สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของ CO_2และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุง polyethylene

Influence of CO_2 and O_2 on Quality and Storage Life of Chinese Kale in Polyethylene Bag

T108943

โดย

นางสาวอัจฉรา ทิพย์สุมณฑา

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2547

ปพ.
อ498ผ
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 108943
วัน,เดือน,ปี - 2 ส.ค. 2553

b 12228 1A×
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของ CO_2และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุง polyethylene

โดย : นางสาวอัจฉรา ทิพย์สุมณฑา

สาขาวิชา : พืชสวน

ภาควิชา : พืชสวน

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุง polyethylene โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 13 วิธีการๆ ละ 6 ซ้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าคะน้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.99 – 3.27 เปอร์เซ็นต์ คะน้าที่เก็บในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2 : O_2 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_2:O_2 0:0 ,0:5 ,0:10 ,0:15 ,3:0 ,3:5 ,3:10 ,5:0 , 5:5 ,5:10 ,7:5 และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 8 วัน ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Influence of CO_2 and O_2 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_2 and O_2 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 ^{o}C and 37 ^{o}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_2 : O_2 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ ที่ให้คำปรึกษา แนะแนวทางการทำปัญหาพิเศษ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และเครื่องมือต่างๆในห้องปฏิบัติการ รวมถึงตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ รวมถึงประสบการณ์ต่างๆ แก่ข้าพเจ้าอย่างเต็มความสามารถ

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้โอกาสทางการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้าสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวังไว้

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบคุณ MK restaurants ที่ให้ความอนุเคราะห์คะน้าสดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างสูง

อัจฉรา ทิพย์สุมณฑา

กันยายน 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
คำนิยม	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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 2, 4,6 และ 8 วัน	18
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS, brix) ของคะน้า ก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	21
3	แสดงค่าฉลี่ยเปอร์เซนต์ titratable acidity (TA) ของคะน้า ก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	25
4	แสดงลักษณะสีใบของคะน้าก่อนและหลัง การเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	28
5	แสดงลักษณะสีของลำต้นคะน้าก่อนและหลัง การเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	30
6	แสดงระดับคะแนนกลิ่นของคะน้าก่อนและหลัง การเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	32
7	แสดงอายุการเก็บรักษาคะน้าภายในแต่ละวิธีการ	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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	แสดงค่าฉลี่ยเปอร์เซนต์ titratable acidity (TA) ของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	26
4	แสดงระดับคะแนนกลิ่นของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	แสดงลักษณะคะน้าก่อนเก็บรักษา	40
2	แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	41
3	แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน	42
4	แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน	43
5	แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

คะน้าเป็นผักที่เรารู้จักกันดี และปัจจุบันได้มีบริษัทหรือพ่อค้าคนกลางต่างๆเป็นผู้รับซื้อโดยนำผักมาขายในราคาที่สูงขึ้นดังนั้นจึงผ่านการขนส่งหลายขั้นตอนจนกว่าจะถึงผู้บริโภค บริษัทหรือร้านอาหารขนาดใหญ่ จึงมีความจำเป็นต้องทำให้ผักมีความสดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาก่อนนำมาประกอบอาหาร เนื่องด้วยคะน้าเป็นพืชที่เกิดความเสียหายง่าย และมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก ด้วยปัญหานี้เองจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาคะน้า ที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากการเก็บรักษาและการขนส่ง ทำให้คะน้าคงความสดและคุณภาพยาวนานขึ้นก่อนนำมาประกอบอาหาร ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าด้วยการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา จึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าได้

นางสาวอัจฉรา ทิพย์สุมณฑา

กันยายน 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วน CO_2 : O_2 ต่ออายุการเก็บรักษาของคะน้า
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาคะน้าที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะไกล และการเก็บรักษาให้ยาวนานยิ่งขึ้น ก่อนนำมาประกอบอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

คะน้าเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่ชอบอากาศเย็นอยู่ใน Class Angiospermae Sub class Dicotyldonae Family Cruciferae ชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า chinese kale ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea var. acephla* (D.C.) Alef. หรือ *Brassica alboglaba* (Bailey, 1942 ; ไฉน, 2513 ; Nieviwhof, 1969) จัดว่าเป็นพืชผักในฤดูหนาวแต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีพอสมควรในฤดูร้อนและฤดูฝนของประเทศไทยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและมีปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพืชตระกูลเดียวกับกะหล่ำปลี(เมืองทองและรุรีรัตน์, 2525) และผักกาดต่างๆ มีส่วนประกอบต่างๆได้แก่ แคลเซี่ยมและเบต้าคาโรทีนสูงมาก มีวิตามินเอ สูง วิตามินซีสูง ไนอาซิน เหล็ก ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม วิตามินบี2 เส้นใย มีสารซัลโฟราเฟน โฟเลท สารอินโดลส์ (indoles) และลูเทียน (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, อายุการเก็บเกี่ยวฝักแก่ 130-140 วัน

ลักษณะประจำพันธุ์

พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นคะน้าดอกขาวทั้งสิ้น โดยสั่งเมล็ดจากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 พันธุ์ด้วยกันคือ

1. พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พันธุ์ใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่างผิวใบเรียบ ได้แก่ พันธุ์ P.L.20 เป็นต้น

3. พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะใบเหมือนกับคะน้าใบแหลม แต่จำนวนใบต่อต้นมีน้อยกว่าปล้องยาวกว่า ได้แก่ พันธุ์แม่โจ้ 1 เป็นต้น (อุดม, 2529)

พันธุ์แม่โจ้ 1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความนิยมของผู้บริโภคลำต้นเป็นลำต้นเดี่ยว 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 อายุตั้งแต่ปลูกถึงออกดอกประมาณ 50-55 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 1,500-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคลำต้นแตก

คะน้าที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 15-55 วันหลังจากปลูก ซึ่งเป็นระยะที่คะน้าโตเต็มที่ คะน้าอายุ 45 วันเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก แต่คะน้าที่มีอายุ 50-55 วันที่เก็บเกี่ยวจะได้น้ำหนักมากกว่า 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 (นภาภรณ์, 2529) ผักคะน้าจะมีการสูญเสียทางด้านใบ ทางด้านการเก็บเกี่ยวจะทำให้ใบเหี่ยวมาก เน่า เมื่อความชื้นมากจนเกินไป การบรรจุขนาดของภาชนะบรรจุไม่เหมาะสม เกิดบาดแผล การขนส่งขนย้ายไม่ดี อุณหภูมิสูง การคัดเลือกตัดแต่งมากเกินไปมีหลายขนาด การเก็บรักษาเหี่ยว การขายในตลาดตัดแต่งมากเกินไปเหี่ยวมากไป เน่าเสีย (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องต่อไปนี้ (จริงแท้, 2542)

1. การหายใจหลังเก็บเกี่ยว ผลไม้สดจะมีการหายใจตลอดเวลา เช่นเดียวกับเซลล์ที่มีชีวิตอยู่บนต้นไม้ การหายใจเป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปต่างๆ เช่น น้ำตาล หรือแป้งไปเป็นพลังงาน ทำให้อาหารที่มีสะสมอยู่ในผลิตผลลดน้อยลง ส่งผลให้คุณภาพในการบริโภคลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 องศาฟาเรนไฮต์ ทำให้อัตราการหายใจของผักผลไม้เพิ่มขึ้น สารเอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้ผลไม้หายใจเพิ่มมากขึ้นได้ ออกซิเจนถ้ามีความเข้มข้นมากขึ้นจะกระตุ้นให้มีการหายใจมากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีมากจะทำให้มีอัตราการหายใจลดลง สารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการหายใจของผลไม้ การเกิดบาดแผลทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น (สมชาย, 2543)

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

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

4. การสร้างสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ (กลิ่นและรส) ในผลไม้แต่ละชนิดมีกลิ่นไม่เหมือนกัน มีการสร้างกลิ่นไม่เท่ากัน และยังทำให้ผลไม้มีรสชาติต่างกันด้วย

5. การสร้างก๊าซเอทธิลีน ในผลไม้ประเภท climacteric จะมีการสร้างก๊าซเอทธิลีน จากขบวนการสุก และยังมีการสร้างก๊าซเอทธิลีนจากการกระตุ้นของบาดแผล ก๊าซเอทธิลีนจะเป็นตัวส่งเสริมให้ผลไม้สุกและเน่าเสียเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และลดการสังเคราะห์แคโรทีนนอยด์และแอนโทไซยานินซึ่งรงควัตถุ 2 ชนิดนี้จะทำให้เกิดสีเหลือง – ส้ม และแดงน้ำเงินแก่พืชตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ปริมาณ O_2 ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ CO_2 ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ช่วยชะลอการสร้างแอนโทไซยานินของลูกพลับสดได้ อย่างไรก็ดีควรคำนึงถึงการใช้ปริมาณ CO_2 ไม่ควรให้มากเกินไปเพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียหายแก่ผักและผลไม้ได้

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

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (flavor change) สารที่ให้กลิ่นรสของผักและผลไม้ ได้มาจากขบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมต่างๆในพืช ตัวอย่างเช่น O_2ปริมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดการสูญเสียของกรดในแอปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious สิ่งที่ควรระวัง คือ ถ้า O_2และCO_2 มีความเข้มข้นในช่วงที่พืชทนทานไม่ได้ จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เนื่องจากการสะสมแอลกอฮอล์ และอัลดีไฮล์ที่ได้จากขบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ คือ O_2 และCO_2 เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะให้ O_2 และCO_2 จะต้องมีระดับที่เหมาะสม สามารถทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น (Zagory and Kader, 1998)

บทบาทที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศปกติจะมีเพียงร้อยละ 0.03 แต่คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงๆจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลิตผล คุณสมบัติที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชอาจจะได้ผลน้อยเมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำเกินไป ขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตรายอาจทำให้เน่าเสียเร็วยิ่งขึ้นได้

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

3. การตอบสนองของเอทธิลีน คาร์บอนไดออกไซด์จะป้องกันการตอบสนองต่อเอทธิลีนของพืชได้หรือในบางกรณีอาจทำให้ได้ช้าลง แต่ประสิทธิภาพการระงับการทำงานของเอทธิลีนจะดีเมื่อมีปริมาณของเอทธิลีนต่ำ และประสิทธิภาพจะหมดไปเมื่อปริมาณของเอทธิลีนเพิ่มขึ้นเกินกว่า 1 µl / l ในผลไม้หลายชนิดมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์และทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนในผลไม้นั้นๆ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพบรรยากาศสูงจะทำให้การสุกของผลไม้เกิดช้าลง (งามทิพย์, 2538)

4. การผิดปกติทางสรีรวิทยา ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด (ดนัย, 2540)

บทบาทที่สำคัญของออกซิเจน

ในอากาศมีออกซิเจน ประมาณร้อยละ 21 คุณสมบัติของออกซิเจนคือจำเป็นต่อการหายใจของพืชผักและผลไม้ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย (งามทิพย์, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสังเคราะห์เอทธิลีน ลำดับสุดท้ายของการสังเคราะห์เอทธิลีนของพืชจะต้องใช้ออกซิเจน การลดปริมาณออกซิเจนลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทธิลีนลง การทำงานของเอทธิลีนก็เช่นเดียวกันพบว่าต้องการออกซิเจน

2. บรรยากาศปกติมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลิตผล โดยเฉพาะกับผลิตผลที่กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาถ้ามีปริมาณออกซิเจนต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ แต่ถ้าน้อยเกินไปอาจทำให้ผลไม้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ผลผลิตเสียหายได้

การลดปริมาณออกซิเจนจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทธิลีน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล ออกซิเจนเร่งให้เกิดการสูญเสียกรดแอสคอร์บิคเร็วขึ้น ออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 20 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือร้อยละ 2 หรือต่ำกว่าจึงจะเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลิตผลหลายชนิดไม่อาจทนอยู่ได้ ออกซิเจนต่ำยังไปขัดขวางการสร้างเพอริเดียมในขบวนการสมานแผลของพืช

ปริมาณของออกซิเจนในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของออกซิเจนให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของออกซิเจนในอากาศลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาโบลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง การสังเคราะห์เอทธิลีนลดน้อยลง และความไวของผลไม้ต่อการทำลายของเอทธิลีนให้ช้าลงด้วย ปริมาณออกซิเจนต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญต่อผลไม้

บทบาทของเอทธิลีน

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

การสังเคราะห์เอทธิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคราะห์เอทธิลีนเพียงเล็กน้อยจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดลิโนเลอิค เมทไธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอนีนเป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีนซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเอทธิลีนได้อย่างรวดเร็วและต้องการออกซิเจนในการสังเคราะห์ด้วย (ดนัย, 2540)

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

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวะเคมีต่างๆ ภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้วยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ภาชนะบรรจุ

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

polyethylene (PE) มีชื่อทางการค้าว่า polyethylene เป็นโพลิเมอร์ของแก๊สเอทธิลีน มีสูตรโครงสร้างคือ

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

เอทธิลีน โพลีเอทธิลีน

สมบัติของโพลีเอทธิลีนขึ้นอยู่กับความหนาแน่น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกชนิดพลาสติกฟิล์มขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของผักและผลไม้ที่ต้องการ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บและระดับความเข้มข้นก๊าซที่เหมาะสม สำหรับผักและผลไม้ส่วนมาก ยกเว้นชนิดที่ทนทานต่อระดับความเข้มข้น CO_2 ดีกว่า O_2

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

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

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ วันที่ 12 ธันวาคม 2546
สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 21 ธันวาคม 2546
รวมระยะเวลาที่ทำการทดลองทั้งสิ้น 10 วัน

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การทดลอง

1. คะน้า
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องมือ hand refractometer
4. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
5. ปีเปต
6. สาร NaOH 0.1 เปอร์เซนต์ (โซเดียมไฮดรอกไซด์)
7. สาร phenolphthalein 1 เปอร์เซนต์
8. บีกเกอร์
9. สารดูดซับเอทธิลีน (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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 13 treatment แต่ละtreatment มี 6 replication แต่ละreplication มี 2 ถุง ถุงละ 500 กรัม

วิธีการทดลอง

1. ทำการคัดเลือกคะน้าจาก MK resterrant ที่มีขนาดเท่าๆกัน สีใกล้เคียงกัน และปราศจากบาดแผล โรคและแมลงจำนวนทั้งสิ้น 100 กิโลกรัม
2. ชั่งน้ำหนักคะน้า ครั้งละ 500 กรัม
3. นำคะน้าบรรจุใส่ถุงพลาสติก polyethylene ถุงละ 500 กรัม พร้อมบรรจุสารดูดซับความชื้น (MA) 2 แผ่น (ขนาด 6×8 cm.) และสารดูดซับเอทธิลีน(ethylene absorbent : EA) 3 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรคะน้าที่บรรจุในแต่ละถุง
4. เขียนป้ายบอกปริมาณน้ำหนัก และtreatment ไว้ที่ถุง
5. นำเข้าเครื่องผนึกสุญญากาศ และทำการเติม CO_2 และ O_2 ดังนี้
   โดยประกอบด้วยวิธีการดังนี้
   วิธีการที่ 1 บรรจุใส่ถุง PE วางไว้ที่อุณหภูมิห้องและผนึก(seal)ปากถุง (control)
   วิธีการที่ 2 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 3 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 4 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 5 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 6 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 7 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 3:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 8 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 9 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 10 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 11 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 12 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
   วิธีการที่ 13 บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับ CO_2:O_2 = 7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และผนึก(seal)ปากถุง
6. นำคะน้าที่บรรจุถุงตามวิธีการที่ 2-13 ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย 14 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงทุก 2 วัน โดยการประเมินการสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสีใบ สีลำต้น ปริมาณ total soluble solid (TSS) ปริมาณกรดที่ละลายได้ (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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยการนำคะน้ามาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 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) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อคะน้าหยดลงบน hand refractometer แล้วอ่านค่า TSS หน่วยเป็น brix

4. ปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ titratable acidity (TA) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อคะน้าปริมาตร 5 ml เติมสาร phenolphthalein เข้มข้น 1 เปอร์เซนต์ เป็นตัว indicator 1-2 หยด จากนั้นนำไป titrate ด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซนต์) จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนจากใสเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดมาลิค ดังนี้

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

N base = normality ของ NaOH (0.1)

Ml base = จำนวนมิลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรด

meq.wt ของกรดมาลิค = 0.06705

5. คุณภาพกลิ่นทุก 2 วัน หลังการเก็บรักษานำคะน้ามาดมกลิ่นโดยใช้ผู้ดมกลิ่นจำนวน 4 คน แบ่งระดับคะแนนกลิ่นเป็น 5 ระดับ

ระดับคะแนน 5 คือ กลิ่นดีมาก เช่นเดียวกับคะน้าสด

ระดับคะแนน 4 คือ กลิ่นดี มีกลิ่นใกล้เคียงกับคะน้าสด

ระดับคะแนน 3 คือ กลิ่นปานกลาง มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยแต่ยังยอมรับได้

ระดับคะแนน 2 คือ กลิ่นพอใช้ มีกลิ่นผิดปกติค่อนข้างมาก

ระดับคะแนน 1 คือ กลิ่นไม่ดี ไม่เหมาะต่อการบริโภค มีกลิ่นผิดปกติรุนแรงมากที่สุด

6. อายุการเก็บรักษาผลผลิต โดยดูจากคุณภาพที่ดีในการรับประทาน และสภาพภายนอกซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ นับอายุเป็นวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของ CO_2 และ O_2 ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาคะน้าในถุงพลาสติก polyethylene ผลปรากฏดังนี้

1.เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสด

จากการศึกษาพบว่า คะน้ามีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่า

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.57 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:15 PSI , PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI , PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI , PE + CO_2:O_2 5:5 PSI , PE + CO_2:O_2 5:10 PSI , PE + CO_2:O_2 7:10 PSI , PE + CO_2:O_2 0:10 PSI และPE + CO_2:O_2 3:5 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.38, 1.35, 1.23, 1.21, 1.18, 1.07, 1.01, 0.95, 0.91, 0.85 และ0.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.55 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่1)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.25 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI , PE + CO_2:O_2 0:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 7:10 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.17, 1.72, 1.59, 1.58, 1.44, 1.30, 1.28, 1.24, 1.23, 1.09 และ1.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.51 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่1)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 10.99 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 3:0 PSI มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.65 , 2.58, 2.18, 2.04, 1.98, 1.45, 1.37,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.36, 1.28, 1.24 และ1.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.75 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (control) มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ กับทุกวิธีการ (ตารางที่1) และคะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) หมดอายุการเก็บรักษา โดยคะน้ามีลักษณะใบเหี่ยวและเหลือง ไม่หมาะต่อการบริโภคและการวางจำหน่ายเมื่อเก็บรักษาไว้ได้ 6 วัน

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 7:10 PSI มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.27 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 0:5 PSI มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักสด 3.03, 2.98, 2.76, 2.69, 2.64, 2.56, 2.44, 2.23, 1.60 และ1.51 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.99 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่1)

108943

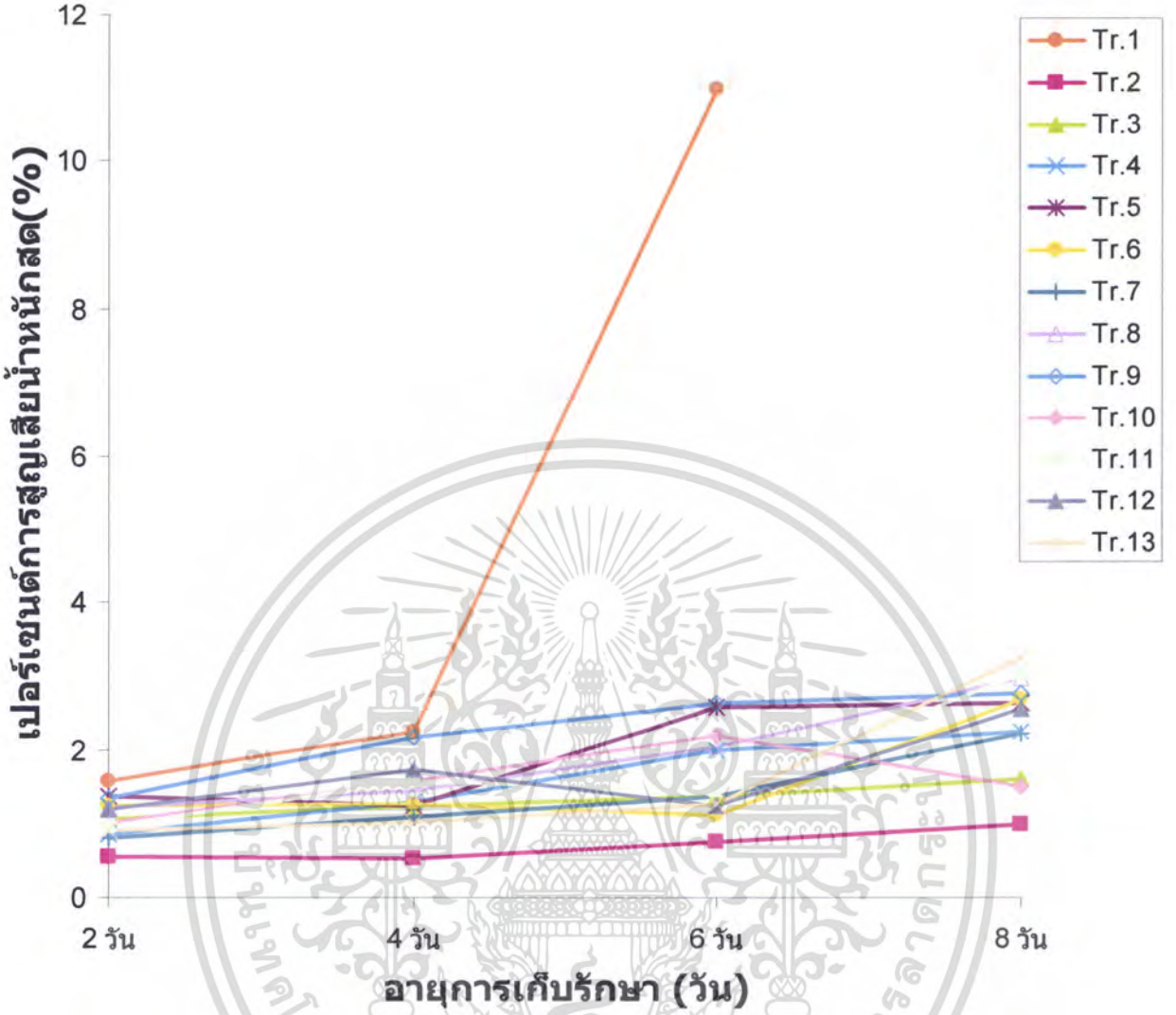
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Treatment	$CO_2 : O_2$ (PSI)	เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสด			
		2 วัน	4 วัน	6วัน	8วัน
1	control	1.57a[1/]	2.25a[1/]	10.99a[1/]	-
2	0 : 0	0.55c	1.51d	0.75g	0.99e[1/]
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 DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่1 แสดงเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดของคะน้า หลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

จากการศึกษาพบว่า ก่อนการเก็บรักษาคะน้ามีปริมาณ TSS 4.2-4.3 brix และภายหลังการเก็บรักษาปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น(ภาพที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 3:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.5 brix รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บ, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, control , PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:0 PSI และ PE + CO_2:O_2 0:10 PSI มีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS 5.1, 4.8, 4.8, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5 และ4.3 brixตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 5:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 4.0 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI และ PE + CO_2:O_2 7:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.0 brix รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI และ PE + CO_2:O_2 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 ส่วนคะน้าที่ใส่ในถุง polyethylene เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (control) มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.5 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.6 brix รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, และ PE + CO_2:O_2 5:5 PSI มีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS 5.3, 5.0, 5.0, 4.8, 4.8, 4.5, 4.3, 4.3และ4.3 brix ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI , PE + CO_2:O_2 7:10 PSI และPE + CO_2:O_2 7:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 4.0 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:0 PSI และ PE + CO_2:O_2 5:10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.6 brix รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

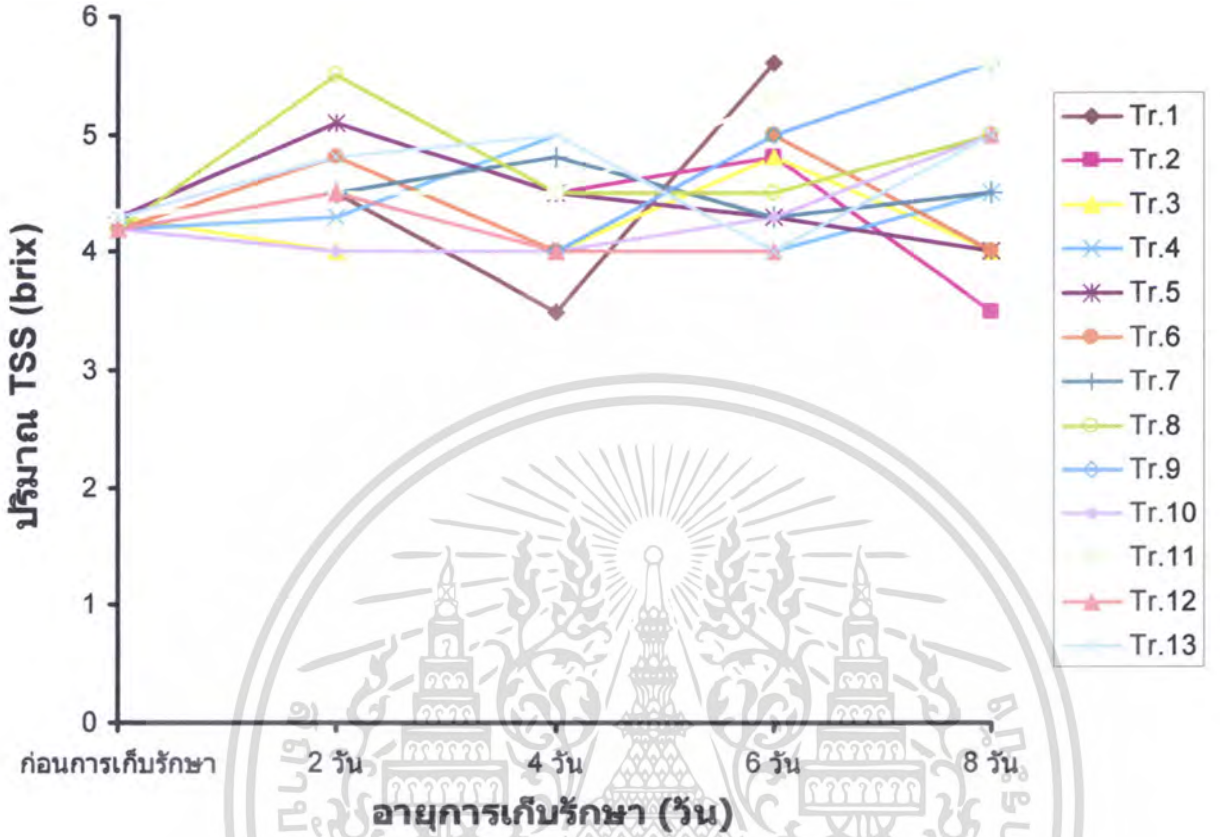
PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSIและ PE + CO_2:O_2 0:0 PSI มีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS 5.0, 5.0, 5.0, 5.0, 4.5, 4.5, 4.0, 4.0 และ4.0 brixตามลำดับ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.5 brix ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) หมดอายุการเก็บรักษา และสามารถวัดผลได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS, brix) ของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ8วัน

Treatment	CO_2: O_2 (PSI)	ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS, brix)				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6วัน	8วัน
1	control	4.30a[1/]	4.50a[1/]	3.50b[1/]	5.60a[1/]	-
2	0 : 0	4.30a	4.50a	4.50ab	4.80abc	3.50d[1/]
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปอร์เซนต์ titratable acidity (TA)

จากการศึกษาพบว่า ก่อนเก็บรักษาคะน้ามีปริมาณ TA เฉลี่ยเท่ากับ 0.075 เปอร์เซ็นต์ และภายหลังการเก็บรักษาคะน้ามีเปอร์เซนต์(TA) เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:0 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, control , PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 3:0 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.09, 0.09, 0.09, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08, 0.08 และ0.08 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 7:5 PSI น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์ TA ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:5 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.23 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, control , PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI และ PE + CO_2:O_2 5:10 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.21, 0.18, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.16, 0.16, 0.15 และ0.14 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 3:10 PSI น้อยที่สุด คือ 0.12 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์ TA ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่ใส่ถุง polyethylene เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และคะน้าที่เก็บรักษาใน PE + CO_2:O_2 0:5 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI และPE + CO_2:O_2 5:10 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.14, 0.13, 0.13, 0.12, 0.12, 0.11, 0.11, 0.10, 0.08 และ0.08 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI polyethylene ร่วมกับ และ PE + CO_2:O_2 5:5 PSI น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์ TA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:5 PSI มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซนต์ รองลงมา คือคะน้าที่เก็บรักษาใน ถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI และPE + CO_2:O_2 3:5 PSI มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ TA 0.15, 0.15, 0.14, 0.11, 0.11, 0.10, 0.10, 0.09 และ 0.08 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI และ PE + CO_2:O_2 5:10 PSI น้อยที่สุด คือ 0.08 เปอร์เซนต์ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง(control) หมดอายุการเก็บรักษาและไม่สามารถวัดผลได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซนต์ TA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

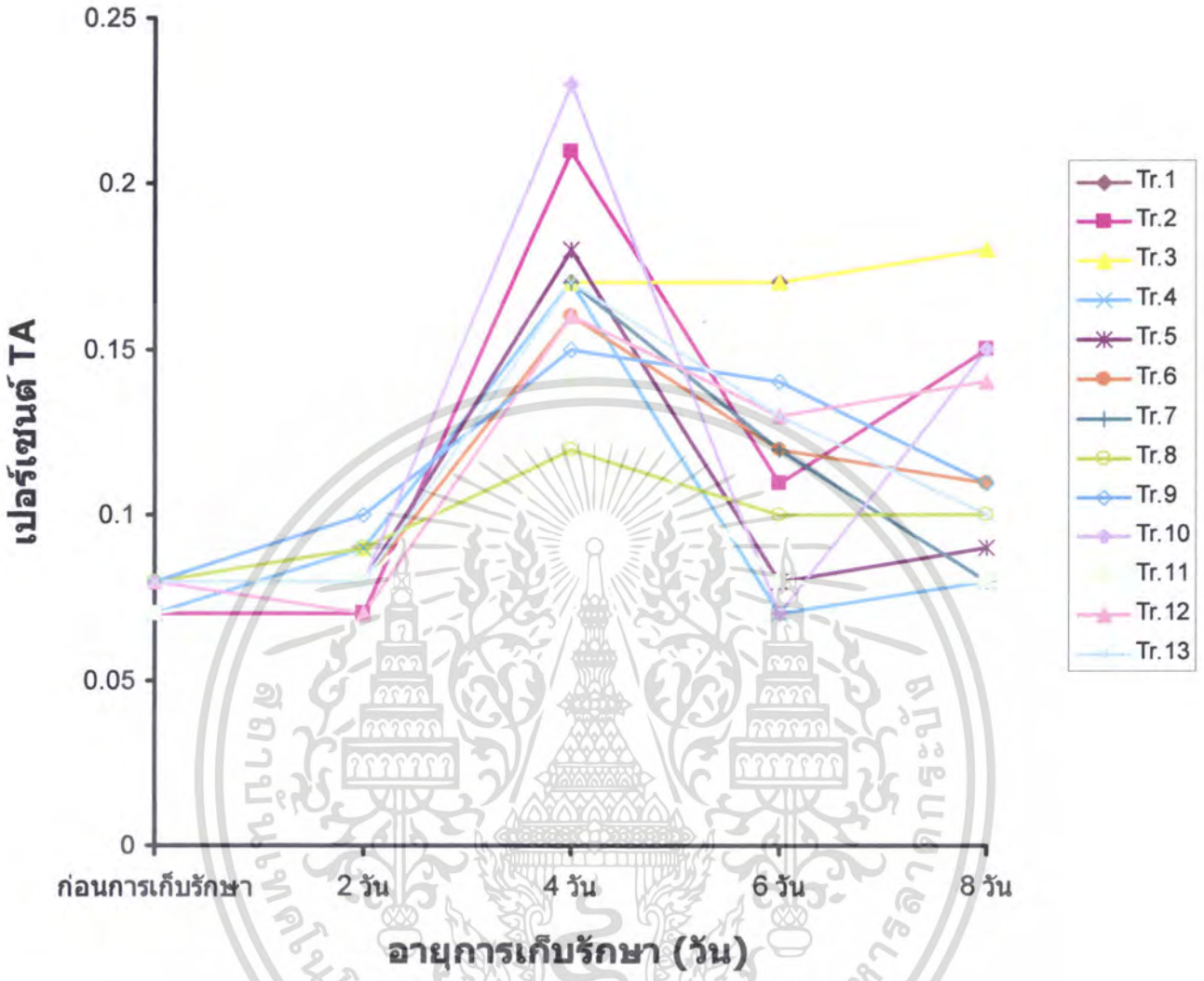
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าฉลี่ยเปอร์เซนต์ titratable acidity (TA) **ของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา** 2,4,6 **และ** 8**วัน**

Treatment	$CO_2 : O_2$ (PSI)	**เปอร์เซนต์** Titratable Acidity (TA)				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6วัน	8วัน
1	control	0.07a[1/]	0.08a[1/]	0.17ab[1/]	0.17a[1/]	-
2	0 : 0	0.07a	0.07b	0.12ab	0.11cd	0.15ab[1/]
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%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 CO_2: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 CO_2: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 CO_2: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 CO_2: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 CO_2:O_2 0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144A , คะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG151A ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาใน CO_2:O_2 5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG151B (Yellow Group) และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง G137 D ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2: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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะสีใบของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน

Treatment	$CO_2 : O_2$ (PSI)	สีใบของคะน้า				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6วัน	8วัน
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สีลำต้นของคะน้า

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 CO_2:O_2 0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 C และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 ,0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 B ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2: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 CO_2:O_2 3:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,5:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีลักษณะสีอยู่ในช่วง YG144 D ส่วนคะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2: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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะสีของลำต้นคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน

Treatment	CO_2 : O_2 (PSI)	สีของลำต้นคะน้า				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6วัน	8วัน
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กลิ่นของคะน้า

จากการศึกษาพบว่า ก่อนการเก็บรักษาคะแนนกลิ่นของคะน้ามีค่าเท่ากับ 5 (ตารางที่6) และภายหลังการเก็บรักษาคะแนนกลิ่นของคะน้าลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน คะแนนกลิ่นของคะน้าในทุกวิธีการมีคะแนนเท่ากับ 5 (ตารางที่6)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง ถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI, PE + CO_2:O_2 0:5 PSI , PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:$O_2$0:15 PSI , PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI และ PE + CO_2:O_2 7:5 PSI มีค่าเฉลี่ยคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.9 และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI และ PE + CO_2:O_2 7:10 PSI มีคะแนนกลิ่นรองลงมาเท่ากับ 4.8 ส่วนคะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ในอุณหภูมิห้อง(control)มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 3.05 (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI และ PE + CO_2:O_2 0:5 PSI มีคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.9 และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI, PE + CO_2:O_2 3:0 PSI, PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 5:5 PSI, PE + CO_2:O_2 7:5 PSIและPE + CO_2:O_2 7:10 PSI มีคะแนนกลิ่นรองลงมาเท่ากับ 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.8, 4.75 และ 4.75 ตามลำดับ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 5:10 PSI มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 4.7 ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาโดยใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (control) หมดอายุการเก็บรักษา โดยคะน้ามีลักษณะใบเหี่ยวและเหลือง มีคะแนนกลิ่นเท่ากับ 1 ไม่หมาะต่อการบริโภคและการวางจำหน่าย(ตารางที่ 6)

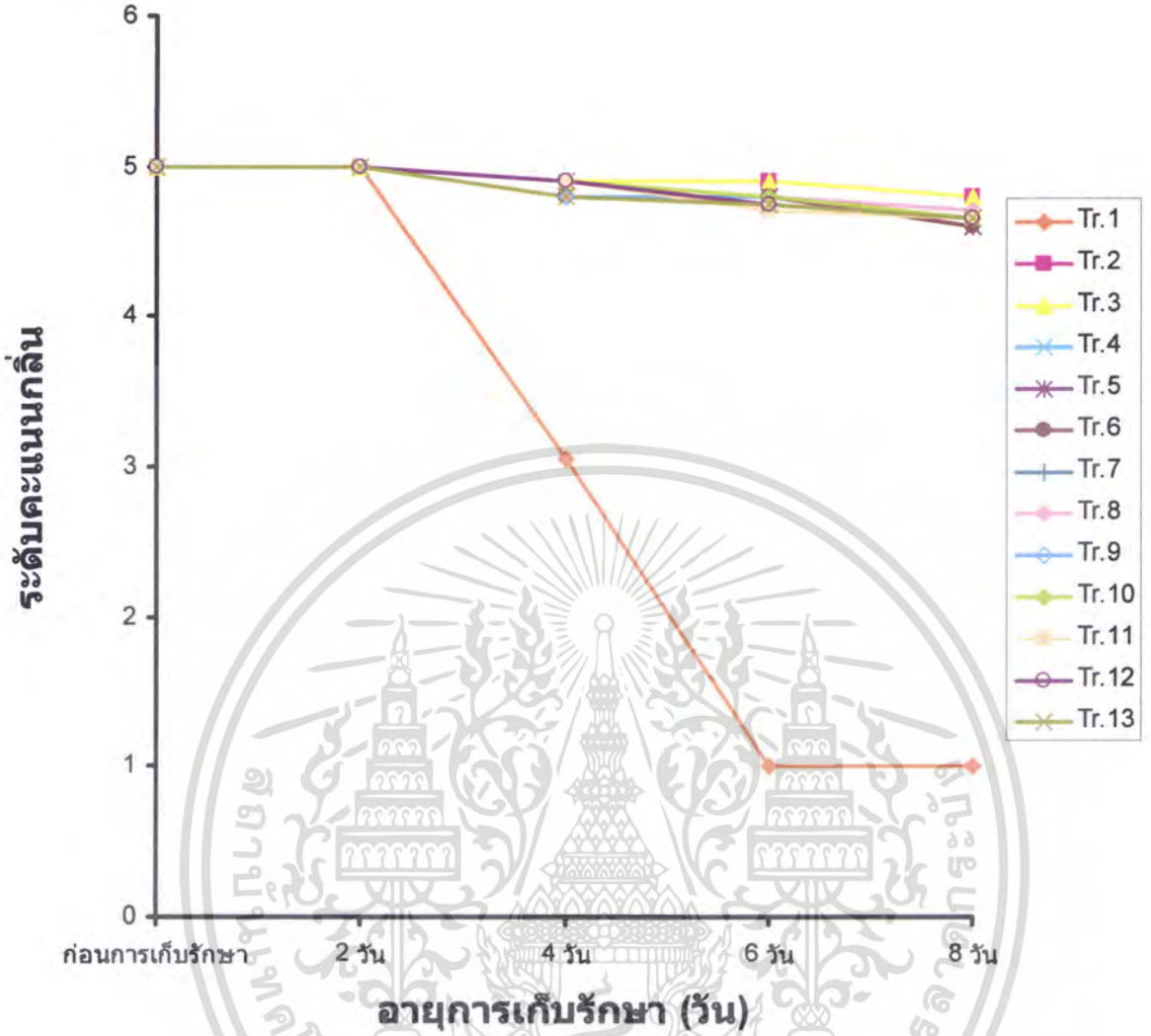
ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:0 PSI , PE + CO_2:O_2 0:5 PSI และ PE + CO_2:O_2 7:5 PSI มีคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.8 และคะน้าที่เก็บรักษาใน PE + CO_2:O_2 3:5 PSI, PE + CO_2:O_2 3:10 PSI, PE + CO_2:O_2 7:10 PSI, PE + CO_2:O_2 5:0 PSI, PE + CO_2:O_2 5:10 PSI และPE + CO_2:O_2 5:5 PSI มีคะแนนกลิ่นรองลงมาเท่ากับ 4.7 ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0:10 PSI, PE + CO_2:O_2 0:15 PSI และ PE + CO_2:O_2 3:0 PSI มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 4.6 (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน

Treatment	CO_2 : O_2 (PSI)	ระดับคะแนนกลิ่นของคะน้า				
		ก่อนการเก็บรักษา	2 วัน	4 วัน	6วัน	8วัน
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของคะน้าก่อนและหลังการเก็บรักษา 2,4,6 และ 8วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อายุการเก็บรักษา

คะน้าที่เก็บรักษาในถุง PE + CO_2:O_2 0 : 0 PSI, PE + CO_2:$O_2$0 : 5 PSI , PE + CO_2:O_2 0 : 10 PSI, PE + CO_2:O_2 0 : 15 PSI, PE + CO_2:O_2 3 : 0 PSI, PE + CO_2:O_2 3 : 5 PSI, PE + CO_2:O_2 3 : 10 PSI, PE + CO_2:O_2 5 : 0 PSI, PE + CO_2:O_2 5 : 5 PSI, PE + CO_2:O_2 5 : 10 PSI, PE + CO_2:O_2 7 : 5 PSI **และ** PE + CO_2:O_2 7 : 10 PSI **มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด** 8 **วัน ยังคงมีกลิ่น,สีใบและสีลำต้นอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด และคะน้าที่ใส่ถุง** polyethylene **วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง** (control) **มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ** 4 **วัน ยังคงมีกลิ่น,สีใบและสีลำต้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้เป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด**

ตารางที่ 7 แสดงอายุการเก็บรักษาคะน้าภายในแต่ละวิธีการ

Treatment	CO_2 : O_2	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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสด

คะน้ามีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดจะมากที่สุดภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน โดยคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 7:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.27 เปอร์เซนต์ และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.99 เปอร์เซนต์จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของคะน้า

ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS)

ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ CO_2:O_2 5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 5.6 brix เพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา 1.3 brix และคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 3.5 brix เพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา 0.1 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ของคะน้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณ TSS ของคะน้า โดยทำให้คะน้ามีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นได้

เปอร์เซนต์ Titratable Acidity (TA)

เปอร์เซนต์ TA จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ภายหลังการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นมากภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน โดยคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีเปอร์เซนต์ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซนต์ ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และCO_2:O_2 5:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว น้อยที่สุด คือ 0.08 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA ของคะน้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณ TA ของคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีของใบคะน้าและลำต้นคะน้า

การเปลี่ยนแปลงลักษณะสีใบและลำต้นของทุกวิธีการเก็บรักษาไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยก่อนการเก็บรักษาลักษณะสีใบของคะน้าอยู่ในช่วง G137 A (Green Group) และลักษณะสีลำต้นของคะน้าอยู่ในช่วง YG144 A และภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน ลักษณะสีใบของคะน้าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง G137D , YG144A และYG151A และลักษณะสีลำต้นของคะน้าอยู่ในช่วง YG144D(Yellow-Green Group)

กลิ่นของคะน้า

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของคะน้าจะเป็นไปในลักษณะลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยก่อนการเก็บรักษาคะแนนกลิ่นของคะน้ามีค่าเท่ากับ 5 และภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน คะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2:O_2 0:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว , 0:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ7:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีคะแนนกลิ่นดีที่สุดเท่ากับ 4.8 และคะน้าที่เก็บรักษาใน CO_2:O_2 0:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,0:15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ3:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 4.6ส่วนคะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนกลิ่นต่ำที่สุดเท่ากับ 1 เมื่อเก็บรักษา 6 วัน และหมดอายุภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

อายุการเก็บรักษา

คะน้าที่ใส่ถุง polyethylene วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 6 วัน สำหรับคะน้าที่เก็บรักษาด้วยวิธีอื่นๆ ทุกวิธีการมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 8 วัน โดยยังคงมีกลิ่น ,สีใบและสีลำต้นอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงปกติมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าได้ยาวนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของอัตราส่วนก๊าซ CO_2 : O_2 ต่อคุณภาพและการเก็บรักษาคะน้าภายในถุง polyethylene ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพการเก็บรักษาแบบ modified atmosphere (MA) พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาคะน้าได้นาน 6 – 8 วัน โดยคะน้าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene ร่วมกับ CO_2 : O_2 7 : 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะเก็บรักษาได้นานที่สุด ซึ่งถ้าสัดส่วนของก๊าซ O_2 สูงจะทำให้เกิดการสังเคราะห์เอทธิลีน เพราะลำดับสุดท้ายของการสังเคราะห์เอทธิลีนของพืชจะต้องใช้ O_2 การลดปริมาณ O_2 ลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทธิลีนลง (งามทิพย์, 2538) แต่ถ้า O_2 น้อยเกินไปก็อาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) และทำให้ผลผลิตเสียหายได้ (งามทิพย์, 2538)

ภายหลังการเก็บรักษาคะน้า ในทุกวิธีการจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตยังมีชีวิตและยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสม อีกทั้งยังมีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง ดังนั้นเราจึงควรลดการสูญเสียน้ำหนักสดของผลผลิตให้ได้มากที่สุด จึงจะทำให้ผลผลิตสูญเสียคุณภาพช้าลงและเก็บรักษาผลผลิตได้นานยิ่งขึ้น

การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต จึงจะทำให้ผลผลิตนั้นสามารถเก็บรักษามีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดอัตราการหายใจและการเกิดของเอทธิลีนทำให้เก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นานขึ้น (Wilfret, 1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์.2532. **เทคนิคการผสมพันธุ์ผัก.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 70 น.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. **ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร.** ลินคอร์นโปรโมชั่น. กรุงเทพฯ. หน้า 5 – 24.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ไฉน ยอดเพชร. 2513. **สวนผัก พระนคร.** โรงพิมพ์กรมการศาสนา. กรุงเทพฯ.

คนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** โอ. เอ. พริ้นติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพฯ.

นภาภรณ์ พรหมชนะ. 2529. **การตลาดผลิตผลพืชสวน.** ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร. คณะเศรษฐศาสตร์บริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 653 น.

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

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2525. **สวนผัก.** กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 30-35.

วัฒนา วิริวุฒิการ. 2540. **"เทคนิค CAP/MAP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลพืชสวน".** อาหาร. 24(4) : 278-281.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 122.

สุนทร เรืองเกษม. 2539. **คู่มือการปลูกผัก.** C.B. BOOK. กรุงเทพฯ.

สมชาย กล้าหาญ. 2543. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผัก.** ภาควิชาพืชสวน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ.

อุดม โกสัยสุก. 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.

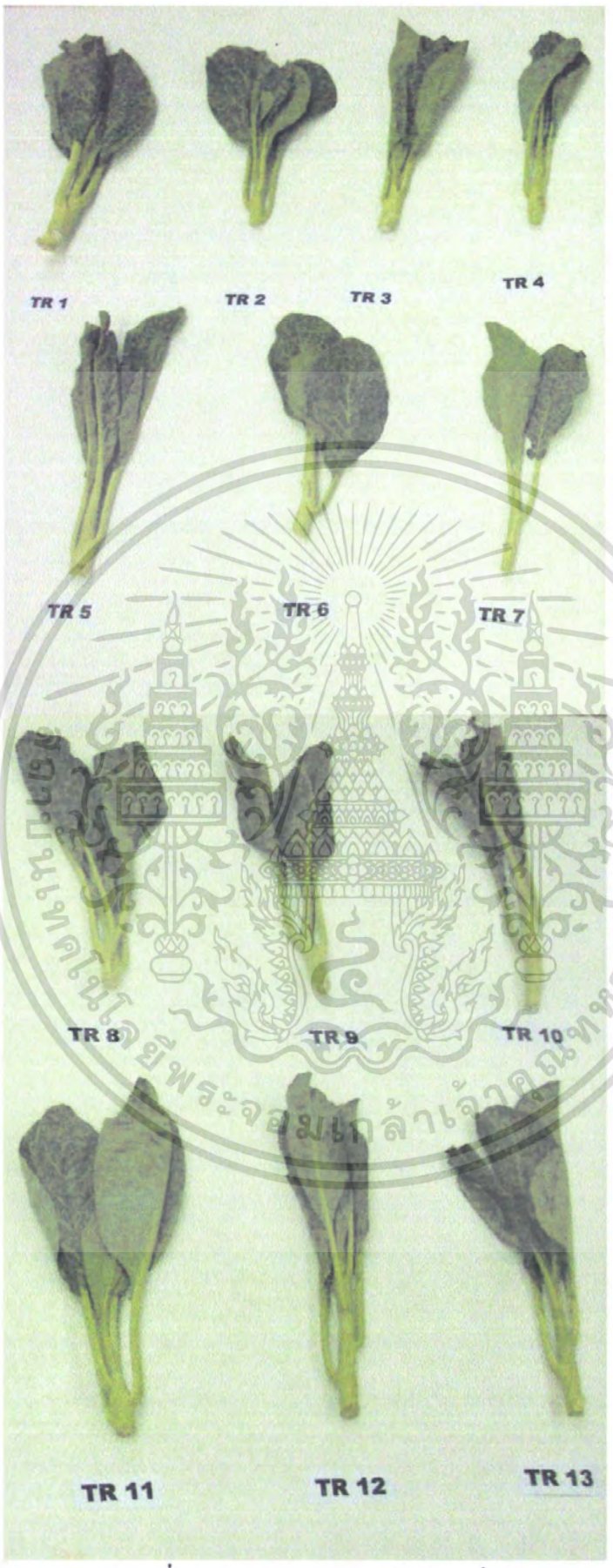
Wilfret, G.J.1981. Height retardation of poinsettia with ICI.pp.333. **Hort Science.** 16:443.

Young, R.S. 1984. Response of Peach to Paclobutrazol. Plant Growth Reg. Abstr. 12(3) :58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

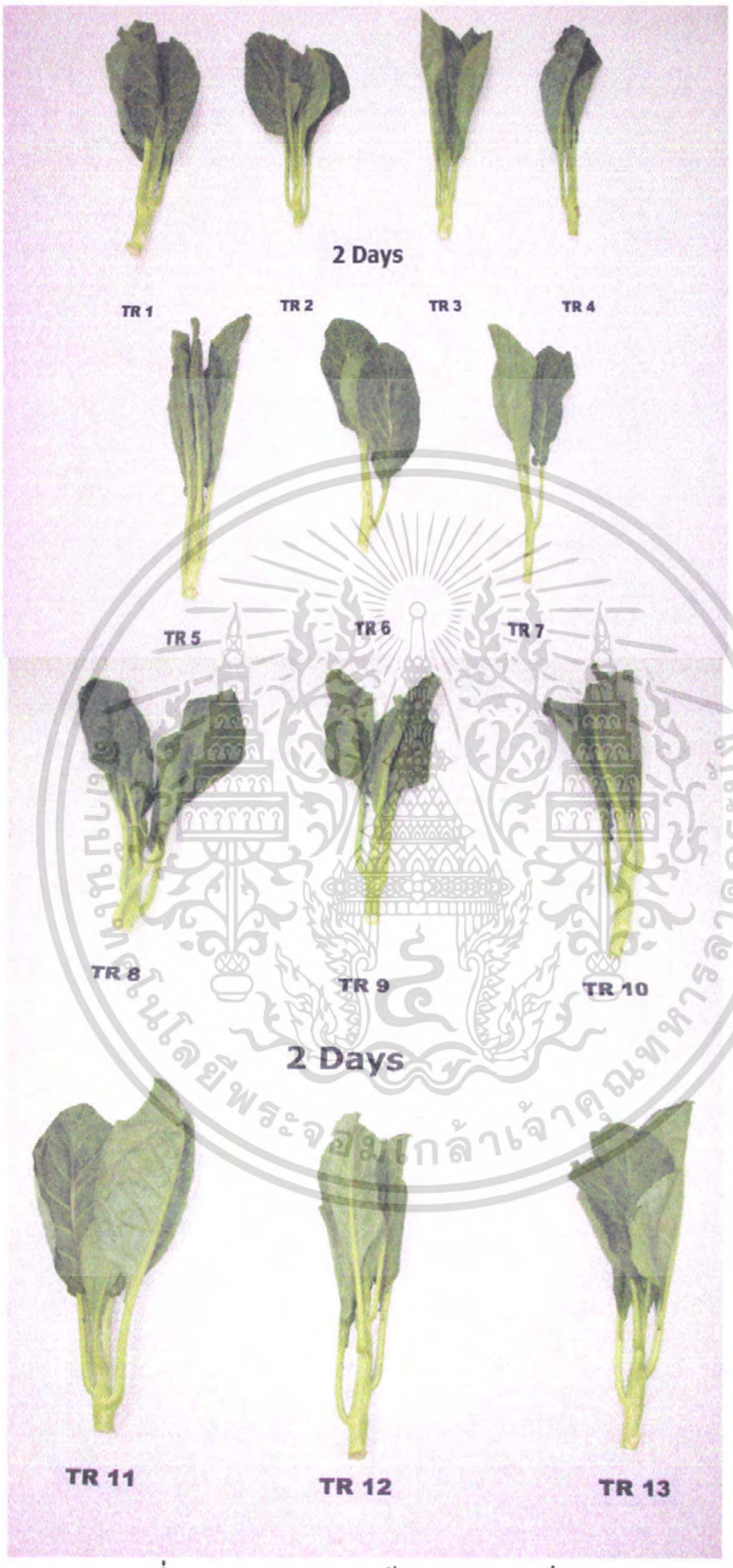
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



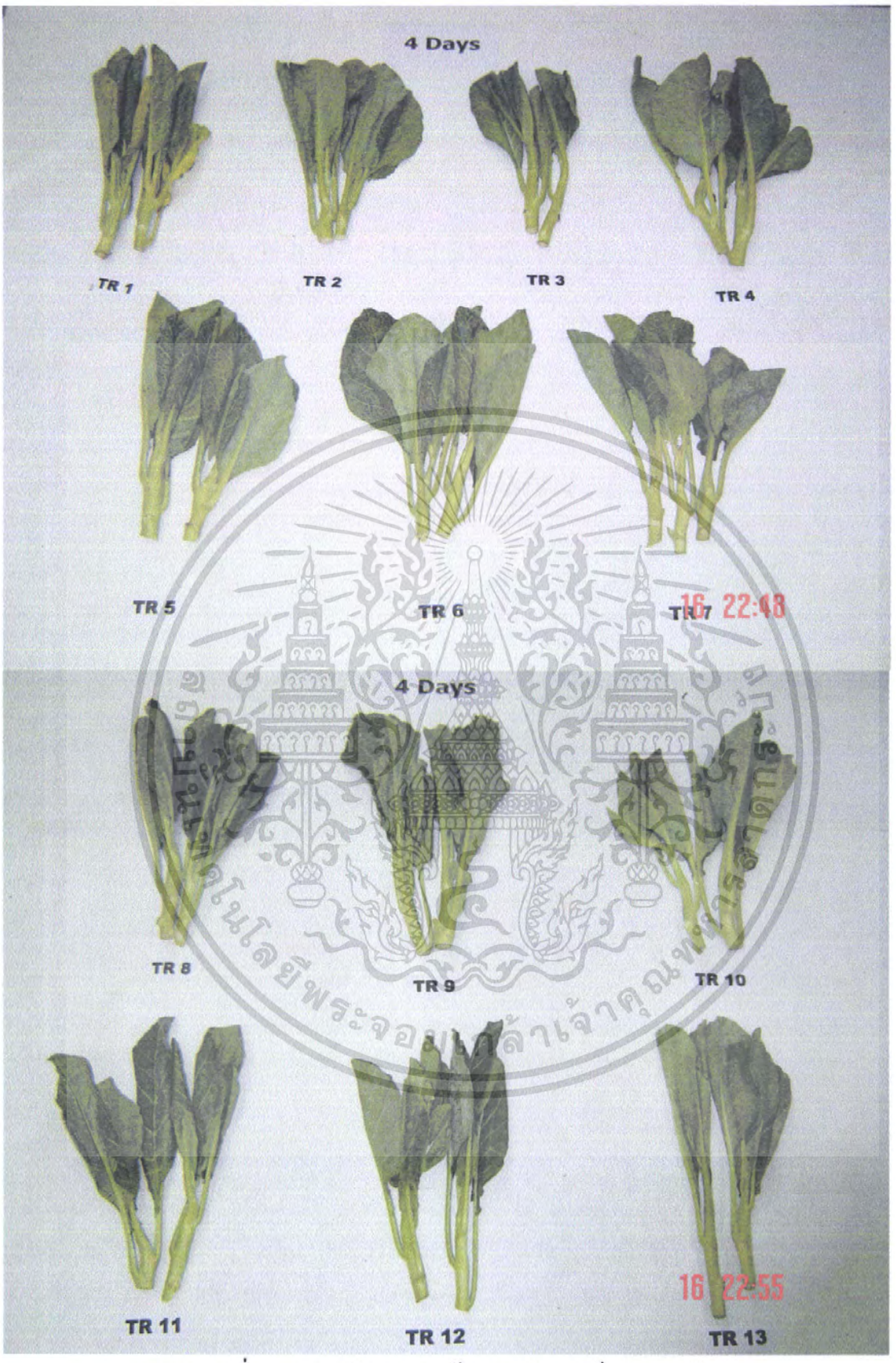
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะคะน้าก่อนเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



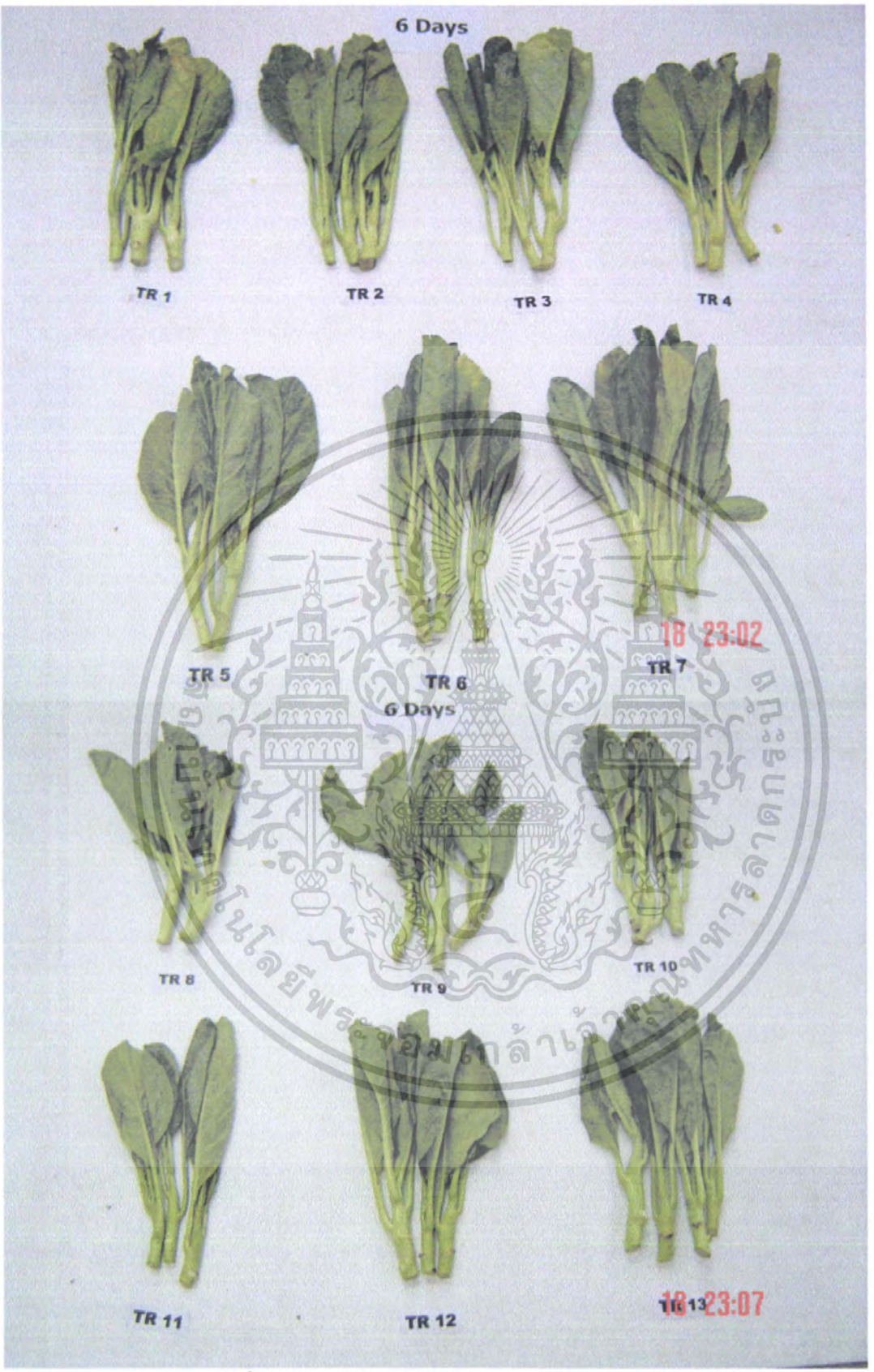
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



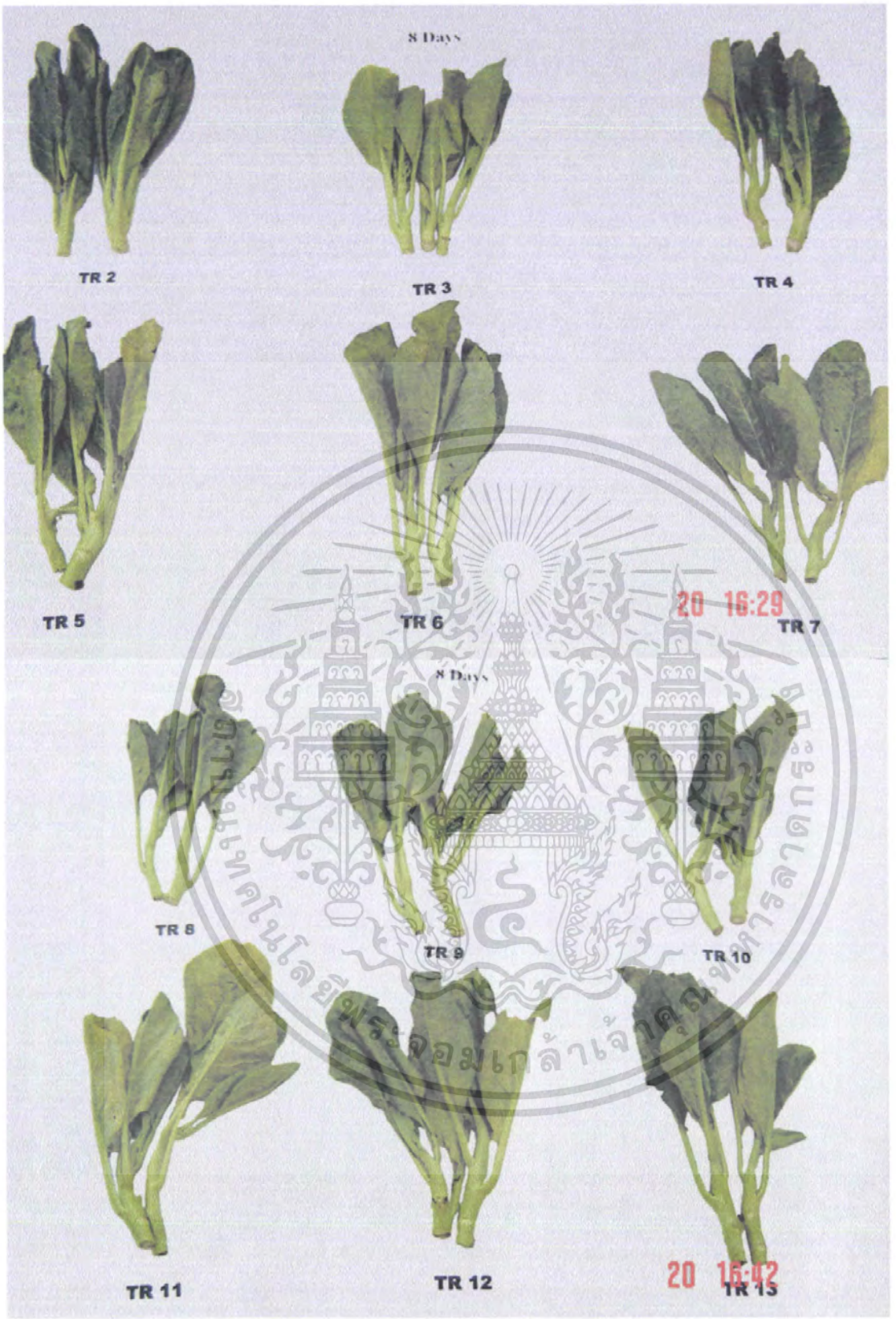
ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 4วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะคะน้า ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้