สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ผลของ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี

Influence of CO_2 and O_2 on Quality and Storage Life of Chinese Cabbage

(*Brassica campestris* L.)

T108904

โดย

นางสาวศิริรัตน์ อุดมผลชัยเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

เสนอ

2/ศ.
ส 481ผ
2547
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.108904
วัน,เดือน,ปี.....- 2 ส.ค. 2553
b.12227432
i.....

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี

Influence of CO_2 and O_2 on Quality and Storage Life of Chinese Cabbage

(*Brassica campestris* L.)

โดย

นางสาวศิริรัตน์ อุดมผลชัยเจริญ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 17 เดือน ๓๓ พ.ศ. ๔๕

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ. สมภพ ฐิตะวสันต์)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ ๒๐ เดือน ๓๑ พ.ศ. ๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	ผลของ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี Influence of CO_2 and O_2 on Quality and Storage Life of Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L.)
โดย	นางสาวศิริรัตน์ อุดมผลชัยเจริญ
สาขาวิชา	พืชสวน
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ วิธีการละ 6 ซ้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI : O_2 0 PSI, CO_2 10 PSI : O_2 10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 12 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.12 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ TA จะเพิ่มขึ้น มากที่สุด 0.44 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวจากสีเขียวอ่อน(YGG145A) ที่บริเวณใบเป็นสีเหลืองอ่อน,(YGG145D) ลักษณะสีผิวของผักกาดขาวปลีจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างสีเขียว-สีเหลืองอ่อน Yellow Green Group 145 A-D, (YGG 145 A-D) ปริมาณ TSS น้อยที่สุด 2.9 brix ค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของผักกาดขาวปลีอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	: Influence of CO_2 and O_2 on Quality and Storage Life of Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L.)
By	: Miss Sirirut Udompholchaicharoen
Major	: Horticulture
Department	: Horticulture
Faculty	: Agricultural Technology
Advisor	: Assoc. Prof.Dr. Somchai Glahan

Abstract

Study on influence of CO_2 and O_2 on quality and storage life of 'Chinese cabbage'. The statistical model was completely randomized design 5 treatments and 6 replications then stored at 10°C. The result showed that after storage. 'Chinese cabbage' which is kept in CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI ,CO_2 10 PSI+O_2 10 PSI has the longest long life 12 days, percentage of lost weight 0.12, percentage of TA increased 0.44, the color of the leaf changed from light green to light yellow, the skin colour is in between green and light yellow (Yellow Green Group 145 A-D) and TSS is lowest 2.9 brix. All of them were accepted in palatability.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่อง "ผลของ CO_2และO_2ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี" จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องตามขั้นตอนจนกระทั่งปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ขอบคุณมากค่ะ

ขอขอบคุณ บิดา มารดา และพี่ ๆ ที่ช่วยเหลือข้าพเจ้าในด้านต่าง ๆ ครูอาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้า ซึ่งท่านเหล่านี้มีส่วนช่วยทั้งทางด้านการทำงาน ตลอดจนให้คำปรึกษาในด้านต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวศิริรัตน์ อุดมผลชัยเจริญ

พฤษภาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญภาพผนวก	ง
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	19
สรุปผลการทดลอง	32
วิจารณ์ผลการทดลอง	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วัน	21
2. แสดงลักษณะสีผิวของผักกาดขาวปลีก่อนและหลังการทดลอง 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วัน	24
3. แสดงปริมาณ TSSของผักกาดขาวปลีก่อนและหลังการทดลอง 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วัน	27
4. แสดงปริมาณ TA ของผักกาดขาวปลีก่อนและหลังการทดลอง 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วัน	30
5. แสดงอายุการเก็บรักษาของผักกาดขาวปลีในแต่ละวิธีการ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวปลีหลังการเก็บรักษา	21
2. แสดงปริมาณ total soluble solids (TSS) ของผักกาดขาวปลีหลังการเก็บรักษา	27
3. แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดขาวปลีหลังการเก็บรักษา	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีก่อนการทดลอง	39
2.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 2 วัน	39
3.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 4 วัน	40
4.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 6 วัน	40
5.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 8 วัน	41
6.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 10วัน	41
7.	แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 12วัน	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักกาดขาวปลีเป็นพืชในตระกูล Cruciferae เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นิยมบริโภคกันทั่วๆไป เช่น รับประทานสด หรือนำมาประกอบอาหาร โดยบริโภคส่วนของใบ ซึ่งผักกาดขาวปลีที่ใช้บริโภคอยู่ทั่วไปนั้นมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้เป็นปัญหาเรื่องเน่าเละ และเหี่ยวเฉาได้ง่าย โดยเฉพาะในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากผักกาดขาวปลีเป็นผักที่มีใบอวบน้ำจึงเกิดการบอบช้ำเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บรักษา ตลอดจนการขนส่ง เมื่อเกิดความเสียหาย ทำให้ใบมีรอยช้ำ สูญเสียคุณภาพ

จากสภาพดังกล่าวนี้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะศึกษาสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี

ในการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางความเป็นไปได้ในการเก็บรักษาผักกาดขาวปลีโดยใช้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนที่บรรจุในถุงพลาสติก เพื่อให้สามารถรักษาความสดได้นานยิ่งขึ้นและสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของก๊าซ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผักกาดขาวปลีให้เหมาะสมกับการขนส่งในระยะทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดขาวปลี

ลักษณะพฤกษศาสตร์ของผักกาดขาวปลีได้มีการจำแนกหมวดหมู่ตามหลักพฤกษศาสตร์ดังนี้

อันดับ (Order)	:	Brassicales
วงศ์หรือตระกูล (Family)	:	Brassicaceae (Cruciferae) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเอเชียโดยมีวิวัฒนาการมาจาก *Brassica campestris* และ *Brassica chinensis* ซึ่งมีอยู่ในประเทศจีนก่อนคริสตกาล (AVRDC, 1975)ต่อมาได้แพร่กระจายไปสู่ประเทศต่างๆในหลายทวีป เช่น เอเชีย ยุโรป และอเมริกา
สกุล (Genus)	:	Brassica
ชนิด (Species)	:	Pekinensis
ชื่อวิทยาศาสตร์ (Science name)	:	*Brassica campestris* var. pekinensis
ชื่อสามัญ (Common name)	:	chinese cabbage, celery cabbage, white cabbage, peking cabbage และ heading chinese cabbage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผักกาดขาวปลี

ผักกาดขาวปลีเป็นพืชปีเดียว มีความใกล้ชิดกับพวกผักกาด (mustard) มากกว่าพวกกะหล่ำ (cole crop) ส่วนที่ใช้บริโภคคือ ใบ โดยใช้ประโยชน์ในรูปของผักสด ซึ่งให้วิตามินซีสูง ใช้เป็นผักต้มประกอบอาหารรวมทั้งใช้เป็นอุตสาหกรรมในการแปรรูป เช่น ผักตากแห้ง และ กิมจิ เป็นต้น

ผักกาดขาวปลีสามารถเจริญได้ในดินทุกชนิด ชอบดินร่วนที่มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์สูงความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ในช่วง 6-6.5 ต้องการความชื้นในดินสูงตลอดฤดูปลูก แสงแดดที่ตลอดวัน และอุณหภูมิที่เหมาะกับการเจริญเติบโตและเข้าปลีอยู่ในช่วง 15-20 องศาเซลเซียส ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาแห่งเอเชีย (Asian Vegetable Research and Development Center หรือ AVRDC) พยายามที่จะสร้างผักกาดขาวปลีพันธุ์ทนร้อนเพื่อให้ปลูกได้ดีในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ประเทศในแถบเอเชีย (AVRDC, 1975)

ผักกาดขาวปลีปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่นิยมปลูกได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม-กุมภาพันธุ์ การปลูกอาจทำได้ทั้งการหว่านและเพาะกล้าแล้วย้ายปลูกก็ได้ การหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วแปลง แล้วแยกถอนมีระยะปลูกที่เหมาะสมคือ 50×50 เซนติเมตร นิยมทำกันในท้องที่ภาคกลางที่ยกแปลงกว้างมีร่องน้ำ ซึ่งพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated variety) เมล็ดพันธุ์มีราคาไม่แพง การปลูกแบบโรยแถวหรือการเพาะกล้าแล้วจึงย้ายปลูกเป็นวิธีที่เหมาะสม นิยมปลูกในภาคเหนือที่ยกแปลงแคบ อายุการเก็บเกี่ยวสำหรับพันธุ์เข้าปลีไม่แน่น ที่นิยมปลูกประมาณ 40-45 วันหลังจากหว่านเมล็ดและพันธุ์ที่เข้าปลียาวหรือปลีกลมมนแน่นที่นิยมปลูกในภาคเหนือประมาณ 50-80 วันหลังจากหยอดเมล็ด ในประเทศไทยเกษตรกรปลูกผักกาดขาวปลีได้ผลผลิตประมาณ 33,609 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

การจำแนกพันธุ์ผักกาดขาวปลี

จำแนกผักกาดขาวปลีออกตามรูปร่างลักษณะของปลีได้ 3 พวกใหญ่ๆ คือ พันธุ์เข้าปลียาว พันธุ์ที่เข้าปลีกลมแน่น พันธุ์เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี สำหรับพันธุ์ที่ใช้ปลูกกันในประเทศไทยมีดังนี้

1. พันธุ์เข้าปลียาวลักษณะปลีตั้งสูงและรูปไข่ จัดเป็น *Brassica pekinensis* var. cylindrica ได้แก่พันธุ์ michihli หรือผักกาดหางหงส์ ผักกาดโสภณ ผักกาดขาวปลีฝรั่ง พันธุ์ tropicana hybrid พันธุ์ W-R crusader hybrid และพันธุ์ wong bok เป็นต้น

2. พันธุ์ที่เข้าปลีกลมแน่น ปลีมีลักษณะเป็นทรงสั้น อ้วนกลม จัดเป็น *Brassica pekinensis* var. cephalata ได้แก่พันธุ์ saladeer hybrid และพันธุ์ pride hybrid เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พันธุ์ที่เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมืองของเอเชีย เหมาะสำหรับปลูกในเขตที่มีอุณหภูมิสูง ฝนตกชุก จัดเป็น *Brassica pekinensis* var. laxa ได้แก่ ผักกาดขาวใหญ่ ผักกาดขาวธรรมดา (สมภพ, 2527)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีชนิด และ/หรือความเข้มข้นของก๊าซแตกต่างไปจากสภาพบรรยากาศปกติ โดยทั่วไปจะเน้นความสำคัญที่ก๊าซออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของผลผลิต การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นการปรับองค์ประกอบก๊าซเป็นเพียงช่วงกว้างๆ เท่านั้น ไม่ต้องควบคุมให้อยู่ที่ระดับหรือจุดใดจุดหนึ่งอย่างแน่นอนตลอดการเก็บรักษา

หลักการเบื้องต้นของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงหรือการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณ O_2 ต่ำ และ/หรือมีปริมาณ CO_2 มากกว่าปกติ

การเก็บรักษาผลิตผลในถุงพลาสติกปิดสนิท เป็นการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยทำให้ O_2 ลดต่ำลงมากๆ และปริมาณ CO_2 เพิ่มสูงมากจนทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ O_2 ดังนั้น การบรรจุหีบห่อจึงเป็นการดัดแปลงบรรยากาศรอบๆ ผลิตผลด้วย โดยถุงพลาสติกจะเป็นตัวจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ O_2 และก๊าซ CO_2 ระหว่างบรรยากาศนอกถุงพลาสติก ทำให้บรรยากาศนอกถุงพลาสติกมี O_2 น้อย และมี CO_2 มาก ในสภาพดังกล่าวจะทำให้สามารถชะลอการสุกของผลมะม่วงได้ (จริงแท้, 2541)

การเก็บรักษาผลผลิตโดยการควบคุมสภาพของบรรยากาศนั้นเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเก็บรักษาผลผลิตให้มีคุณภาพดีได้นาน โดยมีหลักการของการเก็บรักษาคือ ควบคุมปริมาณก๊าซ CO_2 กับ O_2 ซึ่งจัดควบคุมให้มีปริมาณก๊าซ O_2 ต่ำกว่าปกติและเพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 ให้สูงขึ้นกว่าสภาพบรรยากาศปกติ การเก็บรักษาผลผลิตด้วยวิธีนี้จะสามารถยับยั้งขบวนการสุกการ senescence หรือชะลอขบวนการดังกล่าวให้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ รวมทั้งการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การสูญเสีย chlorophyll การเกิดกลิ่น การสูญเสียกรด รวมทั้งอัตราการหายใจของผลผลิตให้เกิดขึ้นน้อยหรือเกิดอย่างช้า ๆ ได้ (สมชาย, 2543)

เทคนิค MAP (modified atmosphere packing) เป็นวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ ดัดแปลงมาจากวิธี MA จะมีข้อแตกต่างตรงที่ MAP จะเป็นการเก็บรักษาผลผลิตภายในถุงพลาสติกหรือฟิล์มชนิดพิเศษ (อรทัย, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน

ในอากาศมีก๊าซออกซิเจนประมาณ ร้อยละ 20.9 คุณสมบัติของก๊าซออกซิเจน จำเป็นสำหรับการหายใจของพืชผักและผลไม้ ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย (งามทิพย์, 2538)

ปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศ มีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และกระบวนการออกซิเดชั่นอื่น ๆ ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง การลดปริมาณออกซิเจนลงจะเป็นการลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และกระบวนการออกซิเดชั่น อื่น ๆ ลงด้วย และในสภาพที่ออกซิเจนมีปริมาณความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่า จะสามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลงด้วย

ความเข้มข้นของออกซิเจนระหว่าง 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้หลายชนิด บทบาทของก๊าซออกซิเจนในการยับยั้งการสุกของผลไม้ ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการหายใจอย่างแท้จริง แม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ต่ำจะ net respiration rate ของผลไม้ แต่ก๊าซออกซิเจนจะมีบทบาทโดยตรงที่สำคัญเกี่ยวกับการสุกของผลไม้ในปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างและการทำงานของเอทธิลีนในพืช (สายชล, 2528)

บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในบรรยากาศที่มี CO_2 อยู่ประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ แต่ภายในผลไม้อาจมี CO_2 เป็นปริมาณถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจ, อัตราการผ่านเข้าออกของก๊าซ และองค์ประกอบของบรรยากาศภายนอก ในกรณีที่ CO_2 มีความเข้มข้นสูงมากจะมีบทบาทที่สำคัญ คือ

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อมีความเข้มข้นของ CO_2 ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ CO_2 ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจอาจได้ผลน้อยเมื่อใช้ CO_2 ที่มีความเข้มข้นน้อยเกินไป ในขณะที่มีความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตราย อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น เช่น แอปเปิ้ลจะทน CO_2 ได้น้อยกว่าสตรอเบอรี่ การเก็บรักษาแอปเปิ้ลจะใช้ CO_2 3-5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สตรอเบอรี่ใช้ 15-20 เปอร์เซ็นต์ (งามทิพย์, 2538) ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้มาก คือ O_2 และ CO_2 เพราะในการหายใจของผลิตผลสดจะใช้ O_2 และ CO_2 ดังนั้นปริมาณ O_2 และ CO_2 ต้องมีระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดอัตราการหายใจที่ต่ำที่สุด แต่ต้องไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียแก่ผลิตผลสดนั้น ๆ ความเข้มข้นหรือปริมาณก๊าซนี้อาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมโดยการใช้วัสดุที่บรรจุ เช่น พลาสติกฟิล์มที่มีความสามารถในการยอมให้ก๊าซต่าง ๆ ซึมผ่านในอัตราที่แตกต่างกัน โดยทำการเลือกชนิดของฟิล์มให้เหมาะสม

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียก CO_2 ว่าเป็น bacteriostatic หรือ fungistatic คือ การยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้น มิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะต้องใช้ CO_2 ที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง CO_2 จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ก็ต่อเมื่อเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นอยู่ในช่วงการเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว โดยจะทำให้ช่วงเวลานั้นเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้การแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เป็นไปได้ช้ายิ่งขึ้น (งามทิพย์, 2538)

บทบาทของเอทธิลีน

เอทธิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ มีสูตรโมเลกุลคือ C_2H_4 และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 เป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเพียงเล็กน้อย จัดเป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนที่ติดไฟและเกิดระเบิดได้ในช่วงความเข้มข้น 3.2-32 เปอร์เซ็นต์ เอทธิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่การเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพในผลไม้ขณะการเจริญเติบโต ในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนสูงมาก การให้เอทธิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น ทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้

เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง และเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองต่อเอทธิลีนเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทธิลีน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทธิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้

การสังเคราะห์เอทธิลีน เซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคราะห์เอทธิลีนเพียงเล็กน้อย จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีน ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นเอทธิลีนได้อย่างรวดเร็ว และต้องการ O_2 ในการสังเคราะห์ด้วย (ดนัย, 2540)

การผลิตเอทธิลีน เนื้อเยื่อทุกชนิดสร้างเอทธิลีนได้ โดยปกติปริมาณการผลิตเอทธิลีนจะมีน้อย แต่เมื่อผลิตผลสุกหรือผลิตผลถูกกระทบกระเทือนด้วยอะไรก็ตาม จะมีการสร้างเอทธิลีนเกิดขึ้นเป็นอันมาก และเอทธิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่างๆ ให้เกิดขึ้นได้ เช่น กระบวนการสุก การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอทธิลีนจะเกิดขึ้นจากแหล่งอื่น ๆ อีก เช่น จากเชื้อรา จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ เอทธิลีนจากภายนอกสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ผลิตเอทธิลีน ในปริมาณที่สูงขึ้นได้ หากให้เอทธิลีนก่อนกระบวนการสุกจะเริ่มขึ้น (จริงแท้, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีน

1. การสังเคราะห์เอทธิลีนจะหยุดชะงักในสภาพบรรยากาศที่ขาดออกซิเจน ทั้งนี้ เพราะก๊าซออกซิเจนจำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน 1-aminoclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ให้เป็นเอทธิลีนปริมาณซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทธิลีนลดลง อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีนด้วย อัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0 – 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะลดลงและหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ดี การยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีนที่อุณหภูมิสูงนี้ สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่อลดอุณหภูมิลง

การบรรจุหีบห่อ

สมชาย (2543) กล่าวว่า หีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียน้ำหนัก) ได้ เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ สิ่งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ผลิตผลได้ดีขึ้น นานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลผลิตเหี่ยว ผลิตผลบางอย่าง เช่น ผักกาดแดง หรือผักกาดกินรากอื่น ๆ ก่อนบรรจุหีบห่อต้องมีการตัดแต่งยอดราก จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกทำให้ลดการสูญเสียความชื้น ทำให้เก็บรักษาผักให้นานขึ้น ผักถ้าเหี่ยวเร็วจะทำให้สูญเสียวิตามินซีไปด้วย ถ้าบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียเหล่านี้ นอกจากพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไขหรือภาชนะอื่น ๆ จะช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

Adamichi and Kepka (1977) ได้ทำการทดลองเก็บรักษากะหล่ำดอกแบบควบคุมบรรยากาศ พบว่า การเก็บรักษาในบรรยากาศที่มี CO_2 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ O_2 3 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ให้ผลดีที่สุด

Agillon *et.al.* (1987) การเก็บรักษากล้วยในถุงพลาสติก (polyethylene) จะทำให้ชะลอการสุกของกล้วยพันธุ์ lacation (*Musa* , AAA) และพันธุ์ latudan (*Musa* , AAB) ได้กล้วยพันธุ์ latudan เมื่อเก็บในถุงพลาสติก (polyethylene) ในสภาพบรรยากาศที่มี O_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 12.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 หรือ 13 วัน แล้วนำออกมาที่สภาพภายนอก มีการสุกปกติ ส่วนพันธุ์ lacatan การเก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศที่มี O_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 15.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 หรือ 13 วัน หลังนำออกจากถุงพลาสติกพบว่ามีการสุกปกติ การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงนี้กล้วยพันธุ์ latudan จะทำให้ผลกล้วยไม่ค่อยนิ่ม แต่การเปลี่ยนแปลงของ TSS และ TA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในพันธุ์ lacatan มีลักษณะนิ่มเล็กน้อย มีการเพิ่มของ TSS และ TA แต่ pH มีการลดลง

Berg and Lentz (1973) พบว่า การเก็บรักษากะหล่ำปลีที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 98-100 เปอร์เซ็นต์ จะลดการสูญเสียได้ดีกว่าพวกที่เก็บรักษาในระดับความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังทำให้การสูญเสียน้ำหนักน้อยลง และยังเก็บรักษาความกรอบ ความแน่น และมีคุณภาพโดยทั่วไปอยู่ดี ยังพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรักษา คือ 0 - 1 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาไว้ในบรรยากาศที่มี O_2 1 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 5 เปอร์เซ็นต์จะให้ผลดีที่สุด

Chaplin *et.al.* (1982) ทดลองในมะม่วงพันธุ์ kensington เก็บรักษาไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส ในถุง polyethylene ปิดสนิท พบว่า มีระดับ CO_2 ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าชุดควบคุม 3 วัน

Esguerra *et.al.* (1978) ทดลองใช้ฟิล์มพลาสติก PE (polyethylene) ความหนา 0.08 มิลลิเมตร บรรจุผลมะม่วงโดยมีทั้งชุดที่ใส่และไม่ใส่ perlite – $KMnO_4$ สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาบ่มด้วยเอทธิลีน พบว่าสุกได้อย่างปกติ

Goodenough (1982) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาผลมะเขือเทศในภาชนะปิดซึ่งบรรจุ O_2 5 เปอร์เซ็นต์, CO_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ N_2 90 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า หลังจากเก็บรักษาไปได้นาน 4 สัปดาห์ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส, ฟรักโทส และกรดซิตริกจะเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณแป้ง และกรดมาลิก จะลดลง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในขณะที่ผลไม้สุก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาดังกล่าว ช่วยชะลอการสุกของผลมะเขือเทศออกไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Handerson (1977) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาถั่วแขกในสภาพบรรยากาศที่มี CO_3 3 – 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า จะช่วยลดการสูญเสียคลอโรฟิลล์ และสีได้

Ketsa and Raksritong (1992) ทำการทดลองหุ้มมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วย PVC film เก็บไว้ที่ 10 องศาเซลเซียส และ 12.5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่าการหุ้มด้วยฟิล์มจะเกิดอาการ chilling injury ช้ากว่าชุดควบคุมที่ไม่ห่อฟิล์ม 4 วัน อาการ chilling ที่เกิด คือ สีผิดปกติบริเวณใกล้เมล็ด มะม่วงห่อฟิล์มที่เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 12 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาสุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่าสุกในเวลาไล่เลี่ยกับชุดควบคุมอุณหภูมิ จะมีผลต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว สีเนื้อ และส่วนประกอบทางเคมีมากในชุดควบคุม แต่มีผลน้อยในชุดห่อฟิล์ม

Lill and Read (1983) พบว่า หน่อไม้ฝรั่ง (asparagus spears) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่มี CO_2 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ และ O_2 2 – 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการหายใจลดลง 20 – 40 เปอร์เซ็นต์

Lipton *et.al.* (1967) พบว่า ดอกกะหล่ำที่เก็บรักษาไว้ในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 5 – 15 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 – 7 วันพบว่าดอกมีลักษณะยุ่ย มีสีดำ กลิ่นและรสชาดผิดปกติไป

Liu (1970) ได้ดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere) มาใช้ร่วมกับการเก็บรักษาโดยบรรจุกล้วยในถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงแน่น และใช้โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต ($KMnO_4$) ร่วมกับสาร silica เป็นตัวดูดซับเอทธิลีน เพื่อช่วยยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าสามารถยืดอายุหลังการเก็บรักษาได้ และกล้วยมีการสุกที่ปกติหลังจากการยืดอายุหลังการเก็บรักษาแล้ว

Morris and Kader (1977) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาผลมะเขือเทศดิบในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลานานกว่า 7 วัน และที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่า ที่ผิวของผลมะเขือเทศเป็นรอยแผล และไม่มีการสุกเกิดขึ้น ส่วนในพริกยักษ์ ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่ากลีบรองดอกมีสีซีดลงและนิ่ม ส่วนแกนกลางภายในผลซึ่งมีสีขาวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

Niedzielski (1984) พบว่า การเก็บรักษากะหล่ำดาวในบรรยากาศที่มี O_2 7 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 8 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 80 วัน และการเก็บรักษาผักขมในบรรยากาศที่มี CO_2 7 เปอร์เซ็นต์ และ O_2 4 – 8 เปอร์เซ็นต์ จะเก็บรักษาได้นาน 30 วัน

Noomhorm *et.al.* (1990) ทำการทดลองเก็บมะม่วงในถุง PE มีความหนา 44.58 μm ขนาดถุง 41x51 เซนติเมตร โดยมีตัวดูดซับเอทธิลีนร่วมอยู่ด้วย พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 6-8 วันเป็น 12-22 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และจากการวัดอัตราการหายใจ ยังพบอีกว่า อัตราการหายใจจะถูกกดโดย ปริมาณ O_2 ที่ต่ำประมาณ 2.5-5 เปอร์เซ็นต์

Pantastico (1975) ทำการเก็บรักษาผลผลิตโดยใช้การดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere: MA) สามารถใช้ได้ผลกับผักและผลไม้หลายชนิด ซึ่งเป็นการเก็บรักษาในสภาพที่ลดปริมาณออกซิเจน และเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งอาจทำให้ผักและผลไม้บางชนิดมีอายุการเก็บรักษานานกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศธรรมดาที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน เพราะออกซิเจนที่ความเข้มข้นต่ำ ทำให้อัตราการหายใจและการใช้อาหารสะสมสำหรับกระบวนการหายใจลดลง

Reitmeir (1978) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาถั่วแขกในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 1 วัน พบว่า จะช่วยชะลอการซีดของสีได้ โดยไม่ทำให้คุณภาพของถั่วแขกเปลี่ยนแปลงไป

Salunkhe and Desai (1984) ได้รวบรวมการเก็บรักษากล้วยโดยวิธีการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศควบคุม ในสภาพบรรยากาศที่มี O_2 5 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 5 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 11.7 องศาเซลเซียส ทำให้มีอายุการเก็บรักษา 20 วัน Smock รายงานว่า กล้วยพันธุ์ lacatan และ dwarf cavendish สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 สัปดาห์ เมื่ออยู่ในสภาพบรรยากาศที่มี O_2 2 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 6 - 8 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 15 – 15.6 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพบรรยากาศเช่นนี้ ทำให้ยับยั้งการผลิตเอทธิลีนและช่วยชะลอการสุกได้

Saray (1979) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาพริก พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 – 9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 – 90 เปอร์เซ็นต์ ในบรรยากาศที่มี O_2 3 เปอร์เซ็นต์ และ CO_2 3 เปอร์เซ็นต์ จะเก็บรักษาได้นานถึง 45 วัน โดยยังคงมีคุณภาพดีอยู่ ในขณะเก็บรักษาความสดและความแน่นเนื้อ (firmness) ยังคงเดิมอยู่ แต่การเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวไปเป็นสีแดงจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปอย่างช้า ๆ และปริมาณวิตามินซี จะลดลง สภาพของพริกที่เก็บรักษาโดยวิธีดังกล่าวไว้นาน 45 วัน จะมีสภาพใกล้เคียงกับพริกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำธรรมดา (cold storage) เป็นเวลา 4 วัน

Sri and Darya (1992) ทำการทดลองเก็บเงาะพันธุ์ lebak bulus ในถุงพลาสติกชนิดต่าง ๆ กัน และความหนาต่าง ๆ กัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส 10 องศาเซลเซียส และ 27 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เกิด chilling injury ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เก็บได้ 3 วันก็เสียสภาพรับประทาน อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด ในการเก็บรักษาทุกชุดการทดลอง ที่ใสถุงมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุมที่อุณหภูมิเดียวกัน ความหนาของฟิล์มพลาสติกมีผลต่อคุณภาพเงาะมากกว่าชนิดของฟิล์มพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stoll (1974) พบว่า การเก็บรักษากะหล่ำดอกในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 0–3 เปอร์เซ็นต์ และ O_2 2–3 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 40 วันโดยยังมีคุณภาพดีอยู่

จักรพันธ์ และ กุสุมาวดี (2544) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนไนโตรเจนและออกซิเจนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อน ประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณไนโตรเจน 0, 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณออกซิเจน 0, 10 และ15 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) ตามลำดับ เก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย 14-16 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าข้าวโพดฝักอ่อนจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในขณะเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.10-1.87 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาในทุกวิธีการจะมีปริมาณ TA และ TSS ลดลงเล็กน้อย การเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนในไนโตรเจน 0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) มีอายุการเก็บรักษายาวนานที่สุด คือ มากกว่า 26 วัน

จันทนา (2543) พบว่าสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน มีผลต่อพัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ ระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ และออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย 14 – 18 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่ากล้วยไข่ที่เก็บรักษาในคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 42.67 วัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยกล้วยไข่ที่เก็บรักษาใน CO_2 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับ O_2 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.3491 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำกล้วยไข่ก่อนการเก็บรักษามาบ่มที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TSS สูงที่สุด คือ 29.13 brix และกล้วยไข่ที่เก็บรักษาใน CO_2 1.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ O_2 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุด คือ 0.0856 เปอร์เซ็นต์

พรรณิภา (2542) พบว่าถั่วฝักยาวอายุ 8 วันหลังติดฝัก เก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 20 วัน และภายหลังการเก็บรักษาถั่วฝักยาว จะสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น และพบว่าถั่วฝักยาวที่อายุ 8 วันหลังติดฝักเก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.77 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวและลักษณะภายนอกน้อยที่สุด และมีค่าเฉลี่ย TSS สูงที่สุด คือ 4.83 brix

ดนัย และ นิธิยา (2535) กล่าวว่า การเก็บรักษาถั่วในบรรยากาศที่มี CO_2 สูงเป็นปัจจัยสำคัญในการยับยั้งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส บร็อคโคลี่ที่เก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 เพิ่มขึ้น และ O_2 ลดลง จะช่วยให้บร็อคโคลี่มีสีเขียวอยู่ได้นานขึ้น เพราะคลอโรฟิลล์สลายตัวได้ช้าลง

จริงแท้ (2541) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณ CO_2 ให้ผลในการควบคุมโรค ที่ระดับ10 – 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis sp.* และ *Rhizopus sp.* ในผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งสตรอเบอรี่ในต่างประเทศ และบางส่วนในประเทศไทย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า ในสภาพที่ปริมาณ CO_2 สูงขึ้นอาจกระตุ้นให้โรคบางอย่างเจริญเติบโตได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมโรค จึงค่อนข้างมีผลเฉพาะเจาะจงกับผลผลิต และโรคแต่ละชนิด

มหรรณพ (2544) พบว่า ชมพู่ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของ CO_2 และ O_2 0, 5, 10, 15 และ 0, 3, 6, 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา พบว่า ชมพู่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด และปริมาณ TA เพิ่มขึ้นอยู่เรื่อย ๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวเล็กน้อย ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาดของชมพู่ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และชมพู่ที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลอง มีอายุการเก็บรักษานานกว่า 18 วัน

ทิพวรรณ (2543) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง โดยเก็บรักษากล้วยหอมทองไว้ที่อุณหภูมิ 14 – 18 องศาเซลเซียส มี 2 ปัจจัย คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 0, 1, 2, 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณออกซิเจน 0, 2, 4, 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลปรากกว่ากล้วยหอมทองที่บ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้องภายหลังเก็บรักษา 35 วัน มีปริมาณ TSS ระหว่าง 11.40 – 22.40 brix และมีเปอร์เซ็นต์ TA ระหว่าง 0.0101 – 0.0304 เปอร์เซ็นต์ กล้วยหอมทองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดระหว่าง 0.48 – 0.87 เปอร์เซ็นต์ กล้วยหอมทองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น และภายหลังเก็บรักษากล้วยหอมทอง 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน แล้วนำไปบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่า กล้วยหอมทองมีลักษณะที่ดี และมีรสชาดเป็นที่ยอมรับ

วรวี (2543) ศึกษาว่า มังคุดวัยที่ 1– 3 เก็บรักษาแบบ สภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้สัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซออกซิเจนในสัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และก๊าซออกซิเจน 0, 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เก็บรักษาร่วมกับสารดูดซับเอทธิลีน โดยใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษา 11 – 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษามังคุดมีคุณภาพดีเท่ากับมังคุดที่เก็บเกี่ยวมาจากต้นแล้วใช้บริโภคสดได้นานมากกว่า 35 วัน ซึ่งปริมาณความหวาน รสชาด สีผิวของผล สีเนื้อ ตลอดจนกลีบเลี้ยงอยู่ในสภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชัญญา (2530) ได้รายงานการเก็บรักษาผลละมุดในถุงพลาสติกปิดสนิทในบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของ CO_2 0, 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 51 วัน และพบว่าการบ่มผลละมุดให้หายฝาดด้วย CO_2 ที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง ความฝาดจะหายไปภายในเวลา 4 วัน โดยยังคงมีความกรอบและความแน่นเนื้อมาก

สมชาย (2526) พบว่าบร็อคโคลีที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 1 และ4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 28 วัน และยังคงสด ชะลอการสูญเสียวิตามินซี และคลอโรฟิลล์ได้

ศิริลักษณ์ (2527) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาถั่วลันเตาประเภทฝักเล็กในถุงพลาสติกปิดสนิทที่ไม่ได้เติม CO_2 และเติม CO_2 เข้มข้น 5, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไว้ที่อุณหภูมิ 1, 4 และ 7 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า ถั่วลันเตาที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิทที่ไม่ได้เติม CO_2ในอุณหภูมิ 1 และ 4 องศาเซลเซียส ให้ผลดีที่สุด สามารถเก็บรักษาได้นาน 20 วัน โดยมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 1.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงจาก 14.5 เหลือ 8.4 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณ Soluble solids ในฝักที่แยกเอาเมล็ดออก (pericarp) ลดลงจาก 11.5 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 8.2 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ดลดลงจาก 9.2 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 7.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณวิตามินซีในฝักที่เอาเมล็ดออกลดลงจาก 46.4 เหลือ 7.8 และ 5.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และในเมล็ดลดลงจาก 13 เหลือ 7.0 และ 6.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณโปรตีนลดลงเล็กน้อยจาก 3.8 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 3.3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเส้นใยไม่เปลี่ยนแปลง

พีชเดช (2545) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาถั่วลันเตาในถุง PE (polyethylene) ที่อุณหภูมิ 16±2 องศาเซลเซียส พบว่า ถั่วลันเตาที่เก็บรักษาด้วยสัดส่วนของก๊าซ N_2 0 PSI ร่วมกับ O_2 5 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 12 วัน คือ ยังคงมีสีเปลือกด้านนอกอยู่ในเกณฑ์ที่พอรับประทานได้ และมีความกรอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดียอมรับได้ และมีสภาพใกล้เคียงกับก่อนการเก็บรักษามากที่สุด

อโณทัย (2545) ได้ทำการทดลองเก็บรักษาถั่วลันเตาในถุง PE (polyethylene) ที่อุณหภูมิ 16±2 องศาเซลเซียส พบว่า ถั่วลันเตาที่เก็บรักษาด้วยสัดส่วนของก๊าซ CO_2 10 PSI ร่วมกับ O_2 5 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 15 วัน คือ ยังคงมีสีเปลือกด้านนอกอยู่ในเกณฑ์ที่พอรับประทานได้ และมีความกรอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดียอมรับได้ และมีสภาพใกล้เคียงกับก่อนการเก็บรักษามากที่สุด ส่วนถั่วลันเตาที่เก็บรักษาด้วยสัดส่วนของก๊าซ CO_2 0 PSI ร่วมกับ O_2 10 PSI, CO_2 0 PSI ร่วมกับ O_2 15 PSI และ CO_2 20 PSI ร่วมกับ O_2 15 PSI มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ผักกาดขาว
2. ถุงพลาสติก polyethylene (PE) ขนาด 12 x 16 นิ้ว
3. สารดูดความชื้น
4. สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent, EA)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. เครื่องผนึกสูญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
7. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)
8. ก๊าซออกซิเจน(O_2)
9. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
10. แผ่นเทียบสี (color chart) ของ Royal Horticultural Society ; (R.H.S. colour chart)
11. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
12. ผ้าขาวบาง และครกหินบดยา
13. micropipet
14. hand refractometer
15. สาร NaOH 0.1 N, phenolphthalein 1% และอุปกรณ์ไตเตรท
16. beaker
17. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ดินสอ, ปากกา, สมุด, กล้องถ่ายภาพ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 5 วิธีการ (treatment) แต่ละวิธีการมี 6 ซ้ำ (replication) เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

วิธีการทดลองได้แก่

วิธีการที่ 1 เก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 เท่ากับ 0:5 PSI

วิธีการที่ 2 เก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติก PE+ CO_2 : O_2 เท่ากับ 3:5 PSI

วิธีการที่ 3 เก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติก PE+ CO_2 : O_2 เท่ากับ 5:0 PSI

วิธีการที่ 4 เก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติก PE+ CO_2 : O_2 เท่ากับ 5:10 PSI

วิธีการที่ 5 เก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 เท่ากับ10:10 PSI

ขั้นตอนการเก็บรักษา

1. คัดเลือกผักกาดขาวที่มีขนาดใบใกล้เคียงกัน แบ่งใส่ถุง ๆ ละ 500 กรัม พร้อมกับใส่สารดูดซับเอทธิลีน และสารดูดความชื้น
2. นำทุกถุงไปชั่งน้ำหนัก เขียนป้ายบอกปริมาณน้ำหนัก และ treatment ไว้ที่ถุง
3. นำผักกาดขาวที่บรรจุและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วมาเติม O_2 และ CO_2 ตาม treatment จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 10 องศาเซลเซียส
4. ทุก ๆ 2 วัน นำผักกาดขาวมาตรวจสอบคุณภาพภายนอก และ ภายในดังนี้
   - 4.1 น้ำหนักสด
   - 4.2 ปริมาณ total soluble solid (TSS)
   - 4.3 ปริมาณ titratable acidity (TA)
   - 4.4 สีผิว
   - 4.5 คุณภาพการรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

การบันทึกข้อมูลก่อนการเก็บรักษาได้ทำการบันทึกข้อมูลผักกาดขาวปลี ดังนี้

1. **น้ำหนักสดของผักกาดขาวปลี**
2. **ลักษณะสีผิว**
3. **ปริมาณ total soluble solid (TSS)**
4. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ titratable acidity (TA)

ระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 2 วัน จะบันทึกข้อมูลผักกาดขาวปลี ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด
2. ลักษณะสีผิว
3. ปริมาณ total soluble solid (TSS)
4. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ titratable acidity (TA)
5. อายุการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา- น้ำหนักหลังเก็บรักษา}\times 100}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}}$$

2. ลักษณะสีผิวโดยการเทียบสีผิวกับ color chart ของ royal horticulture society (R.H.S) แล้วให้เป็นคะแนนเปรียบเทียบความแตกต่าง
3. ปริมาณ total soluble solids (TSS) นำน้ำคั้นจากผักกาดขาวปลี มาหยดลงบน Hand refractometer แล้ว อ่านค่า total soluble solids (TSS)
4. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ [titratable acidity (TA)] โดยการนำน้ำคั้นผักกาดขาวปลีมา 5 มิลลิลิตรนำมาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน2-3 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไตเตรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1% จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร) บันทึกปริมาตรด่างที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดแอสคอบิกจากสูตร

108904

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%\text{กรดแอสคอบิก} = \frac{\text{N base X ml. Base X meq.wt. ของกรด} \times 100}{\text{มล. ของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดย N base = normality ของ NaOH

ml. Base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรต

Meq.wt.ของกรดแอสคอบิก = 0.06808

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DNMRT

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ วันที่ 23 มิถุนายน 2547

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 4 กรกฎาคม2547

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดพบว่าผักกาดขาวปลีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น หลังการเก็บรักษา 2 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ย 0.07-0.36 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาได้ 12 วัน ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่1)(ภาพที่1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า

หลังการเก็บรักษา 2 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI + O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาในCO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.17 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.16 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.12 เปอร์เซ็นต์และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาในCO_2 10 PSI + O_2 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หลังการเก็บรักษา 4 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาในCO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.43 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI + O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.42 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.35 เปอร์เซ็นต์ และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หลังการเก็บรักษา 6 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI + O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.56 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.56 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.24 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หลังการเก็บรักษา 8 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI+$O_2$5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.74 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI+ O_2 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.72 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+ O_2 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.70 เปอร์เซ็นต์ และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.27 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หลังการเก็บรักษา 10วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+$O_2$5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.61 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI+ O_2 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.04 เปอร์เซ็นต์,ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI+ O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.98 เปอร์เซ็นต์ และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาในCO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.38 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

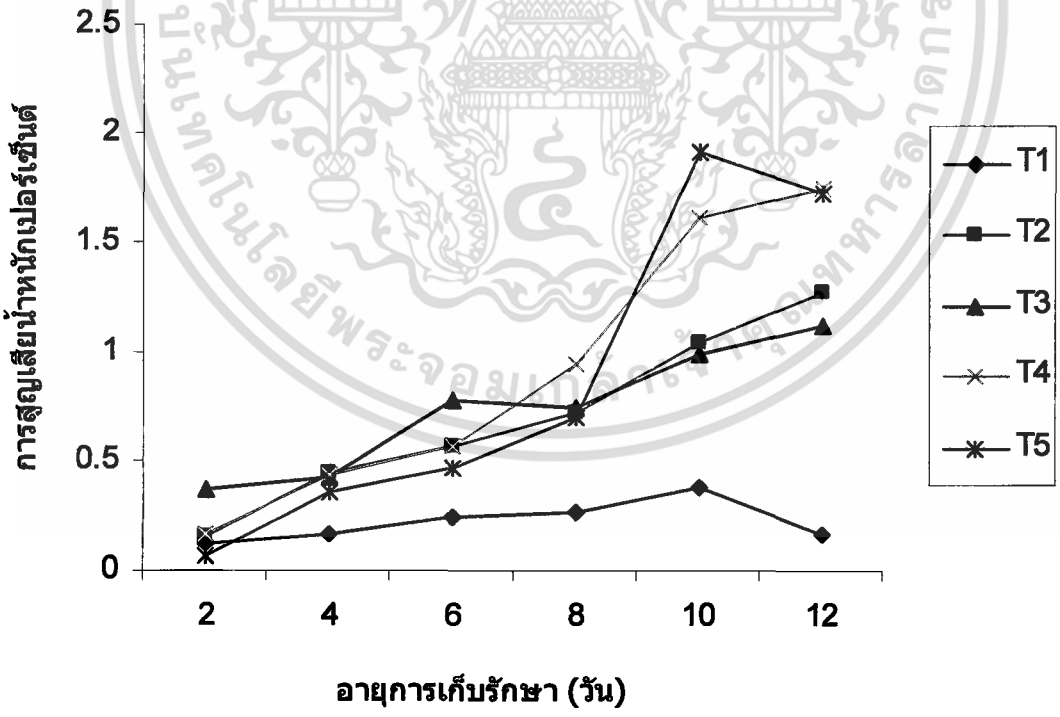
หลังการเก็บรักษา 12วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+$O_2$10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.73 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI+ O_2 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.27 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI+ O_2 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.12 เปอร์เซ็นต์ และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 2 , 4 , 6 , 8 , 10 และ 12 วัน

วิธีการ	CO_2:O_2 (PSI)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการเก็บรักษา (วัน)					
		2	4	6	8	10	12
T_1	5:0	0.12a[1/]	0.17a[1/]	0.24a[1/]	0.27a[1/]	0.38a[1/]	0.17a[1/]
T_2	5:3	0.16a	0.44a	0.56a	0.72a	1.04a	1.27a
T_3	0:5	0.36a	0.42a	0.77a	0.74a	0.98a	1.12a
T_4	10:5	0.17a	0.43a	0.56a	0.94a	1.61a	1.75a
T_5	10:10	0.07a	0.35a	0.46a	0.70a	1.91a	1.73a

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวปลีหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะสีผิว

พบว่าเมื่อเริ่มการทดลองผักกาดขาวปลีมีสีเริ่มต้นคือYGG 145 A,B,C,D (YELLOW-GREEN GROUP145) (ตารางที่2) หลังจากเก็บรักษาผักกาดขาวปลีได้ 12 วันทุกวิธีการสีผิวมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น คือ อยู่ในกลุ่มของYELLOW-GREEN GROUP145 A,B,C,D ยกเว้นวิธีการทดลองที่เกิดการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษา

หลังการเก็บรักษา 2 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบ เปลี่ยนเป็น สีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) ผลการทดลองที่ CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI, CO_2 0 PSI+O_2 5 PSI, CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI และ CO_2 10 PSI+O_2 10 PSI ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีจากเดิมก่อนการทดลอง

หลังการเก็บรักษา 4 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบเปลี่ยนเป็น สีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) ผลการทดลองที่ CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI, CO_2 0 PSI+O_2 5 PSI, CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI และ CO_2 10 PSI+O_2 10 PSI ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีจากเดิมก่อนการทดลอง

หลังการเก็บรักษา 6 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบ เปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) เปลี่ยนเป็น สีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) และ CO_2 10 PSI+O_2 10 PSI ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีจากเดิมก่อนการทดลอง

หลังการเก็บรักษา 8 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบเปลี่ยนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 10 PSIมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C)

หลังการเก็บรักษา 10 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) เปลี่ยนเป็น สีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 10 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D)

หลังการเก็บรักษา 12 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) ที่บริเวณกาบใบ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเขียวอ่อนแกมเหลืองอ่อน (YGG145C), ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลองซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน (YGG145A) เปลี่ยนเป็น สีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+O_2 10 PSI มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวอ่อนแกมเหลือง (YGG145B) เป็นสีเหลืองอ่อน (YGG145D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. แสดงลักษณะสีผิวของผักกาดขาวปลีก่อนและหลังการทดลอง 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วัน

วิธีการ	CO_2:O_2 (PSI)	ก่อนการทดลอง	ลักษณะสีผิวภายหลังการทดลอง(วัน)					
			2	4	6	8	10	12
T_1	5:0	YGG14A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D	YGG145D
T_2	5:3	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D	YGG145D
T_3	0:5	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C	YGG145D	YGG145D
T_4	10:5	YGG14A	YGG145A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C
T_5	10:10	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D

หมายเหตุ : YGG = YELLOW- GREEN GROUP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS)

พบว่าปริมาณ TSS ของน้ำคั้นผักกาดขาวปลีก่อนการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย 2-4 °brix และค่า TSS จะค่อยๆเพิ่มตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกวิธีการ ภายหลังเก็บรักษา 2 วันพบว่ามีปริมาณ TSSเฉลี่ย 2-4 °brix และเมื่อเก็บรักษาถึงวันที่ 12 พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษามีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 5 PSI มีค่า TSS มากที่สุด คือ 4.1 °brix และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.9 °brix (ตารางที่ 3)(ภาพที่2)

หลังจากเก็บรักษา 2 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.1 °brix รองลงมาคือผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 3PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.7 °brix , ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.6 °brix ,ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS 2.8 °brix และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 3PSI มีค่าปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ2.6 °brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 4 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10PSI + $O_2$10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.2 °brix รองลงมาคือผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$5 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.0 °brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + $O_2$3 PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.8 °brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 0 PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.4 °brix และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.0 °brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.2 °brix รองลงมาคือผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$5 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.1 °brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 3 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.0 °brix , ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 0 PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.6 °brix และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.0 °brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 8 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.4 °brix รองลงมาคือผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+$O_2$5 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.2 °brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + $O_2$3 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.0 °brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 0 PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.5 °brix และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.2 °brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 10 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$5 PSI มีปริมาณTSSมากที่สุดคือ 4.6 ° brix รองลงมาคือผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$10 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.4 ° brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + $O_2$3 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.1 ° brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 0 PSI มีค่าปริมาณ TSS 3.8 ° brix และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.6 ° brix

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างทางสถิติ

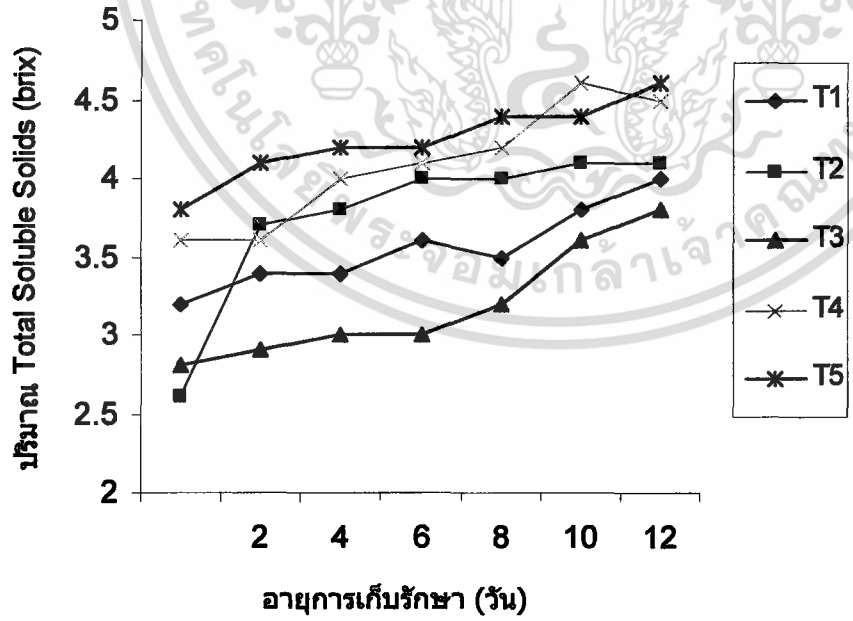
หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.6 ° brix รองลงมาคือผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + $O_2$5 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.5 ° brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + $O_2$3 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.1 ° brix, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 0 PSI มีค่าปริมาณ TSS 4.0 ° brix และ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีค่าปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.8 ° brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3. แสดงปริมาณ TSS ของผักกาดขาวปลีก่อนและหลังการทดลอง 2 , 4 , 6, 8, 10 และ 12 วัน

วิธีการ	CO_2: O_2 (PSI)	TSS ก่อนการทดลอง (brix)	ปริมาณ TSS ภายหลังการทดลอง(วัน) (brix)					
			2	4	6	8	10	12
T_1	5:0	3.2a[1/]	3.4a[1/]	3.4a[1/]	3.6a[1/]	3.5a[1/]	3.8a[1/]	4.0 a[1/]
T_2	5:3	2.6a	3.7a	3.8a	4.0a	4.0a	4.1a	4.1 a
T_3	0:5	2.8a	2.9a	3.0a	3.0a	3.2a	3.6a	3.8 a
T_4	10:5	3.6a	3.6a	4.0a	4.1a	4.2a	4.6a	4.5 a
T_5	10:10	3.8a	4.1a	4.2a	4.2a	4.4a	4.4a	4.6 a

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solids (TSS) ของผักกาดขาวปลีหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณ titratable acidity (TA)

พบว่าปริมาณ TA ของผักกาดขาวปลีก่อนการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย 0.09-0.17% เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณ TA เพิ่มขึ้น ภายหลังเก็บรักษา 12 วัน ปริมาณ TA จะเพิ่มขึ้นในทุกวิธีการเมื่อเทียบกับปริมาณ TA ก่อนการทดลอง (ตารางที่4) (ภาพที่3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า

หลังจากเก็บรักษา 2 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.18เปอร์เซ็นต์,ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + O_2 3 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 4 วัน พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI + $O_2$0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TAเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาในCO_2 10PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TAเท่ากับ 0.18 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + $O_2$3 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 8 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + $O_2$5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TAเท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.11 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่แตกต่างทางสถิติ

หลังจากเก็บรักษา 10 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.54 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TAเท่ากับ 0.42 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.32 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.13 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่แตกต่างทางสถิติ

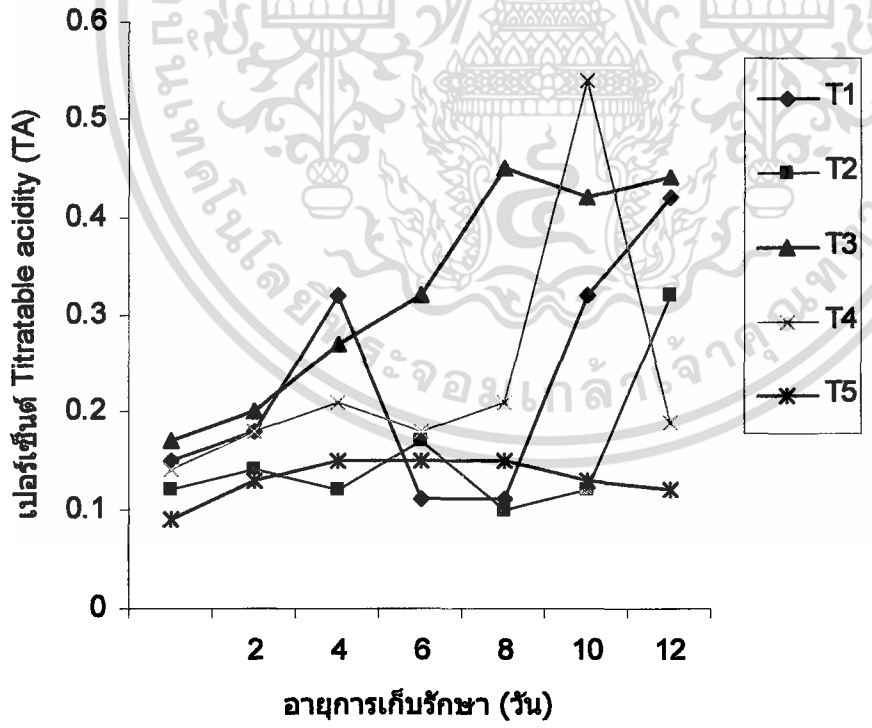
หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI มีปริมาณ TAเท่ากับ 0.42 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.32 เปอร์เซ็นต์, ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10PSI + O_2 5 PSI มีปริมาณ TA เท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 10 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.12 เปอร์เซ็นต์จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณ ไม่แตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. แสดงปริมาณ TA ของผักกาดขาวปลีก่อนและหลังการทดลอง 2, 4,6, 8, 10 และ 12 วัน

วิธีการ	CO_2: O_2 (PSI)	TA ก่อนการทดลอง	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)ภายหลังการทดลอง (วัน)					
			2	4	6	8	10	12
T_1	5:0	0.15a [1/]	0.18a [1/]	0.32a [1/]	0.11a [1/]	0.11a [1/]	0.32a [1/]	0.42a [1/]
T_2	5:3	0.12a	0.14a	0.12a	0.17a	0.10a	0.12a	0.32a
T_3	0:5	0.17a	0.20a	0.27a	0.32a	0.45a	0.42a	0.44a
T_4	10:5	0.14a	0.18a	0.21a	0.18a	0.21a	0.54a	0.19a
T_5	10:10	0.09a	0.13a	0.15a	0.15a	0.15a	0.13a	0.12a

[1/] ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดขาวปลีหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อายุการเก็บรักษา

พบว่าการพิจารณาอายุการเก็บรักษาโดยใช้ผลการประเมินจากคุณภาพ การรับประทานและลักษณะภายนอกพบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI : O_2 0 PSI, CO_2 10 PSI : O_2 10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 12 วัน ส่วน CO_2 0 PSI : O_2 5 PSI มีอายุการเก็บรักษา 11วัน และ CO_2 5 PSI : O_2 3 PSI, CO_2 10 PSI : O_2 5 PSI มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดคือ 10 วัน ซึ่งคุณภาพในการรับประทานและลักษณะภายนอกอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 5 แสดงอายุการเก็บรักษาของผักกาดขาวปลีในแต่ละวิธีการ

วิธีการ	CO_2 : O_2 (PSI)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
T_1	5:0	12
T_2	5:3	10
T_3	0:5	11
T_4	10:5	10
T_5	10:10	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่า ผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 5 PSI ภายหลังเก็บรักษา 12 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$5 PSI+O_2 0 PSI ภายหลังการทดลอง 12 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะสีผิว

พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาภายหลังการทดลอง 12 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสีผิวเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะสีผิวคือ มีสีผิวอยู่ในช่วง YGG145 A, B, C, D (YELLOW GREEN GROUP 145) ตลอดระยะการทดลอง

ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS)

พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$10 PSI+O_2 10 PSI ภายหลังการทดลอง 12 วัน มีปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) มากที่สุดคือ 4.6 °brix ส่วนผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน $CO_2$0 PSI+O_2 5 PSI ภายหลังการทดลอง 12 วัน มีปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) น้อยที่สุดคือ 3.8 ° brix

ปริมาณ Titratable acidity (TA)

พบว่าปริมาณ TAของผักกาดขาวปลีก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 0.09-0.17 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณ TA เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณ TA ก่อนการทดลอง และภายหลังการทดลอง 12 วัน ปริมาณ TA จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณ TA ก่อนการทดลอง

อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลการทดลองจากคุณภาพการรับประทานและลักษณะภายนอก พบว่าผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษามีอายุการเก็บรักษาไม่เท่ากัน และมี 2 วิธีการที่สามารถเก็บรักษาได้ที่สุด 12 วัน คือวิธีการที่ 1 ซึ่งมีปริมาณ CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI และวิธีการที่ 5 ซึ่งมีปริมาณ CO_2 10 PSI + O_2 10 PSI,วิธีการที่ 3 ซึ่งมีปริมาณ CO_2 0 PSI + O_2 5 PSI สามารถเก็บรักษาได้ 11 วัน,วิธีการที่ 2 ซึ่งมีปริมาณ CO_2 5 PSI+O_2 3 PSI, วิธีการที่ 4 ซึ่งมีปริมาณ CO_2 10 PSI+O_2 5 PSI สามารถเก็บรักษาได้น้อยที่สุดคือ 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของ CO_2และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลี พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวปลีได้นาน 10-12 วัน โดยผักกาดขาวปลีที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI, CO_2 10 PSI + O_2 10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 12 วัน, CO_2 5 PSI+O_2 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าถ้ามีปริมาณก๊าซ O_2ในปริมาณที่สูงจะทำให้เกิดการสังเคราะห์เอทธิลีนขึ้น ในการสังเคราะห์เอทธิลีนของพืชนั้นจะต้องใช้ O_2ในลำดับสุดท้าย การลดปริมาณ O_2 ลงจะช่วยยับยั้งกระบวนการผลิตเอทธิลีนได้ (งามทิพย์,2538) ซึ่งถ้าเอทธิลีนมีปริมาณมากจะทำให้พืชเกิดความเสียหายได้ เช่น เหี่ยว สูญเสียน้ำ ในกระบวนการหายใจถ้าปริมาณ O_2 ต่ำ จะทำให้กระบวนการหายใจลดน้อยลง ทำให้พืชมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น แต่ถ้า O_2 น้อยเกินไป จะทำให้เข้าสู่กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ O_2 (anaerobic) ทำให้ผลผลิตเสียหายได้ (Kader,1986)

ปริมาณ TA ที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากกระบวนการหายใจและกระบวนการเมตาบอลิซึม ทำให้ผักกาดขาวปลีสูญเสียน้ำเมื่อเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่ควบคุม ดังนั้นจะต้องเก็บรักษาในอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมเพื่อเป็นการปรับสภาพองค์ประกอบภายในของก๊าซ (Kader,1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538. **วารสารกรมส่งเสริมการเกษตร.** กรุงเทพฯ, กรมส่งเสริมการเกษตร. หน้า 15

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. **ก๊าซบรรจุภัณฑ์อาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: ลินคอร์นโปรโมชั่น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 396.

จักรพันธ์ วงษ์เวียง และ กุสุมาวดี ศรีสมวงษ์. 2544. "อิทธิพลของสัดส่วนไนโตรเจนและออกซิเจนต่ออายุการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อน". ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 41.

จันทนา โชคพาชื่น. 2543. "อิทธิพลของสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อ พัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่". ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 83.

ดนัย บุญเกียรติ. 2540. **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 209-222.

ดนัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2535 **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ. หน้า 146.

ทิพวรรณ เกิดศิริ. อิทธิพลของสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง. ปัญหาพิเศษ ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 74.

พรรณิภา ยั่วยล. 2542. "อิทธิพลของอายุและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาถั่วฝักยาว". ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 38.

พีชเดช พฤกษประมูล. 2545. "ผลของ N_2 : O_2 ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาถั่วลันเตา". ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 47.

มหรรณพ อบมลี. 2544. อิทธิพลของอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 57.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรวี วิจิตรรัตนานนท์. 2543.“ อิทธิพลของสัดส่วนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมังคุด”. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 51.

ศิริลักษณ์ ชมิดท์. 2527.“ ผลกระทบของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของถั่วลันเตา (Pisum sativum L. var. macrocarpon) ประเภทฝักเล็ก”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมชาย กล้าหาญ. 2543. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 57.

สมชาย ภู่ชัย. 2526. ผลกระทบของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาบร็อคโคลี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2527. **หลักการผลิตผัก.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร. หน้า 317.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 16-21.

สุชัญญา จันทร์ทักษิโณภาส. 2530. การบ่ม การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวภายใต้อิทธิพลของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์กับการขจัดความฝาดของผลละมุด(Achrassapota Linn). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาพืชสวนบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อโณทัย อมรสุธีกุล. 2545. ผลของ CO_2 : O_2 ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาถั่วลันเตา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 44.

อรทัย วงศ์เมธา. 2543. “อิทธิพลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง”. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 84.

Adamichi, P. and A.K. Kepka. 1977. Storage of cauliflowers in CA and plastic bags. **Acta Hort.** 62:23-26.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agillon, A.B. et.al. 1987. "Some Physico – Chemical and Physiological Changes in Latundan andLacatan Banana Subjected to Modified Atmosphere Storage." **ASEAN Food J.** 3(3) :117-123.

Berg, L. Van Dan and C.P. Lentz. 1973. High humidity storage of carrots, parsnips, rutabagas,and cabbages. J. Amer. Soc. **Hort. Sci.** 98(2) : 129-132.

Chaplin, G.R. et al. 1982. "Postharvest and Marketing Attributes of North Australian Mangoesin Singapore and Sydney." **Singapore J. Primary Production.** 10 : 80-83.

Esguerra, E.B. et al. 1978. "Use of perlite-$KMnO_4$,Insert as an Ethylene Absorbant." **The PhilineJ.Sci.**107:23-31.

Goodenough, P.W. 1982. Comparative biochemistry of tomato fruits during ripening on theplant or retarded ripening. **Food Chem.** 9(4) : 253-267.

Handerson, J.R. 1977. Studies on the control of broken-end discoloration in snap bean duringpostharvest handling. **Food Technol.** 22 : 109-111.

Kader, A.A. 1986. "Biochemical and Physiological Basis for Effects of Controlled and Modified. Atmosphere of Fruit and Vegetables. **Food Technol.** 40(5): 99.

Lill, R.E. and A.J. Read. 1983. Controlled atmosphere storage of asparagus. New Zealand Commercial Grower 38(6) : 34.

Lipton, W.J., C.M. Harris and H.M. Couey. 1967. Culinary quality of cauliflowers stored in CO_2- enriched atmospheres. Proc. Amer, Soc. **Hort. Sci.** 91 : 852-859.

Liu, Fu-Wen. 1970. "Storage of banana in polyethylene bags with an ethylene absorbent." **Hort.Sci.** 5(1) : 25-27.

Morris, L.L. and A.A. Kader. 1977. Physiological disorders of certain vegetables in relation tomodified atmospheres. Proc. Second Natl. CA Res. Conf. Mich. State Univ. **Hort.Sci** .28:142-148.

Niedzielski, Z. 1984. **Selection of the optimum gas mixture for prolong the storage of greenvegetables brussels sprouts and spinach.** Industries aliementaries et agricoles 101(3) :115-118.

Noomhorm, A. et al. 1990. "Use of Polymeric Film for Tropical Fruit Storage." **Postharvest Technology, :** p.195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pantastico, Er. B. 1975. **Postharvest Physiology, Handing and Utilization of tropical and Subtropical Fruits and Vegetables.** The AVI Publishing Company, Inc., Westport,Connecticut, : p.560

Reitmeier, C.A. 1978. **Physiology studies of brown end discoloration in snap bean pods.** Master 'sThesis, University of Arkansus, Fayetteville, p. 212. In D.W. Freeman and W.A.

Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984. **"Postharvest biotechnology of vegetables Volumn II."** CRC. Press.USA.Pp.107-115.

Saray, T.1979. The keeping quality of tomato-shaped capsicum in controlled atmospherestorage. **Kertgazdasag.** 11(6) : 37-46.

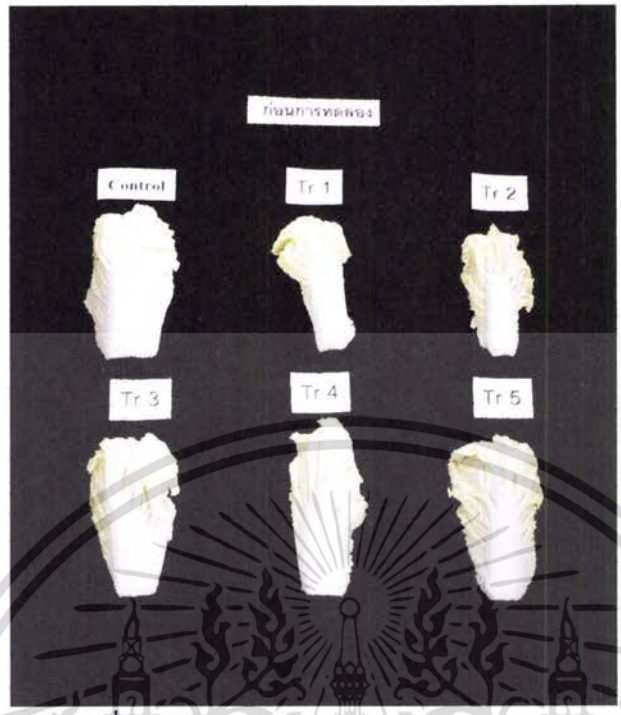
Sri, Setyati Harjadi and Tahitoe, Darya. 1992. "The Effects of Plastic Film Bags at lowTemperature Storage on Prolonging the Shelf-Life of Rambutan (Nephelium lappaceum.) CV Lebak Bulus." **Acta Hort.** 321 : 778-785.

Stoll, K. 1974. Storage of vegetable in modified atmospheres (CA). **Acta Hort.** 38 : 13-22.

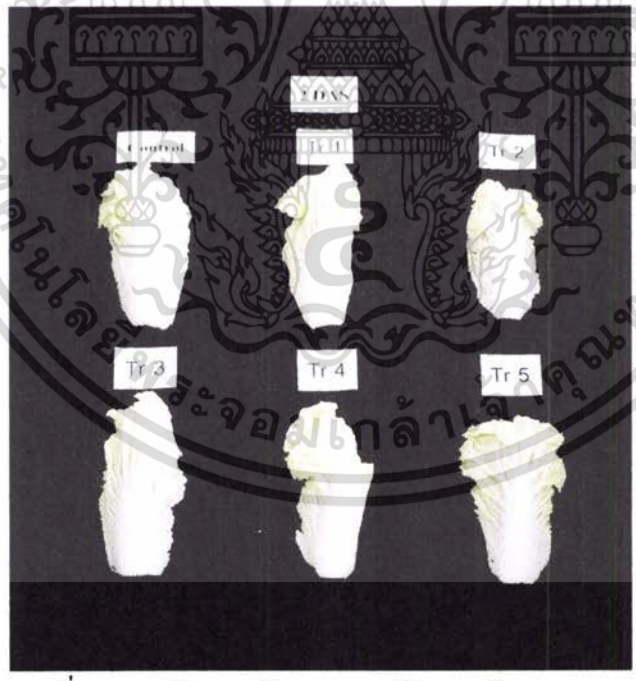
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

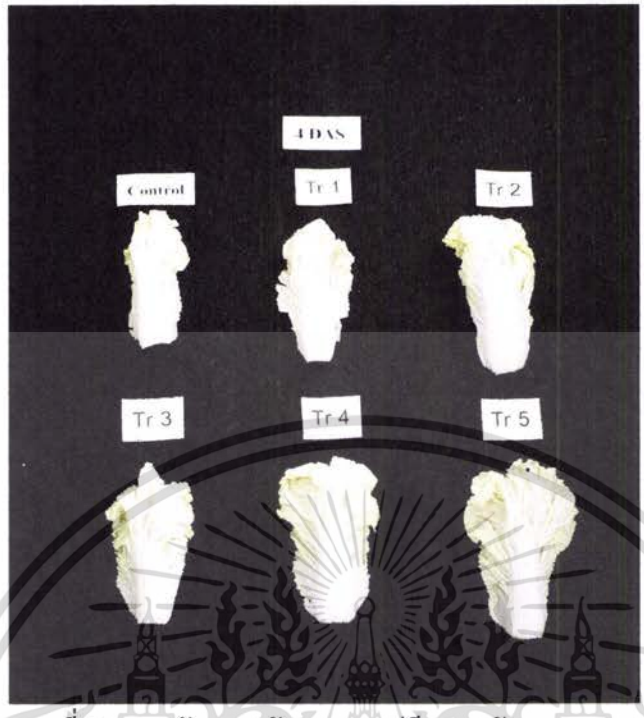


ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีก่อนการทดลอง

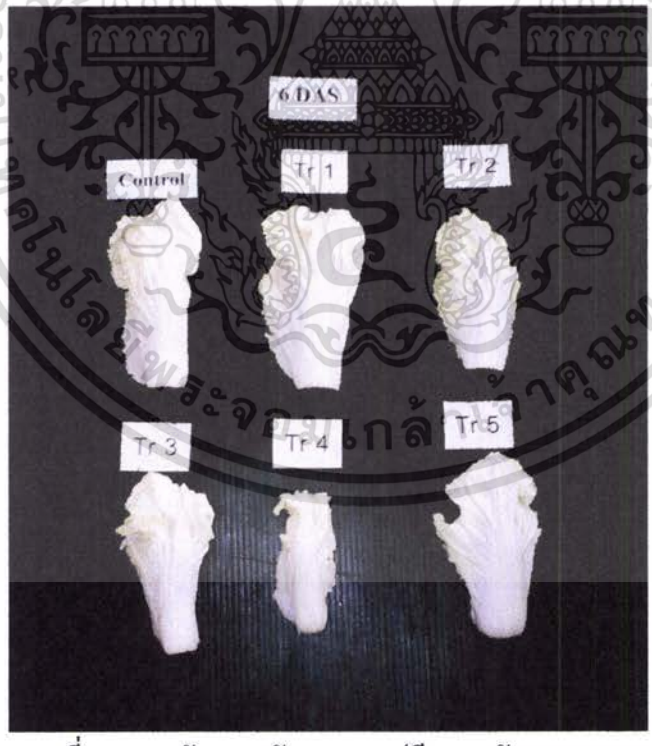


ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

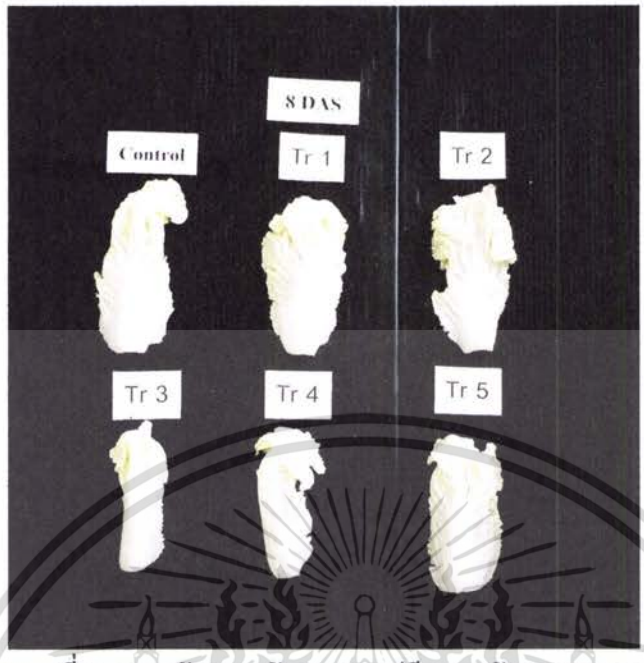


ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 4 วัน

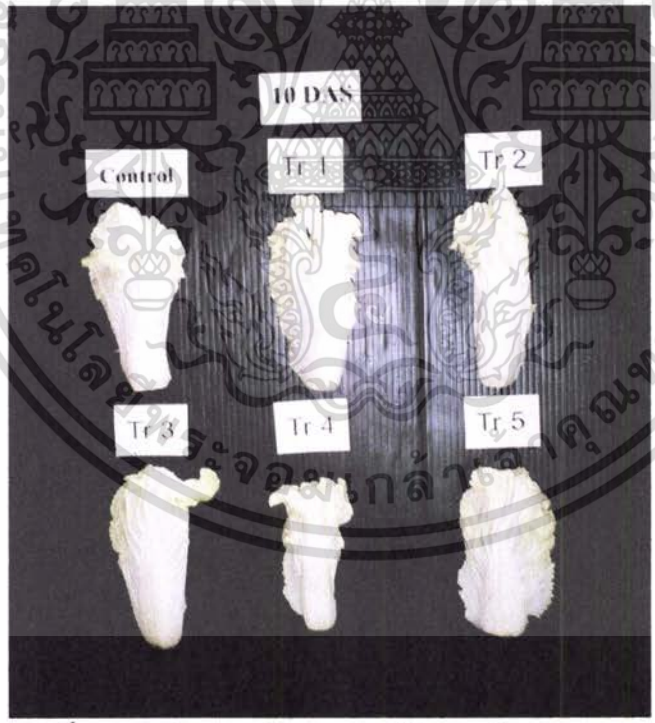


ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

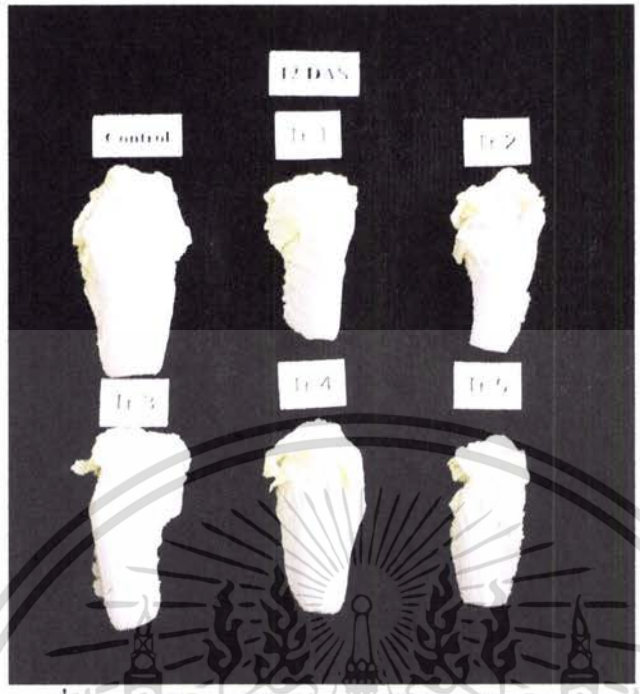


ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 8 วัน



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 7 แสดงลักษณะผักกาดขาวปลีภายหลังการทดลอง 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้