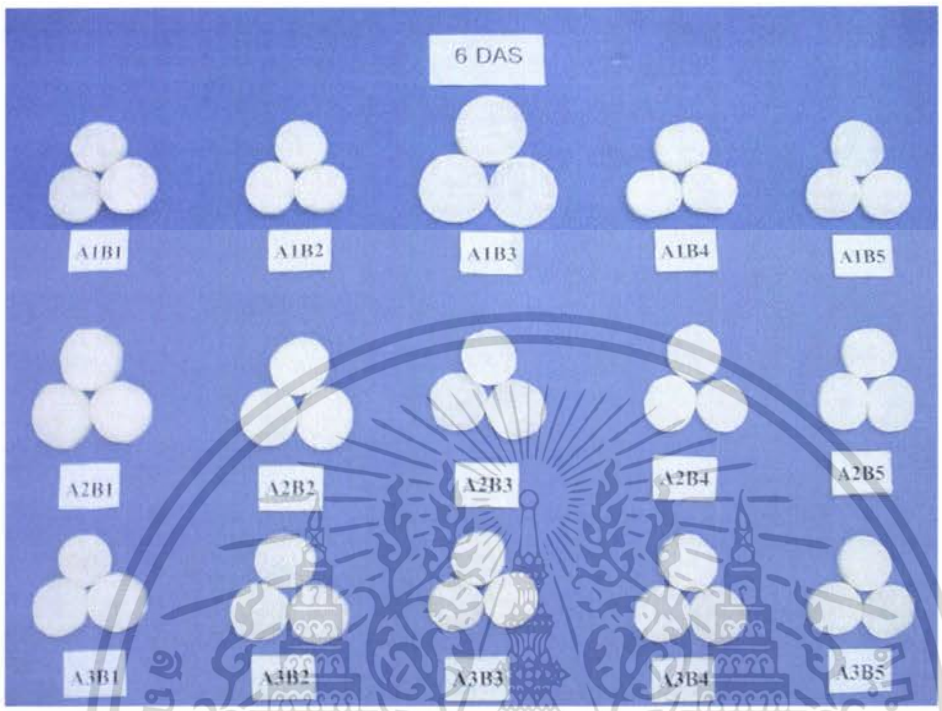
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะผักกาดหัวหั่นก่อนเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



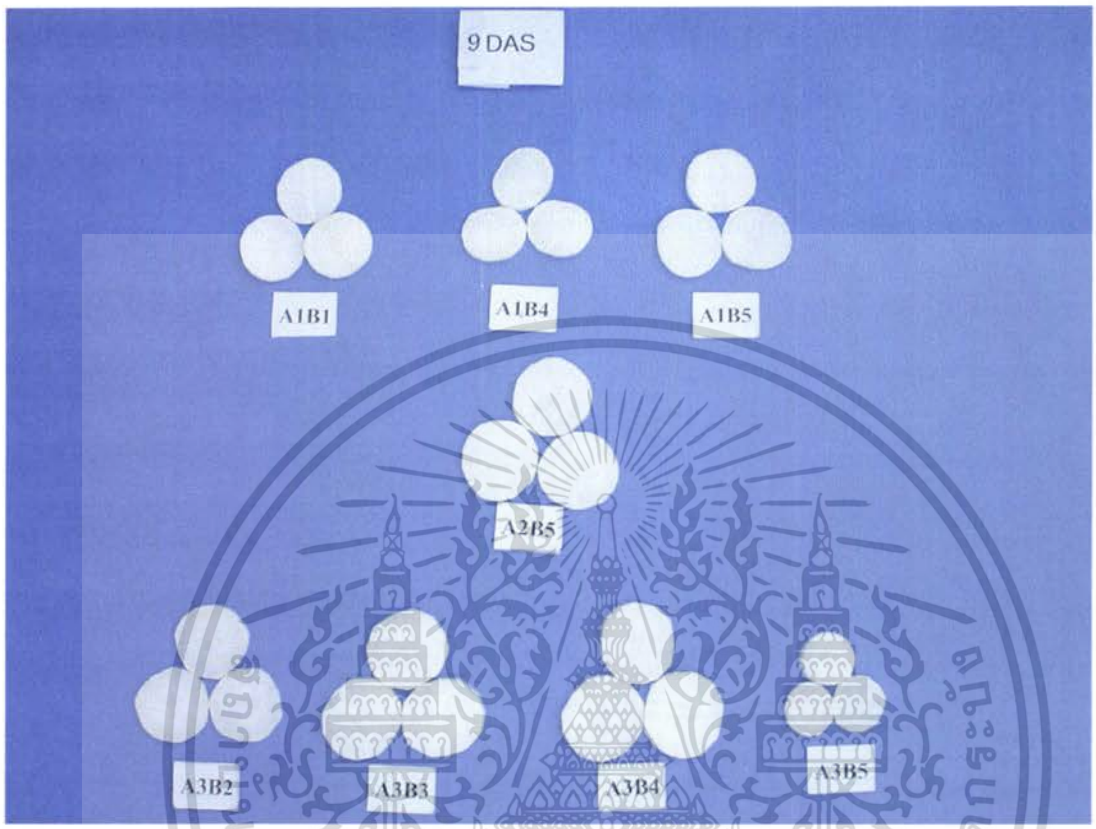
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะผักกาดหัวหั่นภายหลังเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



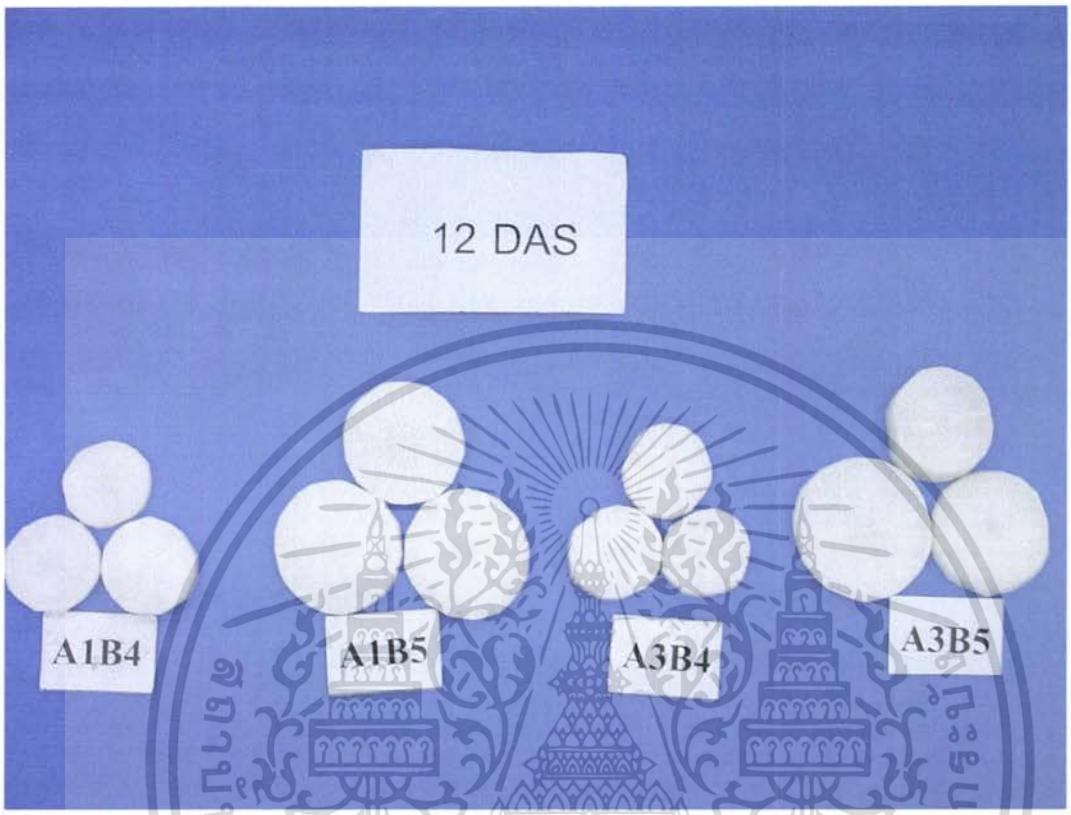
ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะผักกาดหัวหั่นภายหลังเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะผักกาดหัวหั่นภายหลังเก็บรักษา 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะผักกาดหัวหั่นภายหลังเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้