

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุง polyethylene

Influence of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> on Quality and Storage Life

of Chinese Kale in Polyethylene Bag



T108943

โดย

นางสาวอังฉรา ทิพย์สุนฉา

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2547

รพ.  
029801  
2547

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 108943  
วันเดือนปี..... - 2 ส.ค. 2553

b..... 122281A x  
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือจำหน่าย การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุง polyethylene  
 โดย : นางสาวอัจฉรา ทิพย์สุมณฑา  
 สาขาวิชา : พืชสวน  
 ภาควิชา : พืชสวน  
 คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร  
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุง polyethylene โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 13 วิธีการๆ ละ 6 ซ้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าคะน้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน คะน้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.99 – 3.27 เปอร์เซ็นต์ คะน้าที่เก็บในถุง polyethylene ร่วมกับ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> ที่ 7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.27 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS และ TA มีค่าอยู่ในช่วง 3.5 – 5.6 brix และ 0.16 – 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0, 0:5, 0:10, 0:15, 3:0, 3:5, 3:10, 5:0, 5:5, 5:10, 7:5 และ 7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 8 วัน ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Title** : Influence of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> on Quality and Storage Life of Chinese Kale in Polyethylene Bag

**By** : Miss. Adchara Thipsumonta

**Major** : Horticulture

**Department** : Horticulture

**Faculty** : Agricultural Technology

**Advisor** : Assoc Prof.Dr. Somchai Glahan

### Abstract

Study on influence of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> on quality and storage life of chinese kale in polyethylene bag. The statistical model was completely randomized design: (CRD), comprised of 13 treatment and 6 replications then stored at 14 °C and 37 °C respectively. The result showed that fresh weight loss of chinese kale increased according to storage time increased. After 8 days storage fresh weight loss of chinese kale range of 0.99 - 3.27 percent. Total soluble solid (TSS) content after 8 days storage had a range of 3.5 - 5.6 brix and titratable acidity (TA) 0.16 - 0.18 percent respectively and showed significantly difference. Chinese kale stored in polyethylene bag added CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 0 : 0 PSI , 0 : 5 PSI , 0 : 10 PSI , 0 : 15 PSI , 3 : 0 PSI , 3 : 5 PSI , 3 : 10 PSI , 5 : 0 PSI , 5 : 5 PSI , 5 : 10 PSI, 7 : 5 PSI and 7 : 10 PSI gave the longest storage life of 8 days while chinese kale stored in polyethylene bag at room temperature had the shortest storage life of 4 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางทำปัญหาพิเศษ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ รวมถึงประสบการณ์ต่างๆ แก่ข้าพเจ้าอย่างเต็มความสามารถ

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้โอกาสทางการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้าสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวังไว้

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบคุณ MK restaurants ที่ให้ความอนุเคราะห์ค่าน้ำสดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างสูง

อัจฉรา ทิพย์สุมณฑา

กันยายน 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
คำนิยาม	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
สารบัญภาพผนวก	VII
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลอง	16
สรุปผลการทดลอง	35
วิจารณ์ผลการทดลอง	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดค่น้ำ ภายหลังการเก็บรักษา 2, 4,6 และ 8 วัน	18
2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS, brix) ของค่น้ำ ก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	21
3 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของค่น้ำ ก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	25
4 แสดงลักษณะสีใบของค่น้ำก่อนและหลัง การเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	28
5 แสดงลักษณะสีของลำต้นค่น้ำก่อนและหลัง การเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	30
6 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของค่น้ำก่อนและหลัง การเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	32
7 แสดงอายุการเก็บรักษาค่น้ำภายในแต่ละวิธีการ	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของคะน้าหลังการเก็บรักษา 2, 4,6 และ 8 วัน	19
2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS , brix) ของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	22
3 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	26
4 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1 แสดงลักษณะกระน้ำก่อนเก็บรักษา	40
2 แสดงลักษณะกระน้ำ ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน	41
3 แสดงลักษณะกระน้ำ ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน	42
4 แสดงลักษณะกระน้ำ ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน	43
5 แสดงลักษณะกระน้ำ ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

คะน้าเป็นผักที่เรารู้จักกันดี และปัจจุบันได้มีบริษัทหรือพ่อค้าคนกลางต่างๆเป็นผู้รับซื้อ โดยนำผักมาขายในราคาที่สูงขึ้นดังนั้นจึงผ่านการขนส่งหลายขั้นตอนจนกว่าจะถึงผู้บริโภค บริษัทหรือร้านอาหารขนาดใหญ่ จึงมีความจำเป็นต้องทำให้ผักมีความสดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ก่อนนำมาประกอบอาหาร เนื่องด้วยคะน้าเป็นพืชที่เกิดความเสียหายง่าย และมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก ด้วยปัญหานี้เองจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาคะน้า ที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากการเก็บรักษาและการขนส่ง ทำให้คะน้าคงความสดและคุณภาพยาวนานขึ้นก่อนนำมาประกอบอาหาร ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าด้วยการตัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา จึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วน  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  ต่ออายุการเก็บรักษาของคะน้า
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาคะน้าที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะไกล และการเก็บรักษาให้ยาวนานยิ่งขึ้น ก่อนนำมาประกอบอาหาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

คะน้าเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่ชอบอากาศเย็นอยู่ใน Class Angiospermae Sub class Dicotylidoneae Family Cruciferae ชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า chinese kale ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea var. acephala* (D.C.) Alef. หรือ *Brassica alboglabra* (Bailey, 1942 ; โจน, 2513 ; Nieviwhof, 1969) จัดว่าเป็นพืชผักในฤดูหนาวแต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีพอสมควรในฤดูร้อนและฤดูฝนของประเทศไทยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและมีปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพืชตระกูลเดียวกับกะหล่ำปลี(เมืองทองและรุรี่รัตน์, 2525) และผักกาดต่างๆ มีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ แคลเซียมและเบต้าแคโรทีนสูงมาก มีวิตามินเอ สูง วิตามินซีสูง ไนอาซิน เหล็ก ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม วิตามินบี2 เส้นใย มีสารซัลโฟราเฟน โฟเลต สารอินโดลส์ (indoles) และลูทีน (lutein)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

**ราก** : เป็นระบบรากแก้ว

**ลำต้น** : เป็นแบบลำต้นเดี่ยว

**ใบ** : ปลายใบแหลมมีสีเขียวเข้ม มีก้านใบยาว จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 9 ใบ

**ดอก** : มีสีขาว ช่อดอกแบบ raceme

**เมล็ด** : เมล็ดจะอยู่ในฝัก มีประมาณ 1-15 เมล็ด/ฝัก เมล็ดมีลักษณะกลม ผิวเรียบ สีน้ำตาลอมดำ เมล็ดของผักคะน้าจะได้ประมาณ 45-60 กรัม/ต้น น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด/3-4 กรัม (กมล, 2532)

กมล(2532) ได้กล่าวถึงช่วงอายุต่างๆของคะน้าซึ่งนับหลังจากวันหยอดเมล็ดมีดังนี้ อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตสด 45-60 วัน, อายุการแทงดอก 55-56 วัน, ช่วงเวลาการบานจากดอกแรกถึงดอกสุดท้าย 65-95 วัน, อายุการเก็บเกี่ยวผักแก่ 130-140 วัน

### ลักษณะประจำพันธุ์

พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นคะน้าดอกขาวทั้งสิ้น โดยสั่งเมล็ดจากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 พันธุ์ด้วยกันคือ

1. พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พันธุ์ใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่างผิวใบเรียบ ได้แก่ พันธุ์ P.L.20 เป็นต้น
3. พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะใบเหมือนกับคะน้าใบแหลม แต่จำนวนใบต่อต้นมีน้อยกว่าปลั่งยาวกว่า ได้แก่ พันธุ์แม่ใจ 1 เป็นต้น (อุดม, 2529)

พันธุ์แม่ใจ 1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับคความนิยมของผู้บริโภคลำต้นเป็นลำต้นเดี่ยว อวบ ส่วนกลางป่องใหญ่ ใบเรียบ ปลายใบแหลมตั้งชี้ขึ้น ก้านใบบาง ช่วงข้อยาว มีน้ำหนักส่วนที่เป็นลำต้นและก้านมากกว่าใบ ให้ผลผลิตสูงทุกภาคตลอดปี อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-48 วัน ขนาดลำต้นสูงเฉลี่ย 33.40 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นส่วนที่ใหญ่ที่สุด คือ 2 เซนติเมตร จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 9 ใบ น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น 143 กรัม อายุตั้งแต่ปลูกถึงออกดอก ประมาณ 50-55 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 1,500-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรค ลำต้นแตก

คะน้าที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 15-55 วันหลังจากปลูก ซึ่งเป็นระยะที่คะน้าโตเต็มที่ คะน้าอายุ 45 วันเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก แต่คะน้าที่มีอายุ 50-55 วันที่ยกเก็บเกี่ยวจะได้น้ำหนักมากกว่า โดยใช้มีดตัดให้ชิดโคนต้น การตัดจะตัดไล่เป็นหน้ากระดาน (สุนทร, 2539)

คะน้ามีปริมาณการสูญเสียจากแหล่งผลิตถึงผู้บริโภค คะน้าจะมีปริมาณการสูญเสียคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้ว คือ ช่วง 1 (ไร่-ตลาดกลาง) 8.34 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่ 2 (ตลาดกลาง-ตลาดย่อย) 12.12 เปอร์เซ็นต์ รวมแล้วเป็น 20.46 เปอร์เซ็นต์ (นาภรณ์, 2529) ผักคะน้าจะมีการสูญเสียทางด้านใบ ทางด้านการเก็บเกี่ยวจะทำให้ใบเหี่ยวมาก เน่า เมื่อความชื้นมากจนเกินไป การบรรจุขนาดของภาชนะบรรจุไม่เหมาะสม เกิดบาดแผล การขนส่งขนย้ายไม่ดี อุณหภูมิสูง การคัดเลือกตัดแต่งมากเกินไปมีหลายขนาด การเก็บรักษาเหี่ยว การขายในตลาดตัดแต่งมากเกินไปเหี่ยวมากไป เน่าเสีย (สายชล, 2528)

## การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วผลไม้มักจะมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องต่อไปนี้ (จริงแท้, 2542)

1. การหายใจหลังเก็บเกี่ยว ผลไม้สดจะมีการหายใจตลอดเวลา เช่นเดียวกับเซลล์ที่มีชีวิตอยู่บนต้นไม้ การหายใจเป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำตาล หรือแป้งไปเป็นพลังงาน ทำให้อาหารที่มีสะสมอยู่ในผลผลิตลดลง ส่งผลให้คุณภาพในการบริโภคลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำลง นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาด้วย ซึ่งมีผลให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ

1.1 ปัจจัยภายใน ได้แก่ อายุของการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของการหายใจมีอยู่ในช่วงเวลาระหว่างการพัฒนาของพืช คือผลไม้ขณะที่ยังมีขนาดเล็กจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าเมื่อมีขนาดใหญ่ ขนาดของพืชมีผลต่ออัตราการหายใจ เช่นหัวมันที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการหายใจที่มากกว่าหัวมันขนาดใหญ่ สารธรรมชาติที่เคลือบผิวผักผลไม้ด้วยไขอย่างดีเป็นตัวจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้มีอัตราการหายใจน้อย ชนิดของเนื้อเยื่อพวกเนื้อเยื่อที่มีอายุน้อยกำลังเจริญเติบโตมีอัตราการหายใจมากกว่าเนื้อเยื่อที่หยุดการเจริญเติบโต

1.2 ปัจจัยภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิระหว่าง 32 – 95 องศาฟาเรนไฮต์ทำให้อัตราการหายใจของผักผลไม้เพิ่มขึ้น สารเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้ผลไม้หายใจเพิ่มมากขึ้นได้ ออกซิเจนถ้ามีความเข้มข้นมากขึ้นจะกระตุ้นให้มีการหายใจมากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีมากจะทำให้มีอัตราการหายใจลดลง สารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการหายใจของผลไม้ การเกิดบาดแผลทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น (สมชาย, 2543)

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

3. เกิดการสุกของผลไม้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการหลายอย่างทั้งกระบวนการสร้างและที่เป็นการสลาย ซึ่ง Biale (1964) กล่าวว่า กระบวนการสุกของผลไม้ได้แก่ การเปลี่ยนสี การหายใจ การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การสังเคราะห์เอทิลีน การสังเคราะห์น้ำตาล การสลายตัวของแป้ง การเปลี่ยนแปลงกรด การเกิดรสชาติ การเกิดกลิ่น การสังเคราะห์โปรตีนหรือเอมไซม์

4. การสร้างสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ (กลิ่นและรส) ในผลไม้แต่ละชนิดมีกลิ่นไม่เหมือนกัน มีการสร้างกลิ่นไม่เท่ากัน และยังทำให้ผลไม้มีรสชาติต่างกันด้วย

5. การสร้างก๊าซเอทิลีน ในผลไม้ประเภท climacteric จะมีการสร้างก๊าซเอทิลีน จากกระบวนการสุก และยังมี การสร้างก๊าซเอทิลีนจากการกระตุ้นของบาดแผล ก๊าซเอทิลีนจะเป็นตัวส่งเสริมให้ผลไม้สุกและเน่าเสียเร็วขึ้น

## 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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ คือ  $O_2$  และ  $CO_2$  เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะให้  $O_2$  และ  $CO_2$  จะต้องมียกระดับที่เหมาะสม สามารถให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น (Zagory and Kader, 1998)

### บทบาทที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศปกติจะมีเพียงร้อยละ 0.03 แต่คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงๆจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลผลิต คุณสมบัติที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชอาจจะได้ผลน้อยเมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่ำเกินไป ขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตรายอาจทำให้เน่าเสียเร็วยิ่งขึ้นได้

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียกคาร์บอนไดออกไซด์ ว่า bacteriostatic หรือ fungistatic agent คือจะยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้นมิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปจะต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ 20 ณ สมดุล ในบรรยากาศ

3. การตอบสนองของเอทิลีน คาร์บอนไดออกไซด์จะป้องกันการตอบสนองต่อเอทิลีนของพืชได้หรือในบางกรณีอาจทำให้ได้ช้าลง แต่ประสิทธิภาพการระงับการทำงานของเอทิลีนจะดีเมื่อมีปริมาณของเอทิลีนต่ำ และประสิทธิภาพจะหมดไปเมื่อปริมาณของเอทิลีนเพิ่มขึ้นเกินกว่า  $1 \mu l / l$  ในผลไม้หลายชนิดมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์และทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในผลไม้ต่างๆ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพบรรยากาศสูงจะทำให้การสุกของผลไม้เกิดช้าลง (งามทิพย์, 2538)

4. การผิดปกติทางสรีรวิทยา ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด (दनัย, 2540)

### บทบาทที่สำคัญของออกซิเจน

ในอากาศมีออกซิเจน ประมาณร้อยละ 21 คุณสมบัติของออกซิเจนคือจำเป็นต่อการหายใจของพืชผักและผลไม้ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลา

จนกว่าเซลล์จะตาย (งามทิพย์, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสังเคราะห์เอทิลีน ลำดับสุดท้ายของการสังเคราะห์เอทิลีนของพืชจะต้องใช้ออกซิเจน การลดปริมาณออกซิเจนลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีนลง การทำงานของเอทิลีนก็เช่นเดียวกันพบว่าต้องการออกซิเจน

2. บรรยากาศปกติมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาถ้ามีปริมาณออกซิเจนต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ แต่ถ้าน้อยเกินไปอาจทำให้ผลไม่เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ผลผลิตเสียหายได้

การลดปริมาณออกซิเจนจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล ออกซิเจนเร่งให้เกิดการสูญเสียกรดแอสคอร์บิกเร็วขึ้น ออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 20 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือร้อยละ 2 หรือต่ำกว่าจึงจะเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลิตภัณฑ์หลายชนิดไม่อาจทนอยู่ได้ออกซิเจนต่ำยังไปขัดขวางการสร้างเพอร์ดีอิมในขบวนการสमानผลของพืช

ปริมาณของออกซิเจนในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของออกซิเจนให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของออกซิเจนในอากาศลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาโบลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง การสังเคราะห์เอทิลีนลดน้อยลง และความไวของผลไม้ต่อการทำลายของเอทิลีนให้ช้าลงด้วย ปริมาณออกซิเจนต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญต่อผลไม้

### บทบาทของเอทิลีน

เอทิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่มีอุณหภูมิปกติ มีสูตรโมเลกุล คือ  $C_2H_4$  และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 เอทิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่การเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพในผลไม้ ขณะการเจริญเติบโตในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงมาก การให้เอทิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองต่อเอทิลีนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทิลีน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกผลไม้

การสังเคราะห์เอทิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพียงเล็กน้อยจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก เมทไธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอนีนเป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีนซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเอทธิลีนได้อย่างรวดเร็วและต้องการออกซิเจนในการสังเคราะห์ด้วย (दनัย, 2540)

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

### ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศคัดแปลง

นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้วยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

1. ให้สามารถเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีความอุดมสมบูรณ์มากมีรสชาติคุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลิตผลที่มีความบริบูรณ์น้อยแต่เก็บรักษาไม่ได้มานานขนส่งไปไม่ได้ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศคัดแปลงสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้
2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลิตผลต่อเอทธิลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะคาร์บอนไดออกไซด์มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่ง active site ของเอทธิลีนได้
3. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาที่มีไขมันมาก เช่นพวกเมล็ดเคี้ยวมันได้แก่มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์กรดไขมันที่อิ่มตัวโดยออกซิเจน
4. ลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่นอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมาโดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนและทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น
5. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญได้บนผักผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมีออกซิเจนต่ำทำให้การเจริญเติบโตของผลผลิตลดลงด้วย
6. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลิตผลในตัวเองเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะควบคุมแมลงได้ผล มักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้

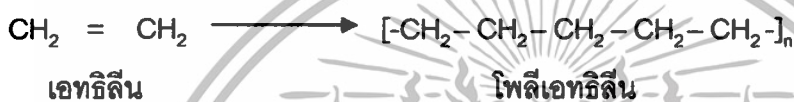
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เพิ่มคุณภาพของผลิตผล ผลิตผลบางอย่างมีการเจริญเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่งปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศ ดัดแปลง ช่วยชะลอการสร้างเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่งได้ (จริงแท้, 2541)

### ภาชนะบรรจุ

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

polyethylene (PE) มีชื่อทางการค้าว่า polyethylene เป็นโพลิเมอร์ของแก๊สเอทิลีน มีสูตรโครงสร้างคือ



เอทิลีน

โพลิเอทิลีน

สมบัติของโพลิเอทิลีนขึ้นอยู่กับความหนาแน่น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกชนิดพลาสติกฟิล์มขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของผักและผลไม้ที่ต้องการ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บและระดับความเข้มข้นก๊าซที่เหมาะสม สำหรับผักและผลไม้ส่วนมาก ยกเว้นชนิดที่ทนทานต่อระดับความเข้มข้น  $\text{CO}_2$  ต่ำกว่า  $\text{O}_2$

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

### ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 12 ธันวาคม 2546

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 21 ธันวาคม 2546

รวมระยะเวลาที่ทำการทดลองทั้งสิ้น 10 วัน

### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์การทดลอง

1. กระจกน้ำ
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องมือ hand refractometer
4. ถังพลาสติก polyethylene (PE)
5. ปิเปต
6. สาร NaOH 0.1 เปอร์เซ็นต์ (โซเดียมไฮดรอกไซด์)
7. สาร phenolphthalein 1 เปอร์เซ็นต์
8. บีกเกอร์
9. สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent : EA)
10. สารดูดซับความชื้น
11. แผ่นเทียบสี royal horticultural society (R.H.S. chart)
12. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
13. ก๊าซออกซิเจน
14. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
15. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer)
16. บิวเรตต์
17. label



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

### การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 13 treatment แต่ละ treatment มี 6 replication แต่ละ replication มี 2 ถัง ถังละ 500 กรัม

### วิธีการทดลอง

1. ทำการคัดเลือกกระน้ำจาก MK resterrant ที่มีขนาดเท่าๆกัน สีใกล้เคียงกัน และปราศจากบาดแผล โรคและแมลงจำนวนทั้งสิ้น 100 กิโลกรัม
2. ชั่งน้ำหนักกระน้ำ ครึ่งละ 500 กรัม
3. นำกระน้ำบรรจุใส่ถุงพลาสติก polyethylene ถังละ 500 กรัม พร้อมบรรจุสารดูดซับความชื้น (MA) 2 แผ่น (ขนาด 6×8 cm.) และสารดูดซับเอทิลีน(ethylene absorbent : EA) 3 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรกระน้ำที่บรรจุในแต่ละถัง
4. เขียนป้ายบอกปริมาณน้ำหนัก และ treatment ไว้ที่ถุง
5. นำเข้าเครื่องพ่นก๊าซสุญญากาศ และทำการเติม CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> ดังนี้

โดยประกอบด้วยวิธีการดังนี้

วิธีการที่ 1 บรรจุใส่ถุง PE วางไว้ที่อุณหภูมิห้องและพ่น(seal)ปากถุง (control)

วิธีการที่ 2 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 0:0 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 3 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 0:5 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 4 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 0:10 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 5 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 0:15 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 6 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 3:0 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 7 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 3:5 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 8 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 3:10 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 9 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 5:0 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 10 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 5:5 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 11 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 5:10 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 12 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 7:5 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

วิธีการที่ 13 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 7:10 ป้อนต่อตารางนิ้ว และพ่น(seal)ปากถุง

6. นำกระน้ำที่บรรจุถุงตามวิธีการที่ 2-13 ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย 14 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงทุก 2 วัน โดยการประเมินการสูญเสีย น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสีใบ สีลำต้น ปริมาณ total soluble solid (TSS) ปริมาณกรด ที่ละลายได้ (titratable acidity : TA) และระดับคะแนนของกลิ่น

## การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การบันทึกข้อมูล

ก่อนการเก็บรักษาได้ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. น้ำหนักสดของคะน้า (กรัม)
2. ลักษณะสีใบ
3. ลักษณะสีลำต้น
4. ปริมาณ total soluble solid (TSS)
5. ปริมาณกรด titratable acidity (เปอร์เซ็นต์ TA)
6. คุณภาพกลิ่น

ระหว่างการเก็บรักษา ทุก 2 วัน

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด
2. ลักษณะสีใบ
3. ลักษณะสีลำต้น
4. ปริมาณ total soluble solid (TSS)
5. ปริมาณกรด titratable acidity (เปอร์เซ็นต์TA)
6. คุณภาพกลิ่น
7. อายุการเก็บรักษาผลผลิต

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยการนำค่น้ำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง และทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้สูตร

$$\% \text{การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักสดก่อนการทดลอง} - \text{น้ำหนักสดหลังการทดลอง}}{\text{น้ำหนักก่อนการทดลอง}} \times 100$$

2. การวัดคุณภาพสี โดยการเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานของ R.H.S. (Royal Horticultural Society)

3. การวิเคราะห์หาค่า total soluble solid (TSS) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อค่น้ำหยดลงบน

hand refractometer แล้วอ่านค่า TSS หน่วยเป็น brix

4. ปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ titratable acidity (TA) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อค่น้ำปริมาตร 5 ml เติมสาร phenolphthalein เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัว indicator 1-2 หยด จากนั้นนำไป titrate ด้วยสารละลายค่างมาตรฐาน (NaOH ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์) จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนจากใสเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตรของสารละลายค่างที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดมาลิก ดังนี้

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

N base = normality ของ NaOH (0.1)

ml base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรด

meq.wt ของกรดมาลิก = 0.06705

5. คุณภาพกลิ่นทุก 2 วัน หลังการเก็บรักษาน้ำค่น้ำมาดมกลิ่น โดยใช้ผู้ดมกลิ่นจำนวน 4 คน แบ่งระดับคะแนนกลิ่นเป็น 5 ระดับ

ระดับคะแนน 5 คือ กลิ่นดีมาก เช่นเดียวกับค่น้ำสด

ระดับคะแนน 4 คือ กลิ่นดี มีกลิ่นใกล้เคียงกับค่น้ำสด

ระดับคะแนน 3 คือ กลิ่นปานกลาง มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยแต่ยังยอมรับได้

ระดับคะแนน 2 คือ กลิ่นพอใช้ มีกลิ่นผิดปกติค่อนข้างมาก

ระดับคะแนน 1 คือ กลิ่นไม่ดี ไม่เหมาะต่อการบริโภค มีกลิ่นผิดปกติรุนแรงมากที่สุด

6. อายุการเก็บรักษาผลผลิต โดยดูจากคุณภาพที่ดีในการรับประทาน และสภาพภายนอกซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ นับอายุเป็นวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของ  $\text{CO}_2$  และ  $\text{O}_2$  ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุงพลาสติก polyethylene ผลปรากฏดังนี้

### 1.เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

จากการศึกษาพบว่า คะน้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่า

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใสดุ้ง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.57 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:15 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:0 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:0 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:10 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:5 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:10 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:10 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:10 PSI และ PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:5 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.38, 1.35, 1.23, 1.21, 1.18, 1.07, 1.01, 0.95, 0.91, 0.85 และ 0.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.55 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่1)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใสดุ้ง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:0 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:0 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:15 PSI , PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:5 PSI และ PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:10 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.17, 1.72, 1.59, 1.58, 1.44, 1.30, 1.28, 1.24, 1.23, 1.09 และ 1.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.51 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่1)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใสดุ้ง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 10.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:0 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:15 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:5 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:10 PSI, PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:5 PSI และ PE +  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.65 , 2.58, 2.18, 2.04, 1.98, 1.45, 1.37,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.36, 1.28, 1.24 และ 1.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.75 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะน้ำที่เก็บรักษาโดยใสดุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (control) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ กับทุกวิธีการ (ตารางที่1) และคะน้ำที่เก็บรักษาโดยใสดุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) หมดยอายุการเก็บรักษา โดยคะน้ำมีลักษณะใบเหี่ยวและเหลือง ไม่เหมาะต่อการบริโภคและการวางจำหน่ายเมื่อเก็บรักษาไว้ได้ 6 วัน

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักสด 3.03, 2.98, 2.76, 2.69, 2.64, 2.56, 2.44, 2.23, 1.60 และ 1.51 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.99 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่1)



108943

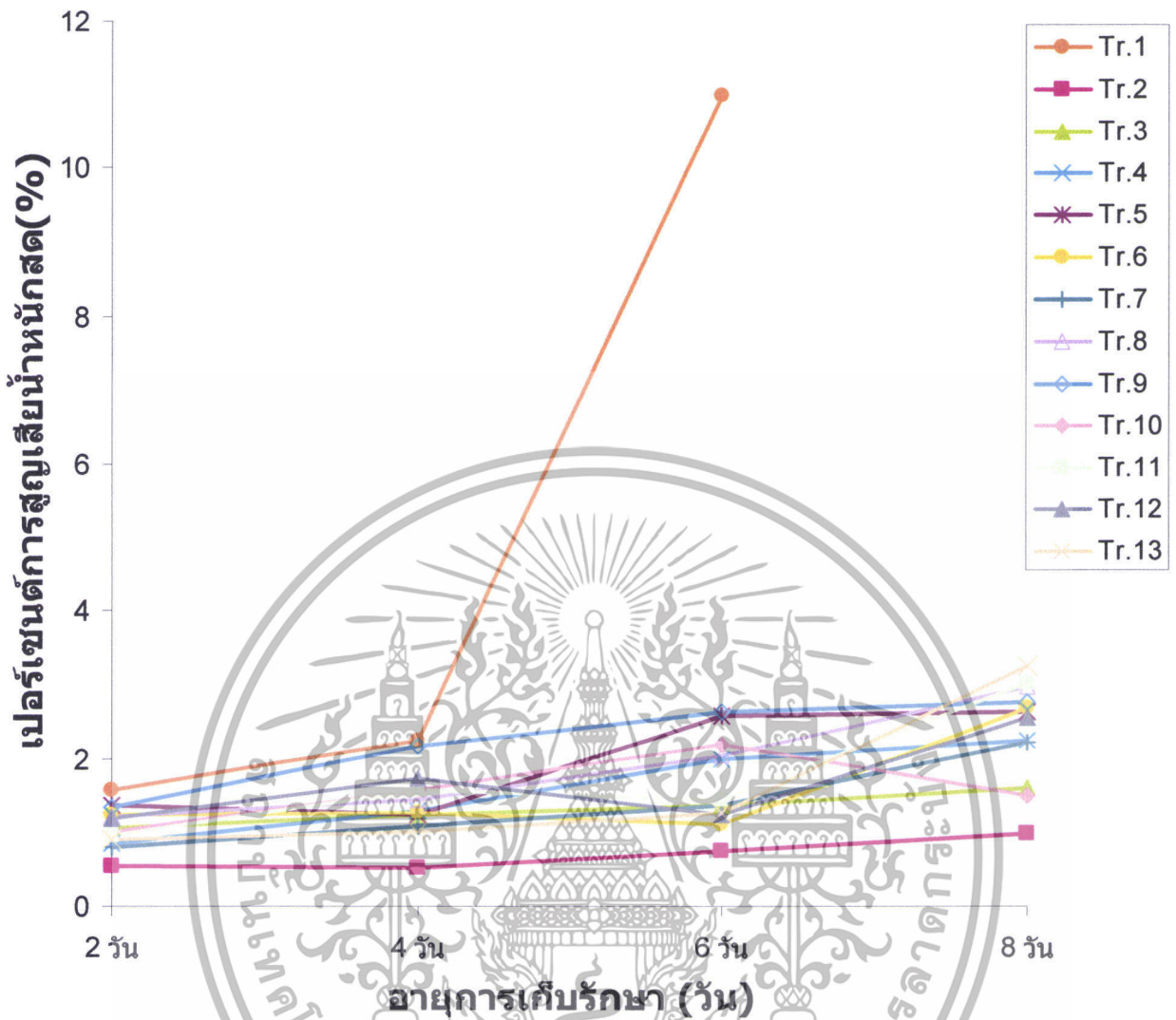
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของคอกน้ำ หลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

Treatment	CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> (PSI)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด			
		2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
1	control	1.57a <sup>1/</sup>	2.25a <sup>1/</sup>	10.99a <sup>1/</sup>	-
2	0 : 0	0.55c	1.51d	0.75g	0.99e <sup>1/</sup>
3	0 : 5	1.06abc	1.23bc	1.37efg	1.60de
4	0 : 10	0.85bc	1.30bc	1.98cde	2.24bcd
5	0 : 15	1.38ab	1.24bc	2.58bc	2.64abc
6	3 : 0	1.23ad	1.28bc	1.12fg	2.69abc
7	3 : 5	0.79bc	1.09c	1.36efg	2.23cd
8	3 : 10	1.21ab	1.44bc	2.04bcd	2.98ab
9	5 : 0	1.35ab	2.17a	2.65b	2.76abc
10	5 : 5	1.01abc	1.58bc	2.20bc	1.51e
11	5 : 10	0.95abc	1.59bc	1.45def	3.03a
12	7 : 5	1.18abc	1.72ab	1.24fg	2.56abc
13	7 : 10	0.91bc	1.02cd	1.28fg	3.27a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMR ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของคะฉันทา หลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

จากการศึกษาพบว่า ก่อนการเก็บรักษาคะน้ำมีปริมาณ TSS 4.2-4.3 brix และ ภายหลังกการเก็บรักษาปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น(ภาพที่ 2)

ภายหลังกการเก็บรักษา 2 วัน ค่น้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI มี ปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.5 brix รองลงมา คือ ค่น้ำที่เก็บ, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI, control , PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI มีค่าเฉลี่ย ปริมาณ TSS 5.1, 4.8, 4.8, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5 และ 4.3 brixตามลำดับ ส่วนค่น้ำที่เก็บ รักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 4.0 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังกการเก็บรักษา 4 วัน ค่น้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.0 brix รองลงมา คือ ค่น้ำที่เก็บ รักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI มีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS 4.8, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.0, 4.0, 4.0, 4.0, 4.0 brixตามลำดับ ส่วนค่น้ำที่ใส่ในถุง polyethylene เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (control) มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.5 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังกการเก็บรักษา 6 วัน ค่น้ำที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ใน อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.6 brix รองลงมา คือ ค่น้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS 5.3, 5.0, 5.0, 4.8, 4.8, 4.5, 4.3, 4.3 และ 4.3 brix ตามลำดับ ส่วนค่น้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI , PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 4.0 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังกการเก็บรักษา 8 วัน ค่น้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.6 brix รองลงมา คือ ค่น้ำที่เก็บรักษาใน ถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

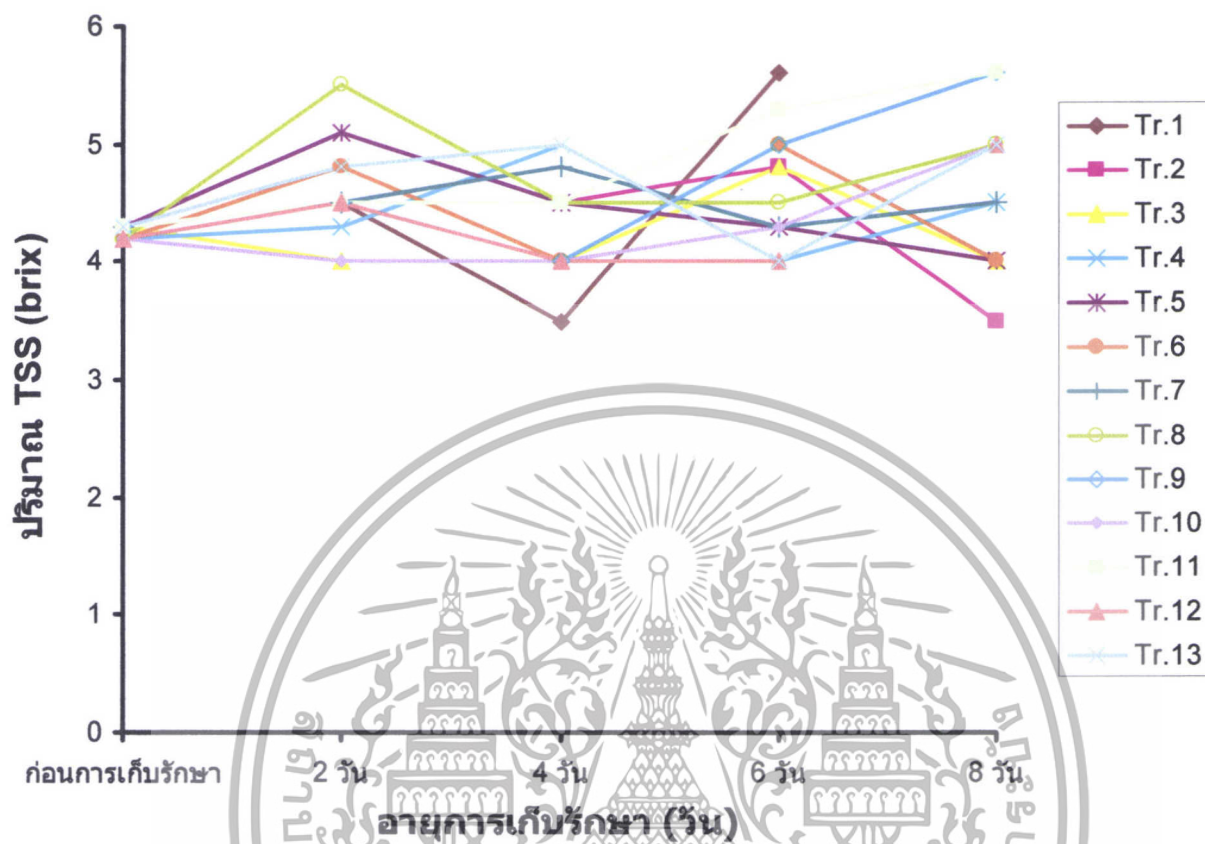
PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI มีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS 5.0, 5.0, 5.0, 5.0, 4.5, 4.5, 4.0, 4.0 และ 4.0 brix ตามลำดับ และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.5 brix ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่ อุณหภูมิห้อง(control) หมกอายุการเก็บรักษา และสามารถวัดผลได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS, brix) ของคะน้ำก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

Treatment CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> (PSI)	ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS, brix)				
	ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
1 control	4.30a <sup>1/</sup>	4.50a <sup>1/</sup>	3.50b <sup>1/</sup>	5.60a <sup>1/</sup>	-
2 0:0	4.30a	4.50a	4.50ab	4.80abc	3.50d <sup>1/</sup>
3 0:5	4.30a	4.00a	4.00ab	4.80abc	4.00cd
4 0:10	4.20a	4.30a	5.00a	4.00c	4.50bc
5 0:15	4.30a	5.10a	4.50ab	4.30bc	4.00cd
6 3:0	4.20a	4.80a	4.00ab	5.00abc	4.00cd
7 3:5	4.30a	4.50a	4.80ab	4.30bc	4.50bc
8 3:10	4.20a	5.50a	4.50ab	4.50bc	5.00ab
9 5:0	4.30a	4.50a	4.00ab	5.00abc	5.60a
10 5:5	4.20a	4.00a	4.00ab	4.30bc	5.00ab
11 5:10	4.30a	4.50a	4.50ab	5.30ab	5.60a
12 7:5	4.20a	4.50a	4.00ab	4.00c	5.00ab
13 7:10	4.30a	4.80a	5.00a	4.00c	5.00ab

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS, brix) ของคือน้ำก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. เปอร์เซนต์ titratable acidity (TA)

จากการศึกษาพบว่า ก่อนเก็บรักษาคะน้ำมีปริมาณ TA เฉลี่ยเท่ากับ 0.075 เปอร์เซนต์ และภายหลังการเก็บรักษาคะน้ำมีเปอร์เซนต์(TA) เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, control , PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.09, 0.09, 0.09, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08 และ 0.08 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซนต์ TA ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.23 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, control , PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.21, 0.18, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.16, 0.16, 0.15 และ 0.14 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI น้อยที่สุด คือ 0.12 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซนต์ TA ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้ำที่ใส่ถุง polyethylene เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และคะน้ำที่เก็บรักษาใน PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.14, 0.13, 0.13, 0.12, 0.12, 0.11, 0.11, 0.10, 0.08 และ 0.08 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI polyethylene ร่วมกับ และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์ TA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน ค่ะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือคะน้ำที่เก็บรักษาใน ถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ TA 0.15, 0.15, 0.14, 0.11, 0.11, 0.10, 0.10, 0.09 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI น้อยที่สุด คือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) หมดอายุการเก็บรักษาและไม่สามารถวัดผลได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

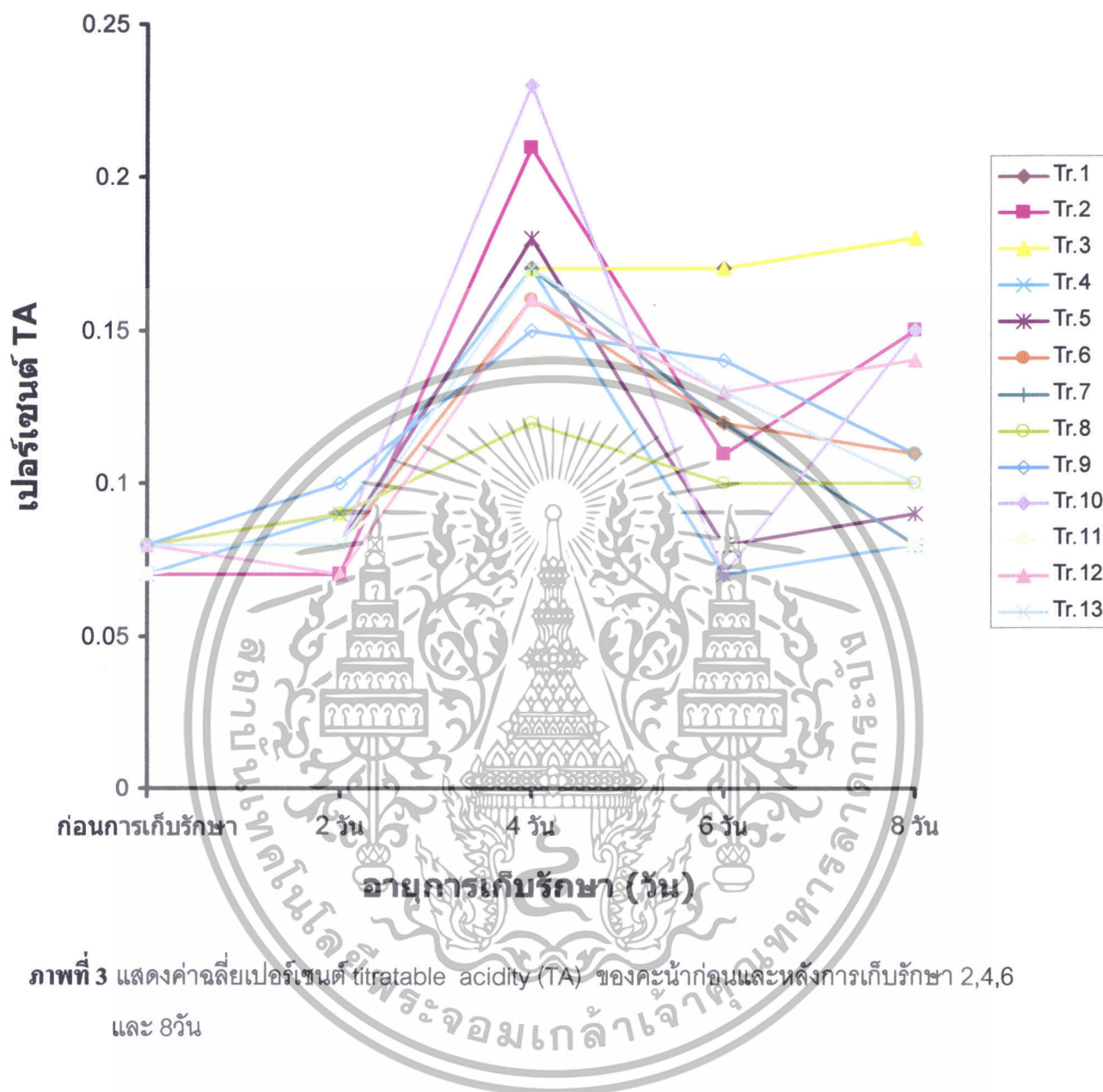


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของคะน้ำก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

Treatment CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> (PSI)		เปอร์เซ็นต์ Titratable Acidity (TA)				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
1	control	0.07a <sup>1/</sup>	0.08a <sup>1/</sup>	0.17ab <sup>1/</sup>	0.17a <sup>1/</sup>	-
2	0 : 0	0.07a	0.07b	0.12ab	0.11cd	0.15ab <sup>1/</sup>
3	0 : 5	0.08a	0.09ab	0.17ab	0.17a	0.17a
4	0 : 10	0.07a	0.09ab	0.17ab	0.07f	0.08e
5	0 : 15	0.08a	0.08ab	0.18ab	0.08ef	0.09e
6	3 : 0	0.07a	0.08ab	0.16ab	0.12bcd	0.11b-e
7	3 : 5	0.08a	0.08ab	0.17ab	0.12bc	0.08be
8	3 : 10	0.08a	0.09ab	0.11b	0.10de	0.10be
9	5 : 0	0.08a	0.10a	0.15ab	0.14ab	0.11b-e
10	5 : 5	0.07a	0.08ab	0.23a	0.07f	0.15abc
11	5 : 10	0.07a	0.08ab	0.14ab	0.08ef	0.08e
12	7 : 5	0.08a	0.07b	0.16ab	0.13bc	0.14a-d
13	7 : 10	0.08a	0.08ab	0.17ab	0.13bc	0.10cde

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. สีของใบคะน้า

ก่อนการเก็บรักษาสีของใบคะน้าอยู่ในช่วง G137 A (Green Group) (ตารางที่ 4) ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน ใบของคะน้าในทุกวิธีการมีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 A (Green Group) (ตารางที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 C และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 B และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 A (Green Group) (ตารางที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 D และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับถุง polyethylene (PE) ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 C ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 B (Green Group) (ตารางที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144A , คะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG151A ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาใน  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG151B (Yellow Group) และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 D ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 C (Green Group) (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะสีใบของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

Treatment CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> (PSI)		สีใบของคะน้า				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
1	control	G137A	G137A	G137C	G137D	-
2	0 : 0	G137A	G137A	G137A	G137B	G137C
3	0 : 5	G137A	G137A	G137B	G137C	G137D
4	0 : 10	G137A	G137A	G137B	G137C	G137D
5	0 : 15	G137A	G137A	G137B	G137C	YG144A
6	3 : 0	G137A	G137A	G137A	G137B	G137C
7	3 : 5	G137A	G137A	G137A	G137B	G137C
8	3 : 10	G137A	G137A	G137B	G137C	G137D
9	5 : 0	G137A	G137A	G137B	G137B	G137C
10	5 : 5	G137A	G137A	G137B	G137B	YG151A
11	5 : 10	G137A	G137A	G137B	G137C	YG151B
12	7 : 5	G137A	G137A	G137A	G137B	G137C
13	7 : 10	G137A	G137A	G137B	G137C	G137D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ลำต้นของคะน้า

ก่อนการเก็บรักษาสีของลำต้นคะน้าอยู่ในช่วง YG144 A (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน ลำต้นของคะน้าในทุกวิธีการมีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 A (Yellow-Green Group) (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 C และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  ,0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 B ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 A (Yellow-Green Group) (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 D ส่วนคะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 C (Yellow-Green Group) (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน ลำต้นของคะน้าในทุกวิธีการมีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144D (Yellow-Green Group) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะสีของลำต้นคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

Treatment CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> (PSI)		สีของลำต้นคะน้า				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
1	control	YG144A	YG144A	YG144C	YG144C	-
2	0 : 0	YG144A	YG144A	YG144B	YG144C	YG144D
3	0 : 5	YG144A	YG144A	YG144C	YG144C	YG144D
4	0 : 10	YG144A	YG144A	YG144B	YG144C	YG144D
5	0 : 15	YG144A	YG144A	YG144B	YG144C	YG144D
6	3 : 0	YG144A	YG144A	YG144A	YG144C	YG144D
7	3 : 5	YG144A	YG144A	YG144A	YG144C	YG144D
8	3 : 10	YG144A	YG144A	YG144C	YG144D	YG144D
9	5 : 0	YG144A	YG144A	YG144A	YG144D	YG144D
10	5 : 5	YG144A	YG144A	YG144B	YG144D	YG144D
11	5 : 10	YG144A	YG144A	YG144C	YG144D	YG144D
12	7 : 5	YG144A	YG144A	YG144B	YG144C	YG144D
13	7 : 10	YG144A	YG144A	YG144C	YG144C	YG144D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. กลิ่นของคะน้ำ

จากการศึกษาพบว่า ก่อนการเก็บรักษาคะแนนกลิ่นของคะน้ำมีค่าเท่ากับ 5 (ตารางที่ 6) และภายหลังจากการเก็บรักษาคะแนนกลิ่นของคะน้ำลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6)

ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน คะแนนกลิ่นของคะน้ำในทุกวิธีการมีคะแนนเท่ากับ 5 (ตารางที่ 6)

ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง ถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI มีค่าเฉลี่ยคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.9 และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI มีคะแนนกลิ่นรองลงมาเท่ากับ 4.8 ส่วนคะน้ำที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง (control) มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 3.05 (ตารางที่ 6)

ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI มีคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.9 และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI มีคะแนนกลิ่นรองลงมาเท่ากับ 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.75 และ 4.75 ตามลำดับ และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 4.7 ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง (control) หมุดอายุการเก็บรักษา โดยคะน้ำมีลักษณะใบเหี่ยวและเหลือง มีคะแนนกลิ่นเท่ากับ 1 ไม่เหมาะต่อการบริโภคและการวางจำหน่าย (ตารางที่ 6)

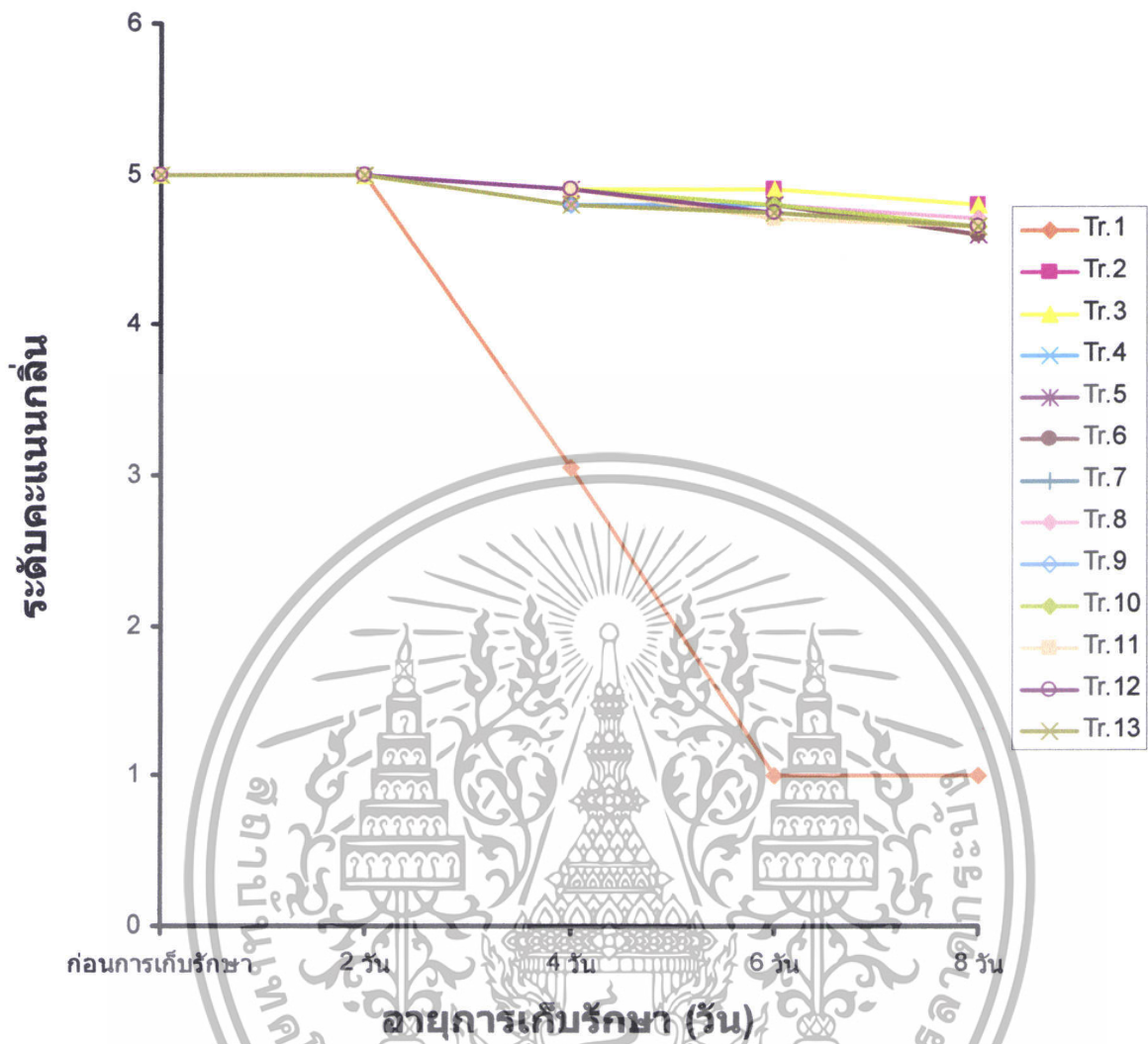
ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:5 PSI มีคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.8 และคะน้ำที่เก็บรักษาใน PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:10 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5:5 PSI มีคะแนนกลิ่นรองลงมาเท่ากับ 4.7 ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:15 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3:0 PSI มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 4.6 (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของคั่วก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

Treatment CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub> (PSI)		ระดับคะแนนกลิ่นของคั่ว				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
1	control	5	5	3.05	1	1
2	0 : 0	5	5	4.9	4.9	4.8
3	0 : 5	5	5	4.9	4.9	4.8
4	0 : 10	5	5	4.9	4.8	4.6
5	0 : 15	5	5	4.9	4.8	4.6
6	3 : 0	5	5	4.8	4.8	4.6
7	3 : 5	5	5	4.8	4.8	4.7
8	3 : 10	5	5	4.8	4.8	4.7
9	5 : 0	5	5	4.8	4.8	4.7
10	5 : 5	5	5	4.9	4.8	4.7
11	5 : 10	5	5	4.9	4.7	4.7
12	7 : 5	5	5	4.9	4.75	4.8
13	7 : 10	5	5	4.8	4.75	4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงระดับคะแนนกลืนของคะน้ำคอนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. อายุการเก็บรักษา

คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 5 PSI , PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0 : 15 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 3 : 10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 0 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 5 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 5 : 10 PSI, PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7 : 5 PSI และ PE + CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 7 : 10 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 8 วัน ยังคงมีกลิ่น, สีใบและสีลำต้นอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด และคะน้ำที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (control) มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 4 วัน ยังคงมีกลิ่น, สีใบและสีลำต้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้เป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด

ตารางที่ 7 แสดงอายุการเก็บรักษาคะน้ำภายในแต่ละวิธีการ

Treatment	CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub>	อายุการเก็บรักษา (วัน)
1	control	4
2	0 : 0	8
3	0 : 5	8
4	0 : 10	8
5	0 : 15	8
6	3 : 0	8
7	3 : 5	8
8	3 : 10	8
9	5 : 0	8
10	5 : 5	8
11	5 : 10	8
12	7 : 5	8
13	7 : 10	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

### เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

คะน้ำมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดจะมากที่สุดภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน โดยคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.27 เปอร์เซ็นต์ และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.99 เปอร์เซ็นต์จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของคะน้ำ

### ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS)

ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.6 brix เพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา 1.3 brix และคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.5 brix เพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา 0.1 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ของคะน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณ TSS ของคะน้ำ โดยทำให้คะน้ำมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นได้

### เปอร์เซ็นต์ Titratable Acidity (TA)

เปอร์เซ็นต์ TA จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ภายหลังจากการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นมากภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน โดยคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ  $\text{CO}_2:\text{O}_2$  5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว น้อยที่สุด คือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA ของคะน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณ TA ของคะน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สีของใบคะน้ำและลำต้นคะน้ำ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะสีใบและลำต้นของทุกวิธีการเก็บรักษาไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยก่อนการเก็บรักษาลักษณะสีใบของคะน้ำอยู่ในช่วง G137 A (Green Group) และลักษณะสีลำต้นของคะน้ำอยู่ในช่วง YG144 A และภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน ลักษณะสีใบของคะน้ำเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง G137D , YG144A และYG151A และลักษณะสีลำต้นของคะน้ำอยู่ในช่วง YG144D(Yellow-Green Group)

## กลิ่นของคะน้ำ

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของคะน้ำจะเป็นไปในลักษณะลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยก่อนการเก็บรักษาคะน้ำมีค่าเท่ากับ 5 และภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน คะน้ำที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว , 0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ 7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.8 และคะน้ำที่เก็บรักษาใน CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว , 0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ 3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 4.6 ส่วนคะน้ำที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 1 เมื่อเก็บรักษา 6 วัน และหมดอายุภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน

## อายุการเก็บรักษา

คะน้ำที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 6 วัน สำหรับคะน้ำที่เก็บรักษาด้วยวิธีอื่นๆ ทุกวิธีการมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 8 วัน โดยยังคงมีกลิ่น ,สีใบและสีลำต้นอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวยืดอายุการเก็บรักษาคะน้ำได้ยาวนานขึ้น

## วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของอัตราส่วนก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  ต่อคุณภาพและการเก็บรักษาคะน้าภายในถุง polyethylene ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพการเก็บรักษาแบบ modified atmosphere (MA) พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าได้นาน 6 – 8 วัน โดยคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  7 : 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะเก็บรักษาได้นานที่สุด ซึ่งถ้าสัดส่วนของก๊าซ  $\text{O}_2$  สูงจะทำให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีน เพราะลำดับสุดท้ายของการสังเคราะห์เอทิลีนของพืชจะต้องใช้  $\text{O}_2$  การลดปริมาณ  $\text{O}_2$  ลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีนลง (งามทิพย์, 2538) แต่ถ้า  $\text{O}_2$  น้อยเกินไปก็อาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) และทำให้ผลผลิตเสียหายได้ (งามทิพย์, 2538)

ภายหลังการเก็บรักษาคะน้า ในทุกวิธีการจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตยังมีชีวิตและยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสม อีกทั้งยังมีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง ดังนั้นเราจึงควรลดการสูญเสียน้ำหนักสดของผลผลิตให้ได้มากที่สุด จึงจะทำให้ผลผลิตสูญเสียคุณภาพช้าลงและเก็บรักษาผลผลิตได้นานยิ่งขึ้น

การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต จึงจะทำให้ผลผลิตนั้นสามารถเก็บรักษามีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดอัตราการหายใจและการเกิดของเอทิลีนทำให้เก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นานขึ้น (Wilfret, 1981)

## เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์.2532. เทคนิคการผสมพันธุ์ผัก. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 70 น.
- งามทิพย์ ภู่วโรคม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร. ลินคอร์น โปรโมชัน. กรุงเทพฯ.  
หน้า 5 – 24.
- จริงแท้ สิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้. สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ไฉน ยอดเพชร. 2513. สวนผัก พระนคร. โรงพิมพ์กรมการศาสนา. กรุงเทพฯ.
- คนัย บุญเกียรติ และนิชยา รัตนานพนธ์. 2535. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โอ.  
เอ. พรินต์ติ้งเฮาส์. กรุงเทพฯ.
- นภาพรณัฏ์ พรหมชนะ. 2529. การตลาดผลิตผลพืชสวน. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร. คณะ  
เศรษฐศาสตร์บริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 653 น.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. “การเก็บรักษามผลิตผลพืชสวน”. เกษตรก้าวหน้า. 12(4) : 38-44.
- เมืองทอง ทวนทวี และ สุวีรัตน์ ปัญญา โคนะ. 2525. สวนผัก. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า  
30-35.
- วัฒนา วิรุฒิกิจการ. 2540. “เทคนิค CAP/MAP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามผลิตผลพืชสวน”. อาหาร.  
24(4) : 278-281.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 122.
- สุนทร เรืองเกษม. 2539. คู่มือการปลูกผัก. C.B. BOOK. กรุงเทพฯ.
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผัก. ภาควิชาพืชสวน. คณะ  
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- อุดม โกสสัยสุก. 2529. การปลูกผักกินใบ. หจก. อักษรบัณฑิต. กรุงเทพฯ.
- Bailey. L.K. 1964. The standard cyclopedia of horticulture. New York : The Macmillan  
Company. Col.1 1200 p.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and Physiological Basic for Effects of Controlled and  
Modified Atmospheres on Fruits and Vegetables. Food Techno.40(5) : 99.
- Zagory, D and A.A. Kader, 1986.” 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.
- Young, R.S. 1984. Response of Peach to Paclobutrazol. Plant Growth Reg.  
Abstr. 12(3) :58.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



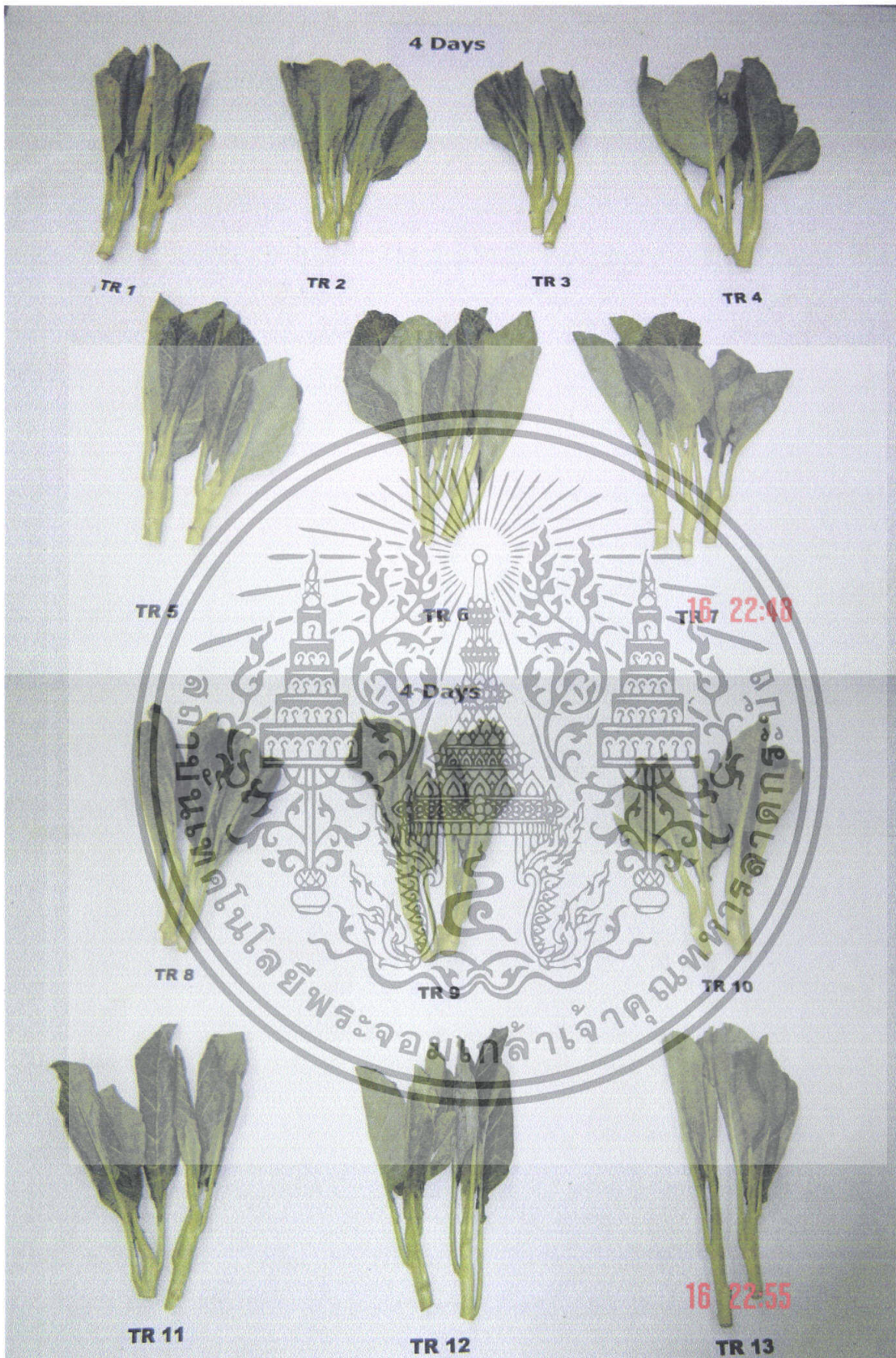
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะกะน้ำก่อนเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังจากเก็บรักษา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



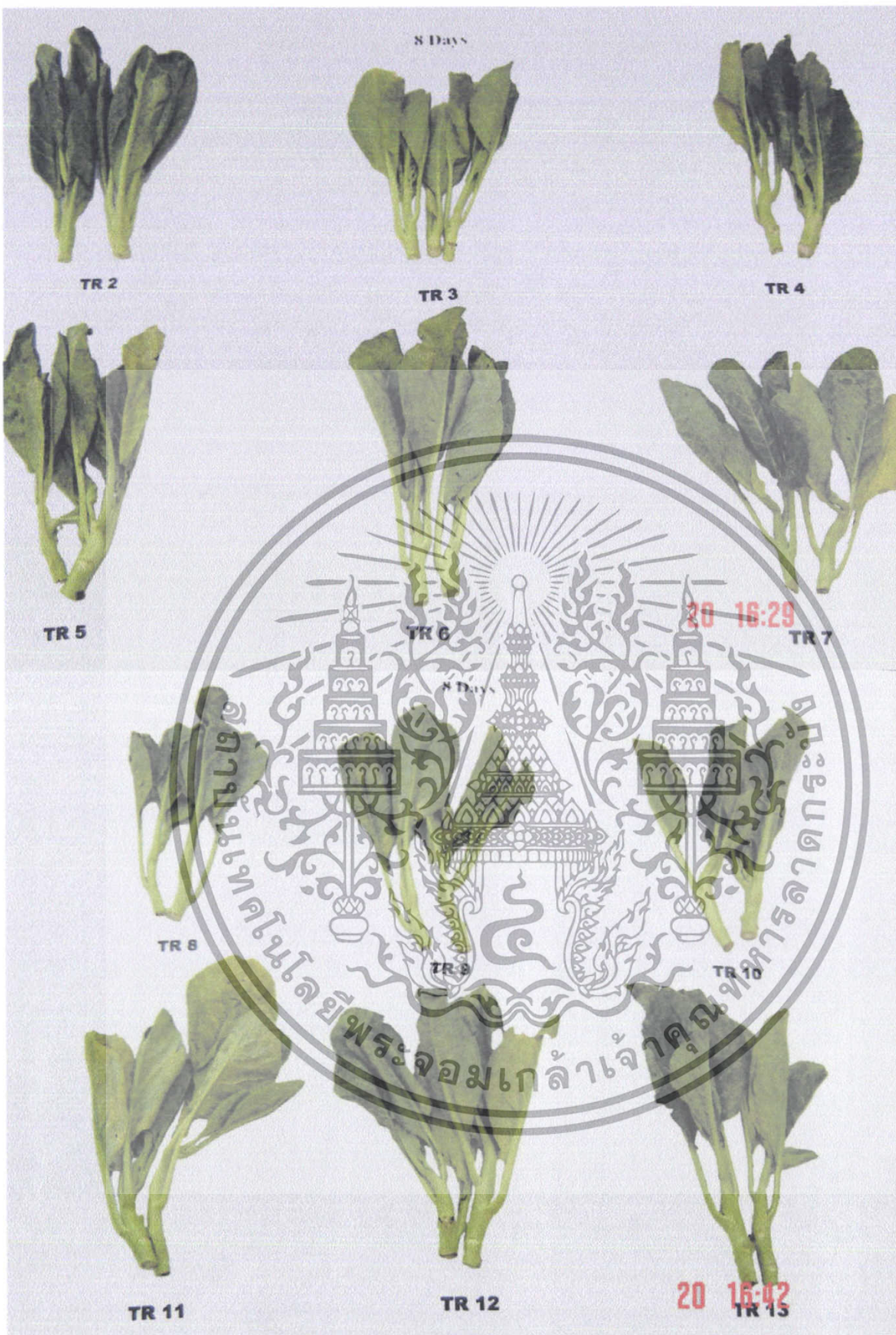
ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังจากเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะคะน้ำ ภายหลังจากเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังจากเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้